

分类号: G43

单位代码: 10749

密 级: 公开

学 号: 12022130357

宁夏大学

专业学位论文

STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计与实践研究

Research on the design and practice of primary school
science teaching based on project-based learning
under STEM education concept

学 位 申 请 人: 田程锦

指 导 教 师: 陶玉凤 教授

申 请 学 位 类 别: 教育硕士

专 业 领 域 名 称: 现代教育技术

研 究 方 向: 不区分研究方向

所 在 学 院: 教师教育学院

论 文 完 成 日 期: 2024 年 5 月 30 日

摘要

教育部发布的《义务教育科学课程标准（2022 版）》指出：要优化内容组织形式，设立跨学科主题学习活动，加强学科间的相互关联，并明确提出跨学科融合。STEM 教育强调将学习内容与实际生活紧密结合，倡导“做中学”的教育理念，其核心目标在于实现跨学科的整合，这恰好与新课程标准要求相吻合。项目式学习，旨在从现实问题出发，引导学生通过自主合作和实践探究等方式获得相关知识，有利于提高其解决实际问题 and 团结协作的能力。由于小学科学的教学包含诸多学科元素与实践探索的特色，非常契合项目式学习的方式。因此把 STEM 的教育观念与项目式学习相结合，融入科学的课堂中，可以有效促进学生的综合能力发展。

本研究首先系统性地整理分析了大量相关文献，梳理了 STEM 教育、项目式学习的国内外研究现状，并进行了相关概念的界定和理论基础的阐述，此外，还探究了将 STEM 教育和项目式学习应用于小学科学课程的实践可能性，分析了 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计原则，提出了 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学流程的三阶段六步骤。然后选取教科版四年级上册第三单元《运动和力》为教学内容，确定以“制作小车”为项目主题。最后通过问卷调查、学生访谈、实验研究法等方法，在银川市 X 小学四年级 1 班开展了 STEM 教育理念下的项目式学习研究，并且实施综合性的教学评价方式检验教学成果，得出以下研究结论，学生基于科学学科的 STEM 综合素养与综合能力都有所增强，具体表现为：（1）学生在科学课上能够打破传统学科的界限，有意识地应用 STEM 知识；（2）增强了学生的团队合作能力，并提升了他们解决实际问题以及进行实践探索的能力；（3）提升了学生利用 STEM 相关知识解决实际科学问题的思维品质；（4）激发了学生对科学学科以及跨学科知识学习的学习热情。

关键词：STEM 教育，项目式学习，小学科学

Abstract

The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology's Standards for Compulsory Science Subjects (2022) states that it is necessary to optimise the content structure, create interdisciplinary thematic learning activities, strengthen inter-curricular cooperation and clarify interdisciplinary integration. STEM education emphasises the close integration of learning content with real life and promotes the concept of 'secondary education' STEM education emphasises the close integration of learning content with real life, promotes the pedagogical concept of 'learning by doing' and achieves interdisciplinary integration that meets the requirements of the new curriculum standards, with the main Objectives. Project-based learning is problem-solving-oriented and enables pupils to acquire the necessary knowledge through independent work and practical investigations, and to develop their ability to solve practical problems and to work together. Science education in primary schools is characterised by the integration of elements from many disciplines and practical investigations, which lends itself to project-based learning methods. Therefore, STEM learning concepts can be combined with project-based learning and integrated into science lessons to effectively develop students' integrated skills.

This study first systematically collected and analysed extensive literature, clarified the national and international research situation on STEM education and project-based learning, identified relevant concepts, developed a theoretical framework, explored the practical aspects of integrating STEM education and project-based learning into the primary school science curriculum, and project-based science lesson design in elementary schools based on the concept of STEM education was analysed by presenting the design of a project-based science lesson in elementary schools. The theme of the project was chosen to deal with Chapter 3, 'Building a Car' in the fourth grade textbook, Volume 1: Motion and Power. Finally, through questionnaires, student interviews and experimental research methods, a design study of teaching and learning based on the concept of STEM education in Grade 4 (1) at Silver River Primary School X was conducted. Comprehensive classroom assessment methods were used to examine teaching and learning outcomes. (1) Students are able to remove traditional disciplinary boundaries and consciously utilise STEM knowledge in science education. (2) Teamwork, real-world problem solving and practical inquiry skills are improved. (3) Students' thinking skills are improved when using STEM knowledge to solve real-world science problems. (4) Students' enthusiasm for science and their willingness to learn interdisciplinary knowledge are stimulated.

Key words: STEM education, project-based learning, primary school science

目 录

第 1 章 绪论	- 1 -
1.1 研究背景	- 1 -
1.1.1 新时代培养创新型人才的需求	- 1 -
1.1.2 “STEM 教育”成为未来教育发展的潮流趋势	- 1 -
1.1.3 项目式学习符合小学科学课程要求	- 2 -
1.2 研究目的与研究意义	- 2 -
1.2.1 研究目的	- 2 -
1.2.2 研究意义	- 3 -
1.3 国内外研究现状	- 4 -
1.3.1 国外研究现状	- 4 -
1.3.2 国内研究现状	- 6 -
1.3.3 研究述评	- 13 -
1.4 研究内容与研究方法	- 14 -
1.4.1 研究内容	- 14 -
1.4.2 研究方法	- 14 -
1.5 研究思路	- 15 -
第 2 章 概念界定及理论基础	- 16 -
2.1 相关概念界定	- 16 -
2.1.1 STEM 教育	- 16 -
2.1.2 项目式学习	- 16 -
2.2 理论基础	- 17 -
2.2.1 建构主义学习理论	- 17 -
2.2.2 认知发展理论	- 17 -
2.2.3 实用主义理论	- 18 -
第 3 章 小学科学课程项目式学习现状调查及分析	- 19 -
3.1 调查方案设计	- 19 -
3.1.1 调查问卷的编制	- 19 -
3.1.2 访谈提纲的编制	- 19 -
3.1.3 调查实施	- 20 -
3.2 调查结果与分析	- 20 -
3.2.1 调查问卷的信效度检验	- 20 -
3.2.2 问卷调查结果统计与分析	- 21 -
3.2.3 教师访谈结果分析	- 24 -
第 4 章 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学	- 27 -
框架建构	- 27 -

4.1 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计可行性分析	- 27 -
4.1.1 小学科学课程的特征分析	- 27 -
4.1.2 STEM 教育理念与小学科学学科的契合性分析	- 28 -
4.1.3 项目式学习与小学科学学科的契合性分析	- 28 -
4.2 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计原则	- 29 -
4.3 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计	- 30 -
4.3.1 项目式教学流程设计依据	- 30 -
4.3.2 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学框架设计	- 31 -
第 5 章 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计	- 35 -
5.1 学习者分析	- 35 -
5.2 教学目标分析	- 36 -
5.3 STEM 教育理念特性分析	- 37 -
5.3.1 STEM 知识维度分析	- 37 -
5.3.2 STEM 思维维度分析	- 37 -
5.3.3 STEM 能力维度分析	- 38 -
5.3.4 STEM 态度维度分析	- 38 -
5.4 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学流程	- 38 -
第 6 章 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学案例实施与评价	- 44 -
6.1 实验设计	- 44 -
6.1.1 实验对象	- 44 -
6.1.2 实验假设	- 44 -
6.2 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学案例实施	- 45 -
6.2.1 项目准备	- 45 -
6.2.2 项目设计与实施	- 45 -
6.2.3 项目评估	- 49 -
6.3 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学案例实施结果分析	- 50 -
6.3.1 问卷编制	- 50 -
6.3.2 学生“基于科学学科的 STEM 综合素养水平”结果分析	- 51 -
6.3.3 学生自评	- 53 -
6.3.4 小组互评	- 54 -
6.3.5 教师评价	- 55 -
6.3.6 学生访谈结果分析	- 56 -
第 7 章 总结与展望	- 58 -
7.1 研究结论	- 58 -
7.2 研究不足	- 58 -
7.3 研究展望	- 59 -
参考文献	- 60 -

附录I.....	- 63 -
附录II.....	- 64 -
附录III.....	- 66 -
附录IV.....	- 67 -
附录V.....	- 68 -
附录VI.....	- 69 -
附录VIII.....	- 70 -
致 谢.....	- 71 -

第1章 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 新时代培养创新型人才的需求

21 世纪以来,社会的进步发展对人才的培养提出了更高的要求,在新时代的大环境背景中,社会发展需要具备高素质且全面发展的复合型人才。随着全球经济的快速增长和科技的迅猛进步,世界各国正面临着前所未有的挑战与机遇。要想跟上全球化的浪潮,并在全球化的浪潮中有立足之地,就必须具备核心竞争力,国家各领域都必须不断创新和发展。教育是立国之本,强国之基。因此,当下每个国家都在改革和完善教育体系制度,旨在建强创新型“人才方阵”,以提高国家的核心竞争力。《中国教育现代化 2035》特别提出,要加速推进信息化时代背景下的教育革新进程,要求培养一流人才以及提高一流人才的创新能力^①。并且二十大报告也指出,教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑。必须坚定不移地推进以科教振兴为核心、以人才建设为重点以及以创新驱动为主导的发展战略。而随着新课程改革的深化发展,提高了对学生在创新能力和解决问题能力方面的期望和需求。所以,结合时代背景要采用更加符合时代发展的新型教学方式,在中小学课堂上应用 STEM 教育理念,推动跨学科的融合,并设计出一套行之有效的教学方案,以响应国家培养创新型人才的号召,提高学生的综合素养与创新能力。

1.1.2 “STEM 教育”成为未来教育发展的潮流趋势

在信息时代的背景下,学科分科教育的弊端逐渐显现。枯燥的教学方法正在削弱学生的学习热情,有时甚至促使他们产生对学习的抵触。传统的教学知识体系越来越难以适应未来社会对复合型人才的需求。实施多元化的综合科学教育课程,学生们不仅能广开思路,增长见识,并促进创新能力的提升。通过整合学科内容和采用多样化的教学手段,综合科学课程极大地丰富了学生的学习资源和方法,这对提高学生的综合科学素养至关重要。同时,由于学生个体在学习基础和能力上存在差异,从而也影响到学生综合能力的培养,这需要教师因材施教根据每个学生的特点和需求来制定个性化的教学策略,以确保不同质学生的综合能力都能得到均衡发展。传统的教学模式已经无法满足当前培养学生综合能力的需要,现代社会急需具备综合素养的创新型人才。针对综合型、创新型人才的培养已刻不容缓,因此,STEM 教育应运而生^②。2017 年发布的《中国 STEM 教育白皮书》表明,目前中国在 STEM 教育领域呈现出快速增长的发展态势。随着 STEM 教育在全球范围内的认可度日益提升,STEM

^① 中共中央国务院.印发《中国教育现代化 2035》[N].人民日报,2019-02-24(001).

^② 曹小先,郭传杰,江崇廓,刘乃泉.培养创新人才的关键是更新教育观念[J].中国高等教育,2009,(21): 31-33.

教育也逐渐成为引领未来教育发展的重要趋势^①。为了推动这一进程,我国在2021年4月于北京隆重召开了第四届中国STEM教育发展大会,旨在贯彻落实《中国教育现代化2035》的指导思想,并积极探索培养创新人才的有效途径。鉴于我国对于科技创新领域的人才渴求,教育领域对STEM教育的重视程度也不断提高,特别是在《教育信息化“十三五”规划》中明确指出,应充分利用信息技术手段,去探索STEM教育、创客教育等新型教育模式的应用,以增进学生对信息技术的掌握提高信息素养,并激发他们的创造力和创新能力。

综上所述,STEM教育在我国的发展已成为一种不可逆的潮流。鉴于此,科学教育也必须紧跟时代步伐,积极地将STEM教育的理念和方法融入科学学科领域的课程体系之中。

1.1.3 项目式学习符合小学科学课程要求

项目式学习(Project based Learning)亦被称作基于项目的学习,其核心理念在于以学科概念和原理为基础,并利用多种资源的整合,在现实生活的情境中寻求解决实际问题的新型学习模式。它主要由四大要素构成,分别是内容、活动、情境和结果^②。当下,项目式学习已引起国际国内众多学者的持续关注与深入探讨,研究表明此模式对于提升学生的综合能力颇为有益,并在各类学科教学中得到了较为深入的应用。项目式学习倡导教师在尽可能贴近现实问题的情境中开展教学,这一理念显著提升了学生在学习过程中的积极参与度和主体地位。学生在传统的教育模式中往往扮演被动的知识接受者角色,但现在他们正逐渐转变为积极的知识探索者,实现了从“要我学”到“我要学”的转变。新课程改革旨在改变传统的“一言堂”“填鸭式”教学方法,推崇能够激发和提升学生学习兴趣与主动性的教学模式。教师在推动教学活动过程中,应选择一定的策略让学生能够积极投身于探索性学习之中,唤醒学生的主动探索精神,帮助他们成为真正的学习主导者。由此可见,体现以学生为中心的项目式教学方式正在被推广^③。因此将项目式学习融入科学教育中符合新课程改革的要求,可以开展STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计与实践研究。

1.2 研究目的与研究意义

1.2.1 研究目的

本研究立足跨学科融合发展视角,运用STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学学习活动框架进行教学,旨在增强学生的STEM综合素养(包括STEM素养水平及综合能力)。本研究以STEM教育理念为指导,并结合当前课程标准,进行STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计与实践研究,通过在实际课堂中进行具体的教学实践,运用实验研究的方法来检验STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计是否能够有效提高学生的STEM综合素养,为小学科学课程实践教学提供实践性参考。

^① 王素.《2017年中国STEM教育白皮书》解读[J].现代教育,2017,(07):4-7.

^② 梁宁建.应用认知心理学[M].上海:上海社会科学院出版社,2009.

^③ 刘兰辉.基于STEM理念的初中化学项目式学习设计与实践研究[D].南昌:江西师范大学,2021.

1.2.2 研究意义

1. 理论意义

融合 STEM 教育理念于小学科学课程中,意味着将数学、技术、工程以及科学等多种学科整合应用到科学课程的学习,旨在培养及转变学生的思维模式。而将 STEM 教育理念、项目式学习和小学科学课程进行融合,可以有效地培养学生科学探究能力和跨学科思维,进一步激发他们的学习热情,不仅有助于促进学生创新思维和应对复杂情境的问题解决能力的发展,还能强化他们的团队协作意识,全面提升学生对科学的理解和认识,增强科学素养。STEM 教育理念下的项目式学习为小学科学课的教学提供了新的实践途径,它突破了传统的教育模式,对于学生创造精神和动手能力的培养起到了至关重要的推动作用。

《义务教育科学课程标准(2022版)》(以下简称《标准》)突出了对学科核心素养的重视,学科核心素养即学生在完成某门课程学习后应具备的关键技能和基本素质。为了实现这一目标,教学方法的变革势在必行。基于项目的学习,作为一种创新的教育方法,以现实实际的问题情境为基础,利用跨学科知识,着重于学生主动参与活动,旨在解决真实问题。与传统的教学方法相比,STEM 教育理念下的项目式学习更为重视学生通过自主建构、吸收知识来实践学习的能力,这对于增强学生的跨学科综合能力、激发创新思维和培养创新精神和实践能力极为关键。

2. 实践意义

STEM 教育理念下的项目式学习是一种创新型的教学方法,为教师提供了一种全新的教育手段。通过实施项目式学习,不仅能加深学生对所学内容的理解,还能激发他们对科学探究的兴趣,提高协作学习的能力。这种学习方式能让学生更全面地了解世界,提高学科核心素养,找到学习科学的方法和策略,鼓励学生学习方式的创新。

在现行小学教育体系中,课程多以分科形式呈现。将 STEM 教育和项目式学习有机结合,有效地打破了不同学科间的壁垒。通过创设真实的问题情境,学生能够在一个整体性的项目中学习多学科知识,这不仅极大地激发了学生的主动学习的意愿,还点燃了他们的好奇心与兴趣火花。此外,这种学习方式还有助于提升学生的科学探究能力,培养他们的创新精神及解决实际问题的能力,从而全面提升学生的综合素养。同时,它也能有效提高课堂教学效率,改善学习效果。

尽管国内外关于 STEM 教育的核心思想、课程设计以及基于项目的学习方式的研究已相当丰硕,但将项目式学习与 STEM 教育理念相融合,特别是在应用于小学科学课程的过程中,相关研究相对较少。因此本研究在借鉴了国内外 STEM 教育与项目式学习研究领域的相关成果的基础上,结合小学科学学科实际,构建了 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计框架。期望本研究能为致力于义务教育的科学老师及工作者,提供 STEM 教育理念下基于项目式学习的教学实例,为我国小学科学教育的不断进步与发展贡献绵薄之力。

1.3 国内外研究现状

1.3.1 国外研究现状

(1) STEM 教育的研究现状

STEM 的概念最先由美国提出。1986 年,美国国家科学委员会发布了名为《本科的科学、数学和工程教育》的报告,这被视为是提倡 STEM 教育的开端^①。1996 年,美国国家科学基金会(简称 NSF)发表了一份名为《塑造未来:对科学、数学、工程和技术领域本科教育的深入剖析》的报告,针对地方政府、社区等多个层面,提供了有关 STEM 教育的相关建议,并着重强调了必须加大对从事 STEM 教育领域的企业和事业单位相关人员的培养力度^②。NSF 通过这份报告,旨在为 STEM 教育的全面发展提供明确的指导和建议,从而推动相关领域人才的培养和社会的进步。

2009 年,奥巴马政府实施了“竞争卓越”计划,并颁布《美国振兴及投资法案》的重要法令,旨在通过政策支持和资金投入,促进 STEM 教育相关领域的发展和人才培养。通过这样的布局,奥巴马政府明确将 STEM 教育置于国家发展战略的核心位置^③。2016 年,《STEM2026: STEM 教育中的创新愿景》报告总结了 STEM 教育所取得的成就与面临的挑战,并从诸如实践社区等方面,阐述了针对未来十年美国 STEM 教育的发展展望^④。2022 年,美国教育部发布《提高标准,面向所有学生的 STEM 卓越计划》,强调要进一步实施和扩大公平、优质的 STEM 教育,面向从学前教育到高等教育的所有学生,以确保他们为 21 世纪的职业生涯做好准备,并具有全球竞争力^⑤。由此可以看出,美国对 STEM 教育十分重视。

2002 年,英国政府发布了《构筑成功:罗伯特评论报告》明确提出,作为国家核心战略的教育领域,应当优先发展科学、技术、工程和技能学科^⑥,这是英国 STEM 教育的雏形。2006 年,英国教育与科技部(DfES)和贸易与产业部(DTI)联合发布了《STEM 项目报告》,该报告提倡各行业应协同努力推进 STEM 教育的发展与实施。2017 年,英国首相特蕾莎发布《工业发展战略绿皮书》,旨在通过增强对科学领域及研究和创新的投资,提高 STEM 教育的整体质量和水平^⑦。

2016 年,澳大利亚著名的教育家马克·哈克林教授在一次访谈中表示,澳大利亚为了解决存在的显著结构性差异,正致力于通过高标准的科学、技术、工程和数学教育,来培养

^① 崔鸿,朱家华,张秀红.基于项目的 STEAM 学习探析:核心素养的视角[J].华东师范大学学报(教育科学版),2017,35(04): 54-61+135-136.

^② National Science Foundation. Shaping the Future: Strategies for Revitalizing Undergraduate Education[R]. Proceedings from the National Working Conference, 1996.

^③ 杨光富.奥巴马政府 STEM 教育改革综述[J].中小学管理,2014(04): 48-50.

^④ Elementary and Secondary STEM Education[EB/OL].(2021-07-08)[2022-10-17]

^⑤ 朱荣歌.美国:实施公平而有质量的 STEM 教育[J].人民教育,2023,(01): 39.

^⑥ HM Treasury.Final Report of Sir Gareth Roberts' Review[EB/OL][2002-04-05].

^⑦ HM Government. Building our Industrial Strategy: green paper[EB/OL].[2017-01-23]

具有跨学科知识和技能的人才。与此同时,澳大利亚正在逐步加强对 STEM 教育的重视^①。为此,澳大利亚政府在财政上大力支持学校教学建设,以提升本国科学和数学教育的质量,并推动 STEM 教育的发展。显然,出于增强国家的国际竞争能力和应对对高素质人才的迫切需求,澳大利亚政府提升了对 STEM 教育的重视提高,并加大了对 STEM 教育的关注度。

综上所述,不仅澳大利亚,包括美国、英国等在内的多个国家都对 STEM 教育给予了高度重视,并进行了相关的深入研究。从长远视角来看,世界各国正致力于 STEM 教育的推进,STEM 教育的发展已成为一个强劲且持续的发展趋势。所以加强 STEM 教育的发展不仅是必要的,也符合国际对教育革新的期待和要求。

(2) 项目式学习的研究现状

在教育理论领域,杜威首先在 20 世纪初期提出了“做中学”的学习模式。后来,得益于 Cooper 等其他专家的持续贡献与研究,项目式学习理论逐步建立并完善^②。关于项目式学习最早的定义,是克伯屈 1918 年在哥伦比亚大学发表的《设计教学法》一文中提出“项目方法(The project method)是指在教育过程中有目的、有意义行为的使用^③”,此文正式阐述了项目设计教学法的基本主张。

国外非常重视项目式学习的研究,为促进项目式学习的可持续发展,对项目式学习的各个方面进行了深入挖掘。例如,丹麦的奥尔堡大学在实际推进项目式学习时,注重确保范围必须涵盖所有学科以及全体师生,因此取得了显著的研究成果。此外,国外还涌现了一些专门研究项目学习的专业机构,尤其是享有较高威望的巴克教育研究所(BIE),其宗旨是为教师、学校和地区提供专业和有效的服务,包括提供技术咨询和支持,促进项目学习的推广;巴克教育研究所还旨在帮助教师发展项目学习的实践技能,并提供一个交流思想和研究的论坛。

目前,国外对于项目式学习的研究领域已形成较为完善的研究体系。无论是在理论分析还是应用实践方面都已取得了大量的研究成就。研究内容主要集中在项目内容选择、教学的实际应用及影响,以及技术支持等方面^④。Debelak 等人在讨论如何挑选项目主题时,特别强调了考虑项目的难度、普遍性和可完成性等关键要素^⑤。Foulger and Jimenez-Silva 将项目式学习融入于英语学科教学实践中,并进行了群体案例分析,研究表明通过在英语学科教学过程中采用项目式学习,学生的写作能力有显著提升^⑥。

^① 马克·哈克林,任杰.优化科学中心对 STEM 教育的贡献[J].自然科学博物馆研究,2016,(04): 11-16.

^② 张华.论“设计本位学习”[J].教育发展研究,2006(23): 1-7+13.

^③ Kilpatrick W H. The Project Method:The Use of the Purposeful Ace in the Educative Process[J]. The Teachers College Record, 1918, 19(4): 319-335.

^④ 彭迪.基于项目式学习的 STEM 课例教学模式研究[D].青岛:青岛大学,2021.

^⑤ Debelak, K.A.;J.A Roth.Chemical process design:an integrated teaching approach[J].ChemicalEngineering Education, 1982, 16(2): 72-75.

^⑥ Foulger T S, Jimenez-Silva M.Enhancing the writing development of English language learners: Teacher perceptions of common technology in project-based learning[J].Journal of Research inChildhood Education, 2007, 22(2): 109-124

综上所述，国外专家和学者在项目式学习领域的探索开始较早，且已取得较为丰富的研究成就。

1.3.2 国内研究现状

（1）STEM 教育的研究现状

随着 STEM 教育在国际教育领域受到了广泛的关注和重视，我国教育学者们也开始思考如何将 STEM 教育整合进我国的教学体系之中。在中国知网以“STEM 教育”为主题词进行检索，截至 2023 年 12 月，共检索到 6406 篇文献，得到图 1-1。从图我们能看到，国内 STEM 教育开始出现的时间为 2009 年。我国学者姜峰在《美国竞争法》这篇文章中首次提到了 STEM 教育，这是我国关注 STEM 教育的开端^①。目前，我国在 STEM 教育领域展开的研究工作主要聚焦于三个方面^②：首先是对 STEM 教育理论的深入探讨，具体包括其起源、发展历程和教育内涵的阐述；其次是关于 STEM 教育的创新融合研究，包括 STEM 教育的实施方式，以及与其他学科整合的策略；最后是对我国 STEM 教育发展中相关政策的分析解读。

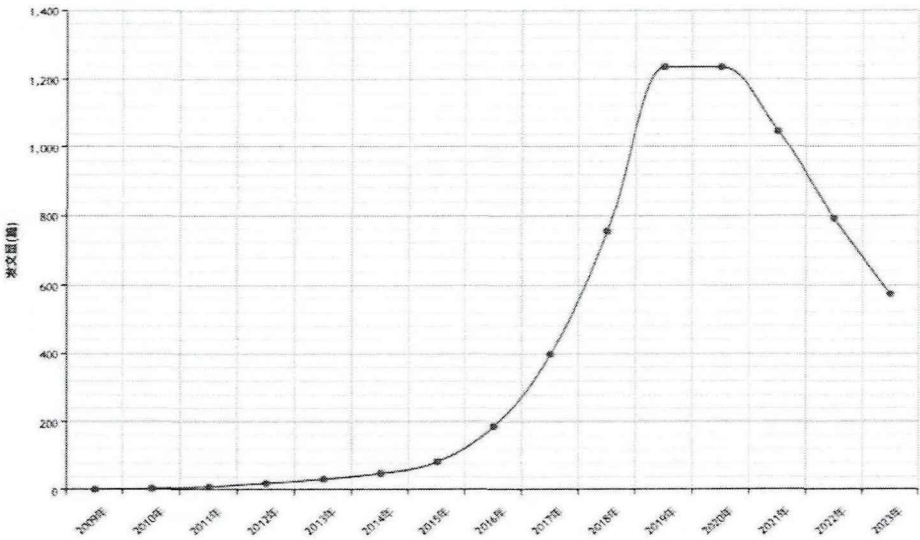


图 1-1 STEM 教育国内文献数量趋势图

①STEM 教育的理论研究

关于 STEM 教育的理论探讨主要集中在两方面：

一是我国学术领域对国外 STEM 教育理念的引入与阐释。上官剑、李天露等在《美国 STEM 教育政策文本述评》一文中，整理了自 2006 年至 2015 年，美国政府自上而下推出的 STEM 教育关键政策，并对这些政策的特征进行了分析，涉及的内容包括 STEM 教育的目标设定与评价机制、教育公平性政策等这对我国借鉴国际 STEM 教育经验从而发展适合本

^① 姜峰，王新俊.《美国竞争法》述评[J].外国中小学教育，2009，(01)： 64-65+14.

^② 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，(04)： 71-78+105.

国的 STEM 教育具有十分重要启示^①。孙维、马永红等在《欧洲 STEM 教育推进政策研究及启示》一文中,梳理分析了欧洲各国关于 STEM 教育推进政策和项目实施情况,总结出英国、法国等欧洲国家关于 STEM 教育推进政策主要的特征:多国家和部门联合协作、重视“科学资本”的作用、利用各种渠道宣传 STEM 项目、STEM 教育置于社会和生活之中的实践教学等。通过借鉴欧洲 STEM 教育推进政策,进而提出我国发展 STEM 教育的建议^②。

二是对 STEM 内涵的不同解读。通过梳理文献发现我国学者关于 STEM 教育的含义的理解可概括为三个主要观点:首先,一些学者将 STEM 教育视为整合科学、技术、工程和数学学科知识的综合课程;其次,有观点认为,STEM 教育要在学习其相关独立学科(科学、技术、工程和数学)知识的基础上,应进一步学习能覆盖这些领域的整合知识体系,即被视为一种后设课程;最后,还有专家将 STEM 教育定义为一套教育方法或教学策略,强调采用探究式、问题解决式和项目导向式学习等多种手段,以培养学生对 STEM 领域深层知识与能力的理解和掌握^③。

②STEM 教育的教学模式与应用研究

当前中小学教学普遍实行分科教育,这或许在某种程度上限制了学生发展跨学科的思维能力。STEM 教育作为新课程改革浪潮的产物,已经开始成为改变传统教学组织方式的一个重要趋势。

余胜泉、胡翔在《STEM 教育理念与跨学科整合模式》一文中,分析了 STEM 教育的九个核心理念及三种跨学科整合的取向的基础上,提出了跨学科整合项目设计模式。确保学生在进行项目完成或问题解决时,能得到多种资源和工具,并获得必要的学习支持。此外,为了促进学生将所学知识系统化与迁移,项目或问题解决后,会提供相关的加强训练^④。

赵呈领等人在《一种整合创客和 STEM 的教学模型建构研究》一文中,基于建构主义与创新理论,提出了创客—STEM 教学模式,该模式主要包含四个教学环节:基础知识学习、制作标准与评价项目创作、成果展示与评价。创客—STEM 教学模型的建立有利于培养学生的创新意识、处理复杂难题的能力以及跨学科创新能力^⑤。

朱珂、贾鑫欣在《STEM 视野下计算思维能力的发展策略研究》一文中提出,为了更好地实施 STEM 教育,需要在教学过程中发挥学生的计算思维能力,可以通过确定、规划、尝试解决方案、修改、交流,五个步骤来锻炼计算思维能力^⑥。该模式有利于培养学生解决综合应用问题的能力,提高学生的创新能力、运用计算思维解决问题的能力。

④STEM 教育的政策解读

由于 STEM 教育理论探索与实践应用的不断推进,我国政府也给予了极大关注,不仅召开了一系列 STEM 教育会议还推出了相应政策,建立了致力于 STEM 教育的研究机构,

^① 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,2015,38(02): 64-72.

^② 孙维,马永红,朱秀丽.欧洲 STEM 教育推进政策研究及启示[J].中国电化教育,2018(03): 131-139.

^③ 卫童.STEM 背景下初中机器人课程设计与实践研究[D].陕西师范大学,2020.

^④ 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,2015,21(04): 13-22.

^⑤ 赵呈领,申静洁,蒋志辉.一种整合创客和 STEM 的教学模型建构研究[J].电化教育研究,2018,39(09): 81-87.

^⑥ 朱珂,贾鑫欣.STEM 视野下计算思维能力的发展策略研究[J].现代教育技术,2018,28(12): 115-121.

旨在推进 STEM 教育与本土实践相结合的进一步研究。

2012 年 11 月 24—27 日,我国成功举办了第二届国际 STEM 教育应用会议,此次大会旨在是建立一个优秀的教育学术交流平台,便于国内外从事 STEM 教育研究的专家与学者之间进行交流与合作^①。随着交流和合作的不断深入,国内多个地区开始陆续开展针对小学生的科普类 STEM 活动,STEM 教育正向着科技教育方向发展。

2017 年 6 月 20 日,中国教科院发布了《中国 STEM 教育白皮书》,总结了我国 STEM 教育实施的成效及存在的问题并提出了《中国 STEM 教育 2029 行动计划》强调,STEM 教育应融入至国家创新人才发展战略;STEM 教育是一场国家终身学习活动;STEM 教育是面向所有学生的培养综合素质的载体;STEM 教育构成了一个跨越不同学科和教育阶段的连贯课程群;STEM 教育促进了社会各界共同投身于一项教育创新的实践活动^②。《中国 STEM 教育白皮书》的推出是我国 STEM 教育研究日趋本土化、全方位、系统性及专业性发展的象征。

2019 年 10 月 19 日,我国发布了《中国 STEM 教育调研报告》^③,从报告中我们了解到我国许多地区、学校和机构,已经开展了一系列 STEM 教育的研究、实践和探索,初步形成了中国 STEM 教育发展的新气象,即探索适合我国实际的 STEM 发展路径。

2023 年 11 月 9 日,第 42 届联合国教科文组织大会通过一项决议——在中国上海设立教科文组织国际 STEM 教育研究所。国际 STEM 教育研究所的设立为我国与国际 STEM 教育交流合作提供了便利,助推我国 STEM 教育教学改革深入发展,增进科技领域创新型人才培育的素质,提升教育现代化水平,同时也有利于我国与国际社会分享中国 STEM 教育的理念与实践,为全球教育发展贡献中国智慧、中国力量^④。助推我国 STEM 教育和教学革新深入发展,增进科技领域创新型人才培育的素质。

综上所述,2009 年以来,我国在国家政策和专家学者研究成果方面进行了诸多探索,高度重视 STEM 教育的发展。STEM 教育是未来发展的重要趋势,对中国教育教学创新的重要性日益凸显。

(2) 项目式学习的研究现状

使用“项目式学习”作为主题词在中国知网上进行了搜索查询,截至 2023 年 12 月,共检索到 5964 篇文献,得到图 1-2。根据对现有文献的综合分析,自 2006 年以来,项目式学习相关的研究文献数量呈现出明显的逐年递增态势。这一趋势充分表明,在过去十几年间,我国学者对于项目式学习的研究兴趣与研究投入在持续增强,并已在该领域取得了显著的研究成果。

^① 第二届 STEM 教育应用国际会议将于 2012 年 11 月在北京召开[J].现代远程教育研究,2012(03): 18.

^② 王素.《2017 年中国 STEM 教育白皮书》解读[J].现代教育,2017,(07): 4-7.

^③ 科学教育研究中心.中国 STEM 教育调研报告[EB/OL].[2021-08-29].

^④ 曹建.《国际 STEM 教育研究所落户上海 助力提升科技创新人才培养质量》[N].中国青年报,2023-12-21.

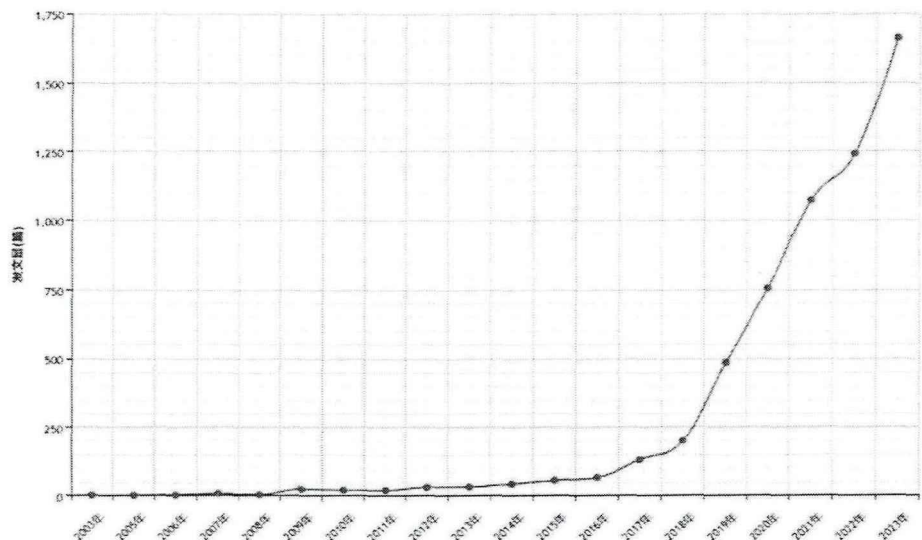


图 1-2 项目式学习国内文献数量趋势图

从文献内容来看，项目式学习的研究层次主要分布在中等教育、初等教育、教育理论与教育管理、外国语言文字、计算机硬件技术等研究方面，无论理论分析还是实践应用方面均获得了显著成果，研究成果的层面分布见下图 1-3 所示：

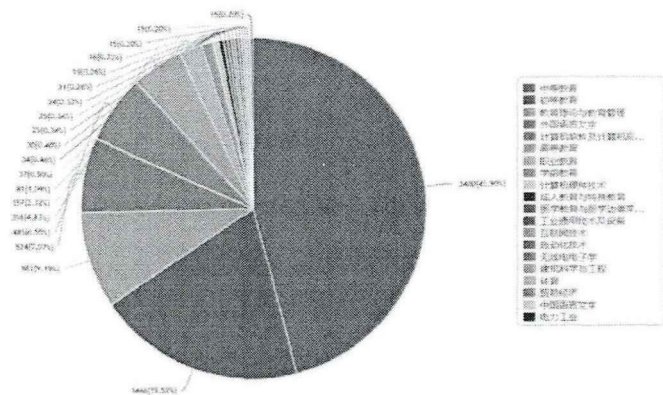


图 1-3 “项目式学习”研究层次分布图

国内项目式学习的研究相对国外起步较晚，综合梳理文献之后发现研究内容主要集中在以下几个方面：

①关于项目式学习概念的研究

吴晗清、穆铭在《科学领域核心素养达成的利剑：融合理化生的项目式学习》一文中指出：项目式学习强调将理论知识与实践操作相结合，并在真实情境中解决问题或完成任务。相较于传统的教学模式，项目式学习是开放的、真实的，能够引导学生积极地去探索和发现，从而激发学生的学习兴趣，从而培养与发展学生的基础知识、综合能力及精神品质^①。

胡红杏在《项目式学习：培养学生核心素养的课堂教学活动》一文中认为项目式学习具备几个显著特征：问题的导向性、合作性、探究性、情境的真实性以及评价的综合性（涵盖过程与结果）。并从以上特征出发，将项目式学习定义为一种以课程标准为基石，通过小组

^① 吴晗清，穆铭.科学领域核心素养达成的利剑：融合理化生的项目式学习[J].教育科学研究，2019(01): 50-54+60.

合作的形式对真实问题进行深入探究的教学活动。这种学习方式旨在帮助学生掌握学科的核心概念和原理,同时培养和发展其创新意识及一定的学科能力。在实施项目式学习时,教师从以往的知识传授者转变成知识学习的引导者,而学生则从被动的知识接受者转变为主动的知识探索者^①。

夏雪梅通过《项目化学习设计:学习素养视角下的国际与本土实践》一文,对项目化学习给出了新的阐释。她认为,学生在一定的教学时间内,针对涉及跨学科知识的驱动性问题展开一系列持续而深入的研究探索活动,这种方式称之为项目化学习。在这一过程中,学生需综合运用各种知识技能以及情感品质,创造性地解决问题并制作出项目作品。通过这种实践活动,学生不仅能深刻理解和掌握相关学科的核心概念,还能在新的情境中灵活运用这些知识进行迁移^②。

综上所述,国内学者在界定项目式学习时,往往倾向于从过程性视角进行阐释。他们强调情境的真实性,并认为在问题解决或项目制作的实践过程中,学生的知识技能、情感态度以及综合能力等方面都能得到有效提升。这种学习方式不仅有助于学生深入理解和掌握相关学科知识,还能培养他们的创新意识和团队协作能力,从而更好地适应未来社会的需求。

②关于项目式学习的教学模式的研究

张文兰等人在《网络环境下基于课程重构理念的项目式学习设计与实践研究》一文中,深入探讨了如何利用网络环境来增强项目式学习。从国家课程项目式重构的理论视角切入,提出了一种网络环境下基于课程重构理念的项目式学习模式,并透过实际教学案例,详细阐述了该模式从项目设计、项目实施、项目评价以及项目实施效果等多个方面在基础教育领域中的实际应用与效果^③。

明洁,刘革平在《基于 Sakai 平台的项目式学习模式研究》一文中,创新性地将项目式学习与 Sakai 网络教学平台相融合, Sakai 平台集成了课程管理、学习及协作研究等多重功能,为项目式学习提供了强大的支持。并构建了基于 Sakai 平台的项目式学习新模式,并详细构建了该模式下的六个核心步骤,包括:项目选择、计划制定、活动探究、作品创作、成果分享及活动评估。借助 Sakai 平台,教师可以创设逼真的学习情境,从而显著增强学生在学习过程中的交流与合作。同时也有助于教师更全面地记录和追踪学生的学习进程。该模式的构建对学生信息素养的提升以及认知和创造力的培养具有深远的实践意义^④。

综上所述,项目式学习模式大多是从确定项目主题开始,强调学生在学习过程中的交流与合作,重视项目作品制作和成果展示。同时,也注重对现代信息技术利用,最大限度地开发课程资源,从而拓宽学生的学习视野,加深学生对学习内容的理解,推动学生创新能力、协作学习能力和实操能力等的发展。

^① 胡红杏.项目式学习:培养学生核心素养的课堂教学活动[J].兰州大学学报(社科版),2017,45(06):165-172.

^② 夏雪梅.《项目化学习设计:学习素养视角下的国际与本土实践》[M].北京:教育科学出版社,2018:10.

^③ 张文兰,张思琦,林君芬等.网络环境下基于课程重构理念的项目式学习设计与实践研究[J].电化教育研究,2016,37(02):38-45+53.

^④ 明洁,刘革平.基于 Sakai 平台的项目式学习模式研究[J].西南农业大学学报(社会科学版),2011,9(10):191-194.

③关于项目式学习评价的研究

桑国元, 蔡添在《项目式学习中的学生评价》一文中, 聚焦项目式学习中的学生评价, 借鉴国际经验, 对项目式学习中的学生评价加以分析, 总结梳理了项目式学习评价相关的实践经验: 一、强调学生评价主体的多元化。如: 开展学生自我评价、教师评价和学科领域专家评价等, 同时鼓励家长参与学生评价, 推动家校合育; 二、在进行学生评价时, 需要重点考虑两个量化方面: 学生在特定学科内或跨学科项目中所表现出的知识技能以及所展现的多样化核心素养能力。三、提倡如量化评价和质性评价等多元化评价方法^①。

邵伟琳在《中学信息科技项目活动中学习评价的探索与实践》一文中, 强调了培养学生自主学习和探究能力的重要性。她提出, 为达到这一目标, 可以引导学生利用所学知识去解决真实情景中的问题。对于学习评价, 她主张, 在评估学生学习时应注重评价主体的多元化, 如涵盖学生自我评价、同伴评价以及教师的评估。同时, 她提倡采用多元的评价方法, 如展览报告、项目作品制作等, 以此激发学生的学习兴趣并确保评价过程的公正性^②。

樊爱宛等人在《基于项目学习模式的教学绩效评价研究》一文中, 以《计算机网络原理》这门课程为研究案例, 选取了一百名选修该课程的学生作为调研样本。运用问卷调查的方式对采纳项目学习模式的教学效能进行了实证性分析, 在假设证明和假设重要性的排序基础上, 构建并实施了一套绩效评估体系。实证结果表明, 项目式学习模式对于计算机网络课程的学习十分有效, 显著地提升了教学品质^③。

综上所述, 通过对我国项目式学习评价研究领域相关文献的梳理与分析, 为本研究提供了重要的参照和启发, 如评价主体应该是多元的, 以及倡导将多种评价方式相结合等。这些宝贵的经验和洞见, 无疑为本研究的深入进行提供了重要的理论支撑和实践指导。

(3) 项目式学习在小学科学教育中的应用研究

在中国知网以“项目式学习” and “小学科学”为主题词进行检索, 截至 2023 年 12 月, 共检索到 152 篇文献, 得到图 1-4。从图 1-4 可以看出从 2018 年以来, 呈现出逐年上升的趋势, 由此可见, 近年来我国学者对于项目式学习在小学科学教育中的应用研究逐年上升, 也取得了一定的成就。

^① 桑国元, 蔡添.项目式学习中的学生评价[J].教学与管理, 2021(31): 1-4.

^② 邵伟琳.中学信息科技项目活动中学习评价的探索与实践[J].上海师范大学学报(基础教育版), 2008, 37(03): 128-132.

^③ 樊爱宛, 潘中强.基于项目学习模式的教学绩效评价研究[J].黑龙江科技信息, 2011 (02): 202.

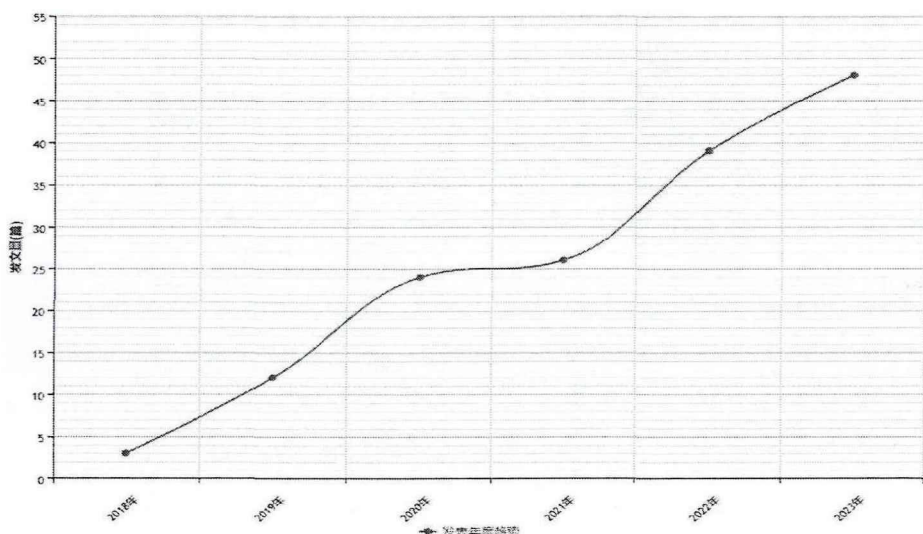


图 1-4 项目式学习应用于小学科学教育研究文献趋势图

从文献内容上来看,项目式学习在小学科学教育中研究主题主要有项目式教学、教学设计、应用研究等研究主题分布如图 1-5 所示:

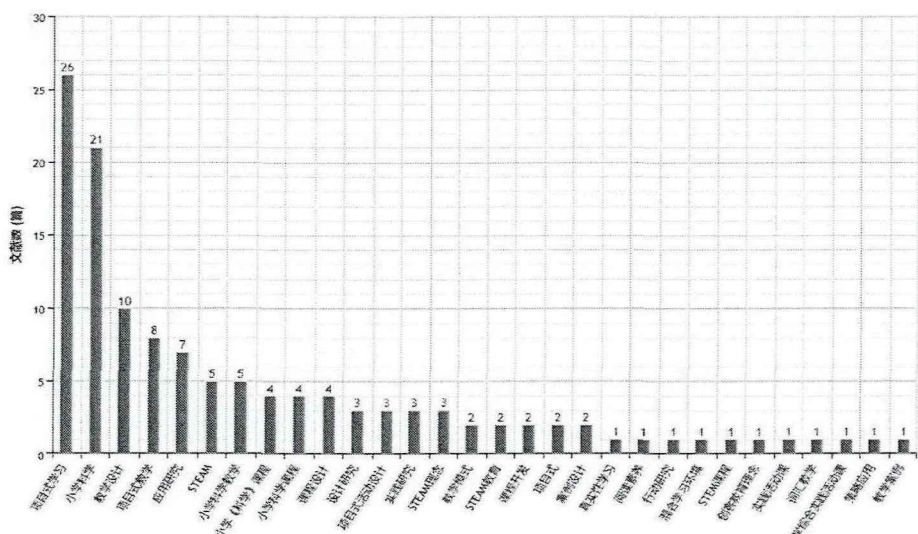


图 1-5 项目式学习应用于小学科学教育研究主题分布图

经过分析查阅到文献资料,可以将它们根据研究的具体领域和主题而进行分类,大致可以概分为三个主要类别。第一类主要是将项目式学习整合进小学科学课堂的模式研究,这方面的探讨集中于构建小学科学教学的项目式模式,探索如何实施项目式学习于日常课堂,并考量其教学效果的评估标准。这一类的代表文献是杨雪怡的《小学科学项目式学习教学设计与实践研究》^①、张红艳等人的《基于项目式教学模式的小学科学课程教学设计》^②。第二类:第二类研究关注的是项目式学习与小学科学教育内容的结合。这类研究方法不仅将教科书中的知识点融入项目式学习中,而且对这些内容进行了重构。旨在深化项目式学习在实际教学活动中的应用价值。在这一领域,潘伟锋《小学科学教学中项目式学习的实践与思考——以

^① 杨雪怡.小学科学项目式学习教学设计与实践研究[D].广西师范大学, 2022.

^② 张红艳, 谭婷. 基于项目式教学模式的小学科学课程教学设计[J]. 数字教育, 2019, 5(03): 79-84.

“轮子”教学为例》^①一文,文中以“制作轮子”为例设计了一套项目式教学方案,并通过实际操作来验证该方案的教学效果。其他的还有戴晓娟的《STAEM 理念下的小学科学课程项目式学习教学初探——以“做一块手工肥皂”为例》、黄申友的《小学科学项目式学习设计及优化策略——以“创意小乐器”项目为例》^②等也都体现了这一研究方向。第三类:将项目式学习与 STEM 教育的融合,这类研究是针对小学科学教育开设的 STEM 项目课程,将 STEM 教育与项目式相融合,以便更灵活地开展科学活动,提高学生学习科学课程的兴趣以及培养学生的跨学科知识运用能力。这方面的代表文献是刘雪英的《基于知识地图的 STEM 项目式教学设计与应用研究》^③、胡雪涵的《基于项目式学习的小学 STEM 课程开发研究》^④、王健博乐的《基于 STEAM 理念的小学科学课程项目式活动设计与应用研究》^⑤。

通过分析相关文献,在小学科学教育中融合项目式学习的应用和研究,取得了以下的成果:将项目式学习整合进科学教育之中不仅丰富了学生的理论学识,也同步提升他们的实践技能;而通过融入 STEM 教育理念来设计和实施科学课程,以便更灵活地开展科学活动,提高学生学习科学课程的兴趣以及培养学生的跨学科知识运用能力,更有效地激发了学生的好奇心和探究欲望。总结已有的研究发现:目前,关于在小学科学教学中整合项目式学习的研究,我国仍需进一步深化。例如,现有研究表明项目式课程更多地开设于经济发达地区的学校中,而经济较弱的区域则较少参与;同时,教学案例的选择偏向于小学的高年级学段,忽视了中低年级学生在科学学习中实施项目式教学的可能性和必要性。

1.3.3 研究述评

在整理分析了 STEM 教育理念、项目式学习国内外研究现状及项目式学习在小学科学教育中的应用情况后发现,STEM 教育理念、项目式学习都是当下研究的热点,国外对 STEM 教育理念和项目式学习的探索起步较早,并且已经发展到较为成熟的阶段。总体来说,理论探究方面广泛覆盖了构建理论框架、开发教学策略以及建立评价系统等诸多领域。然而在实践层面的应用和实践研究还不够全面,大部分研究依旧局限于综合实践教学运用层面,这还需要进一步的拓展和深化^⑥。因此,考虑到信息化时代发展的需求及综合型人才培养的需要,为了强化学生的跨学科知识融合和综合能力,进行了 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计与实践研究。

^① 潘伟锋.小学科学教学中项目式学习的实践与思考——以“轮子”教学为例[J].教师教育论坛,2020,33(02):55-57.

^② 黄申友.小学科学项目式学习设计及优化策略——以“创意小乐器”项目为例[J].科教导刊,2021,(36):61-63.

^③ 刘雪英.基于知识地图的 STEM 项目式教学设计与应用研究[D].曲阜师范大学,2021.

^④ 胡雪涵.基于项目式学习的小学 STEM 课程开发研究[D].西南大学,2021.

^⑤ 王健博乐.基于 STEAM 理念的小学科学课程项目式活动设计与应用研究[D].东北师范大学,2019.

^⑥ 石翠维.基于 STEM 教育理念的初中信息科技项目式学习活动设计研究[D].河北科技师范学院,2023.

1.4 研究内容与研究方法

1.4.1 研究内容

本研究旨在通过将 STEM 教育、项目式学习与小学科学课程相结合,设计 STEM 教育理念基于项目式学习的小学科学项目式教学流程,并将其运用在实际教学中。并付诸实践教学验证其效果。具体研究内容如下:

(1) 系统梳理阅读国内外关于 STEM 教育及项目式学习的文献资源,总结两者的核心内涵、关键特征。在此基础上,进一步了解了 STEM 教育和项目式学习在国内外学术界的热点,为本次研究的深入开展提供了坚实的理论支撑。

(2) 建构 STEM 教育理念下的项目式教学设计框架。通过了解项目式学习核心步骤与关键元素,提出 STEM 教育理念下的项目式教学设计原则。针对小学科学课程特征结合项目式学习的基本流程,构建 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计流程。

(3) 设计并实施 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学案例。在 STEM 教育理念的项目式教学设计流程的基础上,聚焦四年级学生的认知发展水平,结合小学科学课程要求以及教材特色,选择适宜的教学内容开展项目式学习实践。本研究的案例设计依据“教科版四年级上册”中第三单元的《运动与力》教材内容,并采用项目式学习作为教学手段来开展相应的教学实践。

(4) 综合评估学生在接受 STEM 教育理念下的项目式学习后所取得的学习成效及反馈意见。研究采用问卷调查方式收集数据,借助 SPSS 数据分析软件确保对所得数据进行严谨、精确地处理与分析,旨在得出科学严谨的结论。此外,结合学生的自我评价、组内互评、教师课堂观察记录以及课后个体访谈等多元评价手段,深入观察并分析学生在进行项目式学习活动时的具体表现和所表达的情感反映,以便制定出针对性的策略,从而未来科学课堂教学的优化提供有针对性的建议。

1.4.2 研究方法

本研究主要有四种方法:

1.文献研究法

本研究通过利用中国知网、谷歌学术等资源深入了解分析了国内外 STEM 教育、项目式学习等领域的研究成果,旨在发现当前研究的不足之处,并探寻值得借鉴的观点与成果,有助于更全面地了解该领域的研究现状。在充分吸收和借鉴前人研究的基础上,总结提炼了相关的设计理念、原则和流程,为 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计框架提供坚实理论支撑。

2.问卷调查法

本研究通过对学生发放调查问卷,并通过用 SPSS 对问卷的可靠性进行检测,进行质和量的研究与分析。了解学生在通过 STEM 理念下的项目式学习体验后的成效,并评估这种新型的学习方式如何影响学生在 STEM 综合能力发展。

3.访谈调查法

对银川市 X 小学的两名教学经验丰富的科学教师进行访谈，了解其对于 STEM 教育理念、项目式学习的认识以及是否有在实际课堂教学中使用项目式教学。同时，了解当下科学课堂实际教学情况等。

4.实验研究法

笔者在查阅相关文献资料的基础上，结合 STEM 教育理念与项目式学习理论，进行了 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计，并且在银川市 X 小学开展了实际教学实验。通过对实际教学活动的实施观察及对教学成效的评估分析，增强了 STEM 教育理念下的项目式教学的可操作性和说服力，为从事科学教学的基层教师提供实践借鉴。

1.5 研究思路

本研究共分为五个阶段。第一个阶段为理论分析。以大量文献分析整理为依托，归纳整理 STEM 教育与项目式学习的国内外研究现状，并在界定核心概念同时提出切实的研究思路与方法。第二个阶段为实地现状调查。此阶段基于初步的理论分析，设计针对本次研究的问卷和访谈大纲，为后续调研做好准备。此后，以银川 X 小学为例开展实地调研，运用问卷调查、访谈等多种方法剖析目前小学科学项目式学习现状。第三个阶段为设计阶段。分析小学科学课程的特征，根据前期的调查结果设计 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计流程。第四个阶段为教学案例的实施与分析。实施前述教学流程运用到科学课堂教学中并开展实地验证分析。第五阶段是总结，对本研究进行研究总结和展望（具体如图 1-6 所示）。

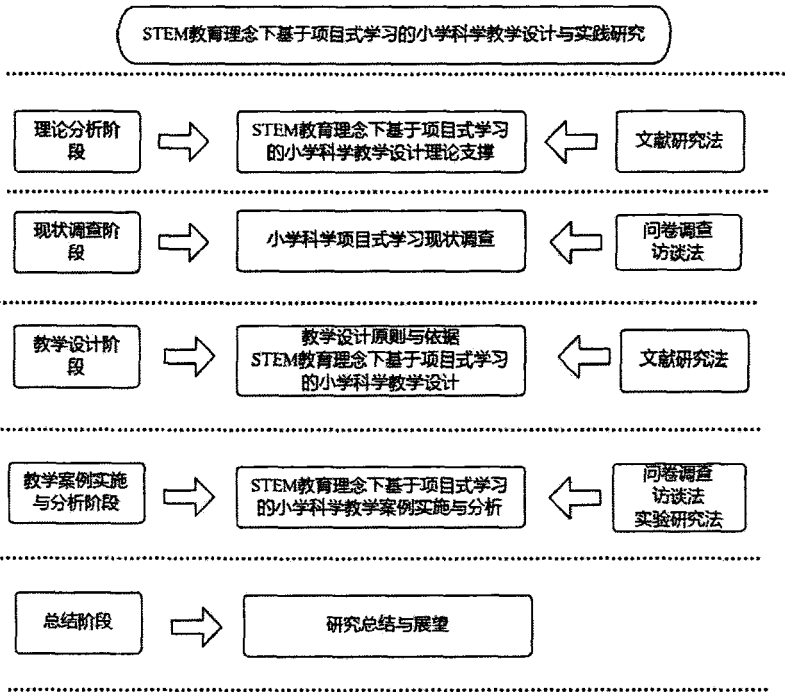


图 1-6 研究思路图

第2章 概念界定及理论基础

2.1 相关概念界定

2.1.1 STEM 教育

STEM 教育是科学 (S)、技术 (T)、工程 (E) 和数学 (M) 四门学科的英文首字母的缩写, 其内涵在学术界却有着多样的解读。通过查阅相关文献发现不同学者对 STEM 教育的理解各有千秋。例如, Anne Jolly 在其著作中提出, STEM 教育是一种依托工程方案设计, 运用科学和数学知识来应对现实挑战的跨学科教学方法^①。而我国学者赵慧臣则强调, STEM 教育应以数学为基石, 从工程和艺术的双重视角去解读科学和技术, 通过多学科融合的方式, 把各种不同领域的课程整合起来, 以此培养能够推动现代社会进步的高质量人才^②。20 世纪末, 学术界将“元学科”这个词引入来描述 STEM, 旨在突出 STEM 教育作为科学、技术、工程和数学这四个领域综合融合的重要性。在具体教学实践中, 教师应致力推进跨学科的融合式教育, 以激发和塑造学生在团队协作和创新思维方面的潜能。当前, 我国多数学者倾向于支持傅骞教授的观点, 即 STEM 教育应以问题为导向, 重视并强调学生在学习过程中如何融合使用跨学科知识, 以此破解传统单一学科教学所导致的知识分割问题^③。

综合上述, 本研究将 STEM 教育界定为一种以科学、技术、工程和数学为核心, 多学科交叉融合的融合式教育。在此模式下, 学生以解决实际问题为出发点, 通过运用跨学科知识来探索新知, 不仅有助于培养学生的创造力、问题解决能力和创新精神, 更能通过实践和探究来加深学生对科学原理和技术知识的理解、应用与掌握。这一过程对于提升学生的创新能力以及实践探究能力具有全面而深远的影响。

2.1.2 项目式学习

项目式学习, 也被称为 PBL (Project-Based Learning 的首字母缩写), 源于美国教育家杜威倡导的“做中学”理论, 由克伯屈的设计教学法演变发展而来^④。这一教学理念历经演变与发展, 已逐渐成为教育领域的重要实践方法。该理念强调教学活动应以真实存在的问题或挑战展开, 通过精心策划的探索任务, 引导学生去发现问题解决方案。在此过程中, 学生需综合运用所学的多学科的知识与技能, 并能够有效地表达、交流和呈现自己的学习成果, 还需在整个学习进程中不断进行自我反省、评价以及适时做出调整。通过这种方式学生不仅

^① Anne Jolly. STEM by design: strategies and activities for grades 4-8 [M]. New York: Rotledge, 2016.

^② 赵慧臣, 陆晓婷. 开展 STEAM 教育提高学生创新能力——访美国 STEAM 教育知名学者格雷特·亚克门教授 [J]. 开放教育研究, 2016, 22(05).

^③ 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(04): 71-78.

^④ 田阳阳. 基于项目式学习的 STEM 课程校本实践路径探析 [J]. 基础教育参考, 2019, 306(18): 33-36.

能够完成知识体系的建构,还能实现综合能力的提升和创新思维的发展。

而关于项目式学习的定义通过查阅文献发现学者们众说纷纭。例如,美国巴克(Buck)教育研究所将项目式视为一种系统性的教学方法,是对基于真实生活情境问题的探究过程,在整个实践活动中,学生能够获得必要的知识技能,还能在一定程度上显著提升自己的创新思维、实践操作能力以及团队协作与沟通能力^①。而我国学者黎加厚教授则认为,项目式学习是学生在参与项目的过程中,以学科为中心,通过解决问题来构建自己的知识体系^②。

综合以上观点,本研究将项目式学习定义为:在教师指导下,学生以项目为核心,通过团队协作的方式,来着手解决现实问题的探究学习。在项目式学习活动中学生不仅要掌握学科知识,还需运用跨学科的技能和合作能力,旨在培养学生的问题解决能力和创新思维。通过这种方式,让学生能够在真实环境中实现知识的建构与吸收以及自身素质的提升。

2.2 理论基础

2.2.1 建构主义学习理论

建构主义的认为,学习被视为一种非线性的、主体性鲜明的过程。强调学习不是教师单方面传递知识给学生,而是学生积极地探寻事物间内在逻辑关系、独立地构筑个性化知识结构的过程。在这个进程中,学生的思维逐步由笼统过渡到具体,形成深入的理解。在意义构建的过程中,学生首先依据自身的既往知识储备和经验背景,对新知识和待解决的问题进行个人化解读与转化,通过不断地阐释和概括,催生出新的认知见解。同时,构建主义认为,有效的学习离不开学习共同体的构建,它要求通过相互合作交流共同完成学习任务,实现知识的共建共享。另外,建构主义视知识为嵌入于现实情境之中的有机整体,而非孤立的符号或概念集合,故教师在教学实践中应着力创设与现实生活紧密相关的学习环境。

项目式学习作为一种革新性的探究性教学模式,其内在精神与建构主义学习理论高度吻合。它倡导学生能动地编织知识网络,搭建个性化的认知构架。对于本研究而言,建构主义理论提供了如下几个关键的启示与指导:首先,教师在教学设计时,应重视构建贴近现实生活学习环境,借由解决实际问题来激发学生的学习热情,同时锻炼其问题解决能力。其次,应注重设计富有驱动力的任务,引导学生以问题为引领,积极投入并亲身经历解决问题的完整过程;最后,坚守以学生为中心、教师担任引导者的教育原则,确保每个学生深度参与到学习进程之中,在团队合作的探究活动中实现知识技能、情感态度乃至价值观的全方位发展。

2.2.2 认知发展理论

对于儿童的认知发展过程,瑞士心理学家皮亚杰进行了深入的研究,他新颖地提出了儿童认知发展的四阶段理论(如表 2-1 所示)根据皮亚杰的理念,随着个体从诞生至成年的发

^① 巴克教育研究所.项目学习教师指南——21 世纪的中学教学法[M],任伟,译.北京:教育科学出版社,2008.

^② 张仙,黎加厚,鲍贤清.从“英特尔-未来教育”项目的问题设计看渗透性德育的开展[J].中国电化教育,2005(10): 54-57.

展过程中，儿童认知阶段按不同年龄的出现顺序是固定不变的。不但每一阶段有其独特的认知图式，而且认知图式的发展是一个连续不断建构的过程^①。与此同时，皮亚杰大力推崇活动教学法，非常重视活动（即动作）在认识中的作用。他主张，儿童应通过活动来主动建构知识。在教学实践中，必须高度重视儿童的活动与动作，将活动原则贯穿于教学始终。因而活动（即动作）在儿童的智力和认知发展中起着重要的作用^②。皮亚杰的理论为《科学》课程的学生活动提供了科学依据，启示我们通过开展项目式学习活动，可以有效激发儿童的多元潜能，促进他们的个性发展，并增强他们对科学学习的兴趣。

表 2-1 皮亚杰认知发展阶段

年龄段	认知发展阶段	认知特点
第一阶段 0~2 岁	感知运算阶段	通过探索感知觉与运动之间的关系获得动作经验，逐渐能够将自己与物体区分开，意识到自己的活动对环境的影响。渐渐获得“客永久性”。
第二阶段 2~7 岁	前运算阶段	能够运用表象、语言或较为抽象的符号对事物进行表征，典型特点是自我中心性、思维不可逆性以及物质不守恒性。
第三阶段 7~11 岁	具体运算阶段	逐渐掌握了守恒的概念，借助具体事物可开始运用符号进行逻辑思考，形成一系列的行动心理表象。
第四阶段 11 岁~成年	形式运算阶段	这时思维发展趋于成熟，典型特征是抽象思维得到了发展和完善。

2.2.3 实用主义理论

实用主义教学理论，亦被称作“做中学”教育理论，是由美国知名教育家杜威所提出的。此理论主张学生应通过实践、活动和经验来获取知识。根据杜威的观点，教育的本质可归结为生活、成长及经验的不断改造。具体而言，“做中学”即指个体通过参与实践、参加活动以及累积亲身经历来掌握知识，而非依赖观看他人演示、阅读资料或听从指令等间接方式^③。这一理念主张儿童应通过主动地学习活动来累积直接经验，从而凸显学生在学习过程中的主体地位。

在设计基于项目的学习环节时要充分考虑学生的思维与认知能力、既有知识经验以及学习兴趣。项目主题应紧扣学生的实际生活，以便他们能积极主动地参与到解决真实问题的实践中。将 STEM 教育理念融入小学科学项目式学习，需以实用主义教学理论为基石，确保学生在“做中学”的过程中实现知识的有效获取和应用。

^① 刘长城，张向东.皮亚杰儿童认知发展理论及对当代教育的启示[J].当代教育科学， 2003(1): 45-46.

^② 陈瑞芳，郑丽君.皮亚杰认知发展理论及其对当代教育教学的启示[J].当代教育论坛：校长教育研究，2007(5): 44-45.

^③ Reese, H.W.The learning-by-doing principle[J].Behavioral Development Bulletin, 2011, 17(1)1-19.

第3章 小学科学课程项目式学习现状调查及分析

3.1 调查方案设计

3.1.1 调查问卷的编制

为了解银川市 X 小学的小学科学课程的项目式学习情况，本研究在阅读大量相关文献及实地访谈交流的基础上，参考借鉴了张颖^①、石翠维^②的问卷设计，并进行了反复优化修改，最终编制成了《小学科学项目式学习现状问卷调查》（详见附录I）。调查问卷主要由两个核心部分构成，涵盖了小学科学项目式学习兴趣和对该学习方式的认识两个方面。整体问卷共设计了 12 道题，其中基本情况设定 2 道题，而关于项目式学习兴趣和项目式学习认识，各自设定了 5 道题，如表 3-1 所示。采用五级量表计分法，对于选项中分别赋 5-1 分。

表 3-1 调查问卷维度及题项

维度	题目	项数
基本情况	1、2	2
项目式学习兴趣	3、4、5、6、7	5
项目式学习认识	8、9、10、11、12	5
总表	1-12	12

3.1.2 访谈提纲的编制

本研究为了进一步深入了解银川市 X 小学科学课程项目式学习的具体情况，本研究编制了针对科学教师的访谈提纲，如表 3-2 所示（详见附录III）。访谈提纲的设计主要包含三个方面，分别是：评估该小学现行的科学教学状况；探讨教师对于 STEM 教育观念以及项目式学习的了解程度；教师对在课堂上关于 STEM 教育理念和项目式学习的实际应用。

表 3-2 教师访谈提纲维度及题项

维度	题目
当前小学科学教学现状	1.您认为目前学生对于科学学科的学习态度是怎样的？学生在科学课堂上的表现如何？
对 STEM 教育理念和项目式学习的认识	1.您对 STEM 教育理念和项目式教学是否熟悉？ 2.您曾经开展过 STEM 项目式教学吗？如果使用过，谈谈您的看法。
对 STEM 教育理念和项目式学习的实际应用	1.小学科学课程中，您觉得哪些单元内容适合采用项目式教学？ 2.您会愿意在未来的教学中采用 STEM 教育理念下的项目式学习活动展开教学吗？为什么？

^① 张颖.STEAM 理念下的小学科学课项目式学习研究[D].闽南师范大学, 2019.

^② 石翠维.基于 STEM 教育理念的初中信息科技项目式学习活动设计研究[D].河北科技师范学院, 2023.

3.1.3 调查实施

1. 调查对象

本次调查为后续研究做前期准备,为了更好地研究小学四年级学生科学项目式学习的情况,本次调查对象选取银川市X小学四年级1班(实验班)、2班(对照班)。在正式分发调查问卷以收集数据之前,与该校两名具有十年以上教学经验的小学科学教师进行访谈,有助于优化问卷,确保其内容能够更贴切地反映学生在科学课程中的真实学习与教学状况。

2. 调查方法

问卷调查法是根据研究的目标设计问卷内容,并针对所研究的主题和目标群体制定问卷。本研究针对银川市X小学四年级学生进行了问卷调查,成功发放并回收了有效问卷。随后对所收集到的数据进行了详尽整理与深入分析。根据调查结果揭示了相关主题所存在的问题、态度及建议等。

访谈法是根据所追求的研究目标来设定访谈的主题与维度。本研究通过与一线小学科学教师面对面深入交流,旨在更全面地了解当前小学科学项目式学习的现状。

3. 调查工具

利用 Word 设计进行问卷的问题与答案设计,并制作访谈提纲,在收集数据信息时运用“问卷星”这一平台来创建调查问卷。对银川市X小学四年级1、2班学生100人发放打印的纸质问卷并收集问卷调查结果。最后在分析数据时,利用 Excel 对收集的数据进行初步整理后,使用 SPSS 对问卷数据进行信效度检验,并整理调查结果。

3.2 调查结果与分析

本次调查,对于学生的问卷发放,采用了纸质问卷的调查形式,共发放学生问卷100份,经过统计,在所发放的问卷中,有效纸质版问卷100份,回收率100%。

3.2.1 调查问卷的信效度检验

本研究将采用 SPSS 工具来验证回收问卷的可信度与有效性,以确保问卷的真实性和有效性。

(1) 问卷信度检验

问卷的信度,即指测量过程产生的结果的一致性与稳定性,其主要目的是验证问卷中样本的可靠性,一般用 Alpha 系数来衡量信度,普遍认为有效的信度系数值应位于 0.6 至 1 之间。如果信度系数未达到 0.6 的标准,则表明数据缺乏可靠性,必须对问卷的设计进行修正后再次进行发放。在本项研究中,采用了 SPSS 软件对收集到的调查问卷数据进行了深入的统计分析。从表 3-3 中可以看出问卷各维度 Alpha 系数均维持在 0.8 以上的水平且整体的 Alpha 系数为 0.915 说明本问卷具有较好的可信度。说明该问卷所得数据可靠,可以进行下一步研究。

表 3-3 问卷的信度检验结果

量表	项数	样本量	Cronbach's Alpha 系数
项目式学习兴趣	5	100	0.918
项目式学习认识	5	100	0.883
总表	10	100	0.915

(2) 问卷效度检验

问卷的效度是指测量结果的有效程度,效度分析的目的在于检验问卷中题项设计的有效效度,对调查问卷来说显得十分重要。本研究采取 KMO 值作为问卷的效度指标,一般认为 KMO 的有效取值范围在 0.6-1 之间,数值越大,表明效度越高。本研究采用 Bartlett 球形检验和 KMO 检验的方法对问卷进行效度分析。结果如下表 3-4:

表 3-4 问卷的效度检验结果

Bartlett 球形检验和 KMO 检验		
	KMO 值	0.889
Bartlett 球形检验	近似卡方	654.227
	df	45
	p 值	<.001

该问卷的 KMO 值达到 0.889, 且其效度系数超过 0.6 的标准, 从而证明该问卷满足效度检验的要求。因此, 通过此问卷所获得的测量结果具有有效性, 可放心使用。

3.2.2 问卷调查结果统计与分析

首先进行描述性分析了, 设计所回收的 100 份有效问卷中 3-12 选项, 具体结果如表 3-5 所示。

表 3-5 问卷各题项描述性统计

题项	样本量	极大值	极小值	中位数	均值	标准差
@3	100	5	1	3.00	3.17	1.035
@4	100	5	1	3.00	2.83	1.173
@5	100	5	1	3.00	3.10	1.040
@6	100	5	1	3.00	3.01	1.096
@7	100	5	1	3.00	2.92	1.143
@8	100	5	1	3.00	3.19	0.982
@9	100	5	1	3.00	3.12	1.066
@10	100	5	1	3.00	2.89	1.118
@11	100	5	1	3.00	3.05	1.067
@12	100	5	1	3.00	2.97	1.096

然后，对学生小学科学项目式学习现状的两个维度平均值进行统计，具体数据如表 3-6 所示。从结果来看，总表的平均值为 3.025，两维度平均值分别为 3.006 和 3.044，且各维度的平均值差距不显著，处于中等水平。

表 3-6 问卷各维度的平均值

量表	项数	样本量	平均值
项目式学习兴趣	5	100	3.006
项目式学习认识	5	100	3.044
总表	10	100	3.025

1. 项目式学习兴趣现状

在项目式学习兴趣维度上，如表 3-7 所示，为此维度中五个问题（Q3 至 Q7）的平均得分。在项目式学习兴趣维度 5 道题目的平均值中，仅 Q3、Q5、Q7 三道题的平均值达到了项目式学习兴趣维度的平均值 3.006。其中 Q4 平均值为 2.83，是该维度中平均值最低的，说明学生对于目前科学课程的教学方式兴趣相对不高；Q5 平均值为 3.17 是相对最高的，说明学生更偏好于同伴合作完成科学任务；Q7 平均值为 3.01，意味着学生对于科学课程项目的学习方式显示出较高的兴趣。

表 3-7 项目式学习兴趣维度得分情况

题目	样本量	均值	方差
3.我喜欢上科学课。	100	3.10	1.035
4.我喜欢目前科学课程的上课方式。	100	2.83	1.173
5.我喜欢通过小组协作的学习方式完成学习任务。	100	3.17	1.040
6.在遇到问题时，我喜欢尝试采用不同的办法解决。	100	2.92	1.096
7.我愿意去完成科学课程课上教师提出的学习项目。	100	3.01	1.143

根据图 3-1 中的数据显示，有 70%的学生喜欢上科学课，仅有 6%的学生不喜欢科学课程，还有 24%的学生持中立态度，认为科学课程一般。

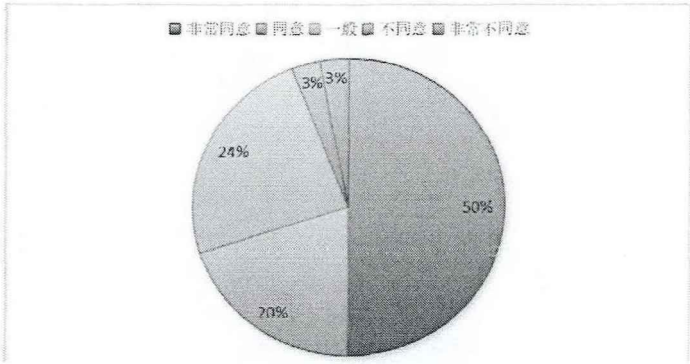


图 3-1 Q3 题项选择情况

从图 3-2 中得知，绝大多数学生（占比 82%）喜欢同小组同伴合作完成科学课程学习，仅有 4%的学生不喜欢跟小组成员合作完成科学课程学习，有 14%的学生对于合作学习持中立态度。

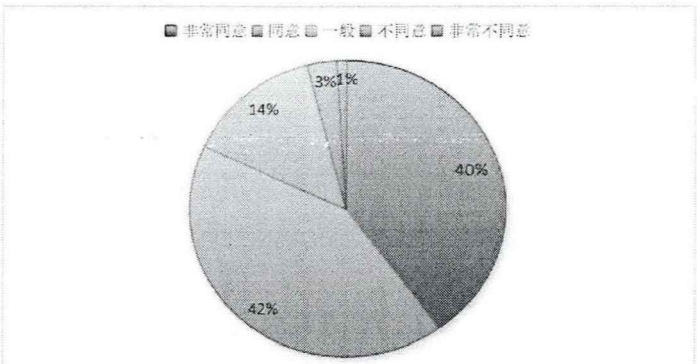


图 3-2 Q5 题项选择情况

总结：就学生对项目式学习的兴趣层面而言，多数学生对科学课程学习有兴趣，并偏好通过团队协作的方式完成学习任务。但是目前教师在课堂上策划的学习活动兴趣索然，相反，学生们表现出对通过完成项目来学习科学课程的浓厚兴趣，并乐于尝试采用不同的方法来解决科学课程中的问题。因此，在设计项目式学习活动时，应着重策划能唤起学生求知欲的任务，并适度地引入小组合作探究的方式，以此来提升学生的学习热情。

2. 项目式学习认识现状

在项目式学习认识维度上，如表 3-8 所示，为此维度中五个问题（Q8 至 Q12）的平均得分。在这五个问题中，Q8、Q10 和 Q11 的平均分数达到了 3.004 这一维度的整体平均标准。具体来看，Q9 的平均分数为 2.89，是该维度中平均值最低的，这暗示了学生在跨学科知识整合的能力上表现不足；而 Q11 的平均得分为 3.19，属于最高的范畴，这反映了学生倾向于通过亲身动手实践来获取科学知识；Q12 平均值为 2.97，说明学生在处理科学课程中遇到的实际问题时遭遇了一些困难。

表 3-8 项目式学习认识维度得分情况

题目	样本量	均值	方差
8.我认为科学课程中需要动手操作的实践类知识学习。	100	3.12	1.066
9.我会在科学课程学习过程中用到其他学科的知识。	100	2.89	1.096
10.我认为采用完成项目的方式来进行科学课堂教学，会有助于我的学习。	100	3.05	1.118
11.我喜欢自己动手设计一些项目或作品。	100	3.19	1.067
12.我愿意利用科学知识解决现实生活中的真实问题。	100	2.97	0.982

从图 3-3 中得知，有 70%的学生认为在科学课堂上通过项目完成的教学方法有助于促进学习，只有极少数学生（占 5%）持相反意见，他们认为这种以项目为基础的教学方式并不利于学习，剩余的 25%的学生对此持中立态度，认为其效果一般。

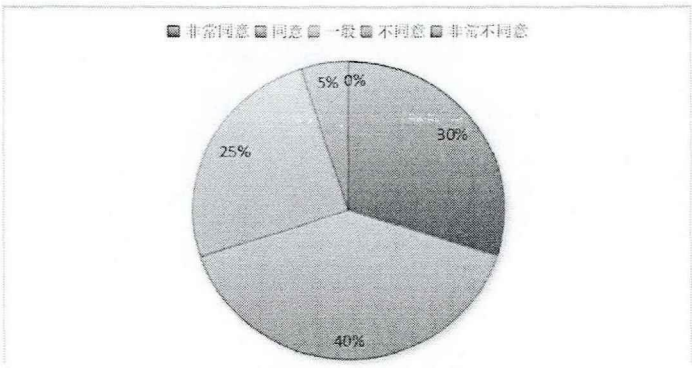


图 3-3 Q10 题项选择情况

从图 3-4 中得知，有 55%的学生认为自己动手设计一些项目和作品不难，相较之下仅有少数学生（9%）觉得亲自进行这样的设计工作很困难，而剩下的 36%的学生对此持中立态度，认为难易程度一般。

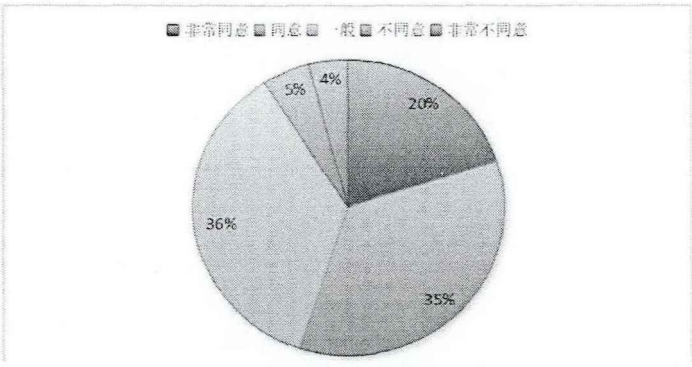


图 3-4 Q11 题项选择情况

总结：从学生对项目式学习的认识维度来看，他们在跨学科知识整合方面还有较大的提升空间。相当多的学生表示，在现行的科学课程中，涉及动手操作的实践知识学习起来较为困难，这在一定程度上提高了他们解决科学问题的挑战。因此，在设计 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学时，应着重关注学生跨学科知识整合能力的培养。在课堂总结时，需要对这些跨学科知识进行系统整理。与此同时，应尽量使得学习活动中包含的项目任务既系统又精简，以增强学生参与项目式学习的自信心。

3.2.3 教师访谈结果分析

本项研究选取了两名拥有十年教学经验的资深小学科学老师展开了一对一的交流访谈。详细的访谈内容请参见表 3-9（访谈提纲见附录Ⅲ）。

表 3-9 教师访谈情况

维度	问题	教师 A	教师 B
1.当前小学科学教学现状。	您认为当前学生对于科学学科的学习态度如何? 学生在科学课堂上的表现如何?	大部分学生对于科学课程学习的总体兴趣并不高,课堂表现一般。我个人觉得有以下原因: 第一, 科学课一周只有 1-2 节课,且课堂上能做到认真听讲只有少数人,大部分同学都处于放松的状态;科学学科并不纳入学期最终的期末考核,所以大多数学生科学课程的学习都不太重视。	根据我多年的从教经验,绝大多数学生比较喜欢通过亲身实践来学习,他们也愿意在科学实验室里进行动手实验,而对于抽象的理论知识则通常缺乏学习热情。
2.对 STEM 教育理念与项目式学习的认识。	您是否了解 STEM 教育的概念及项目式的教学方法? 是否开展过 STEM 项目式教学? 若有相关经验,谈谈您观点和感受。	先前在区科学教师的培训课程中,有机会多次观摩到项目式学习法在实际教学中的应用。从我的观察来看,将项目式学习策略融入科学课堂比起传统教学手段更能激发学生的学习热情,他们上课时的参与度明显提高,教学实际效果更好。然而,我对 STEM 教育理念以及项目式学习的理解尚显不足,且在实际的教学活动中未曾实践过这些方法。	就目前科学课堂而言,传统的教授和演示技巧依然占据主导地位。教师负责传授知识和展示实验步骤;之后学生则复现教师所演示的实验内容。这种方法中师生互动较为有限,学生之间的合作学习机会也相对较少。导致学生不能长时间地在课堂上集中注意力,所以对科学知识的理解也不会很彻底。我以前在师范学院的学习期间中,有幸初步了解 STEM 教育的理念以及项目化学习的方法。尽管这些知识给我留下了特定的概念,但在我多年的基层教育实践中,我仅在少数特定的教学单元中尝试应用了基于项目的教学方式。但尚未能有机会将 STEM 教育理念与项目式教学策略结合起来,全面实施在课堂教学中。
3.对 STEM 教育理念与项目式学习的实际应用。	在小学科学课程中,您觉得哪些单元内容适合采用项目式教学? 在您未来的授课中,是否考虑将 STEM 教育理念下的项目式学习融入教学实践?	探究实践类的单元内容更适合采用项目式教学,学生能够通过亲身实践与主动探索来加深科学知识的学习。此前有过基于 STEM 教学理念和项目式学习活动的课堂观摩经历,并且引起了我的浓厚兴趣,所以愿意尝试在科学课程教学中使用这类方法来开展教学。	教学内容贴近学生真实生活情境更适合采用项目式教学,借助一个贴近生活实际的主题进行多学科知识的融合学习,能够锻炼学生的实践探究能力、培养学生的创新思维。现行的小学科学教育中,需引入创新的教学手段,因为单一的理论知识传授显得乏味,削弱了学生上课的兴趣和主动性。因此愿意尝试新颖的教学策略以丰富科学课程的教学效果。

通过对以上两位小学科学教师的访谈以及对科学课堂的旁听,总结当前科学实际教学现状主要存在以下问题:

(1) 基础设施不完善,教学质量难以保证。

虽然学生乐于自己动手实操,教师也清楚有些内容适合项目式学习,但是对于科学教师来说,开展项目式教学活动仍然面临一些挑战。主要原因体现在:学生对科学课程学习的兴趣整体不太高、科学课堂探究实践所使用的教学材料有限、所需的基础设施也不完善,学校对科学课的重视程度不高、缺乏课程体系建设等原因,导致教师此前开展的一些项目活动的完成度及学生满意度都不高。

(2) 小学科学教师专业能力需要进一步加强。

从对科学教师的访谈中得知,尽管他们对 STEM 教育和项目式学习有基本的了解,尤其是随着《标准》的推出,强调要确保学生有充足的时间探究、实践与思考,在学习学科核心概念的基础跨学科概念,并应用于真实情境。但是科学教师对 STEM 教育理念的理解尚未深入,且自身还是习惯于传统的授课模式或科学素养还有待提高等,这些因素共同作用,使得他们在实施教学时难以有效地实施 STEM 教育或采用项目式教学。

(3) 缺乏供参考的实际教学案例。

小学科学本身具有很强的学科综合性,通过实施 STEM 教育理念下的项目式教学,学生能有更多的空间去思考探究,这种教学方式有利于培养学生的跨学科知识整合的能力并提升他们的创新思维。而项目式教学的理念尚未在一线科学教师中形成系统化的认识,他们通常依靠多年积累的教学经验,结合课程标准去开展教学活动。尽管科学教材中某些单元已经涉及了项目式教学的基本要素,但缺乏完善的案例供教师借鉴,这使得教师在实际科学课堂实施项目式教学并非易事。

最后,虽然科学教学中存在一些问题,但是两位科学任课教师认为四年级 1、2 班的学生在课堂总体表现都十分接近,表现出较强的实践探究欲望和实操技能,在思考和协作方面表现出色,有助于开展 STEM 教育理念下的项目式学习活动。

第4章 STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学教学

框架建构

4.1 STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计可行性分析

4.1.1 小学科学课程的特征分析

(1) 整合性。小学科学课程具有整合性,主要体现在以下几个方面:

①跨学科整合:小学科学课程与其他学科进行整合,例如与数学、地理、生物等学科有密切联系和融合。通过跨学科的整合,可以帮助学生更好地理解科学知识,并将其应用到其他学科中。

②知识与技能的整合:小学科学课程不仅注重学生的科学知识掌握,还注重培养学生的实践操作能力、观察和探索能力等科学技能。通过将知识与技能整合在一起,可以帮助学生更好地理解科学原理,并能够应用所学的知识解决实际问题。

③理论与实践的整合:小学科学课程注重理论知识与实践操作的结合。学生不仅通过学习科学原理和概念,还会进行实验、观察和探索,将理论知识与实际操作相结合,从而更好地理解和应用所学的内容。

通过上述整合方式,小学科学课程可以帮助学生建立更加全面和系统的科学知识体系,培养他们的科学思维和实践能力,并将所学的科学与实际应用相结合。这样的整合性教学可以提高学生的学习效果和兴趣,促进他们全面发展。

(2) 活动性。

科学教材从学生的认知特点和生活经验出发,设计了许多学生喜闻乐见的科学活动,如:实地考察、团队讨论和自选的小栏目,这些活动的设计大多围绕学生日常生活的熟悉情景,旨在通过活动的开展让学生了解科学与日常生活息息相关,并体会到科学的重要作用,逐步引导学生掌握分析和处理一些基本的、科学相关的现实问题的技能。在开展科学活动时,教师注意将内容与学生实际生活经验相结合,使学生探索学习中感受科学的魅力和乐趣,同时加深他们对科学概念的理解与掌握。

(3) 实践探究性。

科学课程具有鲜明的实践探究性,绝大多数教学内容都要求学生通过实验探究来学习和体会。以“搭建简易电路”为例,在教学过程中,仅仅只是讲授书本上的知识是不够的。相反,应该让学生自己动手搭建电路,体验实践操作的过程,通过这种方式将理论知识转变为实际技能。为此,老师在科学课的教学过程中需要根据教学内容的不同,灵活运用各样的教学方法和策略,以此促进学生的学习和理解,为学生创设良好的学习情境,并设计适宜的探究问题,引发学生认知冲突,激发探究思维,让学生主动参与、动手动脑、积极体验,以培养学生终身的探索乐趣、良好的思维习惯和实践动手能力。

4.1.2 STEM 教育理念与小学科学学科的契合性分析

(1)STEM 教育思想对于增强学生应对现实生活难题的能力具有积极作用。秉承 STEM 教育原则,教师肩负着挑选适宜项目主题的重任,引导学生在实践活动过程中体验跨学科知识的深度融合。在具体的项目实践中,学生们不再仅限于被动接受科学知识灌输,而是围绕特定项目议题,通过团队合作方式进行探究性学习,将所学知识巧妙地融入项目实践环节,从而使项目产出与知识技能习得同步进行。在 STEM 教育理念下的项目式学习过程中,学生不再机械地记忆知识要点,而是通过知识体系的整合与重构,促使知识内化于心,这不仅有助于提升他们的知识水平,更能显著增强他们在现实生活中解决实际问题的能力。

(2)STEM 教育能够有效激发小学生学习科学的热情。尤其是在小学中年级阶段,学生们已经展现出初步的问题解决技巧,热衷于通过实践操作或者团队合作方式来研习科学课程内容。教师将 STEM 教育理念融入日常教学活动时,能够鼓励学生在亲身体验中探寻知识奥秘,感受跨学科知识交融的魅力,并且有力促进了学生间的团队协作,进一步提升他们对科学科目学习的兴趣和积极性。

(3)STEM 教育理念提倡通过团队合作项目来培育学生的协作精神。在这一理念指导下,学习过程中尤为注重学生之间的协同配合与互动交流,教师在此扮演了引导者角色,以助力学生在团队协作中体验到成功的喜悦与个人成长的满足感。正如谚语所说“人心齐,泰山移”,集体智慧的力量可以超越个人的局限。通过团队合作,学生能够集中众人的智慧,共同探索解决问题的策略,不仅互帮互助中增长知识,也能在真实的协作环境中锻炼自己的能力。

4.1.3 项目式学习与小学科学学科的契合性分析

小学科学教育融合了数学、物理和生物等多门学科的知识点,在以项目为导向的教学模式中,可策划一系列针对性的教学活动,在环绕现实情境下的实际问题来设计和实施这些活动。参与解决这些问题的学生,不断地接触并参与各式各样的活动,促进了学生与教师间的互动。同时,丰富多彩的学习活动有效唤起了学生的学习兴趣,降低了他们对课程学习的厌倦感,并更有效地吸引了他们的注意,从而强化了学生的积极参与性。

(1)项目式学习能为科学课堂教学提供思路。在这一过程中,教师负责为学生提供必要的工具、指导和方法,使学生能够利用这些资源工具包来构思并实现项目创作。当实施项目式学习时,常常需要通过团队协作来共同完成一个完整的项目任务,学生们通过团队合作和协同探究来推进项目的进程。此类项目通常涵盖多个学科领域的知识点,要求学生通过有意义的学习将不同学科知识进行整合。STEM 教育的核心理念在于跨学科的整合,因此在项目学习中融入 STEM 教育理念,有利于培养学生的跨学科整合能力,同时这也为科学教育的教与学开辟了一种崭新的实践路径。

(2)项目式学习在提升学生综合运用不同学科知识实际问题方面发挥着重要作用。小学科学课程内容大多适宜通过项目活动来进行教学,而这些活动通常源自生活中的具体问题情境。设计切合学生认知特性和学习需求的科学项目,并采用合作探究的教学方式,可以有效地助力学生实现跨学科知识的深度融合。同时,在项目式学习过程中,要始终坚持学生

为主导的原则,教师担任引导者的角色,积极倡导并支持学生自主探究或组建团队共同进行实践活动。在参与项目创作的全过程后,学生的实践技能和问题解决能力将持续得到锻炼和提高,同时他们将在实践活动中有意识地掌握和提升综合运用跨学科知识的能力。

总之,STEM教育理念和项目式学习都与小学科学教育课程内容之间存在深度的互补性和适应性。STEM教育不仅能够有效促进学生提升解决日常生活实际问题的能力,而且能激励他们积极投身科学学习之中,并且还能够促进学生团队合作能力的发展,进而加强他们跨领域知识的综合运用。项目式学习则为科学教育提供了新的教学视角,并助力学生将不同学科的知识有机结合起来,以解决各种问题。鉴于此,基于STEM教育理念和项目式学习方法的小学科学课程设计,是具备相当实践效能的。

4.2 STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计原则

(1) 强调学习过程的合作性

建构主义学习观强调学习的社会互动性,认为学习的实质是学习者通过参与特定的社会文化活动而将相关的知识和技能吸收并内化,掌握学习所需的工具。这个过程通常依赖于学习共同体的相互协作与互动来实现。

在教学活动中,小组合作是合作学习最基本的一种形式,学生通过小组合作可以促进自我学习,提高学习效果,培养合作和沟通能力、团队精神和领导能力,提升批判性思维和解决问题的能力,所以,在进行STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计时,要注意项目的实施过程中,要开展小组合作。

(2) 强调问题情境的真实性

根据杜威的实用主义理论,他强调让学生在“做中学”的探究活动中增强创新思维和实践技能,在这过程中学生能够在实操中学会分析和处理简单的实际问题,强调对实践中问题的解决。《标准》中也明确提出:要创新教学方式,以真实问题或项目驱动,引导学生经历原理运用过程,计算思维过程和数字化工具应用过程。这说明在小学科学教学中,非常重视在真实的问题背景下进行课堂授课。而STEM教育和项目式学习也都强调学习活动要在真实的问题情境中开展。由此可见STEM教育理念、项目式学习与新课程标准理念的目标一致,都强调倡导学生应用他们已有的知识经验来解决现实生活中的实际问题,因此在选取项目与开展活动时,应基于学生熟悉的生活情景,选取与学生日常生活的密切相关的实际问题。

(3) 强调教学评价的多样性

多元智能理论倡导对学生多种智能的培养,鼓励学生在全面性与个性化方面的协调发展,并主张教师施行针对学生特点的教学策略,同时使用多样化的教学评价^①。STEM教育和项目式学习都重视对学生综合素质进行系统的培养,科学课程与其他学科的有交叉,具有整合性的特征,采用多元的教学评价,便于学生能更好地开展跨学科的学习,增强学生综合素养。在进行STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计的教学评价时,注意评价角

^① GARDNER H. The theory of multiple intelligences[J]. Ann Dyslexia, 1987, 37(1): 19-35.

度的多样化, 需要包括教师、学生等的参与, 从多种评价角度保证教学评价的准确性与说服力。重视评价方式的多样化, 应强调对项目实施的全过程的评价, 而非单一着眼于教学成果。注意评价内容选取的多样化, 涵盖项目选择、小组间的协作、项目成果的完成度等。多元化的教学评价, 不仅能促进项目的有序完成与学生的反思, 还能激发学生参与项目式学习的热情, 提升学生对项目的参与度。

4.3 STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计

4.3.1 项目式教学流程设计依据

项目式学习没有规定具体的流程, 不同学者根据各自理论框架和学科特性等持有不同看法。张洪波, 张胜利等人在《基于 STEM 教育理念的项目式学习模式构建》一文中, 在分析了 STEM 教育实施中理念、操作等方面存在的问题之后, 基于在美国巴克教育学院推出的项目式学习的“黄金标准”, 提出基于 STEM 理念下的项目式学习模式的基本流程(见图 4-1)为: 问题驱动—项目设计—实践探究—项目评估^①。

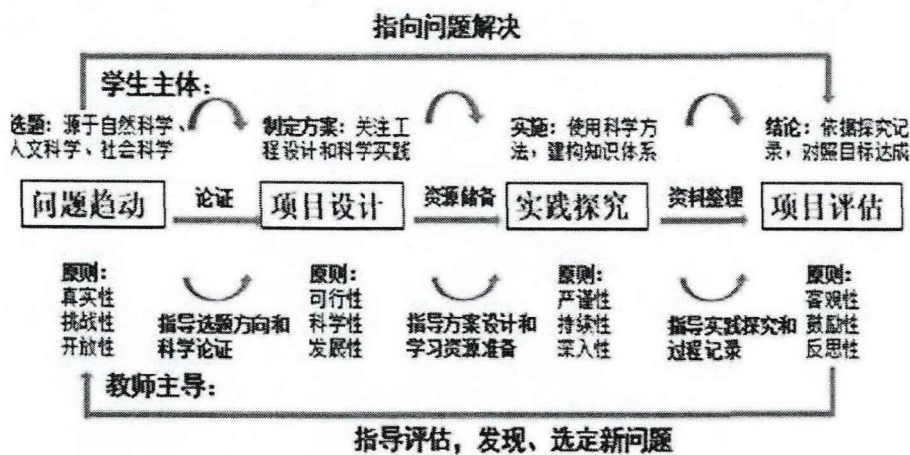


图 4-1 张洪波, 张胜利等人的项目式学习四阶段

张文兰、张思琦等从国家课程项目式重构的视角, 基于网络环境的支持, 结合教学实践提出了网络环境下基于课程重构理念的项目式学习模式, 其项目式学习流程(如图 4-2)主要涵盖以下六个教学环节: 确定项目、制定计划、活动探究、作品制作、成果交流、总结评价。

^① 张洪波, 张胜利, 黄娟. 基于 STEM 教育理念的项目式学习模式构建[J]. 教育理论与实践, 2020, 40(20): 56-58.

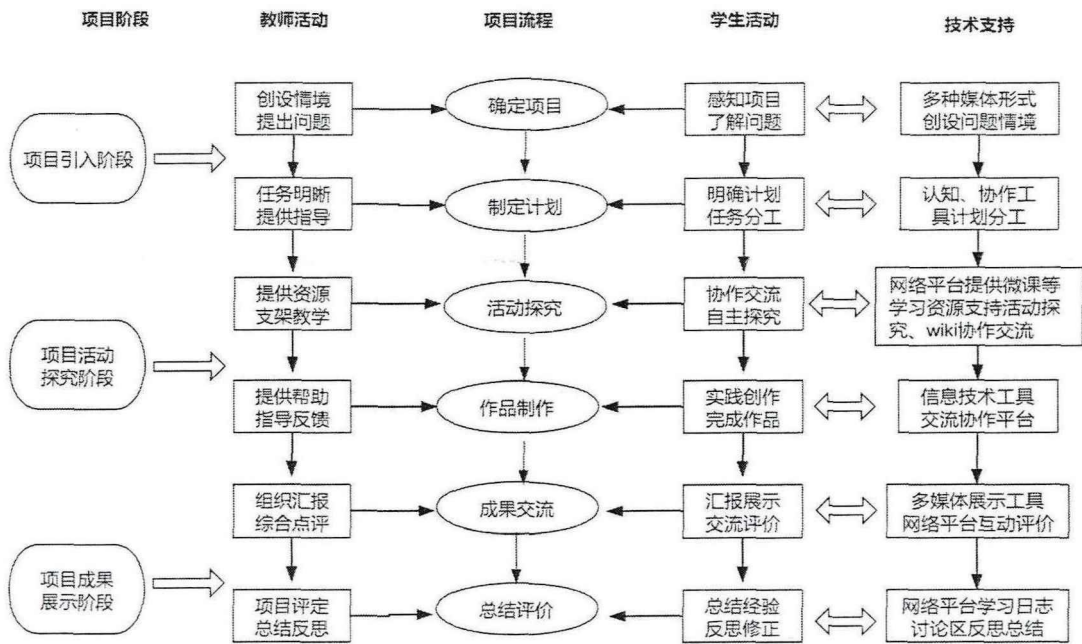


图 4-2 张文兰、张思琦等人的项目式学习流程

通过以上不同学者关于项目式学习实施流程的对比分析，发现尽管存在一些细微差别，但基本均涉及以下主要阶段：项目选定、项目探究、项目评估。项目式学习的核心构成要素，正是这些关键环节所构成的。

4.3.2 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学框架设计

本研究在建构主义等理论的指引下，STEM 教育的理念为背景，依托小学科学的课程标准，并借鉴相关研究对项目式学习流程的设计思想，本研究设计了 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学流程，此流程主要包括三个阶段，六个环节。三个阶段分别为项目准备、项目设计与实施、项目评估，六个环节包括确定项目、制定计划、项目探究、作品制作、成果交流、总结评价。详见图 4-3 所示。其中项目设计与实施阶段，重点是培养学生的 STEM 综合素质。具体而言，在本研究中将 STEM 综合素质划分为 STEM 知识、能力、思维和态度四个关键方面：STEM 知识，它鼓励学生跨越传统学科界限，整合跨学科知识于科学课程的学习中；STEM 能力，它包含培养学生团队合作、现实问题解决和实际探究的能力等多方面的能力；STEM 思维，它强调学生还要具备应用跨学科知识处理复杂科学问题的思维品质；STEM 态度，它体现了学生对科学、技术、工程和数学领域展现出浓厚的兴趣和积极态度。

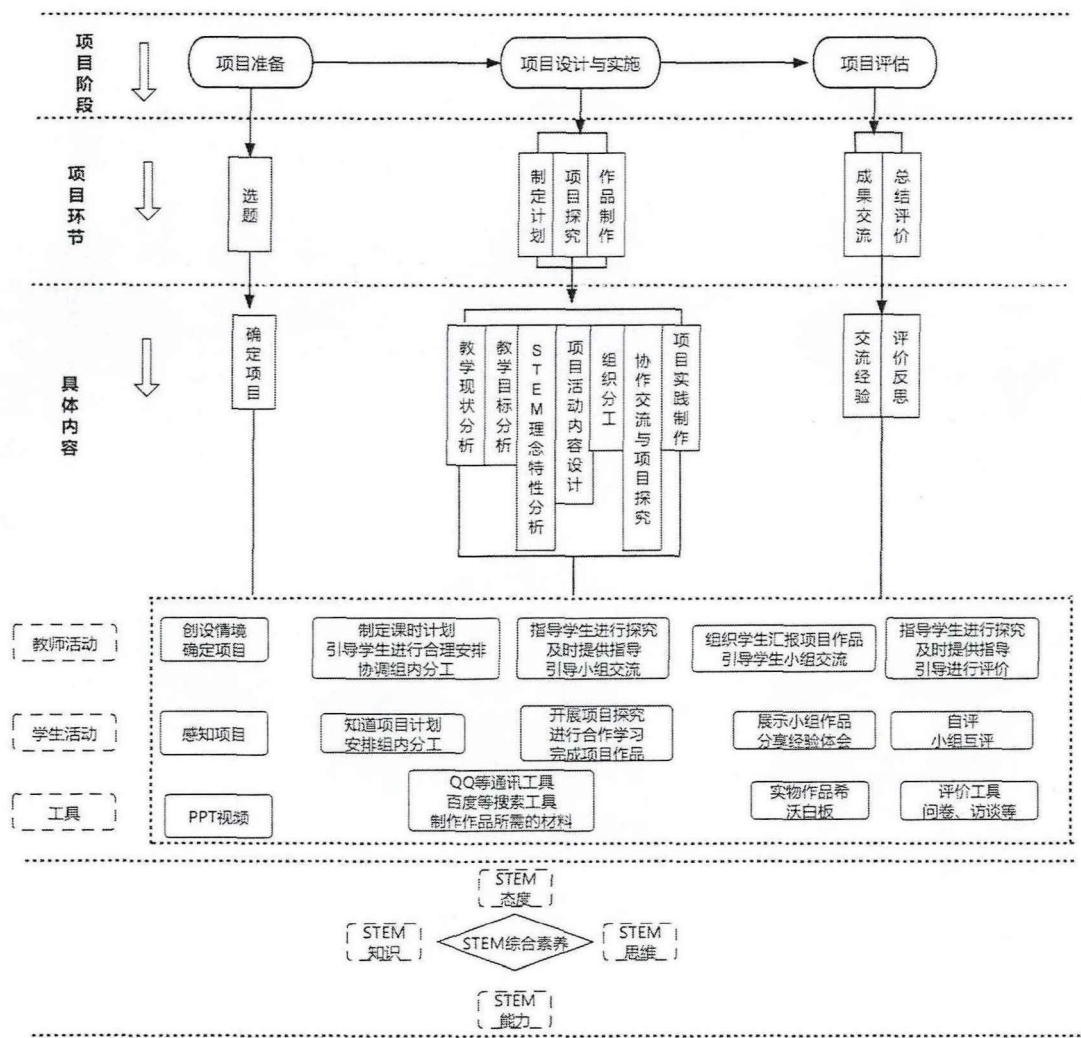


图 4-3 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学框架设计

(1) 项目准备

①确定项目

项目启动前主要是要确定本次项目任务的主题。关于确定项目我们需要注意以下几点：第一，项目式学习本质上是一种以学生为核心的教学方式，所以，确定的项目应基于学生的学习能力与需求，这样才能确保教学计划能够充分反映学生的主动参与性；第二，为了激发和维持学生对学习科学的热情，挑选的项目主题需具有吸引力，尽可能地贴近学生的生活实际，从日常生活的实际问题出发，激发学生学习科学的探索欲与积极性；第三，项目主题的选择应该是跨学科的，STEM 教育理念下的项目式学习强调项目内容应融合科学、技术、工程和数学等多领域知识。因此，不是教材中所有的教学单元都适宜采用此教学模式。为确保学生有足够的自主探究空间，应挑选那些涉及多种跨学科知识与技能的教学内容作为项目主题。第四，项目的选择要依据课程标准的相关要求，从小学科学课程的科学观念、科学思维、探究实践、态度责任四个目标维度，体现出学习的主要核心目标并适合学生当前的学习能力。最后，对该项目相关的知识进行梳理和分析，本着项目实需的准则，破除单学科知识体系之间的隔阂，促进不同学科知识间的深度融合，有助于激发学生对科学的热情，并培养他们对科学研究认真严谨的态度。

（2）项目设计与实施

②制定计划

确定项目内容之后,就需要对该项目进行计划制定。此环节主要是制定项目计划与组织分工,首先,制定计划。制定的项目计划应该包含:第一,具体课时安排、项目任务进度安排等,让学生重视项目的学习,明确自身的任务,了解自己在不同阶段的学习活动内容。第二,明确评估标准,让学生清楚本次课程的目标、并熟知评价方法及其标准。其次,组织分工。鉴于项目活动通常包含众多子任务工作,因此项目的实施应当采取团队合作方式进行,考虑到班级的具体人数可以以4-6人为一组。小组成员的确定应该考虑到学生的实际,即班级不同学生的兴趣爱好、个性特征、优劣势等。学生先按各自的意愿先自由分组,然后教师再根据学生的整体水平及个人能力,进行细微调整。在此环节,为了方便管理和更好地开展合作学习,小组内可以设置一些职位,比如:组长、记录员、材料管理员等。在一个项目式学习小组中,具体的工作涵盖有:提出问题、对问题进行详细分析、策划学习计划、协助团队成员间的沟通交流,以及整理和归纳所获得的学习成果等任务。团队合作和交流在小组成员之间的相互作用可以增强学生的团队协作技能,有利于项目式教学的开展。

③项目探究

项目探究环节,根据教师安排的相应任务,项目学习小组的组长负责组织和引导本组成员开展探究活动,确保项目活动的顺利进行和有效成果的产出。组员一起共同制定本组的项目进度计划,保证每一名同学都积极参与。在选定主题之后,学生根据各自优势分配任务,进行项目流程的安排,包括确定实操的步骤顺序及项目探究的呈现方式等。在此过程中,学生可以借用搜索引擎工具查阅资料,完善设计方案。因此在项目探究中,要想达成既定目标,需先确定研究问题,拟定实施方案同时确保及时与团队成员进行有效的沟通。要让每位学生都参与并明确各自分担的职责,以便更好地推进项目进程。此外,教师可以利用课后辅导时间或者课余时段,为学生提供必要的支持与指导,帮助他们克服学习过程中遇到的难题。

④作品制作

在作品制作过程中,小组成员可以基于本组的项目作品设计方案,挑选适宜的项目器材,共同协作完成。学生应充分地参加到探索的活动中,并持续地运用自己所学的知识和技能和利用各种所拥有的资源,来解决在进行项目制作时所面临的问题,优化小组的项目作品。

（3）项目评估

⑤成果交流

成果展示交流环节是在项目制作完成后进行的,学生以小组为单位,利用多种宣传形式,如口头报告、希沃白板图片展示、实物作品呈现等,来介绍各自的作品。在此过程中,各小组互相交流分享他们在项目作品制作时积累的学习经历与感悟。教师的主要职责是组织协调学生进行项目作品的汇报展示,并引导小组间进行有效交流。

⑥总结评价

此环节的重点在于对本次项目式学习成效的评估与反思改进。项目式教学强调发展性评价理念,这与新课程改革下的评价理念高度一致,都主张从多元角度进行全面评价。为实现更加客观和细致的评价,教师可以设计包括学生自我评价、小组互评和教师评价在内的多级评价量表,这有助于发现问题所在,并为提升后续项目学习成效提供坚实依据,促进学生和

教师的共同成长。在此环节,采用过程性评价与总结性评价相结合的方式。教师通过结合课堂观察和提问调查等方式,对各小组就本次项目式学习中的表现进行了评估,同时还引导学生参与评价过程,包括自我评价和小组成员间相互评价,评价工具主要有访谈调查等。

第 5 章 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学 设计

本研究根据 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计要求，结合小学科学课程标准及教材内容特点，综合考虑到四年级学生在之前的学习中已经知道了物体运动的形式与位置及速度的概念，且具有一定认知水平与综合能力。

本研究选取的项目教学内容为教科版四年级上册第三单元《运动与力》，此单元包含八个小节，主要涉及物体的运动及基础的力学知识，以日常生活中常见的“小汽车”为背景话题，引出本次项目活动的主题“制作小车”。对四年级学生而言，此项目主题难度适中，同时，用于制作简易小车的材料在日常生活中易于获取，这使得学生能够充分展现其实践操作与动手能力。这样的设计不仅有助于提升学生的实践技能，还能让他们在项目实施过程中体验到成就感，从而进一步激发其探索与创新的热情。在本章中，首先对本次的研究对象进行一个简单的分析，然后围绕《运动和力》教学目标，设计本次研究的学习目标，并进行 STEM 教育理念特性分析，确保 STEM 教育理念贯穿此次项目学习活动。最后根据第四章的设计框架，进行详细的流程设计。

5.1 学习者分析

该研究实践的地点为银川市 X 小学，研究选取的研究对象是四年级 1 班（50 人）与 2 班（50 人）的学生，其中 1 班为实验班，2 班为对照班。两个班的科学课均由相同的教师授课，在此基础上，两班学生在本学期的科学成绩测试中分别取得了平均分 81.23 分和 81.41 分，这两个成绩显示参与实验的两个班级内的学生，在科学学习方面的基础水平相当，而且据笔者与带教老师交流，两班学习氛围都比较浓厚，学习的积极性都比较高。此前，学校并未实施过 STEM 教育理念下的项目式学习，学生也无相关基础，可基本排除学生水平对实验结果的影响。两班的详细信息见表 5-1。根据皮亚杰认知发展阶段理论，这一阶段的学生，具有强烈的好奇心和探究欲望，并乐于动手操作具体形象的物体，我们应充分发挥学生这一的特质，尽量激发并满足他们的求知欲，激励他们去探求知识，确保学生能更加积极参与并获得成就感。并且科学课程内容贴近小学生的生活，通过前三年的知识学习和积累，学生们已经形成了一定的科学思维、积累了相应的知识和团队合作意识。故四年级的学生有能力顺利地完成本次项目任务。

表 5-1 研究对象相关信息

班级	类型	人数	科学水平测试分数	任课教师	班级气氛
四年级 1 班	实验班	50	81.23	同一科学老师	两班学习气氛均较浓
四年级 2 班	对照班	50	81.41		

5.2 教学目标分析

学生完成“制作小车”单元项目，需要综合运用科学，技术、工程和数学等多种跨学科知识和思维，根据《标准》提出的四个维度的教学目标以及对《运动和力》单元内容分析，对本设计的教学目标分析见表 5-2：

表 5-2 《运动和力》教学目标	
目标维度	具体目标
科学观念	1.认识到物体的运动状态（运动或者静止）与力有关。 2.认识到力有方向和大小，知道力是可以测量的，单位是牛顿，符号为 N。 3.知道运动的物体具有能量，并且能量越大速度越快。 4.认识弹簧测力计，知道弹簧测力计测量的使用方法。 5.知道生活中常见力有拉力、重力、反冲力、弹力、摩擦力等，并能说出它们的特征。 6.掌握与项目任务有关的跨学科知识（如数学、工程等）。
科学思维	1.通过分析实验过程中收集到的观测记录和数据，可以对相关现象进行解释，并提炼出相应的结论。 2.在完成项目过程中敢于进行大胆的假设和思维拓展，在坚持己见的同时，也要积极吸纳他人的意见，并以此为基础，使用所给的材料成功制作小车。 3.在设计制作小车时，知道科学技术的重要性，领悟制作活动需要有不断完善的过程。
探究实践	1.能够解释拉力与橡胶筋如何影响小车的速度、行进距离以及移动方向，并能通过实验活动来探究和证实这些因素对小车运动的具体作用。 2.思考气球喷气是如何让小车运动的，通过多次感受和实验来收集证据，运用比较和归纳的方法，从实验证据中发现是气球喷气产生了与喷气方向相反的反冲力推动了小车。 3.通过进行实验，能够阐明和证实摩擦力的强度与小车的移动速度之间的关系，并能用垫圈数来表示摩擦力的大小。 4.能根据任务和提供的材料，设计方案，绘制设计图，并对其进行评价和改善。
态度责任	1.认识到在科学学习中要保持细致严谨的科学态度，在实际操作中，注意器材与环境的保护，具备责任心。 2.能接受他人的观点，认识到团队合作、互相配合的重要性。 3.发展对工程设计和动手制作的兴趣，激发创新精神，认识从人力车到电力车的发展，科学技术的进步对人们生活所起的巨大作用。

5.3 STEM 教育理念特性分析

5.3.1 STEM 知识维度分析

STEM 知识具备跨学科整合的特性，有助于学生打破学科的界限，在科学课堂的学习中实现多元知识的融会贯通。在“制作小车”项目主题活动中，不仅涉及科学与原理，还囊括了技术、工程和数学等多个学科领域的知识要素。因此，在进行项目的内容分析时，需要从科学、技术、工程和数学等多个维度出发，剖析其中所蕴含的跨学科知识，以确保学生能够获得全方位的学习体验和实践能力的提升。参照周鹏琴《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》文章中的 STEM 编码表，对“制作小车”项目活动涉及的知识点内容，进行科学（S）、技术（T）、工程（E）、数学（M）四门学科视角的分析，具体内容分析情况见表 5-3。

表 5-3 《运动与力》单元 STEM 学科特性分析

元学科	具体学科	事件
科学 S	物理学	1.理解物体的运动状况是由作用在其上的力决定的，且力是有方向和大小的。
		2.了解生活中常见力，如有拉力、反冲力、弹力、摩擦力等的概念与特征
		3.理解科技进步在人们生活中扮演的重要角色。
技术 T	制造 操作	1.能通过给定或自备的材料来制作与完善小车的各个部分零件。
		1.能根据任务和提供的材料，设计方案，绘制设计图。
工程 E	建筑设计 计算机	1.利用不同的材料搭建小车造型。
		1.能够搜索了解日常生活中不同车的类型以及分类。
数学 M	数学原理	1.知道四边形具有不稳定性。
		2.知道平均值、众数、中位数的概念。
		3.根据实验中得到观察结果、实验数据能够进行相应的分析，得出相关结论。

5.3.2 STEM 思维维度分析

STEM 思维，指学生运用跨学科知识以解决应对科学问题或挑战的思维品质。在“制作小车”这个项目主题中，要想顺利设计并制作出一个“能动”的小车，需要清楚力是改变物体运动状态的根本原因并能解释不同作用力对小车运动的影响，并检验制作出来的小车是否能动，同时，还要充分考量小车的整体构架是否美观等等。为了应对这些错综复杂的问题挑战，需要学生展现较好的思维能力—运用跨学科知识解决实际问题。利用日常生活中易于获取的材料设计创造一辆既具观赏性又能够正常运动的小车，可以培养学生 STEM 思维。

5.3.3 STEM 能力维度分析

STEM 能力涵盖了学生的多项综合素质，如合作交流的能力、问题解决能力和探究实践能力等。在“制作小车”项目主题中，以学生日常生活中熟悉的情境吸引学生的注意力，激发学习科学知识的兴趣，通过在真实情境中开展探究性学习，可以有效促进学生交流和合作能力的发展。而在项目制作过程中，有时会面临一些复杂问题，让学生在“做中学”不仅可以帮助学生内化运动与力相关的知识，还有利于其实践探究和解决实际问题的能力的提升。

5.3.4 STEM 态度维度分析

STEM 态度指的是学生对科学、技术、工程以及数学学科等相关学科的热情和兴趣。此前，四年级 1 班和 2 班的学生从未开展过 STEM 教育理念下的项目式学习，对于跨学科的概念接触得很少。从表 5-3 中可知，在“制作小车”这个项目活动中，学生在不知不觉中应用了多学科的知识，随着项目的开展，学生通过动手实操更进一步深化了他们对这些学科知识的领悟与理解，有利于提高学生对跨学科知识学习与项目式学习的兴趣。

5.4 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学流程

STEM 教育理念下的项目式学习以 STEM 教育理念下的项目式教学设计原则为基础，依托于项目式教学设计框架，通过深入分析小学科学课程的教学目标以及教材内容来选择适当的学习主题，同时考虑学习者自身的实际情况，进行教学设计的调整与优化。本次项目主题“制作小车”的项目式教学流程的整体框架如下如图 5-1 所示。

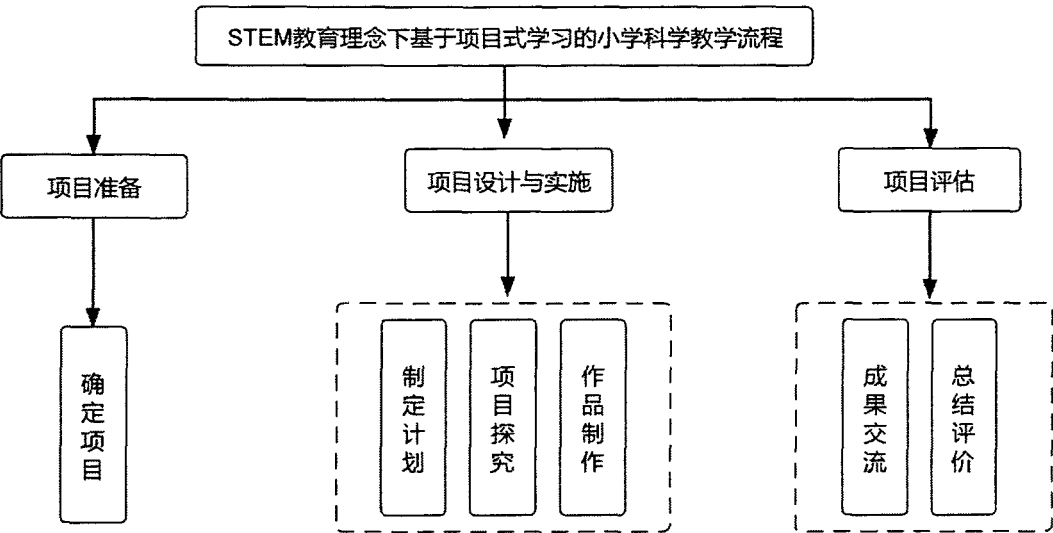


图 5-1 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学流程

- (1) 项目准备
- 首先，项目选取的教学内容应包含丰富的跨学科知识与技能，确保学生有足够的空间进行自主探究。通过对课本实际内容进行分析，并从学生的日常生活实际问题出发，综合评估

了单元内容、教学资源、课堂时间分配及实践的可行性等多个要素。最终,选取了教科版小学科学四年级上册《运动和力》单元。在对该单元进行全面分析后,选择以“制作小车”作为项目主题,串联项目学习内容,并基于此设计符合 STEM 教育理念下的项目式教学活动。

(2) 项目设计与实施

在选定了项目主题以后,教师根据主题来进行必要的教学准备工作,并着手实施教学活动。STEM 教育理念下的基于项目式学习的项目设计与实施主要包括:安排教学计划和组织学生分工协作、项目探究和小组协作交流完成项目任务以及项目产品的制作等。基于教学内容和项目式学习的特点,同时也兼顾实习期限和授课安排的实际可行性,本研究对该单元内容进行了优化调整,将教学过程划分为六个课时,具体课时安排与教学方案如表 5-4 所示。

在实施课程的过程中,笔者以教师角色参与课堂教学,实验环节涉及了两种不同的教授模式,一种是传统讲授式教学;另一种是 STEM 教育理念下的项目式学习方式。两种方式在进程资源的组织上呈现出明显的不同。“制作小车”单元项目式教学方案的具体情况如下表所示。

表 5-4 “制作小车”项目式教学方案

课时名称	教学目标	驱动性问题	教师活动	学生活动
课时 1	<p>科学知识目标:</p> <p>1.知道力可以使静止的物体运动,使运动的物体静止。</p> <p>2.不同类型的车有不同的动力类型。</p> <p>3.了解重力与拉力。</p> <p>科学思维目标:</p> <p>可以根据驱动问题让小车运动起来。</p> <p>探究实践目标:</p> <p>能用实验数据证明自己的推测,用实验数据阐述自己的观点。</p> <p>态度责任:</p> <p>1.感受科学实验的魅力,发展进一步研究运动和力的兴趣。</p> <p>2.意识到要用实验数据作为证据。</p>	<p>1.什么力可以让小车运动?</p> <p>2.如果我们不主动接触桌面上的小车,它能像马路上的汽车一样运动起来吗?</p>	<p>1.通过播放从黄包车到汽车、从燃油汽车到新能源汽车,不同形式及动力类型的车的视频,引出本次项目学习的主题一小车。</p> <p>2.提出与车动力相关的问题,以纯电动汽车为切入点,引发同学们思考为何电力能使汽车动起来,并提问学生,你还能说出其他使用了不同动力的车类型?我们生活中常见的力有哪些?</p> <p>3.根据前面的引入的铺垫,提出本次单元项目学习的目标:制作一个能动的小车,引导学生自由分组,明确各自职责。</p>	<p>1.观看相关视频,了解车的发展进程,并回答教师提问。</p> <p>2.积极回答老师提问,并思考生活常见的力有哪些。</p> <p>3.自由分组,组内成员交流讨论后填写组员职能表。</p>

			<p>4.通过播放苹果砸中牛顿的小动画引出重力的知识。引导学生做一个课堂小实验——“拉不开的书”，将两本书每页依次重叠，并用双手同时拉动书本，感受拉力。</p> <p>5.提供本节课的实验材料：垫圈、绳子、小车模型，引导学生做小车的拉力实验。</p>	<p>4.参与课堂小实验，感受神奇的拉力，体验科学学习的魅力。</p> <p>5.学生根据提供的材料，小组合作，通过实验思考拉力大小和小车运动快慢之间的关系。</p>
课时 2	<p>科学知识目标：</p> <p>1.清楚当气球内的气体释放时，它会产生一个与释放方向相反的推力，这种力被称为反冲力。反冲力越大，小车运动得越远。</p> <p>2.知道力不仅有大小，还有方向。</p> <p>科学思维目标：</p> <p>1.能基于经验对反冲力以及反冲力与物体运动关系提出假设并具备利用实验进行验证解决问题的思维方式。</p> <p>2.根据已有的知识基础能创造性地设计小车方案。</p> <p>探究实践目标：</p> <p>1.能通过实验手段，探究小车的运动速度与其所受反冲力之间的关系，并利</p>	<p>1.气球是怎样使小车运动前进的？</p> <p>2.怎样才能使小车运动得更远？</p>	<p>1.回顾上节课学习的力的类型，通过一个“吹气球”的小实验，引出本节课的学习内容一反冲力。</p> <p>2.提供本节课所需实验器材：气球、小车模型、喷嘴。</p> <p>3.让学生设计并制作反冲力小车。并思考如何能让小车运动得更远</p> <p>4.引导各小组学生进行反冲力小车发成果展示和汇报，随后由教师进行整理和归纳总结。</p>	<p>1.完成小车模型的搭建，用气球的反冲力驱动小车运动。</p> <p>2.思考小车运动的快慢与反冲力的关系。并填写学习任务单。</p> <p>3.小组同学进行展示、汇报。</p>

	<p>用实验所得数据来验证提出的假设。</p> <p>态度责任:</p> <p>1.感受科学实验的魅力,发展进一步研究运动和力的兴趣。</p> <p>2.意识到要用实验数据作为证据。</p>			
课时 3	<p>科学观念: 了解弹力,知道弹力可以提供动力。 掌握弹力的基本概念与特征,知道弹力能为小车运动提供动力。</p> <p>科学思维:能够设计实验方案,利用橡皮筋的弹力为小车模型提供动力,让小车运动。</p> <p>探究实践:能根据提供的驱动问题,通过组员之间的合作学习来实践探究实验,并共同实现项目目标。</p> <p>态度责任: 在学习实践中,培养协作精神和分享习惯,尊重伙伴的观点与成果,同时提升个人的自评与反省能力。</p>	<p>1 只用使用一根橡皮筋,小车也可以运动起来吗?</p> <p>2.怎样才能使小车运动得更远?</p>	<p>1.老师给全班同学展示一根橡皮筋,并提出问题,让学生探讨橡皮筋在我们日常生活中的用途是什么。</p> <p>2.引出本节课的焦点--探讨弹力。同时提出一个有趣的问题:弹力是否也能推动小车运动?</p> <p>3.给学生播放一段视频,引导学生在观看过程中思考橡皮筋是怎么让小车运动起来的。</p> <p>4.观看完视频之后,学生分享他们的看法,紧随其后,老师介绍弹力的原理,并通过亲自进行操作实验来向学生展示。</p> <p>5.老师引导学生提出问题,比如:我们该如何操作才能让小车走得更远?</p> <p>6.引导学生实践实验,探索小车移动速度与其轮轴上缠绕</p>	<p>1.学生认真思考,积极回答。</p> <p>2.同学们交流并回答。</p> <p>3.学生以小组为单位进行设计实验,并完成学生任</p>

			<p>的橡皮筋圈数之间是否存在联系，并研究轮轴上橡皮筋的缠绕圈数与小车运动距离之间的关联，并填写学习任务单。</p> <p>7.让小组成员进行成果展示和汇报，由教师指导整理分析，并进行归纳总结。</p>	<p>务单。</p> <p>4.学生通过进行实验，记录实验数据，并分析实验数据，归纳实验结论。</p> <p>5.小组同学展示、汇报。</p>
课时 4	<p>科学观念： 知道拉力、弹力等可以为小车提供动力。</p> <p>科学思维： 能够设计方案，设计小车。</p> <p>探究实践：能根据提供的驱动问题，通过组员之间的合作学习来实践探究实验，并共同实现项目目标。</p> <p>态度责任： 在学习实践中，培养协作精神和分享习惯，尊重伙伴的观点与成果，同时提升个人的自评与反省能力。</p>	<p>如何设计一款 10 S 内，能运动 1 米的小车，并且具有一定的美观性？</p>	<p>情景创造：导入红旗发布了研发纯电动新能源汽车 EQM5 的新闻，代入情境询问学生，“假设你是红旗公司的汽车研发设计师，需要你来承担小车设计，你会想用哪种动力来开发小车呢？”请各位设计师们，通过小组合作来设计你们组的小车。</p> <p>2.让各小组依据提供的实验器材，进行小车的设计工作，并将设计图案绘制在学习任务单上。</p> <p>3.教师组织学生小组进行讨论，帮助他们确定设计思路，并选派各组的汇报员进行设计的展示。</p>	<p>学生根据教师所提供的材料，以小组为单位，进行小车设计与绘制，派代表介绍设计的小车。</p>
课时 5	<p>探究实践：能根据提供的驱动问题，通过组员之间的合作学习来实践探究实验，并共同实现</p>		<p>1.引导学生动手操作、主动探索，实施各组方案，教师巡视各小组并且给予个别的指导和建议。</p>	<p>学生按照自己的草图进行动手制作。</p>

	项目目标。 态度责任： 在学习实践中，培养协作精神和分享习惯，尊重伙伴的观点与成果，同时提升个人的自评与反省能力。			
课时 6	态度责任： 在学习实践中，培养协作精神和分享习惯，尊重伙伴的观点与成果，同时提升个人的自评与反省能力。		组织学生展示汇报各组的项目成果，并进行教师评价，引导学生填写个人自评表与小组成员互评表。	1.学生按照教师的指示，展示项目作品，汇报其设计、建造以及制作过程中的问题等相关内容。并进行小组评价 2.按照老师的引导，各小组展示各自的项目作品，详细汇报小组在设计、搭建以及在制作过程中遇到的难题等。进行个人的自评与小组成员的互评。

(3) 项目评估

在此阶段，核心任务为成果的分享交流以及总结评价。

每个学习小组都应当展出他们合作完成的项目作品，并由组内汇报员代表整组进行小组汇报。主要对项目作品的设计意图，以及制作流程等做一次简明扼要的汇报。项目从实施开始，就接受持续的全过程评估并最终对项目作品进行评价，这是为了确保项目按部就班地向前推进并顺利实现既定目标。评价方式结合过程性与总结性评价，教师在项目开始前阐述评估细节及标准，在项目结束后指导学生开展自我评价与小组成员互评，从而不断地调整和改进评估标准。评价随着整个教学过程，教师通过问询、观察学生互动、检查实操表现以及审查学习任务单等众多策略来评估项目学习的效果如此便于老师实时了解学生的学习进展，合理调整教学节奏，帮助学生梳理和构建知识结构，以提高学习的学习效果。项目学习结束之际，学生会通过自评、小组相互评议，进行全面总结性评价，从而验证项目学习成果的有效性。

第 6 章 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学案例实施与评价

6.1 实验设计

6.1.1 实验对象

本研究以银川市 X 小学四年级的两个班级作为研究对象，分别是四年级的 1 班和 2 班。其中，2 班被设定为对照组，继续接受传统的科学课程教学模式；而 1 班则被指定为实验组，实行了项目式教学方法。为了深入探究在 STEM 教育理念指导下，项目式学习方式对于提升学生在 STEM 领域的知识、技能、思维以及态度等综合素质的影响。在实验开始前，对两个班级学生进行了初步的评估，以了解他们在 STEM 相关领域的基础水平。实验结束之际，再对这些相同的学生进行一轮后测，覆盖前述的四个关键领域。通过前后测结果的对比分析，本研究旨在提出具有可信度的研究结论。

6.1.2 实验假设

本研究发放调查问卷，对实验组与对照组学生的数据进行了搜集。通过对调查问卷的选项进行数值化处理，并使用 SPSS 对数据进行了分析。使用独立样本 T 检验方法对两班学生在 STEM 综合素质（涵盖 STEM 知识、能力、思维及态度）上，在测试前后得分的差异进行了详细探究。通过这个分析过程，把原本抽象的概念量化为可以度量的数值，进而验证本研究提出的实验假设是否成立（假设内容详见表 6-1）。

表 6-1 实验假设具体内容

假设	具体内容
H0	相较于对照班学生的后测得分，实验班学生在 STEM 综合素养上的后测得分表现出更高的水平。
H1	实验班学生在 STEM 综合素养上的后测得分比前测得分有显著提升。
H2	对照班学生在 STEM 综合素养上的前后测得分未呈现出显著差异

6.1.3 实验变量

（1）自变量

自变量：实施 STEM 教育理念下的项目式学习模式

（2）因变量

因变量：学生基于科学学科的 STEM 综合素养水平得分。这一评分通过 STEM 知识、能力、思维和态度四个关键方面进行衡量。为了比较实验班和对照班学生在这些方面的表现，分别统计两个班级的以上四个维度得分并比较，从而判断在实验教学活动前后两班学生的

STEM 综合素养水平是否有变化。

(3) 无关变量的控制

为保障实验结果的准确性与可信性,须对所有可能干扰实验结论的无关因素进行严密监管。本研究的无关变量主要涉及学生与教师这两个层面。

从学生层面出发,参与本研究两个班级在实验前均未接触过 STEM 理念指导下的项目式学习。同时,两班在学业水平测试上表现相近,整体综合素质都较强。在实验启动前,进一步通过问卷调查对两班进行了前测。研究数据表明,在 STEM 知识、能力、思维以及态度这四个维度上,两个班级的学生展现出了相似性,没有发现显著的差别。这为实验结论的精确性与信度提供了有效支撑。

教师层面,考虑到不同教师的教学策略和个性可能会对学生的学习成效产生影响,本研究特意由同一位教育者(即笔者)负责两班的教学工作,以减少教师变量干扰。实验班级(即 1 班)实行了项目式学习方法,对照班级(即 2 班)则维持传统的教学模式。实验期间,尽可能控制了所有可能影响结果的非相关变量,以确保这些无关变量不会影响实验的有效性。

6.2 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学案例实施

本次项目式学习的开展主要分为三个阶段:项目准备、项目设计与实施、项目评估;

6.2.1 项目准备

为了创设贴近学生生活实际的教学情境,在正式教学开始之前,教师带领学生观看车的发展历史视频,让学生意识到科技的发展能推动人类社会的进步。通过视频引导学生思考车是如何运动的,是什么驱动汽车运动?借此背景提出本次项目式学习的项目主题为“制作小车”。向学生介绍本次项目的总体时间与主要内容学习安排,并组织四年级 1 班的 50 名学生自由分组,自主分为 10 组,各小组成员自行商讨分配以下角色:组长、材料员、记录员、实施员以及汇报员。各角色的职责分配将由小组成员相互讨论决定,以确保项目各阶段的顺利进行。

6.2.2 项目设计与实施

(1) 项目探究——拉力

通过播放苹果砸中牛顿的小动画,引导学生思考学生为什么苹果会自行掉落,并举例类似的现象,如抛向空中的皮球总要落下,水往低处流等引出重力的知识:即地球上的物体都会受到来自地球引力,即“隐形的”拉力—重力。并引导学生做一个课堂小实验—“拉不开的书”,让学生将两本书每页依次重叠,用双手同时拉动书本,感受拉力。提问学生如何能让静止的小车运动起来,接着启动项目探究—拉力。学生通过组内讨论,思考进行小车运动实验的所需的实验器材,并填写学习任务单。随后学生领取实验材料(图 6-1):垫圈、绳子、小车模型,并实验探究,认识什么是拉力,拉力是怎样影响小车运动的,怎样才能让小车行驶得更远。学生通过合作探究验证猜想,并填写学习任务单。

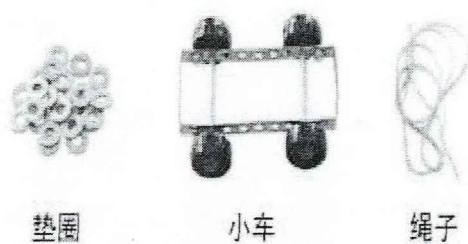


图 6-1 拉力实验器材（垫圈、小车、绳子）

其中，如图 6-2 第三组的学习任务单所示，可以看出第三组的学生在实验探究过程中理解了拉力与小车运动快慢的关系。

学习任务单				
小车运动快慢与拉力关系的记录表				
拉力大小 (垫圈个数)	实验次数	从起点到终点的时间(秒)		小车运动快慢 (快速、中速、慢速)
		测量时间	平均时间	
5	1	2.72	2.96	慢速
	2	2.64		
	3	3.53		
7	1	1.70	1.55	中速
	2	1.42		
	3	1.54		
9	1	1.50	1.18	快速
	2	0.92		
	3	1.12		
结论：我发现垫圈数量越 <u>多</u> ，小车从起点到终点的时间越 <u>短</u> 。 小车运动的速度越 <u>快</u> 。				

图 6-2 第三组拉力学习任务单

（2）项目探究——反冲力

在课堂引入环节中，教师通过提出一个驱动问题来引发学生对项目的探究兴趣——不借助拉力能否让小车运动？学生以小组为单位展开讨论，每个小组都要说出本组最终讨论的结果。同学们积极踊跃地表达了自己的想法，随后，将气球拿出来并让一名同学吹气，询问学生，借助气球能否驱动小车？调动起学生的兴趣之后，教师将气球吹起，让气球升空。引导学生思考，何种方式能让气球推动小车，并将各小组的推测记录在学习任务单上。基于此，展开对反冲力的项目探究，学习小组通过组内交流，并整理了已经填写的学习任务单后，了解到所需要的实验材料为：气球、小车模型和喷嘴。如图 6-3 所示。

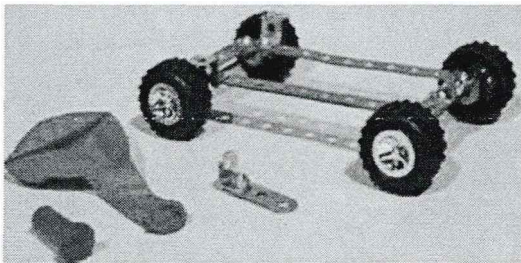


图 6-3 实验器材（气球、小车模型、喷嘴）

为了帮助学生梳理思路,教师可以采取提问的方式引导,例如询问:“当气球中的气体朝某一方向喷射时,气球本身将如何移动?”在反思过程中,学生可能会根据自己的生活经验得出结论:“气体从气球内部喷出时,其方向将与气球的运动方向相反。”此时,教师可分发实验器材,指导学生小组组装。在项目探究过程中,各小组将动手进行实验,探索气球如何借助反冲力推动小车移动。通过此类实践活动,学生在教师的指导下主动完成对反冲力项目的积极探究。通过上节课拉力实验加上本次的探究,学生对于小车基本构造以及运动方式也能形成一定的认识和了解。如图6-4所示,为第四小组的学习任务单,由此看出,第四组学生在制作过程中理解了反冲力与小车运动的关系。

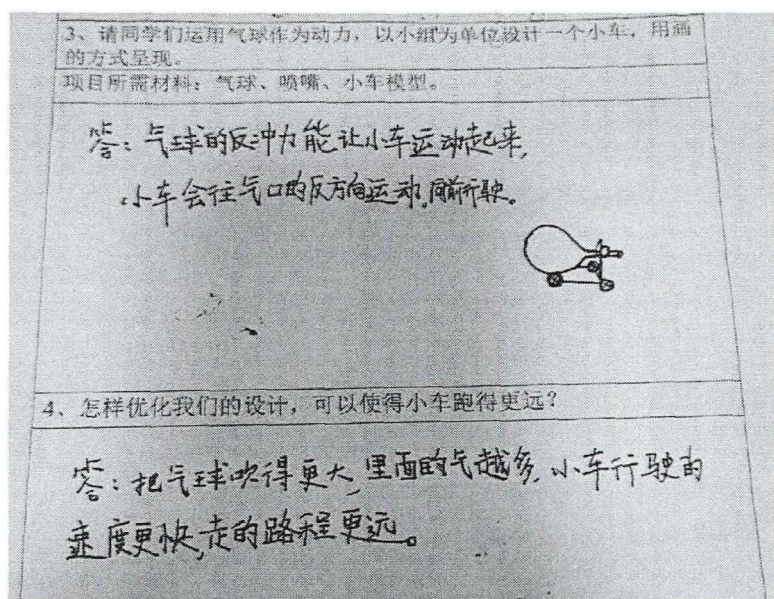


图 6-4 第四组反冲力学习任务单

(3) 项目探究——弹力

在课程导入部分,教师面向学生展示一根橡皮筋,并向他们提问:橡皮筋在我们平时的生活中通常有什么使用价值呢?根据在生活中的不同经历,学生积极发言,可以扎头发、捆铅笔、矫正牙齿等等,通过提问引出本节的项目探究——弹力。“在之前的两节课中,我们已经了解到如何通过拉力和反冲力来驱动小车,请大家动动脑筋思考一下,我们还有别的方法可以驱动小车吗?今天给同学们准备了橡皮筋,请利用这些橡皮筋制定一个能够驱动小车前进的方案吧”。首先,老师引导学生先做出假设关于利用橡皮筋能如何驱动小车行驶,并将这些想法写在学习任务单上。接着,教师分发本次项目实验所需要的材料,包括橡皮筋和小车模型。每组相互配合共同组装了一辆由弹力驱动的小车,并实验数据记录在学习任务单上。如图6-5所示。老师随后提出探讨问题:“橡皮筋缠绕的次数是否会影响小车的移动?”以及“这个缠绕次数会不会影响小车行驶的距离?”带着这些驱动问题,各小组着手实验,通过秒表测量小车的行驶时间,从而验证教师先前所提出的两个问题。通过这样的方式,每个小组都能在老师的引导下,积极地进行项目探究和实验研究。

橡皮筋缠绕的圈数	实验次数	从起点到终点的时间（厘米）	
		测量距离	平均距离
1	1	86cm	77cm
	2	77cm	
	3	70cm	
3	1	185cm	170cm
	2	145cm	
	3	170cm	
6	1	275cm	280cm
	2	280cm	
	3	300cm	

图 6-5 弹力学习任务单

（4）项目作品设计

在学习了拉力、反冲力等生活中常见力的概念之后，学生对于力的理解变得更加深刻，教师带领学生回顾第一节观看过的汽车发展历程的视频，导入红旗发布研发纯电动新能源汽车EQM5 的新闻，代入真实情境提问班级学生，“假设你是红旗公司的汽车研发设计师，需要你来承担小车设计，你会想用哪种动力来开发小车呢？”请同学们以小组为单位设计小车。小组成员们热情积极参与实践，各组选择的动力推进方式也各有不同，一些小组采用了弹力来驱动他们的小车，有的小组则选择了喷气反作用力来作为他们小车的动力源。还有的小组选择了风力，各小组根据选定的动力源挑选合适的材料，部分小组在选材时些许迟疑，他们不确认所选动力材料的可行性，经过小组一起与教师讨论思路之后，得到了教师的肯定与指导后增强了对本组项目作品的自信。老师针对每个小组的选择，提供差异化的建议，评估方案的实施可能性，并协助学生梳理思路。在这个前提下，各个小组开始设计小车的初步草图。如图 6-6 所示，为部分小组设计的小车草图。

在设计过程中，各小组成员积极展现创意思维，主动与团队沟通，共同绘出了小组的小车设计图。当小组绘制出初步设计草图后，可举手示意教师，教师会对小组的草图提供评价和建议，以便学生们能够对草图做出适当的修改和优化。所有组完成之后，每组选派小组代表进行汇报，主要介绍本组选择的小车动力的原因，所需要的材料，草图绘制过程中遇到的困难以及感想，各组可在此期间进行相互交流点评，完善自己小组的设计。

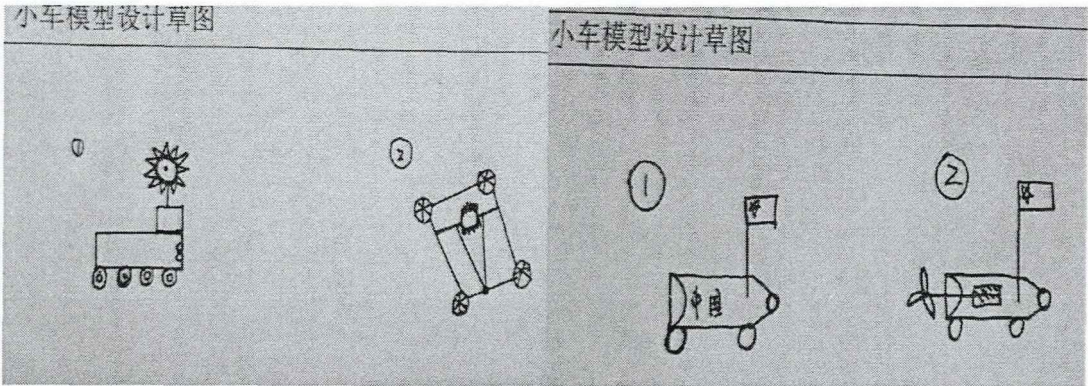


图 6-6 小车设计草图

（5）项目作品制作

通过修正优化小车的草图设计之后,每组材料员负责领取本组小车搭建需要的材料。材料领取完之后,各组开始进行制作小车。各组组长负责总流程安排,根据不同的职能由小组成员分配任务,虽然每个人都有各自的职责,但是并不意味着小车的制作只是一个组员的事,组内成员在制作过程中,要保持实时沟通,相互协作。教师在旁观巡查各组的制作时,要注意各组完成的进度,及时地进行时间提醒。在作品制作过程中,学生可能对于一些工具的使用,如螺丝刀、白乳胶、电线等不会或者不太熟练,教师此时应当适时介入,提供必要的指导与协助或者是寻找其他小组的支持。这样既能锻炼学生的实践能力,还能增加学生之间团结协作。

6.2.3 项目评估

每个小组将选派发言人上台报告,演示其小车的动力功能,同时交流制作经历中的难题、喜悦和深刻感受。发言期间,其他组员也将踊跃参与,对演讲内容发问、点评和提供建议。教师负责整理意见,对发言人给出全面评价,并在特定表格中记录评语。在所有参展报告后,学生们将收到评价表以相互评议。

各小组代表需概述小组的项目创作来源及设计理念,将负责把各自的项目作品呈现给大家(部分作品可参见图6-7),同时简要介绍作品的创作背景,将描述实验过程,并分享在过程中的挑战与学习体验。要求在规定时间内各小组要完成本组作品的制作,并通过希沃白板进行成果的展示,讨论小组经验并反思不足之处。每组学生都会推选代表(汇报员)上台汇报,演示本组小车的动力功能,同时交流制作经历中的难题、喜悦和深刻感受。发言期间,其他小组也将活跃参与可对汇报小组提出问题、点评和提供建议。教师负责整理意见,对各小组给予全面评价,并通过教师评价表对各小组进行评定。待所有小组汇报展示结束后,教师将向学生发放自我评价表和小组互评表,以供学生进行相互评价。

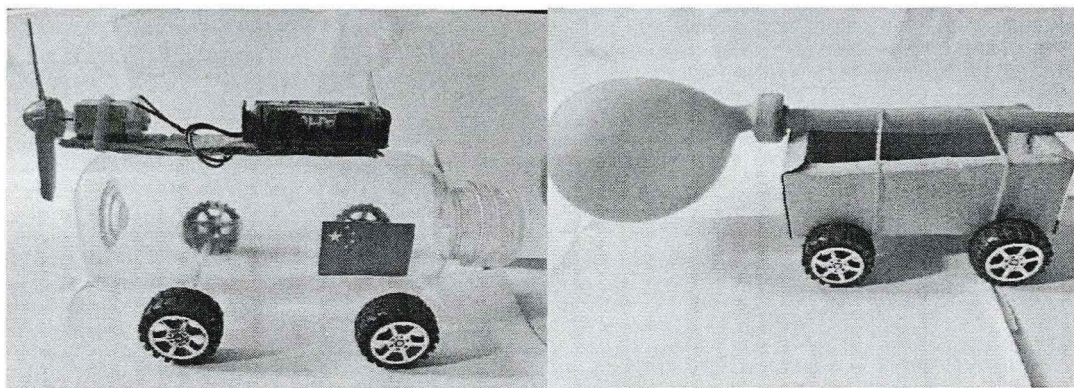


图 6-7 部分学生作品成品

6.3 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学案例实施结果

分析

6.3.1 问卷编制

研究对象的 STEM 问卷主要是刘雪^①设计的调查问卷基础上结合笔者本次实际实施的具体项目式教学内容来进行编写，STEM 问卷主要是从“STEM 知识”“STEM 思维”“STEM 能力”“STEM 态度”四个维度上进行编写，如表 6-2 所示，详见附录II所示，采用五级量表计分法，1-5 分对应的是“完全不符合”“基本不符合”“不确定”“基本符合”“完全符合”。下面将对调查问卷的信度和效度进行检验，确认问卷是否达到了既定的检验标准。只有在确保问卷满足所有相关标准后，我们才能将其正式投入使用，以确保调查结果的可靠性和有效性。

表 6-2 基于科学学科的 STEM 综合素养水平调查问卷维度及题项

维度	题目	项数
STEM 知识	1、2、3、4	4
STEM 思维	5、6、7、8、9、10、11	7
STEM 能力	12、13、14、15	4
STEM 态度	16、17、18	3
总表	1-18	18

(3) 问卷信度检验

问卷的信度，即指测量过程产生的结果的一致性与稳定性，其主要目的是验证问卷中样本的可靠性一般用 Alpha 系数来衡量信度，普遍认为有效的信度系数值应位于 0.6 至 1 之间。若信度系数小于 0.6，说明数据不具有可信性，需要重新设计发放。笔者对选取的研究对象共分发了 100 份《基于科学学科的 STEM 综合素养水平调查问卷》，并成功收回所有问卷，回收率 100%。为确保问卷结果的可靠性和有效性，将收集到的数据利用 Excel 导入 SPSS 分析软件，进行信度分析，各维度 Cronbach’s α 系数，结果如下表 6-3 所示：

表 6-3 问卷的信度检验结果

量表	项数	样本量	Cronbach’s α 系数
STEM 知识	4	100	0.890
STEM 思维	7	100	0.920
STEM 能力	4	100	0.892
STEM 态度	3	100	0.834
总表	18	100	0.912

根据 SPSS 数据分析的结果显示，问卷各维度 Alpha 系数均维持在 0.7 以上的水平且整体的 Alpha 系数为 0.912 说明本问卷具有较好的可信度，可以进行下一步研究。

^① 刘雪. STEM 理念在中学化学教学中的应用[D].延边大学, 2018.

(4) 问卷效度检验

问卷的效度是指测量结果的有效程度，在于检验问卷中题项设计的有效性。效度是通过效度系数来表示的，一般认为 KMO 的有效取值范围在 0.6-1 之间，数值越大，表明效度越高。本研究采用 Bartlett 球形检验和 KMO 检验的方法对问卷进行效度分析。结果见表 6-4：

表 6-4 问卷的效度检验结果

Bartlett 球形检验和 KMO 检验			
Bartlett 球形检验	KMO 值		0.866
	近似卡方		309.967
	df		153
	p 值		<.001

该问卷的 KMO 值为 0.866，且其效度系数超过 0.6 的标准，从而证明该问卷满足效度检验的要求。因此，通过此问卷所获得的测量结果具有有效性，可放心使用。

6.3.2 学生“基于科学学科的 STEM 综合素养水平”结果分析

在实行 STEM 教育理念下的项目式教学前，对实验班四年级 1 班和对照班四年 2 班的学生分别发放了《基于科学学科的 STEM 综合素养水平调查问卷》进行前测。其中，在实验班实施 STEM 教育理念下的项目式教学，对照班采用传统教学模式，实验结束后，两班学生再次填写了相同的问卷进行后测。接下来对回收的问卷数据进行分析。

(1) 实验班和对照班前测结果分析

在实验开始之前，使用“基于科学学科的 STEM 综合素养水平调查问卷”（见附录II）对实验班、对照班学生进行了问卷调查，每组各包含 50 名学生，所发放的问卷全部有效回收。随后，利用 SPSS 统计软件对收集到的数据进行了分析，评估两学生在 STEM 综合素养方面是否存在显著的差异。利用独立样本的 T 检验方法，得出的结果显示，在 STEM 知识、能力、思维和态度这四个维度上，实验班和对照班的 P 值均大于 0.05，表明选定的研究对象在这四个维度上没有统计学上的显著差异，从而满足本次实验对研究对象的同质性要求。具体结果见下表 6-5。

表 6-5 对照班与实验班前测独立样本 T 检验(n=50)

	班级	N	平均值	标准差	t	P
STEM 知识	实验班	50	2.27	1.18575	1.446	.371
	对照班	50	2.18	1.23925		
STEM 能力	实验班	50	2.88	1.67533	1.144	.712
	对照班	50	2.22	1.22042		
STEM 思维	实验班	50	2.38	1.52900	0.486	.255
	对照班	50	2.27	1.17275		
STEM 态度	实验班	50	2.22	1.08842	0.203	.624
	对照班	50	2.45	1.05233		

(2) 后测结果分析

在实验完成之后，再次向实验班和对照班重新分发了“基于科学学科的 STEM 综合素养水平调查问卷”。为深入分析两个班级学生在教学实践前后的 STEM 综合素养水平变化，利用 SPSS 软件对收集到的后测数据进行了统计分析，目的是测量两个班级学生的 STEM 综合素养水平在教学实践前后的变化。通过对比和分析实验班与对照班的前后测数据，发现：

①对实验班与对照班的后测数据进行独立样本 T 检验后，结果显示两班学生在 STEM 知识、STEM 能力、STEM 思维以及 STEM 态度等四个方面的后测数据存在显著差异（P 值小于 0.05）。实验班学生在这四个维度的平均表现超过了对照班。这表明，在实验结束后，相较于对照班学生，实验班学生的 STEM 综合素养水平得到了显著提升。因此假设 H0 成立，即实验班学生后测的 STEM 综合素养水平得分显著高于对照班。详细数据见表 6-6。

表 6-6 实验班后测和对照班后测的独立样本 T 检验(n=50)

	班级	N	平均值	标准差	t	P
STEM 知识	实验班	50	3.22	2.25351	-3.651	.000
	对照班	50	2.15	1.01247		
STEM 能力	实验班	50	3.63	2.44274	-4.727	.000
	对照班	50	2.12	1.22441		
STEM 思维	实验班	50	3.42	2.24152	-5.685	.000
	对照班	50	3.26	2.14753		
STEM 态度	实验班	50	3.40	2.53524	-3.574	.000
	对照班	50	2.50	1.12332		

②对实验班实验前后的数据进行配对样本 T 检验后，结果显示：在 STEM 知识、STEM 能力、STEM 思维及 STEM 态度四个维度上，实验前后的 P 值均小于 0.05。这表明实验班学生在实验前后在这四个方面的表现存在显著差异。同时，实验后的平均分明显高于实验前。进而可以说明在实验班实施 STEM 理念下的项目式学习后显著增强了学生的 STEM 综合素养水平。因此，实验假设 H1 成立，这意味着 STEM 教育理念下的项目式学习确实能有效促进学生 STEM 综合素养的提升。详细数据请参见表 6-7。

表 6-7 实验班实验前后的配对样本 T 检验（n=50）

	时间	N	平均值	标准差	t	P
STEM 知识	实验前	50	2.27	1.18575	5.236	.000
	试验后	50	3.22	2.25351		
STEM 能力	实验前	50	2.88	1.67533	6.235	.000
	试验后	50	3.63	2.44274		
STEM 思维	实验前	50	2.38	1.52900	12.523	.000
	试验后	50	3.42	2.24152		
STEM 态度	实验前	50	2.22	1.08842	5.325	.000
	试验后	50	3.40	2.53524		

③经过对对照组在实验前后数据进行配对样本 T 检验的分析,结果表明对照组在 STEM 知识、能力、思维以及态度这四个方面的实验前后测验结果的 P 值都超过了 0.05, 这表明对照班学生实验前后 STEM 综合素养并没有明显差异由此可以得出结论, 采用传统教学方式的对照班学生 STEM 综合素养并没有显著的变化, 因此, 实验假设 H2 成立, 详细数据可见下表 6-8。

表 6-8 对照班实验前后的配对样本 T 检验 n=50

	时间	N	平均值	标准差	t	P
STEM 知识	实验前	50	2.18	1.23925	-.322	.569
	试验后	50	2.15	1.01247		
STEM 能力	实验前	50	2.22	1.22042	.172	.345
	试验后	50	2.12	1.22441		
STEM 思维	实验前	50	2.27	1.17275	.408	.234
	试验后	50	3.26	2.14753		
STEM 态度	实验前	50	2.45	1.05233	.316	.156
	试验后	50	2.50	1.12332		

6.3.3 学生自评

为了评估项目式学习的成效,笔者选择了参加项目式教学的四年级 1 班学生作为调查对象通过笔试来搜集学生自评数据。该自评表覆盖“知识与技能”以及“情感态度”两方面,以考量学生学习的成果,评分标准是五级评分法,从 1 分的“非常不同意”至 5 分的“非常同意”,评价各个层面。自评结果显示如下:

在“知识与技能”方面,如图 6-8 所示,大多数学生对学习的知识技能掌握得相当好,尤其是在理解力的概念及相关知识上,高达 90%的学生表现出色。不过,在制作动力装置小车的技巧、工具使用的熟练程度以及对环境保护意识的认识方面,还有学生存在不足,尤其是对环保意识的理解和认识科技进步对社会发展的贡献方面,20%的学生表现不佳。这提醒我们,在未来项目式学习实施过程中,应该更好地将现实情景与教学内容结合起来,通过真实的场景来进行教学,以加深学生对于环境保护的意识,以及对科技发展带动社会进步的理解。



图 6-8 知识与技能维度分析

在“情感态度层面”，大部分学生对于项目式教学持有正面看法，这种教学方式不仅有趣，而且课堂气氛轻松愉悦。具体如图 6-9 所示，大约 80% 的学生认同更加完整和系统地掌握与项目相关的知识，在知识掌握和激励学习方面起到了正向作用。项目式教学通过将知识应用于解决实际问题让学习变得更有成就感，促使学生感受到学习知识的实用性，从而增强了他们的学习积极性。同时，也有少部分学生（0.2%）反映他们的问题解决能力没有得到提升，并认为 STEM 教育理念下的项目式教学较为复杂，难以参与。随着项目式教学活动的深入推进，我们期待学生能更好地适应这种教学模式，并在参与过程中潜移默化地提升其问题解决等综合能力。

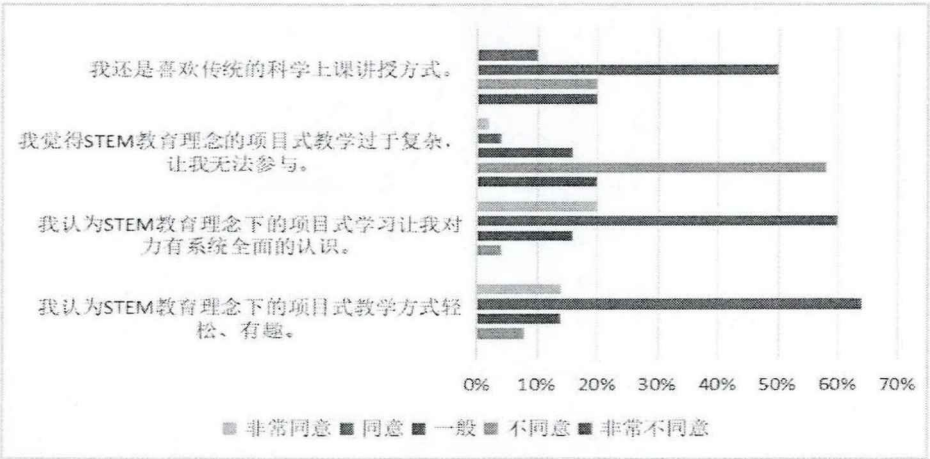


图 6-9 情感态度维度分析

6.3.4 小组互评

为了对小组内部成员在本次教学项目中的参与度和表现进行评估，设计了学生小组评价表。四年级 1 班共计 50 名学生，平均分成 10 个小组，每组人数为 5 人。评价内容涵盖以下方面，分别是“是否积极参与项目活动”“是否与小组成员团结协作完成项目”“是否能按时完成所分配的各项项目任务”“在面临困难时，能有效解决问题”“在项目制作环节中，有较动手实践能力”。每位学生需要在项目完成后针对其评价表进行填写由于整个班级的

学生都参与了评价，因此共发放了 50 份评价表。学生会对其所在小组的其他 4 名同学进行评价，每位学生进行 4 次评价，因此全班累积的评价次数为 200 次。详细数据见图 6-8。统计分析发现，有 60%的同学在参与项目活动方面获得了积极的评价（评价中“非常符合”和“符合”的次数占比），有 60%；65%的同学与组员团结协作，65%的同学能准时完成任务，56%的同学在遇到困难时能有效解决，而有 50%的同学在项目实施环节展示了较强的动手能力。总体上，超过半数的学生在项目式学习中，能够在 STEM 教育理念指导下，展现了积极的投入态度，能够主动探究和学习，及时完成所分配的项目任务，并成功制作出项目产品。尽管如此，还需注意到学生在解决问题和动手实践这两方面的优异表现占比较低，这表明这些技能对学生的综合素质有较高要求，我们需要给予进一步的关注和培养。

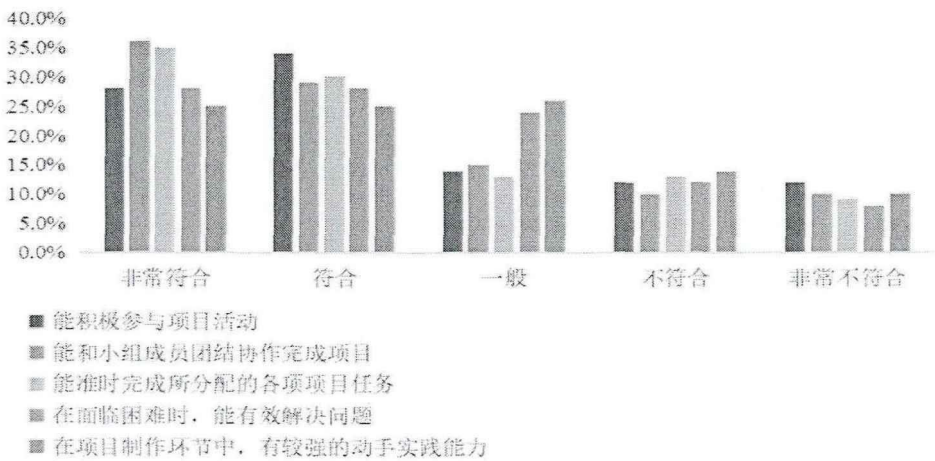


图 6-10 小组内部评价结果统计

6.3.5 教师评价

在 STEM 教育理念的指导下，项目式教学的评价环节采用的是多元化评价，其中教师的评价扮演着重要角色。教师基于个人教学经验、课堂观察结果、与学生的深入互动，以及项目成果的呈现和讨论，对各个小组的学生进行评分。在教师评价问卷中，共包括 10 个评估项目，分别是“对问题进行科学分析，确保结论有充分依据”“项目方案切实可行实施难度符合实际”“设定目标清晰，解决方案具有层次性”“合理安排项目进度，按时按质完成项目目标”“小组职能明确，分工合作”“小组内部成员积极参与，形成互帮互助的良好氛围”“小车草图设计需注重实用性，便于后续制作”“小车结构良好，材料合适，能够正常运动起来”“小车外观设计应美观大方，体现创新意识”和“汇报时思路应清晰，内容有条理，论据充分”，每道题 1 分，总共 10 道。根据表 6-9 所示可以看出，第 5、6、8 组的得分最高，第 2、4、9 组的得分最低。

表 6-9 各项目小组教师评价得分

组号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
项目评分总分	8	7	8	7	9	9	8	9	7	8

总体来看，各小组均能遵循教师的指导，有序地推进项目各个环节：面对实际问题提出各小组的假设，设计操作流程实施项目方案，进行项目探究并制作及完善项目产品，并最终进行汇报展示与互评。大部分团队在完成项目成品的制作方面达到了预期效果，然而在相对创新和美观性呈现却相对不够突出。值得一提的是，第4、5、6组在保持实用性的同时，也注重了美观性。然而，第4组因未能按时完成项目任务而稍显逊色。第5组之所以获得高分，主要归功于其积极的合作态度和有效地沟通。尽管他们的草图设计初期存在不足，但随着小组深入合作沟通与讨论，他们最终制作出了具有创新性的项目产品。相反，第2、4、9组由于组内沟通不畅，导致方案计划混乱，任务分配不清，进度受阻，且项目产品缺乏创新性。在项目产品展示和交流环节，这三个小组的表现也不尽如人意，由于产品未能达到预期效果，他们的汇报思路显得混乱，难以自洽，因此得分较低。

6.3.6 学生访谈结果分析

为了深入了解学生参与本次项目式学习之后的真实意见和体会，笔者制定了一个包含五个开放式问题的访谈大纲（详细问题见附录 IV）。在课程结束之际，对班级中的一些学生进行了采访。分析学生们的访谈回答，接下来将从他们的学习体验与感受、收获与遇到的困难以及小组合作情况三个维度展开详尽讨论，相关分析结果见下表 6-10：

表 6-10 学生访谈情况

访谈内容维度	访谈问题	访谈详情
学习感受与体会	请你谈谈对本次单元项目式学习的整体印象与学习感受？	受采访的同学普遍认为，这样的课堂氛围更加活跃，同学之间的合作交流机会也显著增多，所以十分喜欢科学课堂上开展的项目式学习。还有学生指出，相较于传统的科学课堂，项目式学习使他们通过亲身参与问题解决的过程，对力的知识有了更深刻地理解和把握。在不经意间还运用了其他学科的知识（例如，了解中位数、众数的概念，上网搜索资料等），这使得他们对所学内容更加难忘。因此希望老师在未来的学习课程中也能更多地采用这种教学方式，通过实验和项目制作来进行科学授课。
困难与收获	你在“制作小车”项目式学习中最大的困难是什么，收获如何？	接受访谈的三位同学这样回答： 学生 A 表示，自己平时较为内向，以往在科学课的实验中往往是其他同学操作。但是在项目式学习中，小组长会合理分配任务，这使得他也能亲身参与到科学探究实验中，极大地激发了他对科学学习的兴趣。并坦言自己平时的学习成绩并不理想，总是难以记住科学知识点，考试成绩也常常不尽如人意。但在这个单元的学习中，通过自己解决遇到的问题，发现某些关于力的知识点记忆得尤为牢固，平时的测验成绩也有了显著提升。 学生 B 讲述了曾经对于被提问时站在全班同学前回答问题的

		<p>胆怯的过往经历。然而，在本次的项目展示活动中，他作为小组的汇报员代表团队介绍了小车设计和制造的过程，他意识到公开发言其实没那么恐怖。B 同学从听到的同学们和老师们的赞许声中获得了极大的自信和荣誉感。因此，他渴望在未来的学习中能多些这类机会来进一步提高自己。</p> <p>学生 C 觉得设计项目的环节极其吸引人，因为他在设计过程可以尽情发挥想象力去创造小车的各种外形与动力方式，并利用科学课程中学到的知识将其实际制作出来。这种类型的科学课程让他非常热爱并全心参与。</p>
小组合作	在你们的团队中，职责分配是否得当？在执行项目时，团队成员有没有出现观点分歧？你们是如何克服这些分歧的？	<p>接受采访的部分同学表示，在项目开始之初，小组内部就制定了详细的计划并进行了明确的分工。虽然在学习过程中偶尔会遇到意见不统一的情况，但大家通常会通过询问其他同学或老师的意见以及通过小组内部协商的方式来解决这些问题。然而，也有小组反映组内的分工不够明确，导致大家的参与积极性不高，最终影响了小车作品的完成效果。因此，教师需要引导学生提前进行计划制定与组内分工明确的工作，并加强过程中的监督与指导。通过访谈结果的分析可以得知，项目式学习方式深受学生们的喜爱与认可。它不仅有助于学生在合作学习过程中增强自信心、团结意识和责任感等素养的培养；并且在学习结束后，学生能有意愿地将所学知识运用到实际生活中去解决问题，达到了教学目标的基本要求。</p> <p>接受采访的学生表示，在确定项目之后，团队内部就确立了周密的计划和清晰的责任分配。尽管在实践探究的过程中也会出现观点分歧，大家一般都会借助征询组内其他组员或教师的看法，以小组内讨论达成共识来克服这些障碍。相反，也有小组其提出其团队内部分工模糊，从而削弱了成员的参与热情，进而影响了小车项目的完成质量。因此，教师在教学中应当指导学生尽早做好计划制定和明晰分工，并在实施过程中施加更多的监管和辅导。从访谈结果分析看，项目式学习的方法受到学生的青睐和认同。这种方式不仅助力学生在团队合作学习中提高自信心、增强团队合作意识和责任感，还使得学生在学习项目后能够有意识地把所学到的相关知识应用于生活中解决实际问题，实现了教学的基本目标。</p>

第7章 总结与展望

7.1 研究结论

本研究以 STEM 教育理念为指导,在建构主义等理论的支持下,根据小学科学课程的特性和四年级学生的认知特点,参考学者已有的研究结果和实践经验,建构了 STEM 教育理念下基于项目式学习的小学科学教学框架,选取教科版小学四年级上册第三单元《运动和力》为教学内容,确定了“制作小车”作为项目教学内容,并根据所构建的理论框架设计了项目式教学案例,并在实验班级中进行了教学实践,本研究得出以下结论:

(1) 在科学教学活动中采用 STEM 教育理念下的项目式学习,有助于学生打破学科界限,将 STEM 相关知识融合并应用于科学课程的探究中,提高学生对 STEM 学科(科学、技术、工程和数学)的学习兴趣。STEM 教育理念下的项目式学习强调构建与学生认识水平相匹配真实情境,引导学生主动学习和探索。通过这种教学方式,课堂变得以学生为中心,促使学生在积极地探索过程中体验到科学学习的乐趣,并端正他们对待科学学习的态度。

(2) 这种新型的教学模式提升了学生们的多种综合能力,包括团队合作、应对现实挑战及实践探究等,这些技能的增强无疑对其未来的学习产生积极影响。学生本身对这一创新学习方式持欢迎态度,他们能够自发而热情地投身于项目探究活动中。STEM 教育理念下的项目式学习推崇倡导以小组合作的方式开展教育活动,这一举措不仅转变了教师的授课的方式,也鼓励教师在课堂中扮演更多的引导者角色。通过小组讨论,学生能够自行查明和理解学习过程中出现的问题及其原因,而非仅仅像传统的讲授法或演示法那样,被动地吸收知识和掌握结果。而不是像讲授法或演示法一样,学生被动地接受知识,掌握结果。这进一步培养了学生运用跨学科知识解决复杂科学问题的思维品质。

7.2 研究不足

本次实践在一定程度上证明了 STEM 教育理念下的项目式学习应用于小学科学课堂的积极作用,然而,研究过程揭示了一些需要进一步优化的方面,具体包括:

(1) 研究样本规模有限,导致研究结论的普适性受限。

本次实践局限于单一学校的一个实验班级,参与的实验对象人数为五十名。由此得出的研究成果适用性有限,缺乏普遍有效性。

(2) 研究期限较短,可能导致结果具有偶发性。

本次实践的持续时间为一个月,而通常教育研究需要较长的时间来进行观察与确认。尽管短期内可以看到某些成效,但由于缺乏长期验证,研究结论可能带有一定的随机性。

7.3 研究展望

由于笔者本身的知识能力水平和理论研究水平有限,所以对于 STEM 教育理念的项目式教学的框架构建方面需要进一步的优化。其次,笔者并非一线教师,教学经验不足,个人教学能力有限,在课堂教学中存在着不受控制的问题,特别是在关注每位学生在课堂中的表现方面。此外,本研究的范围限于银川市一所小学单个班级的实践,导致样本具有局限性,实验期间相对较短,因此尽管实验数据真实,但不具有代表性和说服力。针对这些不足之处,为了将 STEM 教育和项目式学习更有效地融合科学课程中,提出以下改进建议:

第一,为实现 STEM 教育与科学课程的有效融合,我们须持续探索不断追求创新并设计多样化的教学实例。这些建立在学生认知水平和特定教学材料基础上的案例,将确保项目式教学能够贯穿学生的整个学习过程。通过这种方式,不仅能够提高学生的综合素养,还能激发他们对 STEM 教育和项目式教学的浓厚兴趣。

第二,需要进一步完善评价体系。教学评价作为课程体系中不可或缺的一环,教育与教学活动相得益彰,共同促进学生全面发展。现行主要依赖书面考试的评估方法过于简化,难以应对当前教育的多元化需求。所以应当参照课程标准,采用多元化的评价方式,引入多样的评估手段,并保障评价主体的多样性。这将有利于激励学生全方位发展,增强他们的综合素质。

第三,提升教师的职业素质和专业能力。STEM 教育理念下的项目式学习对教师提出的专业水准提出了更高的挑战。尽管众多教师对 STEM 教育及项目式学习有一定的认识,但由于基础设施和个人技能上的约束,他们常常在实际教学中难以有效施行这种教学模式。为了克服这一困境,基于对学生综合能力和认知水平的深入分析,需要打造一个便于教师线上线下交流的平台,帮助他们提高职业素质和专业。这将促使教师更为出色地实施 STEM 教育理念下的项目式教学,并培养出更多具备跨学科素养的优秀教师。

参考文献

1.著作

- [1]梁宁建.应用认知心理学[M].上海:上海社会科学院出版社,2009.
- [2]夏雪梅.《项目化学习设计:学习素养视角下的国际与本土实践》[M].北京:教育科学出版社,2018:10.
- [3]巴克教育研究所.项目学习教师指南——21世纪的中学教学法[M],任伟,译.北京:教育科学出版社,2008.

2.学位论文

- [1]刘兰辉.基于 STEM 理念的初中化学项目式学习设计与实践研究[D].江西师范大学,2021.
- [2]彭迪.基于项目式学习的 STEM 课例教学模式研究[D].青岛大学,2021.
- [3]卫童.STEM 背景下初中机器人课程设计与实践研究[D].陕西师范大学,2020.
- [4]杨雪怡.小学科学项目式学习教学设计与实践研究[D].广西师范大学,2022.
- [5]罗希妍.STEM 教育背景下基于项目式学习的小学科学课程开发与实践研究[D].山东师范大学,2023.
- [6]胡雪涵.基于项目式学习的小学 STEM 课程开发研究[D].西南大学,2021.
- [7]王健博.基于 STEAM 理念的小学科学课程项目式活动设计与应用研究[D].东北师范大学,2019.
- [8]石翠维.基于 STEM 教育理念的初中信息科技项目式学习活动设计研究[D].河北科技师范学院,2023.
- [9]张颖.STEM 理念下的小学科学课项目式学习研究[D].闽南师范大学,2019.
- [10]刘雪.STEM 理念在中学化学教学中的应用[D].延边大学,2018.
- [11]卢迪.基于项目式学习的高中 STEAM 课程开发[D].广西师范大学,2021.
- [12]蔡彤彤.基于 STEM 教育理念的小学科学项目式教学设计与实施[D].南昌大学,2022.
- [13]徐国华.STEM 教育视域下小学科学项目式活动设计与实践研究[D].新疆师范大学,2021.
- [14]范璐瑶.基于项目式学习的高中人工智能课程教学模式的构建与应用[D].天津师范大学,2022.
- [15]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.

3.期刊

- [1]曹小先,郭传杰,江崇廓,刘乃泉.培养创新人才的关键是更新教育观念[J].中国高等教育,2009,(21): 31-33.
- [2]王素.《2017 年中国 STEM 教育白皮书》解读[J].现代教育,2017,(07): 4-7.
- [3]崔鸿,朱家华,张秀红.基于项目的 STEAM 学习探析:核心素养的视角[J].华东师范大学学报(教育科学版),2017,35(04): 54-61+135-136.
- [4]杨光富.奥巴马政府 STEM 教育改革综述[J].中小学管理,2014(04): 48-50.
- [5]朱荣歌.美国:实施公平而有质量的 STEM 教育[J].人民教育,2023,(01): 39.
- [6]马克·哈克林,任杰.优化科学中心对 STEM 教育的贡献[J].自然科学博物馆研究,2016,(04): 11-16.
- [7]张华.论“设计本位学习”[J].教育发展研究,2006(23): 1-7+13.
- [8]姜峰,王新俊.《美国竞争法》述评[J].外国中小学教育,2009,(01): 64-65+14.
- [9]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,(04): 71-78+105.
- [10]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,2015,38(02): 64-72.
- [11]孙维,马永红,朱秀丽.欧洲 STEM 教育推进政策研究及启示[J].中国电化教育,2018(03): 131-139.
- [12]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,2015,21(04): 13-22.

- [13]赵呈领,申静洁,蒋志辉.一种整合创客和 STEM 的教学模型建构研究[J].电化教育研究,2018,39(09):81-87.
- [14]朱珂,贾鑫欣.STEM 视野下计算思维能力的发展策略研究[J].现代教育技术,2018,28(12):115-121.
- [15]第二届 STEM 教育应用国际会议将于 2012 年 11 月在北京召开[J].现代远程教育研究,2012(03):18.
- [16]吴晗清,穆铭.科学领域核心素养达成的利剑:融合理化生的项目式学习[J].教育科学研究,2019(01):50-54+60.
- [17]胡红杏.项目式学习:培养学生核心素养的课堂教学活动[J].兰州大学学报(社科版),2017,45(06):165-172.
- [18]张文兰,张思琦,林君芬等.网络环境下基于课程重构理念的项目式学习设计与实践研究[J].电化教育研究,2016,37(02):38-45+53.
- [19]明洁,刘革平.基于 Sakai 平台的项目式学习模式研究[J].西南农业大学学报(社会科学版),2011,9(10):191-194.
- [20]桑国元,蔡添.项目式学习中的学生评价[J].教学与管理,2021(31):1-4.
- [21]邵伟琳.中学信息科技项目活动中学习评价的探索与实践[J].上海师范大学学报(基础教育版),2008,37(03):128-132.
- [22]樊爱宛,潘中强.基于项目学习模式的教学绩效评价研究[J].黑龙江科技信息,2011(02):202.
- [23]张红艳,谭婷.基于项目式教学模式的小学科学课程教学设计[J].数字教育,2019,5(03):79-84.
- [24]潘伟锋.小学科学教学中项目式学习的实践与思考——以“轮子”教学为例[J].教师教育论坛,2020,33(02):55-57.
- [25]黄申友.小学科学项目式学习设计及优化策略——以“创意小乐器”项目为例[J].科教导刊,2021,(36):61-63.
- [26]赵慧臣,陆晓婷.开展 STEAM 教育提高学生创新能力——访美国 STEAM 教育知名学者格雷特·亚克门教授[J].开放教育研究,2016,22(05).
- [27]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(04):71-78.
- [28]田阳阳.基于项目式学习的 STEM 课程校本实践路径探析[J].基础教育参考,2019,306(18):33-36.
- [29]张仙,黎加厚,鲍贤清.从“英特尔-未来教育”项目的问题设计看渗透性德育的开展[J].中国电化教育,2005(10):54-57.
- [30]刘长城,张向东.皮亚杰儿童认知发展理论及对当代教育的启示[J].当代教育科学,2003(1):45-46.
- [31]陈瑞芳,郑丽君.皮亚杰认知发展理论及其对当代教育教学的启示[J].当代教育论坛:校长教育研究,2007(5):44-45.
- [32]张洪波,张胜利,黄娟.基于 STEM 教育理念的项目式学习模式构建[J].教育理论与实践,2020,40(20):56-58.

4.报纸

- [1]中共中央国务院.印发《中国教育现代化 2035》[N].人民日报,2019-02-24(001).
- [2]曹建.《国际 STEM 教育研究所落户上海助力提升科技创新人才培养质量》[N].中国青年报,2023-12-21.

5.电子文献

- [1]教育部.教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知[EB/OL].[2016-06-24]
- [2]科学教育研究中心.中国 STEM 教育调研报告[EB/OL].[2021-08-29].

[3]中华人民共和国教育部.义务教育科学课程标准(2022 年版)[S].北京:北京师范大学出版社, 2022.

6.外文文献

[1]National Science Foundation. Shaping the Future: Strategies for Revitalizing Undergraduate Education[R]. Proceedings from the National Working Conference, 1996.

[2]Elementary and Secondary STEM Education[EB/OL].(2021-07-08)[2022-10-17]

[3]HM Treasury.Final Report of Sir Gareth Roberts' Review[EB/OL][2002-04-05].

[4]HM Government. Building our Industrial Strategy: green paper[EB/OL].[2017-01-23]

[5]Kilpatrick W H. The Project Method:The Use of the Purposeful Ace in the Educative Process[J]. The Teachers College Record, 1918, 19(4): 319-335.

[6]Debelak, K.A.;J.A Roth.Chemical process design:an integrated teaching approach[J].ChemicalEngineering Education, 1982, 16(2): 72—75.

[7]Foulger T S, Jimenez-Silva M.Enhancing the writing development of English language learners: Teacher perceptions of common technology in project-based learning[J].Journal of Research inChildhood Education, 2007, 22(2): 109-124.

[8]Anne Jolly.Stem by design: strategies and activities forgrades4-8[M].New York: Rotledge, 2016.

[9]Reese, H.W.The learning-by-doing principle[J].Behavioral Development Bulletin, 2011, 17(1)1-19.

[10]GARDNER H . The theory of multiple intelligences[J]. Ann Dyslexia, 1987, 37(1): 19-35.

附录I

小学科学项目式学习现状调查问卷

亲爱的同学：你好！这是一份关于银川市X小学四年级学生的小学科学项目式学习现状的调查问卷，为进行STEM教育理念下基于项目式学习的小学科学教学设计研究提供真实的研究数据。本问卷为无记名形式，答案没有对错之分。请仔细审题，选出你认为最佳的答案，衷心感谢你的支持与配合！

第一部分：基础问题

你的班级是？（ ） A 四年1班 B 四年2班

你的性别是？（ ） A 男 B 女

第二部分：项目式学习兴趣

1. 我喜欢上科学课。（ ）

A 非常同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 非常不同意

2. 我喜欢目前科学课程的上课方式。（ ）

A 非常同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 非常不同意

3. 我喜欢通过小组协作的学习方式完成学习任务。（ ）

A 非常同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 非常不同意

4. 在遇到问题时，我喜欢尝试采用不同的办法解决。（ ）

A 非常同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 非常不同意

5. 我愿意去完成科学课程课上教师提出的学习项目。（ ）

A 非常同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 非常不同意

第二部分：项目式学习认识

6. 我认为科学课程中需要动手操作的实践类知识学习。（ ）

A 非常同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 非常不同意

7. 我会在科学课程学习过程中用到其他学科的知识。（ ）

A 非常同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 非常不同意

我认为采用完成项目的方式来进行科学课堂教学，会有助于我的学习。（ ）

A 非常同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 非常不同意

9. 我喜欢自己动手设计一些项目或作品。（ ）

A 非常同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 非常不同意

10. 我愿意利用科学知识解决现实生活中的真实问题。

A 非常同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 非常不同意

附录II

基于科学学科的 STEM 综合素养水平调查问卷（前后测）

亲爱的同学：你好！我是宁夏大学现代教育技术专业的硕士研究生，正在做一项关于 STEM 教育理念下的项目式学习在小学科学课堂教学中的研究，为了使研究结果更具准确性在课程开始之前需要简单了解同学们已有的科学学科 STEM 综合素养水平，以便更好地开展本次研究。本问卷为无记名形式，答案没有对错之分。请仔细审题，选出你认为最佳的答案，衷心感谢你的支持与配合！

STEM 知识：

- 1.我知道生活中常见的力的类型，并知道其特征。（ ）
A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合
- 2.我清楚地了解汽车的类型（按动力方式），并知道新能源汽车的优点。（ ）
A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合
- 3.我知道汽车运动的简单原理。（ ）
A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合
- 4.我认为科学课程的学习常常需要运用科学、技术、工程和数学的知识。（ ）
A.完全不符合 B.基本不符合 C.不确定 D.基本符合 E.完全符合

STEM 能力：

- 5.在科学课程的学习中，我喜欢动手进行实践探究。（ ）
A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合
- 6.我能够运用运动与力的知识，完成一个简易小车的制作。（ ）
A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合
- 7.在科学课程的学习中，我希望老师布置一些实践性、探究性的学习任务。（ ）
A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合
- 8.在进行科学问题探究的过程中，遇到问题时我会综合考虑各方面因素，利用上网搜索等方式来搜集资料。（ ）
A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合
- 9.我乐于动手尝试自己想做的事情。（ ）
A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合
- 10.在进行科学实践探究时，我能够与小组成员融洽地合作，一起完成探究过程。（ ）
A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合
- 11.在进行科学实践探究时，我能认真积极地和同学交流讨论，并倾听其他同学的意见。（ ）
A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合

STEM 思维:

12.在完成科学课堂布置的一些任务时（如制作小车），我会想到尝试使用已经具备的各学科知识去完成任务。（ ）

A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合

13.在解决存在疑问的科学问题时，我能通过各种方式主动查阅相关资料，尽力去分析问题并解决问题。（ ）

A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合

14.我能系统周全地考虑各因素对问题解决的影响，创造性地解决科学学习中所存在的问题。（ ）

A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合

15.面对较为复杂的科学问题时，我能通过一定的办法来解决。（ ）

A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合

STEM 态度:

16.我对科学、技术、工程、数学等理工类课程比较感兴趣。（ ）

A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合

17.我能清楚地说出科学、技术、工程、数学对于现实生活的影响。（ ）

A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合

18.我能较好地运用科学、技术、工程和数学知识与技能解决现实生活中的实际问题。（ ）

A 完全不符合 B 基本不符合 C 不确定 D 基本符合 E 完全符合

附录III

教师访谈提纲

您好！本次访谈是为了能够更好地了解小学科学 STEM 教育与项目式学习现状，本次访谈采用不记名方式，仅供学术研究使用，访谈过程将严格保密，不会涉及个人隐私。希望您能根据真实情况如实作答，感谢您的支持和配合，谢谢！

- 1.您对 STEM 教育理念和项目式教学是否熟悉，谈谈您的理解。
- 2.在小学科学课程中，您觉得哪些单元内容适合采用项目式教学？
- 3.您认为开展将 STEM 教育理念与项目式学习活动融入小学科学是否可以培养学生的跨学科和创新等思维能力？
- 4.您认为四年级 1、2 班的学生对科学学习的学习态度和学习兴趣如何？以及他们在跨学科素养、能力等方面表现如何？
- 5.您会愿意在未来的教学中采用 STEM 教育理念下的项目式学习活动展开教学吗？为什么？

感谢您的配合，祝您一切顺利！

附录IV

学生访谈提纲

为了解同学们经历本次项目式学习后的真实看法与学习感受,本次访谈采用不记名方式,仅供学术研究使用,访谈过程将严格保密,不会涉及个人隐私。希望您能根据真实情况如实作答,感谢你的支持和配合,谢谢!

问题 1: 请你谈谈对本次单元项目式学习的整体印象与学习感受?

问题 2: 你在“制作小车”项目式学习中最大的困难是什么,收获如何?

问题 3: 在你们的团队中,职责分配是否得当?在执行项目时,团队成员有没有出现观点分歧?你们是如何克服这些分歧的?

问题 4: 你认为此次学习你哪些方面进步得最大?

问题 5: 你对本次项目学习有什么改进意见?

感谢你的配合!

附录V

学生自评表

维度	题目	非常不同意	不同意	一般	同意	非常同意
知识技能	1.通过学习，我能说出三种常见的力的并能说出其特征。					
	2.通过学习，我理解制作不同动力装置的小车的方法。					
	3.通过学习，我能使用不同工具的制作小车。					
	4.通过学习，我意识到环保的重要性，理解科学技术的发展能促进社会发展。					
情感态度	5.我认为 STEM 教育理念下的项目式教学方式轻松、有趣。					
	6.我认为 STEM 教育理念下的项目式学习让我对力有系统全面地认识。					
	7.我觉得 STEM 教育理念的项目式教学过于复杂，让我无法参与。					
	8.我还是喜欢传统的科学上课讲授方式。					

附录VI

小组评价表

评价项目	小组成员	非常符合	符合	一般	不符合	非常不符合
1.是否积极参与项目活动。						
2.是否与小组成员团结协作完成项目。						
3.是否能按时完成所分配的各项项目任务。						
4.在面临困难时，能有效解决问题。						
5.在项目制作环节中，有较强动手实践能力。						

附录VIII

教师评价表

评价内容	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组	第6组	第7组	第8组	第9组	第10组
1.对问题进行科学分析，确保结论有充分依据。										
2.项目方案切实可行实施难度符合实际。										
3.设定目标清晰，解决方案具有层次性。										
4.合理安排项目进度，按时按质完成项目目标。										
5.小组职能明确，分工合作。										
6.小组内部成员积极参与，形成互帮互助的良好氛围。										
7.小车草图设计需注重实用性，便于后续制作。										
8.小车结构良好，材料合适，能够正常运动起来。										
9.小车外观设计应美观大方，体现创新意识。										
10.汇报时思路应清晰，内容有条理论据充分。										