

分类号: _____
学校代码: 10638

密 级: _____
学 号: 315045117001

西华师范大学

专业硕士学位论文

基于 STEM 的小学科学生活化实验的开发

论文作者 _____ 武艳霞

指导教师 _____ 文丰玉 副教授

专业学位类别 _____ 教育硕士

专业领域 _____ 科学与技术教育

所在学院 _____ 化学化工学院

论文提交日期 _____ 2017 年 5 月

论文答辩日期 _____ 2017 年 6 月

西华师范大学学位评定委员会

四川·南充

2017 年 6 月

**The development of life-oriented science
experiment based on STEM in primary
schools**

A Dissertation

Submitted to the Graduate Faculty

In Partial Fulfillment of the Requirement

For the Degree of Master of Natural Science

By

Wu Yan-xia

Supervised by

Associate Professor WEN Feng-yu

Major in

Science and Technology Education

In

College of Chemistry and Chemical Engineering

China West Normal University

Nanchong, Sichuan Province, China

Jun, 2017

目 录

摘 要	I
Abstract.....	II
第 1 章 前言	1
1.1 选题依据	1
1.1.1 国际教育改革的新趋势	1
1.1.2 新课程标准的要求	1
1.1.3 小学科学实验的重要教育价值	1
1.2 研究现状	2
1.2.1 国内研究现状	2
1.2.2 国外研究现状	5
1.3 研究意义	6
1.3.1 对学生的意义	6
1.3.2 对教师的意义	6
1.3.3 对小学科学课程的意义	7
1.4 研究方法	7
1.4.1 文献研究法	7
1.4.2 定性分析法	7
1.4.3 访谈法	7
1.5 研究思路	7
第 2 章 研究的理论基础及相关概念的界定	9
2.1 研究的理论基础	9
2.1.1 杜威“从做中学”理论.....	9
2.1.2 陶行知“生活即教育”理论.....	9
2.1.3 情境教学理论	9
2.1.4 STSE 教育理念.....	10
2.2 相关概念的界定	10

2.2.1	STEM 教育	10
2.2.2	生活化实验	11
2.2.3	开发	11
第 3 章	基于 STEM 的生活化实验的开发策略	13
3.1	基于 STEM 的生活化实验的开发原则	13
3.1.1	生活化	13
3.1.2	模型化	13
3.1.3	仿生化	13
3.1.4	创新性	13
3.1.5	安全性	14
3.1.6	普及性	14
3.2	基于 STEM 的生活化实验的一般开发过程	14
3.2.1	确立课题	15
3.2.2	实验分析	15
3.2.3	实验设计	15
3.2.4	试验与改进	16
第 4 章	基于 STEM 的生活化实验的具体开发案例	17
4.1	做一个降落伞	17
4.1.1	分析	17
4.1.2	设计	18
4.2	像火箭那样驱动小车	23
4.2.1	分析	23
4.2.2	设计	23
4.3	自制吸管小船	30
4.3.1	分析	30
4.3.2	设计	30
4.4	建高塔	35
4.4.1	分析	35

4.4.2 设计	36
第 5 章 案例的应用效果分析	40
5.1 案例的教学效果及反思	40
5.1.1 “做一个降落伞”教学效果及反思.....	40
5.1.2 “像火箭那样驱动小车”教学效果及反思.....	40
5.1.3 “自制吸管小船”教学效果及反思.....	40
5.1.4 “建高塔”教学效果及反思.....	41
5.2 访谈结果分析	41
5.2.1 对科学教师进行访谈	41
5.2.2 对学生进行访谈	42
5.3 对后续实验开发的启示	43
5.3.1 实验设计生活化, 培养学生自主探究意识	43
5.3.2 精心设置实验情境, 激发学生探究欲	43
5.3.3 注重分工合作, 提高探究活动效率	43
第 6 章 研究结果与展望	44
6.1 研究结果	44
6.2 研究展望	44
参 考 文 献	45
附录 A 教师访谈调查	48
附录 B 学生想法采访	49
致 谢	i
关于学位论文原创性/使用授权的声明	ii
在学期间的科研情况	iii

摘要

随着全球科学技术的飞速发展,当今的科学教育越来越倾向于将科学、技术、工程与数学教育进行整合,成为跨学科的综合课程。STEM 教育理念在小学科学新课程标准中也被明确提出来,强调进行工程与技术领域学习的重要性。学生的科学学习内容来自于学生身边常见的生活现象,在生活化的科学实验操作活动中更易于培养学生解决问题的能力,体会科学技术为人类带来的巨大改变。因此,有必要进行 STEM 教育与小学科学生活化实验教学的整合研究,开发出具体实验教学案例,并获得一些启示。

本文围绕 STEM 教育理念,研究开发小学科学生活化实验,主要运用文献研究法、定性分析法、实证研究法等方法进行研究。首先通过分析整理大量现有的相关文献,了解 STEM 教育的国内外研究现状、小学科学生活化实验的研究现状,为本文奠定研究基础;然后论述生活化实验研究的理论基础,并对 STEM 教育、生活化实验和开发的进行概念界定;其次结合 STEM 教育提出了生活化、模型化、仿生化等小学科学生活化实验开发的原则以及从确立课题、实验分析、实验设计到试验与改进的一般开发过程;接着选取教科版小学科学教材中“做一个降落伞”、“像火箭那样驱动小车”、“自制吸管小船”、“建高塔”四个实验内容进行具体分析,结合开发原则与一般开发过程设计出融合 STEM 教育理念的小学科学生活化实验的具体案例;最后通过对开发的案例进行实际的教学应用,并对身边的科学教师和学生进行访谈调查,分析实验案例的应用效果,并提出进一步完善小学科学生活化实验开发的建议,得到后续开发实验案例的启示。

通过本研究,以期为广大的小学科学教师进行 STEM 教育理念与小学科学生活化实验教学相整合给出些许参考,同时希望在更多科学教师的共同配合努力下,使我国的小学科学教育走向常态化,逐步促进学生科学素养的提升,培养更多具有全球竞争力的创新性的科学技术人才。

关键词: STEM 教育; 小学科学; 生活化实验; 开发

Abstract

With the rapid development of global scientific technology, contemporary science education is increasingly inclined to integrate science, technology, engineering and mathematics education to form a comprehensive and interdisciplinary course. The concept of STEM education was clearly put forward in the New Science Curriculum Standards of primary school and it emphasizes the significance of engineering and technology learning. Students' learning contents of science are from common life phenomena around their lives, thus it is easier for the students to cultivate their abilities to solve problems in the operational activities of scientific experiments and to experience the great changes that science and technology brought to mankind. Therefore, it is necessary that the research integrated the STEM education with the life-oriented scientifically experimental teaching of primary school should be carried out to develop specific experimental teaching cases and gain some implications.

Based on the educational philosophy of STEM, the research is to develop life-oriented science experiments of primary school. Literature research method, qualitative research method and empirical research method and so forth, will be mainly adopted in this research. Firstly, through the analysis of a large number of existing literatures, the understanding of the status quo of domestic and foreign STEM education and the status quo of the life-oriented science experiments of primary school, the research foundation was laid. Then the theoretical basis of life-oriented experiment research was elaborated; the definitions of STEM Education, life-oriented experiment and development were defined. In addition, combined with STEM Education, the principles of the development of life-oriented experiment in primary school, such as life-oriented, model-oriented and bionics-oriented, and the general development process from the establishment of the subject, the experimental analysis, the experimental design to the test and improvement were put forward. Then, four experimental contents, making a paradise, moving a car like flying a rocket, self-made straw boat, building a high tower, from the science text book of educational and scientific version in primary school, were chosen to make a specific analysis. Combining with the development principles and the general development process, the specific cases of primary school's life-oriented science experiments integrated the STEM education were designed. Finally, the application effect of the developed experimental cases was analyzed and the further suggestions to perfect the development of life-oriented experiment in primary schools were put forward so as to gain the implications for follow-up development of the

experimental cases through the application of the developed cases and the interview of the science teachers and students surrounding the present author.

Through the research, it is expected to offer some reference for most primary science teachers who are working on integrating STEM educational concept with scientifically life-oriented experimental teaching in primary schools. Meanwhile, it is hoped that China's science education will be normalized, the improvement of the students' scientific literacy will be promoted gradually and more innovatively scientific and technological talents with global competitiveness will be cultivated through more science teachers' joint efforts.

Key words: STEM education; science of primary school; life-oriented experiment; development

第1章 前言

1.1 选题依据

1.1.1 国际教育改革的新趋势

随着世界经济的进步,教育的国际化逐渐成为许多国家教育改革的重要主题之一,已经成为各国教育发展业明显呈现出的一种潮流和动向^[1]。自上世纪90年代以来,很多国家都开始关注教育的国际化,希望以此来培养更多具有创新性的人才,提升国家的竞争力。目前,教育的国际化进程已不可抵挡,走向更为宽广的开放互动平台。

2010年7月29日,在我国政府发布的《国家中长期教育改革和发展规划纲要》中明确提出:“加强国际交流与合作”、“提高我国教育国际化水平”^[2]。可以看出,教育的国际化被我国高度重视。因此促进我国教育国际化,对于培养更多高素质人才具有重要的战略意义。

美国作为当今世纪的科技和教育强国,为了提升国家的竞争力,预见到未来劳动力市场对STEM(科学、技术、工程、数学)领域人才的需求,最早提出了STEM教育,在全美每个学段的教育中都有涉及。美国有着雄厚的国家竞争力,国家竞争力排名上始终位居世界前列,这在很大程度上离不开美国大力发展STEM教育带来的贡献^[3]。

2012年11月,来自美国、澳大利亚、加拿大等五大洲20多个国家的近200名学者参与了STEM国际教育会议,分别探讨了STEM教育理论框架、教学方法、课程设计等^[4]。如今,STEM教育被越来越多的国家重视并在本国的教育中加以借鉴实施。同时在2012举办的国际科学教育研讨会议中,也突显了科学教育趋于科学、技术、工程和数学的融合,STEM教育主导一些国家的科学教育政策并成为研究热点^[5]。因此,在科学教育中融入STEM教育必将成为科学教育改革的新趋势和新潮流,并将在未来的教育中迅速发展。

1.1.2 新课程标准的要求

在2017年2月教育部印发的《义务教育小学科学课程标准》中指出:“科学教育与工程教育相整合”、“小学的工程与技术教育应让学生知道,人类使用的各种工具和仪器都是设计的产物”、“小学的工程技术活动使学生有机会综合所学各方面的知识”^[6]。新科学课程标准在课程内容中增加了“工程与技术领域”,明确了在今后的科学教育要融入工程、技术教育,对科学教育做出了更高的要求,指出了我国科学教育以后的发展方向。当然,这也是和国际STEM教育相结合的产物。

1.1.3 小学科学实验的重要教育价值

在华盛顿国立图书馆的墙壁上有一句话:“我听见了,但可能忘掉;我看见了,

就可能记住；我做过了，便真正理解了^[7]。”这充分显示了实验探究在小学科学课程学习中的重要作用。一方面学生通过动手亲自操作，使抽象的科学知识形象化，能得到更为直观的体验，加深学生的理解；另一方面，还能引发学生学习科学的兴趣，调动学生自主进行探究的积极性。

小学科学课程经历了由“自然—自然常识——科学”的三次名称变更^[8]。自然和科学的最大区别在于自然更强调知识的获得，而科学更注重指导学生进行一系列的科学探究活动，在实验探究中学习科学，课程名称的改变也可以发现实验探究的重要性。小学科学课程倡导探究式学习，强调从做中学、玩中学，逐步培养学生收集处理信息、分析和解决问题，以及批判性思维和创造性思维能力^[6]。由此可见，探究式学习方法在小学科学中具有突出的地位和作用，对学生的学习也有很大的影响，学生在积极主动参与中得到各方面能力的培养。

1.2 研究现状

1.2.1 国内研究现状

(1) STEM 教育国内研究现状

国内对 STEM 教育的研究较晚，但它的理念已经被国内教育界所接纳，具有代表性的研究人物有华东师范大学课程与教学研究所的赵中建教授以及该学院研究生代表范燕瑞等人。笔者以“STEM 教育”为主题在中国知网（CNKI）数据库中进行高级检索，截止到 2016 年 6 月底，共得到 229 条结果（包含 22 篇优秀硕士学位论文），各年份具体发表的篇数如图 1-1 所示。

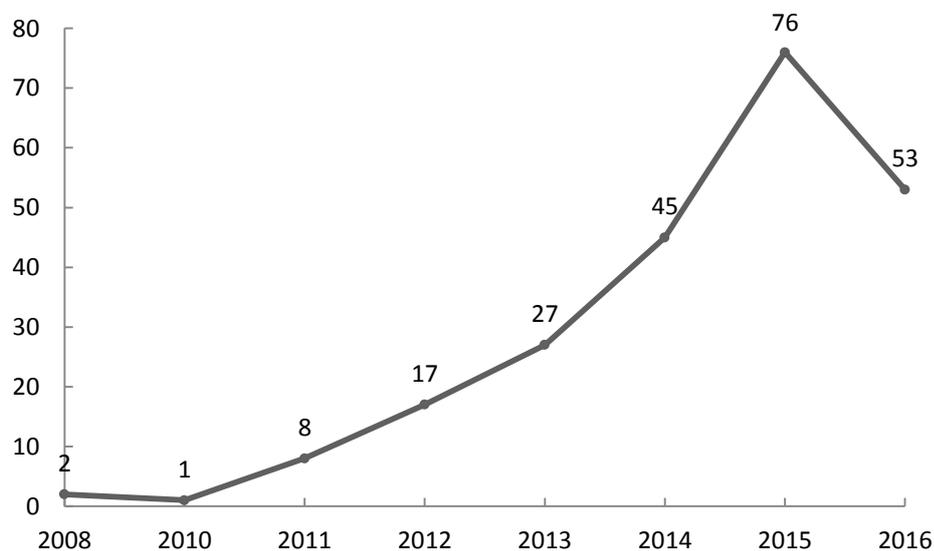


图 1-1 以“STEM 教育”为主题的文献数量统计图

Fig.1-1 Quantitative statistics chart of literature with the theme of "STEM education"

通过图 1-1 可以发现国内对 STEM 教育的研究自 2008 年才陆续开始有相关文章发表。从文献数目上看，研究的文献篇数呈逐年上升趋势，并在近两年快速发

展；从文献内容上看，国内关于 STEM 教育的研究主要涉及对国外 STEM 教育的介绍、STEM 教育融入国内其它课程的探索和对 STEM 教育的延伸研究等方面。

①国外 STEM 教育的介绍

对国外 STEM 教育的介绍主要包括国外 STEM 教育政策、STEM 课程教学、STEM 师资培养等方面。

上官剑、李天露对美国 STEM 教育的政策，包括发展脉络、具体内容及主要特色进行较为详细的解读^[9]。李天露在他的硕士学位论文中，以美国 STEM 教育政策为研究对象，以分析政策文本为主线，从出台背景、发展脉络等方面进行探讨、分析教育政策，总结美国 STEM 教育政策的特色，为我国教育政策的制定提供借鉴^[10]。

周鹏琴等人以 STEM 教育为视角，分析美国 FOSS K-5 年级加利福尼亚 2007 年版的科学教材 SCIENCE RESOURCES 知识点和教学活动，得出教材注重学科间的彼此渗透，重视 STEM 教育视野下综合性的科学素养，体现 STEM 教育对生活的价值^[11]。

张宁对澳大利亚 STEM 教育状况、课程体系构造进行深入分析，并得出澳大利亚 STEM 课程将出现全国性的 STEM 教学政策和措施、非正式的 STEM 课程学习等趋势^[12]。李谦、赵中建分析了美国北卡罗来纳州 STEM 精英学校的 STEM 学科，得出 STEM 课程特点：强调课程的实践性、注重学习情境的真实性和生活性、课程设置广度与深度并重、培养学生的高阶思维技能，并介绍了包括“科学研究”等 5 种研究性学习项目^[13]。

杨亚平、陈晨基于美国中小学整合性的 STEM 教育实施状况，剖析其目标、普遍的教学方式、整合类型和内在涵义，也整理出较好的整合性 STEM 教学设计原则^[14]。夏小俊等先对 STEM 的战略地位、STEM 课堂特点和课程发展方向、STEM 对学校 and 教师的要求、STEM 教育教学的测量与评价进行分析，得出几点重要的值得我国小学科学教育借鉴之处：（1）加强对科学学科的重视；（2）加强对课程与教学的整合；（3）加强政策支持与资金投入等^[15]。

范燕瑞通过了解美国 28 个州的 62 所大学 STEM 教师的培养近况，介绍了 2007 年美国 STEM 教师培养现状，发现工程和技术教师在大学中的培养还处于开端起步阶段，数学和科学教师的培养形成一定的规模。大学里 STEM 教师培养具有以研究生教育为主、重视教学实践能力的培养、培养方式力求创新等特点^[16]。

翁聪尔对中小学 STEM 教师开展研究，利用文献分析法、个案研究法等对美国 STEM 教师的现状与发展趋势，存在的问题及形成原因进行剖析，得出美国 STEM 教师培养的启示^[17]。

②STEM 教育融入国内课程的探索

李扬在对 STEM 教育理论研究的基础之上，分析 STEM 视野下的课程资源、

目标、设计、内容等,以此为铺垫研究设计具体的初中科学单元教学活动^[18];任伟、李远蓉等人对 STEM 教育内容进行理解,初步探析中学化学教学与 STEM 教育相结合的模式^[19];吴秀凤在 STEM 理念引导下,对基础教育领域的 Arduino 机器人教学模式进行摸索^[20];冯华在 STEM 视野下提出了设计实施 STEM 综合课程的建议^[21]。

以“STEM 教育”+“小学科学”为主题进行高级检索,截止到 2016 年 6 月底,找到 4 条符合条件的结果,分别为 2 篇期刊、1 篇硕士学位论文和 1 篇报纸。

王玲玲在他的硕士毕业论文中论文中,从目标、教学内容、教学模式、教学评价等方面详尽分析美国 STEM 教育的 3 个典型课程案例,得出 STEM 课程设计的特点,然后选择《桥》为主题,应用到建构的 STEM 融入小学科学课程设计的 QIEIE 模型,展现融入 STEM 教育的科学教学设计^[22]。

沈香在《浅议如何实现 STEM 教育与小学科学的融合》中,认为在小学科学课堂进行 STEM 教育是有必要的,并结合我国小学科学教育的具体情况,提出 STEM 教育与小学科学的有机融合的方式^[23]。

龚凯健在《STEM 教育背景下小学科学教育的思考》中对小学科学教学要重视创设学习模型、扎实开展科技实践活动和如何选取核心的内容进行有效教学这三方面进行阐述^[24]。

从文献内容来看,STEM 教育融入国内的领域包括物理、化学、科学、信息技术、通用技术、综合应用课以及科技活动等领域。可见,国内研究者开始借鉴国外 STEM 教育的精髓,为国内课程注入新鲜的血液。

③STEM 教育的延伸

李琦对美国总统 2015 年签订的 STEM 教育法进行介绍,按照该法,STEM 教育的英文拼写不变,但明确表示将计算机科学列入 STEM 教育之中^[25]。王懋功介绍了由上海市史坦默国际科学教育研究中心研发的 STEM⁺课程,这个“+”包含了科学、技术、工程、数学与人文精神、艺术素养和社会价值观的结合,尤其强调科学与人文精神和社会价值观的养成^[26],也有学者把 STEM 教育和美、语言、人文、形体等艺术结合形成 STEAM 教育^[27]。

国内对 STEM 教育的研究大多是对国外 STEM 教育政策、课程的介绍,有一些借鉴国外的做法应用到国内课堂的尝试,但是这些教学活动的效果有待检验;在另一方面,国内只是介绍国外 STEM 教师培养的方法和课程评价方式等,国内还没有涉及到培养 STEM 教师和评价 STEM 课程的研究。

(2) 小学科学生活化实验的国内研究现状

以“小学科学”+“生活化”+“实验”为主题词在中国知网上进行高级检索,截止到 2016 年 6 月,剔除不相符合的文献共得到 12 条有效结果,且全为期刊论文。

梳理归纳已有文献,可以看出这些研究主要是对实验探究的内容选取生活化、情景创设生活化、材料来源生活化、探究过程生活化等方面从理论上提出一些策略,给出一些建议,说明科学教师认识到生活化实验的重要作用,并有了一些自己的见解,但是通过分析归纳已有文献,没有发现针对各环节开发出具体完整的案列,也没有相关的硕士学位论文。

最后以“STEM教育”+“小学科学”+“生活化”+“实验”为主题进行高级检索没有找到相关结果,说明国内还没有学者关注并研究这个课题。由于探究实验在小学科学中有着重要的地位,因此结合STEM教育,开发具体的实验案例具有一定的意义。

1.2.2 国外研究现状

(1) STEM教育国外研究现状

1986年,美国国家科学委员会(NSB)发表《本科的科学、数学和工程教育》的报告^[28],被学者认为是STEM教育的发展源头^[29]。随后,STEM在世界一些发达国家的教育领域被广泛关注,各国对STEM的研究者也越来越多。

目前,国外对STEM教育的研究已经达到一定的深度和广度,涉及到各个方面。截止2016年6月,笔者在EBSCO数据库检索到与“STEM教育”相关的文献1097篇,在Springer电子期刊中找到与“STEM教育”相关的文献130789篇,这些文章的语言类型包括英语(占98%)、德语、荷兰语、法语和意大利语,这也充分说明国外在STEM教育的研究上取得了丰硕的成果。国外对STEM教育的研究主要包括国外STEM教育教学研究、STEM教育政策的拟定和STEM教师培训方面。

自1986年以来,STEM教育政策成为美国政府的一项长期教育战略,随后陆续颁布相关政策。据统计在2006-2012年间,美国相关机构接踵颁布的相关研究报告就达40余份,2013年之后也已有十余份正式报告出台^[30]。2007年8月7日,布什政府颁布《国家竞争法》,这是关于STEM教育的第一部正式法案,2010年美国颁布《2010年美国竞争再授权法》,成为奥巴马执政时期第一部相关法案^[9]。这些法案对STEM教育和教师等做出明确地规定,这说明美国高度重视STEM教育,采用立法的方式促进STEM教育的发展,这些报告的出台为完善STEM教育提供有力的帮助。

Martin Nikirk在《Teaching STEM to Miienniai Students》一文中,分析了美国当前K-12阶段的STEM教学策略和模式,为K-12阶段的教师教学提供了由具体概念展开教学内容、使用多媒体工具等教学策略^[31]。

美国教师教育大学协会(American Association of Colleges)为了解全美STEM教师的培养状况对高校进行调查,并发表了《准备STEM教师—全球竞争力的关键》的报告^[32],并提出了一些建议,如激励教师培养项目开展教学实践环节、增

强对 STEM 教师的培训等。

当然,国外也重视 STEM 教育与科学课程的联系。如美国于 2013 年发布的《新一代科学教育标准》,强调科学教育与工程教育应密切联系,把“科学与工程的实践”作为科学教育的三个内容维度之一,并且把“工程、技术和科学的应用”作为四个学科领域之一^[33],科学教育与工程教育进行联系是对 STEM 教育的一种表现形式。

(2) 生活化教育的国外研究现状

另一方面,西方教育家早就把“教育”和“生活”联系起来。德国哲学家胡塞尔最早提出“回归生活世界”口号,他认为教育应该和生活联系起来^[34]。随后,法国思想家卢梭提出“自然生活教育”,他认为儿童学习内容的重点也应该放在实际生活和实际经验中,让儿童在生活中、在各种活动中进行学习,教育的方法也应该是自由的^[35]。另外,美国教育家杜威不赞同斯宾塞提出的“教育为完满生活做准备”的观点,进而提出“教育即生活”,在他看来最好的教育就是“从生活、从经验中学习”,“教育即是儿童现在生活的过程,不是将来生活的准备”^[36]。

法国的“科学与技术”学习要求基于儿童的经验,使之处于问题情境中;日本“生活科”的内容是“认识人类、认识自然、认识社会”;美国的理科课程非常重视与社会生活的联系,社会生活问题贯穿于 CHEM—COM 课程的始终;英国的国家科学课程担负 6 项任务,其中 3 项表明的就是社会及个人生活问题,内容涉及社会问题、生活经验、身边的事物等方面^[37]。

可以看出,国外很早就有很多学者已经领会到生活教育的意义,并开展研究取得一定的成效。所以,基于儿童生活经验教育才是最好的教育,对儿童的学习具有重要的作用。

1.3 研究意义

在国际科学教育改革方向的引领下,将 STEM 教育与小学科学实验探究活动进行结合,为学生的学习、教师的教学以及科学课程改革提供一些帮助,体现一定的意义。

1.3.1 对学生的意义

在传统的科学教学中,受诸多因素的影响,“重结果、轻过程”的现象比较常见,学生处于被动接受,学习过程往往被忽略。本研究中,学生在融入科学、技术、工程和数学且贴近生活实际的实验中,经历提出问题、设计方案、进行探究、获得解释的过程,发展学生的创新思维能力,促进学生的 STEM 素养的提升。

1.3.2 对教师的意义

在全球化时代背景下,小学科学教育课程对教师做出了更高的要求和挑战,在科学实验探究活动中体现 STEM 教育理念。因此,本研究提出了详细的实验开发策略及具体的实验案例,为科学教师进行此类研究提供一些可供参考的材料,

提升小学科学教师的专业素养和技能，促进我国科学教师走向国际化的科学教育舞台。

1.3.3 对小学科学课程的意义

在国际科学教育改革的背景下，在小学科学中体现 STEM 教育已经成为研究热点，希望通过此研究促进科学课程实现深层次的跨学科整合，摸索 STEM 教育下的生活化实验开发策略，丰富小学科学实验探究活动，为我国科学课程改革实现学科的综合化提供一些可行的思路，增添一些实际的材料，促进素质教育的真正实现。

1.4 研究方法

1.4.1 文献研究法

文献研究法主要是通过对 STEM 教育、小学科学生活化实验以及两者相结合的相关文献资料（期刊、学位论文、会议等）进行查阅、搜集和梳理，了解已有的研究成果，对本课题有一个较为客观、全面的认识，为本文的研究提供依据，形成 STEM 教育与小学科学生活化实验开发的文献研究综述。

1.4.2 定性分析法

定性分析方法是通过对 STEM 教育、小学科学生活化实验的特征进行分析，深入分析二者之间内在的有机联系，归纳出融入 STEM 教育的小学科学生活化实验的开发原则和一般过程。

1.4.3 访谈法

为了更加客观地评价开发的实验案例，将对部分小学科学教师和学生进行访谈调查，了解科学教师和学生的真实想法和建议，为完善本研究的实验设计给予一些意见，并对后续开发实验奠定基础。

1.5 研究思路

具体的研究思路如图 1-2 所示。

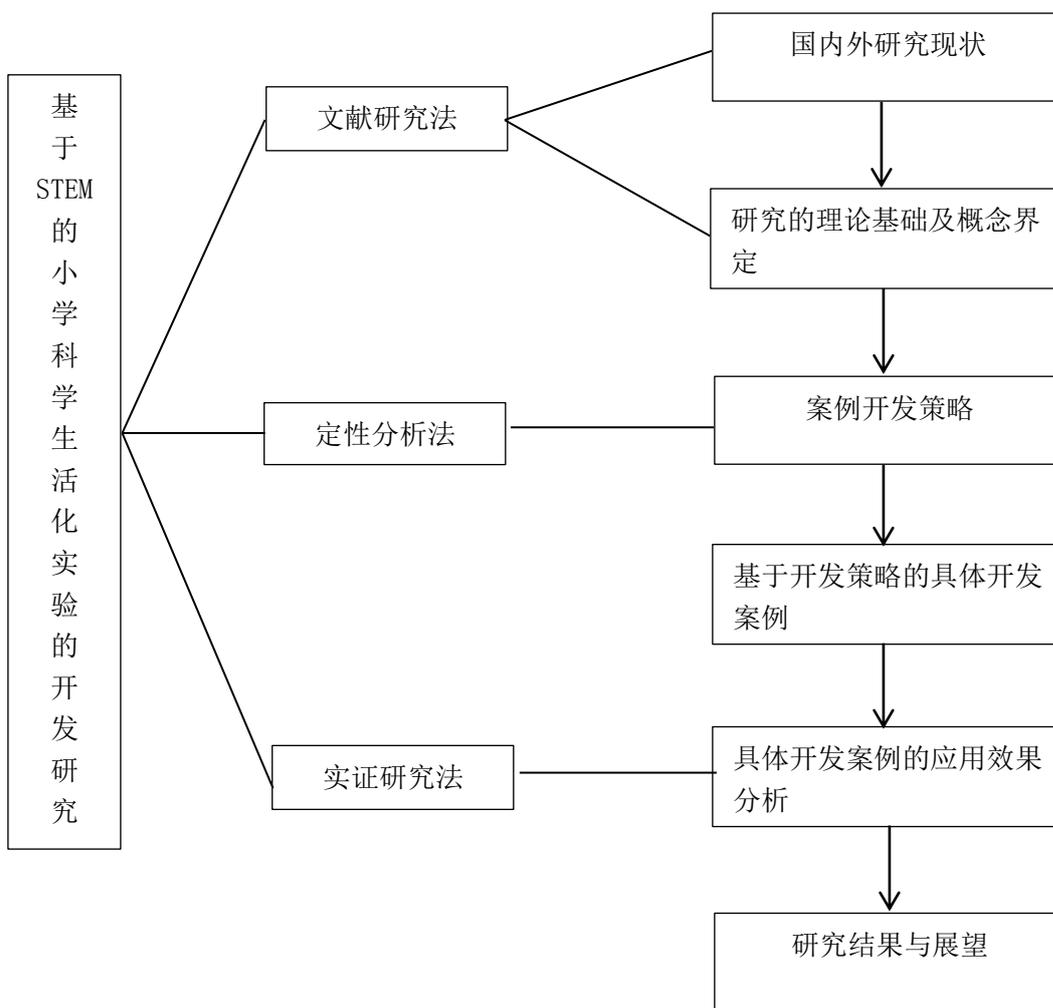


图 1-2 基于 STEM 的小学科学生活化实验的开发研究具体思路

Fig.1-2 Specific development thoughts of the life-oriented science experiment based on the STEM in elementary schools

第2章 研究的理论基础及相关概念的界定

2.1 研究的理论基础

2.1.1 杜威“从做中学”理论

美国教育家杜威提出了“从做中学”的教学理论。他把教学过程看成是“做的过程”，他认为“从做中学”即是“从活动、从经验中学”，儿童应从现实生活中学习，它可以让生活过程中的活动与学校里知识的获得联系起来，并在此基础上提出了真实情景、明确问题、提出假设、解决问题、检验假设的五步教学法^[38]。学生在实际的动手操作活动中，运用多种感官去感知接触的具体事物，获得感性的材料去寻求解决问题的方法，通过自身的努力在不断尝试的过程中实际的问题。在“做”中积累经验、改造经验，让学生真正成为学习的主体，收获有价值的学习体验。

小学科学教育需要以学生的实际生活、经验和心理特点为出发点，学生通过动手做来学习科学，把“学科学”与“做科学”相联系、科学理论与科学实践相结合，调动儿童的学习积极性。在科学实验探究中经历完整的解决问题的体验过程，获得宝贵的经验，满足学生“做”的天然欲望，促进学生对科学课程的学习，成为科学课堂的主人。

2.1.2 陶行知“生活即教育”理论

在中国当时的教育严重脱离社会现实生活的情况下，我国教育家陶行知先生受到杜威的“教育即生活”思想的影响，提出了“生活即教育的”的理论。主张教育要通过生活来实现，利用生活来开展教育，他指出“过什么生活便是受什么教育”，“生活决定教育、教育改造生活^[39]。因此，教育应该是来源于生活的教育，要与社会实际生活相联系，不能脱离生活实际，来源于生活的教育才能更好的服务于生活，才能培养学以致用、灵活变通的人才。

小学科学的教學要和学生的实际生活相结合，探究是小学科学的主要学习方式。因此，在实验的设计上应该密切与生活相关联，以实际生活为出发点，发现并解决与生活有关的问题，让科学知识变得更容易理解，学生在动手探究中也培养了动手操作的能力。在另一方面，也能充分体现“科学从生活中来、到生活中去”的理念，在课后发现问题时，学生能够独立地在课后继续进行科学探究，打破只能在实验室探究的局限，把科学课堂延伸到课外。

2.1.3 情境教学理论

建构主义为了避免学习失去情境化，倡导开展解决生活实际问题的学习，进行情境教学。该理论认为知识是情境化的，要在具体情境中进行学习^[40]。小学科学的实验教学一方面应该联系学生的实际情况，选择真实性的学习任务，创设最适合学生理解学习内容、与现实情境相似的情境，理寓其中，让学生积极主动介

入到课堂中，同时有利于学生对学习进行有效迁移；在另一方面，学生的学习内容并不是老师在课前已经预设好直接教给学生，而是教师呈现学生需要解决的问题，提供在实际生活中科学家解决此类问题的方法与过程，引导学生像科学家那样去解决问题，科学地指导学生进行探究活动，培养学生自主解决问题的能力。

2.1.4 STSE 教育理念

1980年，英国学者 Ziman 在《科学与社会的数学》一书中首次提出 STS 这一概念，STS 是科学 Science、技术 Technology、社会 Society 三个英文单词首字母缩写^[41]，强调科学、技术在社会生活、生产和发展中的应用，将科学知识运用于解决社会问题需要技术作为一种方式和手段，培养学生积极参与到社会公共事务的意识，成为能参与科技决策的新型人才。但随着科技的飞速发展，环境问题已经是全球关注的热点，保护人类赖以生存的家园是我们共同的责任。在 STS 教育思想下，美国在 1996 年颁布的“国家科学教育标准”中提出 STSE 教育理念，随后很多国家在制订学科课程标准时将 STS 教育进一步发展 STSE 教育^[37]，在教学中融入环境教育的思想。

STSE 教育强调科学、技术、社会、环境的互相融合，在教学时展示学生身边的社会和环境问题，引导学生用自己所学的科学、技术知识，应用到社会、环境问题中，让学生主动地参与到学习中，从不同的切入点理解科学与技术知识，学生的学习不应该和社会实际相脱离，学习科学、技术的目的在于让我们能够更好地处理人类与社会、环境的问题，培养学生的社会责任感，形成正确的观念。

因此，与社会环境有关的实际问题情境可以在小学科学的实验教学中体现出来，并利用所学的知识 and 经验进行实验探究。另外，在实验材料的选择上体现环保教育，尽量减少对环境的污染，体现物尽其用、一物多用、变废为宝的理念，帮助学生树立环保意识。

2.2 相关概念的界定

2.2.1 STEM 教育

对于 STEM 教育，目前学术界还没有统一的共识。华东师范大学赵中建教授认为 STEM 是科学 (Science)、技术 (Technology)、工程 (Engineering)、数学 (Mathematics) 四个英语单词首字母的缩写。STEM 教育被称为是“后设学科”，STEM 这门跨领域的学科将原本分散的四门学科集成一个整体^[42]。国内也有学者认为 STEM 为科学、工程、技术和数学的简称，实质在于构建一个新的桥梁来为学生提供在众多孤立的学科中整体认识世界的可能性，在一种教学案例中进行这四种学科的整合，是一个把零散的知识形成一个联系紧密、统一整体的过程，是一种跨学科的学习方法^[43]。

此外，国外的 Morrison 认为 STEM 教育是一门“元学科”，看重将原来没有联系的四门学科内容组合形成一个天然的整体，不是将科学、技术、工程和数学

知识进行简单叠加^[44]。美国大部分的研究者都赞成 STEM 教育的关键在于整合，他们认为“STEM 教育应该是基于项目并整合技术的教育，意义在于帮助学生运用科学和数学知识去解决与技术和工程相关的实际问题”^[14]。

经过分析，将 STEM 教育理解为科学、技术、工程和数学四门学科组合成的跨学科整体，尤其强调四门学科之间的内在有机联系，它的核心在于创造性思维，培养能运用综合能力解决问题的 STEM 素养人才，对提升国家的国际竞争力起着至关重要的作用，是国际科学教育共同的改革方向。

2.2.2 生活化实验

中国知网百科《文艺创作知识辞典》对生活化的定义是：相对于“概念化”而言，在文艺创作中，坚持从生活出发，按照生活的本来面目真实地反映生活，使作品具有浓厚的生活味和生活情趣，像生活那样丰富多彩^[45]。生活化实验指的是基于学生的生活实际，从学生现有的生活经历、认识水平和能力出发，利用学生日常生活中熟悉的事物，通过一定的组织与设计用于探究科学规律的实验活动中，使科学实验带上生活味儿，让学生感受到科学来源于生活，知识就在身边，生活处处皆科学。生活化实验主要具有以下特点：

(1)实验内容生活化。选择学生身边常见的的生活情境中的某些现象或社会问题作为实验素材，提出探究问题，进行科学探究。来源于学生生活的这些实验素材，学生都很熟悉，选取这些丰富的素材作为实验内容能培养学生主动关注身边科学现象的意识，达到学以致用目的，帮助学生更好地掌握学习内容，体会到科学与生活的重要联系。

(2)实验情境生活化。在实验教学中依据学生的身心特点和生活经历，设置学生在生活中有较多体验的合适情境。以生活情境为起点，在已有生活体验的基础上让学生主动建构新的认知框架，缩短学生与科学实验探究的距离，在熟悉的情境中进行探究。

(3)实验材料生活化。选择学生在生活中常见的物品作为实验材料，包括废旧物品、厨房用品、文具、玩具等都可以作为实验探究的材料，补充科学实验室的器材，打破实验室现有材料的局限，让学生感受到实验探究器材不是遥不可及的，生活中处处都可以借助这些生活原料进行探究活动，有利于调动学生在课后进行实验探究的积极性。

(4)探究方法生活化。采取学生易于接受的灵活、简便的方法进行实验探究，让学生的眼、耳、口、鼻、手得到充分地调动进行实际的探究体验活动，体现科学实验探究活动的易操作性。

2.2.3 开发

《新编现代汉语词典》对开发的定义是：通过劳动或是锻炼，利用过去没有被利用的资源创造财富^[46]。本研究所定义的开发是指：在科学实验中融入 STEM

教育理念，利用生活化资源设计实验探究环节，赋予科学实验生活味儿，促进科学实验朝着生活化的方向发展，丰富科学实验的内涵。

第3章 基于STEM的生活化实验的开发策略

3.1 基于STEM的生活化实验的开发原则

基于STEM教育与小学科学生活化实验相结合的特点,联系具体案例内容进行分析,归纳并提出对生活化实验的开发具有针对性的原则,为具体案例的开发提供依据。

3.1.1 生活化

生活化原则是在开发实验的过程中始终坚持让每一个环节都赋予生活的味道,利用学生在生活中的所见、所听、所闻、所感等资源进行有机整合,充分发挥生活资源在科学实验课堂教学中的教育作用和价值。

3.1.2 模型化

模型化原则指的是在实验过程中,依据实物原型进行细致地分析研究,依照实物的形状和结构按比例制作出和实物相类似,能反应客观原型的物体,并能揭示一定的科学本质和规律^[47]。模型是对原型生动的再现,是原始事物的简易缩小版,有助于学生掌握所学内容,深入理解所学知识,把抽象的科学原理变得更加直观具体、形象生动、简单明了,学生在构建模型的过程中需要学生充分发挥主观能动性以及想象力,在不断尝试完善的过程中积累经验、丰富经验,培养学生创造性思维的能力。在另一方面,将科学、数学与工程和技术知识创造性地联系起来,实现STEM教育与小学科学生活化实验的深度融合。

3.1.3 仿生化

仿生化原则是指根据生物的一些特征,模仿制造出可供人类使用的产品。大自然的生物就是我们许多工程与技术原理的原始源泉,人类依据它们进行发明创造,为人类的发展进步起到巨大的作用^[48]。生活中很多工具的原型都是来源于自然界的生物,例如飞机就是模仿鸟的身体及飞行特点制造而成。

本研究中的仿生化原则指的是在科学探究实验中,在对被模仿生物进行研究的基础上,利用身边的物体进行设计建构,形成利用仿生原理制造的产品模型,模仿产品进行工作,帮助学生理解产品的制作和工作原理,或者是在认识生物的特点后,进行发明创造,研发出新的产品。

仿生化的实验探究活动有助于让学生真正地认识利用仿生原理制造的产品,激发起学生进行发明创造的欲望,培养学生热爱自然,保护自然的意识,感受大自然的奥妙。

3.1.4 创新性

创新性原则指的是在已有的研究基础上进行实验案例的再创造,利用各种资源进行更具特色的实验设计,赋予开发的实验不同于其它设计的独特之处,本研究开发的实验案例的创新性体现在两个方面:一是实验设计结合STEM教育理念,

在实验教学过程中培养学生的创造能力；二是实验环节设计生活化，把生活资源和小学科学实验教学进行有机融合。

3.1.5 安全性

安全性原则指的是学生在对开发的实验进行操作的过程中不会有危险，避免被烧伤、烫伤、划伤，设计的实验不涉及易燃易爆的物质，尽量减少刀具等尖锐工具的使用，如果必须使用要强调安全注意事项，使用完毕马上收集起来，确保学生的安全。

3.1.6 普及性

开发出来的生活化实验案例应该具有广泛的适用性，能多次反复进行实践操作，不同的地区的科学教师都能模仿着进行学习并运用到实验教学中，不会局限于某一条件的限制，提升开发案例的使用价值。

3.2 基于STEM的生活化实验的一般开发过程

通过分析与研究，本文提出了如下的开发过程，力图让学生在获取知识的同时得到能力提升，培养学生的创新能力与创造意识，该过程如图3-1所示。

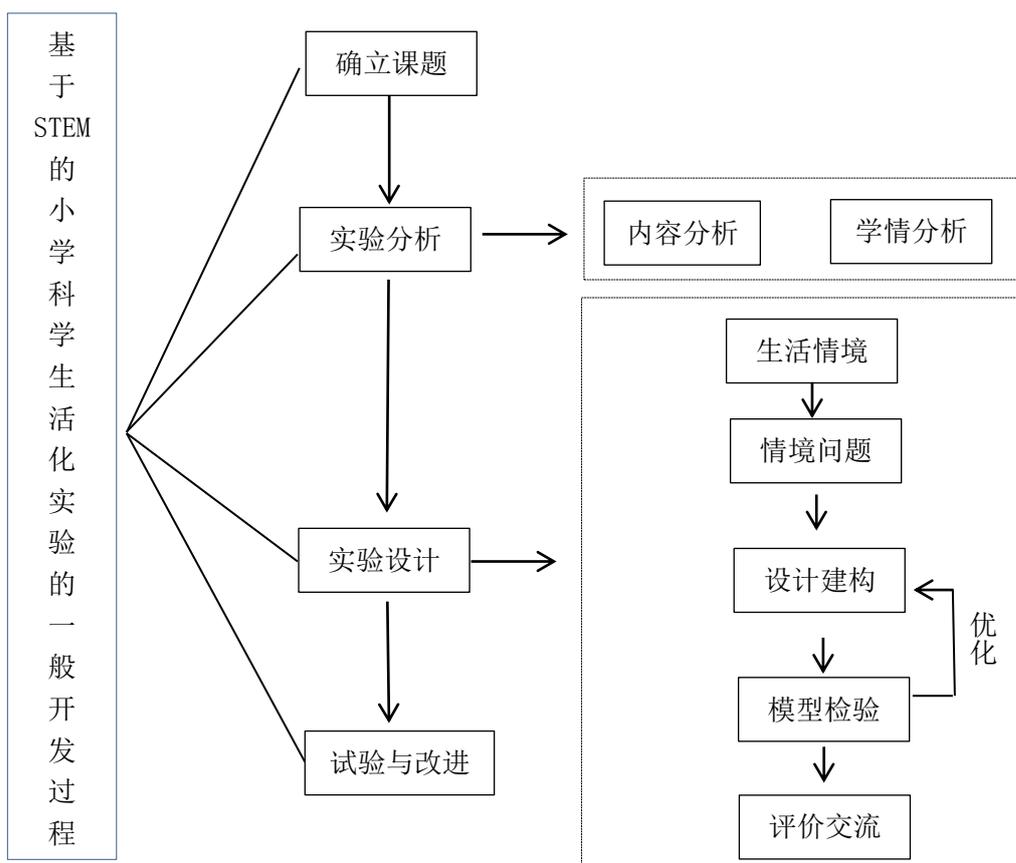


图3-1 基于STEM的小学科学生活化实验的一般开发过程

Fig.3-1 General development process of the life-oriented science experiment based on the STEM in elementary schools

3.2.1 确立课题

进行小学科学生活化实验开发的第一步是选题，它决定了后续的开发工作能否进行。首先要选取与STEM教育与小学科学生活化实验相整合的特点吻合的课题，明确需要进行研究的内容，选取恰当的内容将对开发出成功的案例起着举足轻重的作用。

3.2.2 实验分析

在开发实验的前期，对整个实验进行全面系统的分析是很有必要的，深入地分析实验有利于从整体上进行把握，其中包括对实验内容以及学习者的详细分析，为进行恰当的实验设计打好基础。

(1) 内容分析

实验内容的分析包括依据义务教育《小学科学（1~6 年级）科学课程标准》^[6]对实验内容的背景、教学目标、教学重难点、实验条件等进行认真分析，明确开发的生活化实验预期需要达到的水平，它是保证实验教学活动顺利进行的必要条件。另外，还需要对选取实验内容涉及的科学、技术、工程、数学知识进行把握，便于更好地实现这四门学科的有效整合。

(2) 学情分析

开发小学科学生活化实验的目的在于体现教育应该从儿童的生活世界出发的理念，激发学生的学习积极性，以学生为主体，充分考虑到学生已有的知识结构和认知水平与能力，结合学生的年龄、生活经历等身心特点等实际情况做深入分析，掌握实验的难易分寸，不低于“现有发展水平”，了解学生的“最近发展区”，尽可能激发学生的潜能，在对学习者的特点进行分析的基础上才能更好地进行实验设计。

3.2.3 实验设计

这一阶段是对整个实验教学活动流程的设计。它是在确立课题和详细分析的基础上进行的，这也是开发生活化实验的关键环节，其质量的高低直接影响实验开发活动的成败。STEM课程是基于项目的学习、基于问题学习、探索性学习等方式的融合课程^[22]，因此本研究提出的教学设计包括两个部分，一是教学基本环节的设计，主要包括创设生活情境、提出情境问题^[49]、设计建构、模型检验和评价交流五个部分；二是对实验记录单的设计。

教学基本环节的具体设计内容如下：

创设生活情境：依据学生的年龄和生活经历等特点呈现利于学生理解并能激发探究兴趣的生活化情境，例如呈现生活中的某个现象或问题、做游戏、猜谜语、讲故事、看动画片等情境。

提出情境问题：教师根据创设的情境顺势引出课题，让学生明白需要探究的解决的问题，明确探究任务。

设计建构：师生一起对情境问题的解决方案进行详细的分析，学生在教师的引导下进行实验材料的选择、实验步骤的设计、实验草图的绘制以及实验作品的检测，学生依据完善的问题的解决方案进行实验操作，利用选择的材料进行加工，建构出相应的实验模型，在自主设计制作中发展学生多方面的能力。

模型检验：学生分小组向全班呈现本组的实验成果，并按照一定标准进行检验，检测模型能否达到预设的标准或水平，判断其能否反映一定的科学原理，帮助学生实验模型进行进一步的完善与优化。

评价交流：为了提高学生科学探究的积极性，很有必要在合适的时机对学生的科学探究活动进行恰当的有效评价。一方面可以由教师来评价，教师依据作品展示的结果对学生的实验活动进行客观公正的评价。另外，也可以由学生进行自我评价或学生相互评价，培养学生的自我判断能力，发现自身的优势与不足，达到取长补短的目的。当然在课后活动中，也可以让家长参与其中，对孩子的活动进行评价，促进多元化评价的实现。

3.2.4 试验与改进

基于上述实验分析和教学设计基础上进行教学活动的实施，把教学设计转化为教学行为，把科学知识和理念通过实际的教学实施活动使之具体直观化，学生亲历实验过程，在动手做的过程中体验到建模的乐趣，培养学生解决问题和动手操作的能力。

第4章 基于STEM的生活化实验的具体开发案例

根据本研究提出的基于STEM的小学科学生活化实验的开发原则和开发过程,选取被国内众多研究者作为科学教材对比和内容分析的研究对象,我国现行10余种科学教材中使用较为广泛的教育科学出版社出版的科学教材(以下简称“教科版《科学》教材”)^[50]中“像火箭那样驱动小车”“建高塔”等内容或依据教材内容进行拓展的实验进行开发。

4.1 做一个降落伞

小学生对工程、技术的理解存在一定的困难,因此在选择的融合STEM理念的实验时要注意学生的能力和知识水平。四年级的学生在三年级科学课程学习基础之上具备初步的自主探究能力,适合进行简单的工程、技术学习。本实验是渗透仿生学原理并利用生活材料进行探究的一个案例,通过本实验学生将对仿生学进行简单地了解,初步认识仿生原理在日常生活中的应用,为后续学习更多运用仿生学原理的此类案例打下基础。

4.1.1 分析

(1) 实验内容分析

本实验选自教科版《科学》教材四年级下册第二单元第四课《把种子散播到远处》一课^[51],本课是在学生观察油菜、凤仙花、蒲公英、苍耳、莲蓬等植物的果实和种子的形态特点^[52],推测出各种种子的传播方式后,继续对蒲公英种子进行延伸探究。首先通过观察蒲公英种子,回忆其特殊结构,理解蒲公英种子独特的传播方式,并与降落伞的设计原理产生联系;接着模仿蒲公英种子的特点设计制作简易的降落伞;最后了解更多人类利用某些自然生物的特征制造工具的例子。

依据本研究的特点以及学生的实际,将本实验的教学目标制定为学生通过对蒲公英种子结构的观察,知道降落伞的设计原理和用途;能自主设计实验方案,制作简易的降落伞;体会大自然的很多生物是人类众多发明的灵感来源,科学技术的发展促进人类的进步。

本实验的重点是模仿蒲公英种子的飞行特点制作简易的降落伞;难点在于对简易降落伞的实验设计。

(2) 学习者分析

经历上一年的科学学习,四年级的学生具备一定的实验设计和实验操作的能力和语言表达能力,爱提问、爱动手,对周围常见的现象有很强的自主探究兴趣,四年级的学生经过四年的美术课程学习已经掌握了剪、贴等基本本领,学生通过前面的学习已经掌握观察植物的果实和种子形态结构的方法,有设计实验的经历,能团结协作并交换不同意见。

4.1.2 设计

(1) 教学环节设计

环节一：创设生活化情境

“兴趣是最好的老师”，在这一环节中，用一个谜语游戏活跃课堂氛围，谜语既引出了本案例的观察对象蒲公英，又为研究对象降落伞做出暗示，寓意丰富，为后续提出探究问题打下基础，其教学环节如表4-1所示。

表4-1 “做一个降落伞”教学环节一

Table 4-1 Teaching procedure 1 of making a parachute

教学环节一	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
生 活 情 境	同学们，老师给大家准备了一则谜语，看哪个孩子能最快猜出来？听好了哦！	出示谜语	认真倾听并思考回答	用生活中的谜语游戏设置生活化情境，引发学生探究的欲望
	小伞兵随风飞，			
	飞到东来飞到西，			
	降落路边田野里， 安家落户扎根基。			
	请大家打一生活中常见植物			

环节二：提出情境问题

依据环节一的谜底开展对生活中常见的蒲公英种子的详细观察活动，发现其种子随风传播的特点，并利用蒲公英种子飞行的图片启发学生将蒲公英种子与降落伞联系起来，提出本节课的探究主题，其教学环节如表4-2所示。

表4-2 “做一个降落伞”教学环节二

Table 4-2 Teaching procedure 2 of making a parachute

教学环节二	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
情 境 问 题	1、大家猜到是什么植物了吗？（蒲公英）	提问	学生思考并回答	依据生活情境顺势提出探究问题，层层递进
	2、对，真聪明，它就是蒲公英，我们先来观察一下它的种子，看看它的种子有哪些特点呢？	启发学生思考 分发种子	观察种子	
	3、蒲公英种子在随风传播时，绒毛完全展开像什么呢？	出示图片	观看图片	



图4-1 蒲公英

Fig. 4-1 Dandelion

续表 4-2 “做一个降落伞”教学环节二

Continued Table 4-2 Teaching procedure 2 of making a parachute

教学环节二	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
情境问题	我们已经知道了蒲公英种子能随风传播并缓慢降落到田野里，能不能模仿蒲公英种子的特点制作一项能让人或物体从空中缓慢降落到地面的降落伞呢？	板书： 做一个降落伞	思考	将生活和科学学习内容联系起来，明确探究任务

环节三：设计建构降落伞

在这一环节中，首先让学生知道人类从蒲公英种子上得到启示制造降落伞，初步了解仿生化设计，感受大自然的神奇，接着了解降落伞的主要结构的科学知识，再利用提供材料进行技术设计，建构降落伞模型，并提示相应的模型建构步骤启发学生的灵感，学生在小组交流中碰撞出创造性的火花，其教学环节如表 4-3 所示。

表 4-3 “做一个降落伞”教学环节三

Table 4-3 Teaching procedure 3 of making a parachute

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
	人类从蒲公英种子上得到启示，模仿蒲公英种子的特点发明制造了降落伞，它的主要结构有哪几部分呢？	提问	思考	为制作降落伞提供依据

设计建构



图 4-2 降落伞

Fig. 4-2 Parachute

好，今天我们也来当一次科学家设计制作一顶让这个小黄人缓慢降落的降落伞吧！



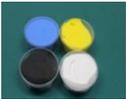
图 4-3 小黄人

Fig.4-3 Minions

今天我给大家准备的材料有：废弃的轻薄塑料袋、剪刀、棉线、轻质黏土。	给出实验器材	认识实验器材
-----------------------------------	--------	--------

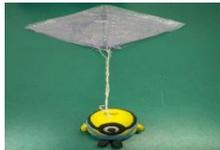
续表 4-3 “做一个降落伞”教学环节三

Continued Table 4-3 Teaching procedure 3 of making a parachute

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
设计建构	  轻薄塑料袋 棉线   剪刀 轻质黏土 图 4-4 制作降落伞实验材料 Fig.4-4 Experimental materials of making parachute			用生活材料进行探究，融入技术设计理念建构模型，提高动手能力，感受科学就在身边，体验生活的乐趣
	制作要求： 1、外观精巧，平稳性好； 2、降落伞制作限时 20 分钟； 3、不能增添其它材料。 （在 PPT 上进行展示）， 接下来请大家根据我提供的器材进行小组讨论，如何利用这些材料制作一顶降落伞。 （分享完毕后）同学们都非常聪明，想到的办法很好，现在总结完善一下实验方案。 1、用黄、蓝、白、黑四种颜色的轻质黏土捏一个小黄人（注意在头顶做一个提绳）；	展示具体要求 提出问题	了解制作要求 思考如何进行降落伞的制作，并进行讨论交流	给出一定的制作要求，避免学生盲目行动 发挥学生的想象力，并分享不同的意见，培养学生学会接纳不同意见的意识
	 图 4-5 自制小黄人 Fig. 4-5 Self-made minions 2、从轻薄塑料袋上剪下一个边长为 50 cm 的正方形作为降落伞的伞面；	给出完善的制作步骤（在此过程中提出需要注意的细节以保证实验成功）	学生观看 PPT，进一步完善实验方案	给学生提供可参考的实验步骤，避免盲目地进行科学探究，提高实验的成功率
	 图 4-6 伞面			

续表 4-3 “做一个降落伞”教学环节三

Continued Table 4-3 Teaching procedure 3 of making a parachute

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
设计建构	<p>Fig.4-6 Surface of the parachute</p> <p>3、剪出四段长为 35 cm 的棉线当做伞绳；</p>			
	 <p>图 4-7 伞绳</p>			
	<p>Fig. 4-7 Line of the parachute</p> <p>4、将棉线一端分别绑在正方形轻薄塑料伞面的四个角上；</p>			
	 <p>图 4-8 绑好伞绳的伞面</p>			
	<p>Fig. 4-8 Parachute surface with parachute line</p> <p>5、在距离伞绳另一端 5 cm 的地方打结将伞绳系在一起，将伞绳系在小黄人上；</p>			
	 <p>图 4-9 系小黄人的降落伞</p>			
	<p>Fig.4-9 Parachutes with minions</p> <p>6、以课桌桌面为起点做好降落准备。</p> <p>请各小组组长来领取记录单和实验器材。</p> <p>好，现在开始。</p>	<p>分发实验器材和记录单</p> <p>指导学生动手制作降落伞</p> <p>伞</p>	<p>学生动手制作降落伞模型</p>	<p>提升学生的动手能力</p>

环节四：降落伞模型检验与优化

在学生建构完降落伞模型之后，采用相同的检验规则进行降落比赛，其中涉及到数学测量方法和数据处理等知识，分析数据后模型进行改进处理，体现工程技术设计不断改进的思想，其教学环节如表 4-4 所示。

表4-4 “做一个降落伞”教学环节四

Table 4-4 Teaching procedure 4 of making a parachute

教学环节四	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
模 型 检 验	好, 时间到, 小朋友们都很厉害, 接下来我们来进行降落伞降落比赛。	组织学生进行比赛	学生进行降落伞降落比赛	用数学测量等方法对降落伞模型进行检验, 并对结果进行分析, 培养学生收集证据与解决问题的能力与意识
	检验规则: 从相同的高度开始放开降落伞, 记录降落伞在空中停留的时间并且观察降落伞是否能平稳降落并及时填写实验记录单。(重复2次)			
	经过检验, 你认为怎样做能让降落伞降落得更慢呢? 还可以怎样调试本组的降落伞模型呢?	提问	优化实验方案并进行改造	
	(改进结束) 接下来我们再次进行检验并及时填写实验记录单。(重复2次)	再次组织学生进行降落伞降落比赛	学生再次进行降落伞降落比赛	

环节五: 评价交流

在进行模型检验之后对学生的探究结果进行评价, 实行精神上的奖励, 接着学生进行模型制作和更多仿生例子的交流, 在交流中表达自己的意见也吸取他们的成果, 丰富自己的认识, 其教学环节如表4-5所示。

表4-5 “做一个降落伞”教学环节五

Table 4-5 Teaching procedure 5 of making a parachute

教学环节五	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
评 价 交 流	请各组同学依次展示本组的实验记录单。	组织学生展示实验记录单并做出相应评价	学生汇报	在交流互换活动中发现规律, 得到老师和同学的多元化评价, 保持学生的科学探究热情
	经过测试, xx小组的降落伞降落地最慢, 我们请他们来给大家分享一下他们制作降落伞的诀窍吧!			
	你还知道我们的生活中的哪些发明创造来源于大自然的启示呢?	提问	在交流中认识更多的仿生发明	

(2) 实验记录单设计

实验记录单

①观察蒲公英种子

a. 蒲公英种子的特点_____。 b. 蒲公英种子的传播方式_____。

②自制降落伞

a. 降落伞第一次降落到地面所用时间_____秒、_____秒、_____秒, 平均值为_____秒

b. 想让降落伞降落得更慢应该怎么做呢? _____。

c.降落伞第二次降落到地面所用时间_____秒、_____秒、_____秒,平均值为_____秒

③我知道

你还知道哪些人类的发明是从大自然中获得的启示呢?

4.2 像火箭那样驱动小车

反冲力在生活中的应用很广泛,学生对反冲力也有一些生活体验,但是不知道究竟什么是反冲力。在本课的探究设计活动中,学生将体会到科学技术在工程设计上的用途。

4.2.1 分析

(1) 实验内容分析

本课选自教科版《科学》教材五年级上册第四单元第三节,是在学习了重力和弹力可以驱动小车后学习反冲力,通过“用气球驱动小车”和“对小车运动的思考”两个活动^[53],增加对反冲力的感性认识,加深对运动和力的理解,为后面学习测量力的大小埋下伏笔。

依据本研究的特点以及学生的实际,将本实验的教学目标制定为知道气体喷出时会产生一个和喷出方向相反的推力,即反冲力;尝试用生活材料制作小车,探究小车的反冲运动^[54];通过对反冲力的应用学习,培养学生热爱科学,体会科学技术对人类的重要作用。

本实验的重点是理解反冲力;难点是探究气球小车的反冲运动^[54]。

(2) 学习者分析

五年级的学生思维方式正在由具体思维向抽象逻辑思维转变,基本具备简单的制作能力,对车比较感兴趣,爱动手,乐于操作,能利用身边的物质自制小车并进行初步探究。同时,他们知道车要运动起来需要动力,经过前面的学习知道了重力和弹力可以驱动小车,但对反冲力比较陌生。

4.2.2 设计

(1) 教学环节设计

环节一:创设生活化情境

在这一环节中模仿神舟十号火箭升空这一热点新闻现象吸引学生的注意力,让学生处于一个真实的学习情境之中^[55],从而体会到科学探究的价值,培养学习兴趣,其教学环节如表4-6所示。

表 4-6 “像火箭那样驱动小车”教学环节一

Table 4-6 Teaching procedure 1 of moving a car like a rocket

教学环节一	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
生活情境	同学们，我国于 2013 年 6 月 13 号发射了神州十号，今天我们也能发射火箭，大家相信吗？我们一起来见证，大家一起倒数三秒：3、2、1	教师演示：释放气球火箭，使其运动起来	观看火箭升空	模拟火箭升空这一社会现象，激发学生兴趣



图 4-10 自制火箭

Fig. 4-10 Self-made rocket

环节二：提出情境问题

依据环节一的情境背景提出问题，引发学生进行思考，并顺势提出探究主题，让学生建立起学习科学与运用科学的联系，保持探究热情，其教学环节如表 4-7 所示。

表 4-7 “像火箭那样驱动小车”教学环节二

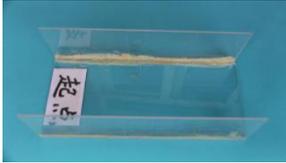
Table 4-7 Teaching procedure 2 of moving a car like a rocket

教学环节二	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
情境问题	在发射小火箭的过程中，同学们观察到了什么呢？	提问	思考并回答	在问题中产生探究的欲望
	小火箭运动的力来源于哪里呢？	板书：像火箭那样驱动小车		
	通过今天的学习我们就可以知道其中的奥秘啦！			

环节三：设计建构气球小车模型

通过环节二的问题探讨了解学生对反冲力的初始认识，接着用一个玩气球的游戏引导学生切身感知反冲力，通过对实验结果的分析引出反冲力的概念，并引导学生利用经过粗加工的实验材料进行气球小车模型的设计与制作，适当的降低了实验操作的难度，在小组合作中进行思维的碰撞，其教学环节如表 4-8 所示。

表 4-8 “像火箭那样驱动小车”教学环节三
Table 4-8 Teaching procedure 3 of moving a car like a rocket

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
设计建构	大家平时都玩过气球吧，现在我们也来玩一个气球游戏： 1、首先我们将气球轨道放置好。	展示实验步骤，并指导实验	学生进行探究活动	亲身感受气体喷出时有力的作用
				
	图 4-11 气球轨道 Fig. 4-11 Orbit of the balloon			
	2、接着气球吹大后，放在跑道起点处	提示：气球的大小比气球轨道小一些，保证气球可以放入气球轨道		
				
图 4-12 气球放置点 Fig.4-12 Balloon placement				
3、一位同学将手放在气球嘴处当放开气球后感受气体对手的作用力，同时观察气球运动的方向是向左还是向右，并及时填写实验记录单。			观察气球的运动情况并思考回答问题	感受吹大的气球喷出气体时的作用力
				
图 4-13 感知作用力 Fig. 4-13 Perceive force				
4、完成上述步骤后，将气球轨道竖直放置，起点在下，再将吹大的气球放在轨道起点处，这时重复第三个步骤，同时观察气球运动方向是向上还是向下并及时填写实验记录单。				
请最先完成实验的小组的汇报员分享一下你们小组在玩气球的游戏中的实验结果。				

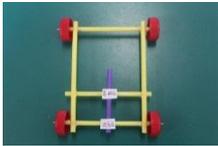
续表 4-8 “像火箭那样驱动小车”教学环节三

Continued Table 4-8 Teaching procedure 3 of moving a car like a rocket

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
设计建构	<p>从刚才的小游戏中我们可以发现：气体喷出时产生一个和喷出方向相反的推力，我们把这个力叫做反冲力。</p> <p>我们知道了气体喷出时会产生反冲力，这个力使气球运动起来了，我们能不能利用这个力让小车也动起来呢？</p> <p>我给大家提供了一些器材</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  笔芯 </div> <div style="text-align: center;">  吸管 </div> <div style="text-align: center;">  剪刀 </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  橡皮筋 </div> <div style="text-align: center;">  气球 </div> <div style="text-align: center;">  已打孔的瓶盖 </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  直尺 </div> <div style="text-align: center;">  双面胶 </div> </div>	<p>板书 反冲力的概念</p> <p>给出实验器材</p>	<p>认识实验器材</p>	<p>用生活材料进一步探究喷出气体的方向与气球运动方向的关系，感受反冲力的作用，融入设计理念建构模型，提高动手能力，感受科学就在身边，体验生活的乐趣</p>
	<p>图 4-14 制作气球小车实验材料</p> <p>Fig. 4-14 Experimental materials of making balloon cars</p> <p>制作要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、制作的气球小车行驶距离尽量远、运动轨迹笔直； 2、不能增添其它材料。 <p>（在 PPT 上进行展示），接下来请大家根据我提供的器材进行小组讨论，如何利用气球让小车运动起来。</p> <p>（分享完毕后）同学们都非常聪明，想到的办法很好，现在再总结完善一下实验方案。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、用直尺量出笔芯的长度，然后剪下两段和笔芯长度相同的吸管，套在笔芯外，将笔尖插入瓶盖的小孔中。 	<p>展示具体要求</p> <p>提出问题</p>	<p>了解制作要求</p> <p>思考如何制作喷气小车，并进行讨论交流</p>	<p>给出一定的制作要求，避免学生盲目行动</p> <p>发挥学生的想象力并分享不同的意见，培养学生学会接纳不同意见的意识</p>

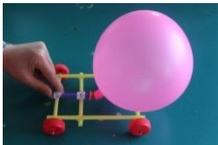
续表 4-8 “像火箭那样驱动小车”教学环节三

Continued Table 4-8 Teaching procedure 3 of moving a car like a rocket

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
设计建构	连接起来作为前后车轴；	给出完善的制作步骤（在此过程中提出需要注意的细节以保证实验成功）	学生观看 PPT，进一步完善实验方案	给学生提供可参考的实验步骤，避免盲目地进行科学探究，提高实验的成功率
	 <p>图 4-15 车轴 Fig. 4-15 Axle</p>			
	2、剪下两段长度为 15 厘米的吸管，用双面胶将剪下的吸管和前后车轴连接；	 <p>图 4-16 连接车轴 Fig. 4-16 Connect axles</p>		
	3、再剪下一段和笔管长度相同的吸管，连接在距离前车轴 4 厘米的地方，作为横杆；	 <p>图 4-17 连接横杆 Fig. 4-17 Connect traverses</p>		
	4、剪下一段长为 6 厘米的吸管作为吹气管，连接在横杆和前车轴上并贴上标签；	 <p>图 4-18 小车 Fig. 4-18 Car</p>		
5、将橡皮筋绕成两圈套在套球孔处，再将完好无损的气球套入套球孔，接着把皮筋置于气球嘴的外围将气球固定住；				

续表 4-8 “像火箭那样驱动小车”教学环节三

Continued Table 4-8 Teaching procedure 3 of moving a car like a rocket

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
				
	图 4-19 气球小车 Fig. 4-19 Balloon car			
	6、将气球吹大（提醒学生不能吹得太大了，以防气球爆裂），堵住吹气孔；			
设计建构				
	图 4-20 吹大气球的小车 Fig.4-20 A car with a big balloon			
	7、将制作好的小车放在起点处，做好比赛准备。 请各小组组长来领取记录单和实验器材。 好，现在开始。	分发实验器材和记录单指导 学生动手制作喷气小车	学生动手制作气球小车	提升学生的动手操作能力

环节四：气球小车模型检验与优化

在模型建构完成之后，组织学生对模型进行检验，有些小组的气球小车运动的距离不远，有些小组的气球小车运动轨迹是斜的，在发现模型的这些缺点后有针对性地改进与优化，避免盲目行动，培养学生不断改进直至完善的精神，其教学环节如表 4-9 所示。

表 4-9 “像火箭那样驱动小车”教学环节四

Table 4-9 Teaching procedure 4 of moving a car like a rocket

教学环节四	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
模型检验	小朋友们表现得非常棒！接下来我们来检验一下哪个小组的小车做得最好。			用数学测量等方法对“气球小车”进行检验，并对结果进行分析
	检验规则：将制作好的小车放在跑道起点处，手指离开吹气孔，记录气球小车运动的距离及观察运动轨迹是否笔直，及时填写实验记录单。	组织学生进行气球小车竞赛	进行气球小车比赛	

续表 4-9 “像火箭那样驱动小车”教学环节三

Continued Table 4-9 Teaching procedure 4 of moving a car like a rocket

教学环节四	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
模 型 检 验	经过检验,本组的气球小车	提问	优化实验	培养学生
	还有哪些缺点呢?还可以怎样	再次组织	方案并进	收集证据
	调试本组的小车模型呢?	学生进行	行再改造	与解决问题
	(改进结束)接下来我们再	气球小车	学生再次	题目的能力
	次进行检验并填写实验记录单。	比赛	进行气球 小车比赛	与意识

环节五:评价交流

模型检验完成之后,让气球小车模型做得好的小组进行交流展示,起到激励其他学生的作用,接着对各组的实验数据进行分析,得出小车运动的方向与反冲力的关系,并再次回到发射气球火箭的情境中解决疑问,并把探究结果拓展到生活中,感受探究带来的乐趣,培养学生解决问题的能力,其教学环节如表 4-10 所示。

表 4-10 “像火箭那样驱动小车”教学环节五

Table 4-10 Teaching procedure 5 of moving a car like a rocket

教学环节五	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
评 价 交 流	请各组同学依次展示本组的实验记录单。	组织学生 展示实验	学生汇报	在交流活 动中发现
	经过测试,xx 小组的气球小车做的很好,我们请他们来给大家讲解一下他们制作气球小车的秘诀吧!	记录单并 做出相应 评价	在交流中 得出气球 小车和气 球火箭运	规律,得到 老师和同 学的多元 化评价,保
	在刚才气球驱动小车的实	提问	动的方向	持学生的
	验中我们可以得到的结论是什么呢?气球小车是被什么力推动的呢?气球火箭为什么能发射出去呢?在我们生活中还有哪些地方用到这种力呢?		与反冲力 的关系以 及反冲力 在生活中的 应用	科学探究 热情

(2) 实验记录单设计

实验记录单

①玩气球游戏

水平方向

a.手放在气球嘴处感受到_____的作用; b.气体喷出的方向_____:(左或右)

c.气球运动的方向_____:(左或右)

竖直方向

a.气体喷出的方向_____:(上或下) b.气球运动的方向_____:(上或下)

c. 气体喷出的方向和气球运动的方向_____。(相反或相同)

②利用气球驱动小车

- a. 小车第一次运动的距离为_____cm。
- b. 小车第二次运动的距离_____cm。
- c. 气球小车是被什么力推动的?
- d. 气球火箭是被什么力推动的?
- e. 在我们生活中还有哪些地方用到这种力呢?

4.3 自制吸管小船

本实验旨在加强科学与工程、技术的联系,激发学生对科学技术的兴趣,了解船的发展历史,学习像科学家那样去设计建构船的精神,体验不断改进设计直至成功的乐趣。

4.3.1 分析

(1) 实验内容分析

本实验选自教科版《科学》教材五年级下册第一单元第四课《造一艘小船》^[56],因为现在市面上的橡皮泥放入水中基本上都会出现不同程度的溶解现象,因此本课将带领学生用吸管、棉线等作为材料设计建构自己的小船,进而探究影响船装载量的因素,来加深对船浮在水面的规律的理解,本实验将带领学生感受浮力的存在,对下一课《浮力》的学习埋下伏笔。

依据本研究的特点以及学生的实际情况,将本实验的教学目标制定为学生通过对各类船的观察和学习,知道船浸入水中的体积越大,排开的水量越大,船的载重量也越大;能自主设计实验方案,制作简易的吸管帆船;感受人类创造发明船的历史过程,保持对科学技术的创造热情。

本实验的重点是理解船承载货物的能力与船排开的水量的关系;难点在于对吸管小船的制作方案设计。

(2) 学习者分析

在日常生活中,很多学生有折纸船的经验,有的学生也有乘船的经历^[57],有的从电视电影中也都见过各种各样的船,绝大部分学生对船有较多的体验,也很熟悉,知道船的用途,因此对船有极大的探究兴趣。

4.3.2 设计

(1) 教学基本环节设计

环节一:创设生活化情境

在这一环节中利用四川暴雨致多人被困屋顶这一新闻视频吸引学生的注意力,让学生处于一个真实的情境之中,从而体会到科学探究的价值^[55],培养科学学习兴趣,其教学环节如表4-11所示。

表4-11 “自制吸管小船”教学环节一

Table 4-11 Teaching procedure 1 of self-made straw boat

教学环节一	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
生活情境	同学们，喜欢看新闻吗？我们一起来看一段新闻联播吧！（四川暴雨致多人被困屋顶的视频）	播放视频	观看	设置实际生活问题的情境

环节二：设计制作吸管小船模型

在环节一的情境背景下提出问题，激发学生寻找解决办法的“冲动”，深切感受到科学学习与生活的关系，保持探究热情，其教学环节如表4-12所示。

表4-12 “自制吸管小船”教学环节二

Table 4-12 Teaching procedure 2 of self-made straw boat

教学环节二	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
情境问题	在视频中，洪水淹没了道路，群众被困屋顶，有什么办法可以在尽量保证安全的情况下快速地救援被困人群呢？救援人员会使用哪些工具呢？	提问	思考并回答	学生切身感受到船的重要作用，激发探究兴趣
	好，我们今天一起来造一艘小船吧！	板书：自制吸管小船		

环节三：设计建构吸管小船模型

在这一环节中，需要学生思考如何用同样多的材料制作出体积更大的小船，把动脑和动手结合起来，充分调动学生的探究热情。在这一个探究活动中尤其需要小组分工合作才能很好地完成模型制作，比如确定船身吸管的长度会出现不同的意见，这时需要交流不同的意见最后达成一致，培养学生的合作意识。最后，由于每小组选择船身吸管的长度不同会使每个小组制作出大小不同的船，为后续的研究打下基础，其教学环节如表4-13所示。

表4-13 “自制吸管小船”教学环节三

Table 4-13 Teaching procedure 3 of self-made straw boat

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
设计建构	今天我给大家准备的造船材料：可弯吸管、棉线、剪刀、一元硬币、双面胶、透明胶。	给出实验器材	认识实验器材	用生活材料进行探究，融入技术设计理念建构模型，提高动手能力，感受科学就在身边，体验生活的乐趣
	   可弯吸管 棉线 剪刀			
	  			

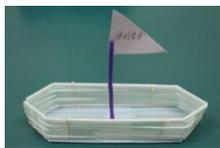
续表 4-13 “自制吸管小船”教学环节三

Continued Table 4-13 Teaching procedure 3 of self-made straw boat

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
	一元硬币 双面胶 透明胶  透明塑料水槽 图 4-21 制作吸管小船实验材料 Fig. 4-21 Experimental materials of making straw boat	展示具体要求	了解制作要求	给出一定的制作要求, 避免学生盲目行动
设计建构	具体要求: 1、制作的吸管小船外形美观、承重能力尽量大; 2、吸管小船制作限时 20 分钟; 3、不能增添其他材料。 (在 PPT 上进行展示), 接下来请大家根据我提供的器材进行小组讨论, 如何利用吸管来制作一艘小船。 (分享完毕后) 同学们都非常聪明, 想到的办法很好, 现在再总结完善一下实验方案。	提出问题	思考如何制作吸管小船, 并进行讨论交流	发挥学生的想象力, 并分享不同的意见, 培养学生学会接纳不同意见的意识
	1、将一根吸管的低端插入另一根吸管的低端进行连接作为一组吸管, 用棉线将连接好的 15 组吸管依次打结连接作为船底;  图 4-22 船底 Fig. 4-22 Hull of a boat	给出完善的制作步骤 (在此过程中提出需要注意的细节以保证实验成功)	学生观看 PPT, 进一步完善实验方案	给学生提供可参考的实验步骤, 避免盲目地进行科学探究, 提高实验的成功率
	2、将 20 根吸管以顶端作为起点量出 12 厘米的长度并剪下, 将一根 12 厘米长的吸管低端插入一根 22 厘米长的吸管底部连接起来作为一组吸管, 保证每组的长度都相同即可;			

续表 4-13 “自制吸管小船”教学环节三

Continued Table 4-13 Teaching procedure 3 of self-made straw boat

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
设计建构	 <p>图 4-23 吸管组 Fig. 4-23 Straw groups</p>	<p>给出完善的制作步骤（在此过程中提出需要注意的细节以保证实验成功）</p>	<p>学生观看 PPT，进一步完善实验方案</p>	<p>给学生提供可参考的实验步骤，避免盲目地进行科学探究，提高实验的成功率</p>
	<p>3、将连接好的 20 组吸管分为两组，分别用棉线依次打结连接，并对可完部分进行适当弯曲作为船的两个侧面；</p>			
	 <p>图 4-24 船身 Fig. 4-24 Body of a boat</p>			
	<p>4、用双面胶将船身和船底连接起来；</p>			
	 <p>图 4-25 船身和船底连接的小船 Fig. 4-25 A boat connected its body and hull</p>			
	<p>5、将船头多余的船底部分减掉，用胶带将两个船侧面的接触点进行连接，并插上给船取的名字；</p>			
 <p>图 4-26 吸管小船 Fig. 4-26 Straw boat</p>	<p>分发实验器材和记录单指导</p>	<p>学生动手制作吸管小船</p>	<p>提升学生的动手操作能力</p>	
	<p>6、放入水槽中准备承重比赛。</p> <p>请各小组组长来领取记录单和实验器材。</p> <p>好，现在计时开始</p>			

环节四：吸管小船模型检验与优化

在模型建构完成之后，组织学生对吸管小船进行检测。在这一环节中，记录小船承载硬币的最大数量是很容易的，但是记录承载最大数量硬币的小船排开水的量存在一定的困难，因此在这里让学生先在原水位做标记，然后在水位上升后再进行标记，量出水位上升的高度，把记录排开水的多少转化为记录水面上升的高度，更利于学生进行实际操作，其教学环节如表 4-14 所示。

表 4-14 “自制吸管小船”教学环节四

Table 4-14 Teaching procedure 4 of self-made straw boat

教学环节四	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
模 型 检 验	好，接下来我们来检验一下哪个小组的吸管小船做得就既牢固承载量又大。	组织学生进行吸管小船比赛	学生进行吸管小船比赛	用数学测量等方法对“吸管小船”进行检验，并对结果进行分析，培养学生收集证据与解决问题的能力与意识
	检验规则：将小船放入盛水的长方形透明塑料水槽中（大小相同的水槽装相同的水量），将一元硬币从船中间开始向四周平铺到小船中，以水刚浸入船里时的硬币数量减一作为本组小船的最大承重硬币个数，并记录水盆中水面上升的高度，填写实验记录单。（重复 2 次）			优化实验方案并进行再改造
	经过检验，本组的吸管小船还有哪些缺点呢？还可以怎样调试本组的小船模型呢？	提问再次组织学生进行吸管小船比赛	学生再次进行吸管小船比赛	
	接下来再次进行检验并及时填写实验记录单。（重复 2 次）			

环节五：评价交流

模型检验完成之后，让吸管小船模型做得好的小组进行交流展示，起到激励其它学生的作用，接着对各组的实验数据进行分析，发现影响吸管小船装载量的因素，并把结论拓展到生活实际当中去，让科学课堂与现实生活紧密联系起来，其教学环节如表 4-15 所示。

表 4-15 “自制吸管小船”教学环节五

Table 4-15 Teaching procedure 5 of self-made straw boat

教学环节五	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
评 价 交 流	请各组同学依次展示本组的实验记录单。	组织学生展示实验记录单并做出相应评价	学生汇报	在交流活动中发现规律，得到老师和同学的多元化评价
	经过测试，xx 小组的吸管小船模型即牢固承载量又大，我们请他们来给大家讲解一下他们制作吸管小船的秘诀吧！			

续表 4-15 “自制吸管小船”教学环节五

Continued Table 4-15 Teaching procedure 5 of self-made straw boat

教学环节五	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
评价交流	在刚才制作吸管小船的实验中我们可以发现哪些小船的装载量与什么因素有关系呢？生活中常见的船也是这样的吗？	提问	在交流中得出影响船装载量的因素是船在水中排开的水量	保持学生的科学探究热情

(2) 实验记录单设计

实验记录单

①我的吸管小船设计图：

②第一次测得吸管小船承载的硬币个数分别为____个、____个、____个，平均值为____个。

③第二次测得吸管小船承载的硬币个数分别为____个、____个、____个，平均值为____个。

④我们小组玻璃缸中的水面上升高度为_____cm。

⑤我发现影响吸管小船装载量的因素是_____

4.4 建高塔

本实验意在让学生用有限的材料制造出最大高度的具有框架结构的高塔，渗透“工程学”的思想，在规定的时间内，学生充分发挥想象能力与创造能力，用有限的材料结合所学知识，完成挑战任务，能培养学生运用科学、技术、工程、数学等的跨学科知识解决问题的能力。

4.4.1 分析

(1) 实验内容分析

本实验选自教科版《科学》教材六年级上册第二单元第六课《建高塔》^[58]，本课是继对框架结构的学习之后进一步对塔一类的物体进行探究，认识塔一类的物体稳定性的原因，本课将引导学生用生活中最常见的牛奶盒来搭建一座框架结构的塔，经历一个完整的科学探究过程，加深对前面框架结构的认识，为后面的对桥的结构探究打下基础。

依据本研究的特点以及学生的实际，将本实验的教学目标制定为知道“上轻下重”、“上小下大”的塔稳定性好；设计实验方案用牛奶盒制作框架结构的高塔；欣赏体会塔一类物体的设计艺术，领悟物体形状与稳定性的关系^[59]。

本实验的重点是理解高塔具有稳定性的原因；难点在于设计实验方案制作框架结构的高塔验证自己的猜想。

(2) 学习者分析

学生通过本单元前几课的学习对拱形和框架结构有了清楚的认识，知道形状不同的物体抵抗外力能力也不一样，框架结构具有稳定不易变形的特点。在日常

生活中，学生虽然对塔一类的物体有着丰富而感性的认识，但是缺乏对塔的结构
的理性思考，在学生的潜意识中对“上小下大”的物体比“上大下小”的物体更
稳定有较多的体验。

4.4.2 设计

(1) 教学环节设计

环节一：创设生活化情境

在这一环节中，学生体验把削尖的铅笔立在课桌上，这是本节课的第一个活动，
学生通过探究发现把削尖的铅笔稳定的立放在桌面上的方法，为后续探究打下基
础，其教学环节如表 4-16 所示。

表 4-16 “建高塔”教学环节一

Table 4-16 Teaching procedure 1 of building a high tower

教学环节一	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
生 活 情 境	大家好，今天我给大家带来了一个小游戏《动手能力大比拼》，现在请你们拿出一支削好的铅笔，谁能在 10 秒内把你的铅笔稳稳地立在课桌上呢？好，现在开始。	提问并计时	参与游戏	由小游戏引入，切身感受影响物体稳定性原因，活跃课堂气氛

环节二：提出情境问题

经过环节一的活动体验，学生明显感受到把笔尖朝上立放的铅笔更加稳定，
进而讨论这种放置方式的特点，通过体验活动直接指向本课将要研究的问题，具
有很强的针对性，其教学环节如表 4-17 所示。

表 4-17 “建高塔”教学环节二

Table 4-17 Teaching procedure 2 of building a high tower

教学环节二	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
情 境 问 题	为什么把笔尖朝上立放的铅笔更稳定呢？铅笔这样放置时有什么特点呢？ 我们能制作一座像这样立放的铅笔一样的高塔吗？	提问 板书：建高塔	思考回答	设置疑问，调动学生思维



图 4-27 立放的铅笔

Fig. 4-27 Vertical pencil

环节三：设计建构高塔模型

经过环节二的交流谈论，学生会发现把铅笔较粗的一端放置在下，较尖的

一端朝上更容易保持的铅笔稳定性，进而延伸体会到高塔也应该具有这样特点才能稳定，接着利用提供的生活材料进行高塔模型的设计与制作，在制作的过程中学生可能会采取不同的方式放置牛奶盒，但是怎样放置牛奶盒才能使建构的高塔模型更高，每一层放多少个牛奶盒？也就是说如何用有限的材料发挥出最大的用处，这是学生需要自己进行思考解决的问题，体会工程技术设计的乐趣，其教学环节如表 4-18 所示。

表 4-18 “建高塔”教学环节三

Table 4-18 Teaching procedure 3 of building a high tower

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
设计建构	<p>在前面的学习中我们知道框架结构具有稳定性，今天我们也来当一个小小工程师，动手建一座稳定的高塔吧！</p> <p>今天准备的材料有：50 个空牛奶盒和一把直尺。</p>  <p>牛奶盒 直尺 双面胶</p> <p>图 4-28 制作“高塔”实验材料</p> <p>Fig. 4-28 Materials of making high tower</p>	给出实验器材	认识实验器材	用生活材料进行探究，融入技术、工程学的思想建构模型，提高动手能力，感受科学就在身边，体验生活的乐趣
	<p>具体要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、制作框架结构、又高又稳定的“高塔”； 2、在 15 分钟内完成“高塔”的制作； 3、不能增添其它材料。 <p>（在 PPT 上进行展示），接下来请大家根据我提供的器材进行小组讨论，如何利用牛奶盒来制作一座高塔。</p> <p>（分享完毕后）同学们都非常聪明，想到的办法很好，现在再总结完善一下实验方案。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、选择一处平整的地面，用牛奶盒依次向上摆放，并用双面胶对牛奶盒两两相互接触的部分进行固定，搭建本组的“高塔”； 	<p>展示具体要求</p> <p>提出问题</p> <p>给出完善的制作步骤（在此过程中提出需要注意的细节以保证实验成功）。</p>	<p>了解制作要求</p> <p>思考如何制作高塔，并进行讨论交流</p> <p>学生观看 PPT，进一步完善实验方案。</p>	<p>给出一定的制作要求，避免学生盲目行动</p> <p>发挥学生的想象力，并分享不同的意见，培养学生学会接纳不同意见的意识。</p> <p>给学生提供可参考的实验步骤，避免盲目地进行科学探究，提高实验的成功率</p>

续表 4-18 “建高塔”教学环节三

Continued Table 4-18 Teaching procedure 3 of building a high tower

教学环节三	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
设计建构	2、用直尺量出塔尖到地面的 的竖直高度。			
	现在，完成了实验方案设计	分发实验		
	接下来就可以动手搭建“高塔” 吧！	器材和记 录单指导		提升学生的
	请各小组组长来领取记录 单和实验器材。	学生动手 进行“高	学生动手 制作“高	动手操作能 力
	好，现在开始计时	塔”制作	塔”	

环节四：高塔模型的检验与优化

在模型建构完成之后，组织学生对模型进行高度的测量和抗风能力检测，并对实验结果进行分析，发现模型的优缺点后有目的的进行模型改进与优化，避免盲目行动，培养学生不断改进直至完善的精神，其教学环节如表 4-19 所示。

表 4-19 “建高塔”教学环节四

Table 4-19 Teaching procedure 4 of building a high tower

教学环节四	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
模型检验	好，时间到，同学们都已经 建好了本组的高塔，现在我们一 起来检验一下它吧！看看哪一组 的高塔又高、又稳定？	组织学生 进行“高 塔”检验	学生进行 “高塔”检 验	用数学测 量等方法 对“高塔” 模型进行 检验，并对 结果进行 分析，培养 学生收集 证据与解 决问题的 能力与意 识。
	检验规则：用直尺量出“高 塔”的高度并记录下来；接着对 着“高塔”扇风，看看“高塔” 的抗风能力并填写实验记录单。		优化实验 方案并进 行再改造。	
	经过检验，本组的“高塔” 还有哪些缺点呢？还可以怎样 调试本组的高塔模型呢？	提问 再次组织 学生进行	学生再次 进行“高	
	（改进结束）接下来我们 再次进行检验并及时填写实验记 录单。	“高塔”检 验	塔”检验	

环节五：评价交流

模型检验完成之后，让高塔模型做得好的小组进行交流展示，起到榜样的作用，接着对各组的实验数据进行分析，得出实验结论发现高塔结构稳定的特点，让学生经历一个完整的探究过程，其教学环节如表 4-20 所示。

表4-20 “建高塔”教学环节五

Table 4-20 Teaching procedure 5 of building a high tower

教学环节五	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
评价交流	请各组同学依次展示本组的实验记录单。	组织学生展示实验记录单并	学生汇报	在交流活动中发现科学规律,得到
	经过测试,xx小组的牛奶盒“高塔”模型又高又稳定,我们请他们来给大家分享一下他们牛奶盒“高塔”的秘诀吧!	做出相应评价	在交流中得出“上小下大,上轻下重”的物体结构更	老师和同学的多元化评价,保持学生的科学探究热情。
	在刚才搭建牛奶盒“高塔”实验中我们可以发现哪些条件能使框架高塔不容易倒?	提问	稳定	

(2) 实验记录单设计

实验记录单

① 立放铅笔

立放的铅笔不容易倒时具有什么特点? _____

② 牛奶盒“高塔”

我的牛奶盒“高塔”设计图:

第一次测得“高塔”的高度为_____厘米

第二次测得“高塔”的高度为_____厘米

我发现高塔结构的特点_____

第5章 案例的应用效果分析

“实践是检验真理的唯一标准”，为了更为全面地了解开发案例的具体应用效果，本研究对开发的“做一个降落伞”“像火箭那样驱动小车”“自制吸管小船”“建高塔”四个实验案例进行实际的教学应用实践，并对学生和部分科学教师进行访谈，依据对科学教师和学生的访谈结果得到客观公正的结果，为后续实验案例的开发提供些许参考。

5.1 案例的教学效果及反思

5.1.1 “做一个降落伞”教学效果及反思

本节课共用 2 课时完成教学应用研究，第一课时首先对蒲公英种子进行详细的观察发现其特点，随后进行实验步骤的讲解，然后进行小黄人和降落伞模型的制作，由于刚用超轻黏土做的小黄人较软、还未定形，马上进行降落操作会导致小黄人变形，因此把降落伞模型的检验和改进、交流放在第二课时进行。在本课中学生的探究兴趣高涨，感觉到很新奇，感叹原来我们的生活中有这么多的发明都是来源于大自然的启示，激发了学生进行仿生探究的兴趣。在探究过程中由于学生的动手能力不同，有些学生不能很好地完成小黄人的制作，因此让学生可以做简单的小人模型，学生做出了很多形状，这也是意料之外的收获，另一方面有些小组的带来的使用过的塑料袋很薄，很容易被损坏，在后面的教学应用中要求学生带稍微厚一点的塑料袋，保证了实验的成功率。

5.1.2 “像火箭那样驱动小车”教学效果及反思

本节课共用 2 课时完成教学应用研究，第一课时完成气球小车模型的制作，第二课时完成小车模型的检验与改进、交流。在本课中用自制的气球火箭很好地激发了学生的兴趣，在接下来的玩气球感受反冲力的游戏中学生参与度很高，明显感受到反冲力的作用。本课的难点就是在气球小车的制作上，学生的动手能力水平有限，实验材料的准备都会花费一些时间，因此，给每组学生提供是两头都有笔尖的笔芯和已经打好孔的四个大小相同的瓶盖适当缩短模型制作的时间，学生在完成气球小车的制作后深深地体会到成功的喜悦，意识到合作和积极克服困难的重要性。

5.1.3 “自制吸管小船”教学效果及反思

本节课共用 2 课时完成教学应用研究，第一课时完成吸管小船模型的制作，第二节课进行模型的检验与改进、交流。在本课设置的情境中学生感受到船的重要性，接着进行小船模型的设计与制作。在第一次教学过程中遇到的主要问题是小组学生按照提示的制作步骤一步一步完成，耗费的时间较多，在第二次教学中特意提醒小组同学进行分工合作，一位同学制作船底，两位同学各制作一侧船身，另一位同学进行辅助，同时进行船身与船底的制作，在良好的分工合作中很好地

完成了吸管小船模型的制作，缩短了模型制作的时间，教学效果较好。

5.1.4 “建高塔”教学效果及反思

本节课用1课时完成教学应用研究，对于六年级的学生来说本课的难度不大，经过不断的改进各组都能很好地完成“高塔”模型的制作，学生的参与度高。是因为在第一次教学过程中由于学生人数较多、实验室空间较小、空的牛奶盒很轻的原因，学生一不小心就碰倒正在建的“高塔”模型，导致能成功建起高塔的小组很少。因此，在第二次教学应用过程中对“高塔”模型的建造过程进行了改进，将上下两层的牛奶盒相互接触的部分用双面胶粘在一起，固定两两相互接触的牛奶盒，经过改进后学生的“高塔”模型建造成功率明显增高，教学效果良好。

5.2 访谈结果分析

5.2.1 对科学教师进行访谈

为了更好地了解本研究的实效性，特对泸州市梓潼路学校、泸州七中佳德国际学校共八位优秀的科学教师进行访谈，以便于更好地优化改进本研究开发的案例(访谈提纲见附录A)，访谈结果如下：

(1) 老师您认为本课题的研究有意义吗？

教师A：基于STEM理念进行生活化实验的研究是很有意义的。STEM理念在新的小学科学课程标准中也被明确提出来了，科学课程应该要增强各学科知识之间的内在联系，培养学生运用多学科的知识与方法创造性地解决问题的能力；同时本研究注重科学实验设计的生活化，拓宽了科学实验探究的范围，也可以很好地帮助学生自主地进行科学探究。

(2) 老师您认为本研究开发的实验案例可行性如何？

教师B：研究开发的四个案例具有一定的代表性，体现了生活化、仿生化、模型化等特点，四个案例的教学设计充分与学生生活实际、社会相联系，取材容易且成本低廉，可操作性强，同时也注重学生各方面情感的培养，案例设计合理、恰当。

(3) 老师您对本研究提出的基于STEM的生活化实验的开发原则有何看法？

教师C：研究提出的生活化、仿生化、模型化等开发原则是有针对性的，并与新课标中的工程和技术领域相联系。充分考虑学生的认知特点，和学生的实际生活联系起来，可以很好地激发学生的学习兴趣。

(4) 老师您对本研究提出的基于STEM的生活化实验的开发过程有何看法？

教师D：研究提出的开发流程确立课题-实验分析-实验设计-试验与改进是合理可行的，并在实验设计上区别于一般的教学过程，都体现建构模型来解决问题的思想，学生在不断尝试与小组分工合作中进行探究，可以培养学生解决问题的能力。

(5) 老师您认为本研究开发的实验案例有待改进的地方在哪里？

教师E：看了开发的四个案例之后，从探究情境的设置到模型检验方案的制定的一些系列流程是可以的，难度适中，需要注意的是在这些案例的教学中小组合作显得尤为重要，在探究过程中注意合理的时间安排以及小组成员的职责，确保每个人都要各司其职。

综合以上结果可以看出本研究具有一定的意义,符合目前小学科学发展的特点,实验开发的原则和能培养学生创造性解决问题的能力,开发的案例可操作性强,值得思考的是如何更好地实现小组合作,高效完成探究活动。

5.2.2 对学生进行访谈

在另一方面也对泸州市梓潼路学校四年级7班、10班,五年级1班、4班,六年级3班、4班参与开发案例教学实践的337名学生进行访谈,了解学生对开发案例的想法,为后续的此类案例开发提供一些参考(访谈提纲见附录B),访谈结果如下:

(1)你认为本课的实验探究活动有哪些不同于往常的地方?

学生A:老师准备的实验材料就是我们生活中常见的一些东西,比如吸管、牛奶盒等,这些材料很好找,不一定是实验室才有的材料,在家里都可以用这些材料开展实验活动。

学生B:还有老师引入的情境也很好,是我们很熟悉的情境,一下就吸引了我们的注意力,想知道这是为什么,能让我们集中注意力进行学习。

学生C:我们还会用到其它学科的知识(比如数学)来帮助我们解决问题,我们要学好每门学科才行,不能只学几门课程,我们才会解决更多的生活问题。

(2)你认为这样的实验探究活动能让你有继续进行科学实验的兴趣吗?

学生D:有作用,在实验中我们对身边的一些现象进行探究,让我感觉学习科学是很有用的,可以知道很多的奥秘,相信通过学习我可以了解更多生活中的科学道理。

学生E:我有兴趣在课后继续用课内学到的科学方法去做实验,明白一些道理。

(3)你认为参与这样的实验探究活动有助于提高你的动手能力吗?

学生F:可以帮助我提高动手能力,在实验中需要我们一个小组的四个人分工合作,每个同学都有任务,能满足我们喜欢动手的欲望,我们都喜欢动手,但是在以前的实验中六个人一起,有时候没有实验操作的机会,在这样的活动中我们都可以动手操作,提高动手能力。

学生G:可以提高我的动手能力,我们都可以动手并由有相应的分工,我们都想快点做好自己的那部分,不拖小组的后腿。

(4)在这样的科学实验探究中你有什么收获呢?

学生H:通过这节课的学习,我感觉到科学课很神奇,让我明白生活中的很多材料都可以用来做实验,并且需要反复的修改,生活中的很多事物都蕴藏着丰富的科学道理,每一门课程的知识都可以用来解决问题,以后我也可以自己在家像这样做实验。

(5)你对设计这样的实验案例有什么更好的想法呢?

学生I:老师可以像这样多设计有趣的案例,我们喜欢做游戏、看视频等活动。设计让我们在家里都可以做的科学小实验,我们会有更多时间去探究身边的秘密。

学生J:我希望老师可以带我们走出教室去进行实物观察,能让我们更好的理解学习内容。

从对学生的访谈结果来看,学生都很喜欢动手操作,也乐于用生活中常用的物品做实验,积极性高、探究欲望强烈、喜欢有趣的实验活动,因此多开展此类

活动体验能很好地激发学生的科学学习兴趣，培养学生的创造能力。

5.3 对后续实验开发的启示

通过以上对开发的实验进行教学应用、对老师和参与教学实践的学生进行访谈结果进行详细地分析，得出以下开发后续案例的启示：

5.3.1 实验设计生活化，培养学生自主探究意识

从分析开发案例的应用结果来看，学生都很喜欢生活化的科学课堂，科学探究材料不局限于实验室材料的限制，很多学校的实验材料因为没有及时得到补充而导致科学老师很难准备齐全完整的一套探究材料。因此，采用生活中常见的材料补充实验室材料的不足，让学生体会生活处处皆科学，有利于保持学生的探究热情，促进学生参与课内、课外的科学探究学习，培养学生自主探究的能力^[60]。

5.3.2 精心设置实验情境，激发学生探究欲

“良好的开端是成功的一半”，案例情境的好坏在很大程度上影响学生的探究兴趣，本研究中的四个实验情境很好地激发了学生的探究欲。因此，精心设置符合学生特点的探究情境是很有必要的。

5.3.3 注重分工合作，提高探究活动效率

在对开发案例进行教学应用的过程中，切实感受到小组合作学习的重要性，尤其是在融入 STEM 理念的科学探究中尤其需要小组成员的智慧碰撞，并且发现四人小组是最合适的，可以避免个别学生无事可做，让每一个成员都能参与其中，体会到模型制作的乐趣。

第6章 研究结果与展望

6.1 研究结果

STEM教育已经被越来越多的学者所关注、研究,成为教育改革的新方向,对科学课程的教学也带来了新的挑战。作为一名新环境下的科学教师,势必要详细地了解科学与工程、技术、数学学科之间的内在联系,以便更好的实现多学科的整合,培养出能运用跨学科知识解决问题的新型高素质人才。

在本研究中,通过以STEM教育理念为基础进行小学科学生活化实验的设计研究,提出了符合本研究特点的特定开发原则与开发过程,开发出了“做一个降落伞”、“像火箭那样驱动小车”、“自制吸管小船”、“建高塔”这四个具体的实验案例,在课堂教学应用中经过反复优化也取得很好的教学效果。一方面,学生的动手能力得到锻炼,意识到很多生活物品可以作为探究材料;另一方面,学生也体会到每门学科的知识是相互联系的,在解决问题的时候需要综合运用多学科的知识和方法,为培养学生的STEM素养打下基础。最后得出启示:(1)实验设计要体现生活化;(2)注重实验情境的设置;(3)重视小组内的分工合作,为后续实验案例的开发积累了一定的经验。

受笔者的教育研究水平、写作能力和时间的限制,本文也存在一些不足或欠妥的地方,开发的案例课题是笔者根据自身一年的教学实践选取的,开发的案例个数有限,且案例的教学设计还有继续改进的空间;另外,未能长时间反复多次对开发出的案例进行课堂教学,得到的结论有待进一步利用更多的实验案例进行考证,这也是笔者在以后的研究中的后续重点工作,以期让本研究的结论适用性更强,更为科学合理。

6.2 研究展望

STEM教育理念与小学科学相结合已成为科学教育的研究热点,这将是广大小学科学教师以后的教学工作共同努力的方向,科学教师的教学方式也将发生很大的改变,对众多的科学教师提出更高的要求,也是一次新的挑战,需要科学教师不断的学习与努力。另外,教学本身是一个成年累月的过程,只有在不断地实践中进行反复的探索才能真正理解内涵、把握精髓;在另一方面,跨学科学习作为一种创造性地学习方式,对学习者的综合能力提升起着至关重要的作用,因此对多学科整合的教学研究需要更多的老师进行不断地开发研究,不断积累经验。希望在以后的实验教学中,利用已有基础对融合艺术的STEAM教育和融合写作的STREAM教育进行研究,开发更多融合多学科知识的小学科学实验教学的案例,为小学科学实验课堂教学提供更多的参考,为提升学生的科学核心素养、成为一个全面发展的人奉献自己的一份力量,为培养更多具有综合性能力、国际竞争力的人才而努力。

参 考 文 献

- [1] 项贤明. 当前国际教育改革主题与我国教育改革走向探析[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2005, 04: 5-14.
- [2] 中华人民共和国教育部. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)[Z]. 2010-7-29.
- [3] 龙玫, 赵中建. 美国国家竞争力: STEM教育的贡献[J]. 现代大学教育, 2015, 02: 41-49+112.
- [4] 丁杰, 蔡苏, 江丰光, 余胜泉. 科学、技术、工程与数学教育创新与跨学科研究——第二届STEM国际教育大会述评[J]. 开放教育研究, 2013, 02: 41-48.
- [5] 张宝辉, 张红霞, 彭蜀晋. 全球化背景下的科学教育发展与变革——2012国际科学教育研讨会综述[J]. 全球教育展望, 2013, 04: 120-128.
- [6] 中华人民共和国教育部. 义务教育小学科学课程标准[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2017, 02.
- [7] 许晓艳. 如何提高低年级数学课堂动手操作的有效性[J]. 学生之友(小学版), 2012, 03: 34.
- [8] 马一兵. 小学科学实验设计的研究[D]. 长春师范学院, 2011.
- [9] 上官剑, 李天露. 美国STEM教育政策文本述评[J]. 高等教育研究学报, 2015, 02: 64-72.
- [10] 李天露. 美国科学、技术、工程和数学(STEM)教育政策解读及其启示[D]. 湖南师范大学, 2015.
- [11] 周鹏琴, 徐唱, 张韵, 李芒. STEM视角下的美国科学课程教材分析——以FOSSK-5年级科学教材为例[J]. 中国电化教育, 2016, 05: 25-32.
- [12] 张宁. 澳大利亚中小学STEM课程概况[J]. 中小学信息技术教育, 2013, 10: 45-48.
- [13] 李谦, 赵中建. 美国中小学实施STEM教育个案研究——以北卡罗来纳州科学和数学学校为例[J]. 外国中小学教育, 2014, 05: 55-60.
- [14] 杨亚平, 陈晨. 美国中小学整合性STEM教学实践的研究[J]. 外国中小学教育, 2016, 05: 58-64.
- [15] 夏小俊, 董宇, 柏毅. 美国STEM对我国中小学科学教育的借鉴意义[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2016, S1: 169-171.
- [16] 范燕瑞. 准备STEM教师[J]. 上海教育, 2012, 11: 23.
- [17] 翁聪尔. 美国STEM教师的培养及其启示[D]. 华东师范大学, 2015.
- [18] 李扬. STEM教育视野下的科学课程构建[D]. 浙江师范大学, 2014.
- [19] 任伟, 李远蓉, 马坤鹤, 王相宜, 宗国庆. 基于STEM教育下的中学化学教学模式初探[J]. 化学教与学, 2015, 07: 10-12.
- [20] 吴秀凤, 陈奕贤. STEM理念下中小学Arduino机器人教学模式研究[J]. 福建电脑, 2015, 05: 138-139+109.
- [21] 冯华. STEM教育视野下的综合课程建设[J]. 中小学管理, 2016, 05: 14-16.

- [22] 王玲玲. 基于 STEM 的小学科学课程设计研究[D]. 华东师范大学, 2015.
- [23] 沈香. 浅议如何实现 STEM 教育与小学科学的融合[J]. 科学大众(科学教育), 2016, 04: 69+57.
- [24] 龚凯健. STEM 教育背景下小学科学教育的思考[J]. 陕西教育(教学版), 2016, 06: 48.
- [25] 李琦. 美国《STEM 教育法(2015 年)》生效[J]. 世界教育信息, 2015, 22: 76.
- [26] 王懋功. STEM 的育人价值[J]. 上海教育, 2015, 13: 38.
- [27] 朴美善. 浅谈 STEAM 教育的重要性[J]. 现代装饰(理论), 2014, (03): 252-253.
- [28] Neal, H.A. Undergraduate science, mathematics and engineering education: Role for the National Science Foundation and recommendations for action by other sectors to strengthen collegiate education and pursue excellence in the next generation of U.S. leadership in science and technology [R]. Washington, DC: National Science Board, Task Committee on Undergraduate Science and Engineering Education. National Science Foundation, 1986:86-100.
- [29] 朱学彦, 孔寒冰. 科技人力资源开发探究——美国 STEM 学科集成战略解读[J]. 高等工程教育研究, 2008, 02: 21-25.
- [30] STEM Education Coalition. Pre-2013 Panels, Commissions, and Reports, STEM Education [EB/OL]. [2015-04-26]. <http://www.stemedcoalition.org/reports/>.
- [31] Martin Nikirk. Teaching STEM to Millennial Students [J]. Special STEM Issue, 2012 (2):14-15.
- [32] American Association of Colleges for Teacher Education. Preparing STEM Teachers: The Key to Global Competitiveness [EB/OL]. www.zmetro.com/schools/AACTE_STEM_Directory2007.pdf, 2007-06.
- [33] 谢绍平, 董秀红. 美国新《K-12 科学教育框架》解读[J]. 外国中小学教育, 2013, 04: 55-61.
- [34] 黄焱. 农村小学英语教学生活化研究[D]. 湖南师范大学, 2013.
- [35] 王文凤. “教育与生活”关系理论的历史回顾[J]. 太原大学教育学院学报, 2008, 02: 6-9.
- [36] 李森, 王银飞. 生活性教学的基本理念与实践策略[J]. 教育理论与实践, 2005, 13: 49-51.
- [37] 刘美兰. 初中物理教学生活化的实践与研究[D]. 福建师范大学, 2014.
- [38] 刘广利, 汤慧丽. 杜威的“从做中学”教学理论及对我国基础教育的启示[J]. 继续教育研究, 2008, 05: 84-86.
- [39] 周洪宇著. 陶行知生活教育学说[M]. 武汉: 湖北教育出版社, 2011. 05: 181-183.
- [40] 张大均. 教育心理学[M]. 北京: 人民教育出版社, 2015. 06: 117-118.
- [41] 赵睿. 基于 STS 教育理念下的科学教育专业课程设置的研究[D]. 长春师范学院, 2011.
- [42] 赵中建. STEM: 美国教育战略的重中之重[J]. 上海教育, 2012, 11: 16-19.
- [43] 齐美玲, 孙云帆. 美国 STEM 课程浅析[J]. 科教导刊, 2013(10): 201-202.
- [44] Morrison, J. Workforce and school [A]. Briefing book. SEEK-16 Conference[C]. Washington, D.C.: National Academy of Engineering, 2005:4-5.
- [45] 王庆生, 彭立勋, 王先霏主编. 文艺创作知识辞典[M]. 武汉: 长江文艺出版社, 1987. 12:

16.

- [46] 罗琦, 周丽萍主编. 新编现代汉语词典[M]. 长春: 吉林大学出版社, 2003. 01: 619.
- [47] 赵萍萍, 刘恩山. 科学教育中模型定义及其分类研究述评[J]. 教育学报, 2015, 01: 46-53.
- [48] 周筱芳. 初中生物概念地图[M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 2010. 04: 98.
- [49] 赵燕. 面向创客培养的 STEM 课程问题情境设计[D]. 华东师范大学, 2016.
- [50] 张丹. 小学科学(3~6 年级)教材比较及其与《标准》相关性研究[D]. 四川师范大学, 2012.
- [51] 郁波主编. 科学四年级下册[M]. 北京: 教育科学出版社, 2001. 12. 31
- [52] 郁波主编. 义务教育课程标准实验教材科学教师教学用书四年级下册[M]. 北京: 教育科学出版社, 2003. 01.
- [53] 郁波主编. 科学五年级上册[M]. 北京: 教育科学出版社, 2003. 06. 75-76.
- [54] 郁波主编. 义务教育课程标准实验教材科学教师教学用书五年级上册[M]. 北京: 教育科学出版社, 2003. 06.
- [55] 鲍正荣主编. 化学新课程研究[M]. 北京: 科学出版社, 2013. 01. 124.
- [56] 郁波主编. 科学五年级下册[M]. 北京: 教育科学出版社, 2003. 12. 09-11.
- [57] 郁波主编. 义务教育课程标准实验教材科学教师教学用书五年级下册[M]. 北京: 教育科学出版社, 2003. 12.
- [58] 郁波主编. 科学六年级上册[M]. 北京: 教育科学出版社, 2004. 05. 38-39.
- [59] 郁波主编. 义务教育课程标准实验教材科学教师教学用书六年级上册[M]. 北京: 教育科学出版社, 2004. 06.
- [60] 文丰玉主编. 小学科学教学课例研究[M]. 北京: 科学出版社, 2014. 08. 93.

附录 A 教师访谈调查
Appendix A The interview of teachers

尊敬的老师您好！本次访谈的目的在于了解有关你对本研究开发的实验案例的想法，您的意见和建议对本研究有很重要的作用，对于完善本研究和后续开发实验案例提供参考，调查结果仅作学术研究，谢谢！

(1) 老师您认为本课题的研究有意义吗？

(2) 老师您认为本研究开发的实验案例可行性如何？

(3) 老师您对本研究提出的基于 STEM 的生活化实验的开发原则有何看法？

(4) 老师您对本研究提出的基于 STEM 的生活化实验的开发过程有何看法？

(5) 老师您认为本研究开发的实验案例有待改进的地方在哪里？

附录 B 学生想法采访

Appendix B The interview of students' thought

亲爱的同学，本次调查的目的在于了解有关你对本研究开发的实验案例的想法，你的意见和建议对本研究有很重要的作用，调查结果仅作学术研究，本问卷采用匿名形式，望如实回答下列问题，谢谢！

(1) 你认为本课的实验探究活动有哪些不同于往常的地方？

(2) 你认为这样的实验探究活动能让你有继续进行科学实验的兴趣吗？

(3) 你认为参与这样的实验探究活动有助于提高你的动手能力吗？

(4) 在这样的科学实验探究中你有什么收获呢？

(5) 你对设计这样的实验案例有什么更好的想法呢？

致 谢

光阴似箭，岁月如流。书写至此，我也即将与我的校园生活告别，回首过去的一幕幕场景仍历历在目，心中不免感慨万千，内心充满了不舍与留恋之情。在这个生活了六年的地方我收获了很多宝贵的东西。在这里我认识了很多的良师和益友，是他们指引着我的成长之路，给我莫大的帮助和激励，这一段学习生涯对我来说是十分珍贵的，只是时光转瞬即逝，自己还有许多要学的东西、要做的事情只能在新的旅程中进行。在毕业论文即将完成之际，我要感谢一路上给予我关心和帮助的老师、同学和家人，是你们的帮助让我在这六年里不断成长。

首先，我要由衷地感谢我的导师文丰玉副教授。还记得 2011 年 9 月刚进大学的第一课就是您让我们深入地认识了科学教育这个专业，直到大学毕业一路都有您的陪伴，也感谢缘分让我在读研期间也有幸成为您的学生，感谢您一直以来在学业和生活上对我的关心和帮助，在论文的选题、开题、写作和修改过程中，感谢您耐心地指导和不厌其烦地给我提出修改意见，您严谨、精益求精的工作态度深深地感染着我，让我明白了许多为人处世的道理，无论做任何事都要认真、仔细，在此向我的导师表示崇高的敬意和衷心的感谢！再道一声：文老师，谢谢您！

其次，感谢南充市教科所的白涛老师。您渊博的专业知识、一丝不苟的工作态度让我钦佩不已，被你对学术独到的见解深深地折服。记得刚开始进实验室的时候我对您是既敬佩又畏惧的，生怕做的事情入不了你的火眼金睛，您做事要求完美的态度也让我对自己的要求严格起来，感谢你给予我机会向您学习，很荣幸能认识您这样有才的老师，您的精神将会一直激励着我。

然后，感谢成都市双眼井小学的杜云娥老师和袁荣森老师，你们认真的教学态度让我获益匪浅，感谢你们对我在教学实习过程中的指导与帮助。

再次，感谢 514 实验室的伙伴们和 416、411 的室友们、鄢蒙师姐、肖芸师姐、朱灵敏师姐、张婷师姐等对我的帮助，感谢你们陪伴我一起走过人生中最美好的时光，在以后的日子愿我们的友谊之树常青。

感谢本文参考文献的所有作者，以及为本文的撰写提供帮助的学者们！

最后还要感谢我的父母，养育之恩，无以为报，感谢你们为我提供坚强的后盾，在未来的日子里，我将继续努力。

关于学位论文原创性的声明

本人郑重声明：本人所提交的学位论文，是在导师的指导下独立进行研究所取得的成果。学位论文中凡引用他人已经发表或未发表的成果、数据、观点等，均已明确注明出处。除文中已经注明引用的内容外，不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品或科研成果。对本文的研究成果做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。

本声明的法律责任由本人承担。

论文作者签名： 武艳霞

指导教师签名： 文丰玉

日期： 2017年 6月 9日

关于学位论文使用授权的声明

本人在导师指导下完成的本硕士学位论文，知识产权归本人和西华师范大学共有。

本人完全了解西华师范大学有关收集、保存、使用学位论文的规定，同意学校保存或向国家有关部门或机构送交论文的纸质版和电子版，允许论文被查阅和借阅。

本人授权西华师范大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用任何复制手段保存和汇编本学位论文。

本人离校后发表本学位论文中的成果时，第一署名单位应为西华师范大学。

保密论文在解密后应遵守此规定。

论文作者签名： 武艳霞

指导教师签名： 文丰玉

日期： 2017年 6月 9日

在学期间的科研情况

一、学术论文

- 1、武艳霞,张婷,文丰玉. 提升小学科学教师培训实效的建议——基于 2011—2014 年“国培计划”需求分析[J]. 课程教育研究,2016,13:161-162.