

《指向科学思维发展的小学科学实验教学优化研究》

开题报告

常州市金坛区建昌小学 李 赟

常州市龙城小学 程 英

一、问题的提出

（一）课题名称：指向科学思维发展的小学科学实验教学优化研究

（二）相关概念界定

1. 科学思维

科学思维是从科学的视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式，主要包括模型建构、推理论证、创新思维等。科学思维也是培养学生核心素养的重要一环，是学生学习科学课程的过程中，逐步形成的适应个人终身发展和社会发展所需要的正确价值观、必备品格和关键能力，是科学课程育人价值的重要体现；同时也对小学科学实验教学的优化研究中培养学生具有科学的思维方式、具备正确的科学观念、拥有优秀的沟通合作等能力的发展形成了有效导向。

2. 科学思维发展

即学生科学思维能力的发展，课题组将培养学生以经验事实为基础，对客观事物进行抽象和概括，建构模型，运用模型分析、解释现象和数据，描述系统的结构、关系及变化过程的能力；课题组将培养学生指向证据与逻辑，运用分析与综合、比较与分类、归纳与演绎等思维方法，逐步让学生形成建立证据与解释之间的关系并提出合理见解的能力；课题组将培养学生从不同角度分析、思考问题，逐步掌握并熟练提出新颖而有价值的观点和解决问题方法的能力，进而达到整体发展学生科学思维能力的目的。

3. 实验教学优化

是指在小学科学实验教学过程中，结合学生身心发展的特点，以科学教材内容为基础，从自然、社会 and 生活中选择和确定内容，结合教材内容，进行知识的迁移、整合与建构。以科学实验设计与科学实验教学这两个要素为切入口，着重研究科学实验要素中实验设计建构、实验材料选择、实验装置改进等方面的优化研究；着重研究实验教学要素中课堂环节整合、活动设计迁移、课堂思辨散发等方面的优化研究。同时综合运用跨学科融合的特点，寻求跨学科融合的课堂设计与开发优化、流程与方法优化、教学与实施优化，逐步形成和完善与课程目标相对应的小学科学优化实验教学研究评价表；逐步形成和完善与教材内容相对应的小学科学实验教学优化课例；逐步形成和完善与课程理念相对应的优化经验与研究成果。

（三）前期文献综述

1. 国内外研究现状

我国有关科学思维培养的历史悠久，古代许多学者如孔子等人的教育思想中已经开始重视思维的培养。《论语》中曾提到：“学而不思则罔，思而不学则殆”，这体现了我国著名教育家、思想家孔子将学习和思维相结合的思想。还有《中庸》中曾提到：“博学之，审问之，慎思之，明辨之，笃行之”，体现了将“学”、“问”、“思”、“辨”、“行”等相结合的思想。近几十年，国内学者越来越重视科学思维的研究，包括科学思维的理论研究、实践研究、评价工具的研究等。另外，随着新课标的颁布和落实立德树人的根本任务要求，科学学科核心素养之一科学思维的研究引起了许多学者和一线教师的关注。

国外有关科学思维发展的研究历史悠久，起源于古希腊、罗马时代的学者如苏格拉底、柏拉图等等，后来很多认知发展心理学家和科学教育者对科学思维的本质和培育问题进行论述，并基于思维培育理论进行教育实践研究。近现代，科学思维逐渐成为心理学和教育学领域的研究热点。关于科学思维发展，杜威提出了“反省的思维的分析”的5个形态，后来应用于“从做中学”的教学步骤，倡导在“做”中思维。布鲁纳所提倡的“发现学习”，是以发展学生的探究性思维和独立思考能力为目标。

指向科学思维发展的小学科学创新实验教学是国际科学教育改革的新方向，尽管对科学思维发展的小学科学创新实验教学在认识上还存在一定的争议，但学者们已经达成了两方面的共识，一是学生不具备科学思维能力将会严重影响核心素养的形成和发展，二是核心素养可以通过小学科学创新实验教学的动态途径和科学思维能力的培养得到进一步发展。二十年来无论国内还是国外，研究者们都在积极尝试科学思维能力结构及其培养问题的研究。目前，国内外已有经验得出的科学能力结构更多关注的是小学科学视角下的问题解答能力，而没有专门针对小学科学思维发展的具体研究。科学思维发展的小学科学创新实验教学实践具有学科领域的独特性，小学科学涵盖的基础学科繁多，不同类别的基础学科的思维能力的构成自然也就存在着很大的差异，所以现有的问题解答能力并不能替代科学思维发展后的小学科学核心素养能力。

当前我国对学生科学思维能力的研究尚处于起步阶段，对小学科学实验中思维能力发展的研究相对更少，更缺乏在实践中的检验。目前大部分学校、教师和学生对于小学科学实验的重要性与作用认识还不足，认为小学科学实验教学的目的是应对检查；大多数教师通过口述、微视频讲解实验，内容强调答题点。学生的分组实验大多数学校不开展，即使开展其操作也过于程式化，不利于学生科学思维能力的发展。

2. 研究的价值

目前小学科学实验教学中普遍不注重训练学生的科学思维能力，本课题根据“科学思维”这一核心素养，指向学生科学思维能力发展，从培养并提升学生的科学思维能力的发展角度，开展小学科学优化实验教学研究，研究不仅具备一定的理论价值，更具备一定的现实价值。

（1）理论意义：2019年教育部《关于加强和改进中小学实验教学的意见》中指出，实验教学是国家课程方案和课程标准规定的重要教学内容，是培养创新人才的重要途径。要形成与课程标准要求相统一的实验教学体系，夯实基础。要开齐开足开好国家课程标准规定实验，切实扭转忽视实验教学的倾向；拓展创新，不断将科技前沿知识和最新技术成果融入实验教学，丰富内容，改进方式；注重实效，强化学生实践操作、情境体验、探索求知、亲身感悟和创新创造，着力提升学生的观察能力、动手实践能力、创造性思维能力和团队合作能力，发展学生的兴趣爱好、创新精神、科学素养和意志品质。在主要举措中，强调要完善实验教学体系、创新实验教学方式、规范实验教学实施、提高教师实验教学能力、保障实验教学条件、健全实验教学评价机制、加强实验教学研究探索、强化实验教学安全管理；在《小学科学课程标准》

（2022版）中，也强调，要抓好国家课程标准规定科学实验教学，牢牢把握培养科学思维这个终身受用的教育目标。设立跨学科主题学习活动，加强学科间相互关联，带动课程综合化实施，强化实践性要求；加强学段间的相互衔接，了解每个阶段学生特点和学科特点，合理安排不同学段内容，体现学习目标的连续性和进阶性，为学生进一步学习做好准备。本课题重视小学科学实验教学中学生科学思维能力的发展，呈现将科学思维能力融入实验教学的发展策略，助力完善发展作为核心素养必要组分之一的科学思维的理论研究，助力贯彻核心素养的发展目标。

（2）实践意义：本课题旨在为学生科学思维能力发展的理想和现实之间找到一条无形的纽带。通过开展指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化实践，探索指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化策略；构建指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化结构范式；寻找指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化评价；开发指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化装置库和资源库；形成指向学生科学思维发展的小学科学实验教学优化案例库等，推进指向学生科学思维发展的小学科学实验教学优化建设，进一步促进学生科学思维能力的深化，同时为教师培养与提升学生的科学思维能力提供一定的参考。

二、研究的目的与内容

（一）研究目的

1. 通过文献研究,形成指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化的文献综述,为实证研究提供依据。

2. 通过现状研究,了解指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学的现状及结果。

3. 通过教学实践探索,提炼指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化策略,为实践研究提供助力。

4. 通过研究总结,构建指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化结构范式。

5. 通过教学实践研究,开发指向学生科学思维能力发展的小学科学实验,形成实验教学优化资源库、案例库等。

（二）研究内容及其重点

1. 研究内容

(1) 指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化的文献研究。通过对国家相关政策、制度及文献资料进行收集、整理、分析和归纳,进一步明确指向学生科学思维能力发展的实验教学优化研究的具体要求,为形成指向学生科学思维能力发展的实验教学优化研究的文献综述奠定基础。如对《中国学生发展核心素养》、《教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见》、《教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》等政策研读,并结合《科学课程标准》及科学思维能力的发展等教育教学理论的研究,对苏教版小学科学一至六年级上下两册等 12 本新教材中 170 个科学实验进行汇总并按科学思维能力发展的类型进行分类。小学科学实验教学中有许多发展科学思维的资源,均涉及到模型建构、推理论证、创新思维等科学思维能力,在实际的教学中,一项实验可以运用多种思维能力,本研究尝试分析探索科学思维能力发展的资源,为实证研究提供根据。

(2) 指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化的现状研究。进入课堂前,学生在头脑中有着或多或少有关思维的前能力,但是这些前能力可能并不完整或者存在错误,同时又根深蒂固。错误的思维能力也会影响学生对新知识点的理解和接受,那么学生在进入课堂之前学生已有的思维能力怎么样?到达什么程度?本课题从实践的角度探究小学科学实验教学优化对学生科学思维能力发展的效果,依据学生在认知、情感、社会性等方面的发展,合理安排不同年段内容,体现学习目标的连续性和进阶性,了解不同年级段学生特点,科学思维能力的各类型和水平,为学生进一步学习做好准备。

(3) 指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化实施策略的研究。

通过分析小学科学实验中主要发展的科学思维能力，提出了旨在开发学生科学思维能力的实验教学优化策略。科学思维能力是科学探究的必要内涵，是科学观念和态度责任的根本前提，探究科学思维能力的发展策略以助力核心素养的落地和落实新课程改革的有力抓手。

(4) 指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化结构范式的研究。小学科学实验不但是学习的内容，更是促进学习的手段。本研究将小学科学实验教学作为日常教学的重要内容，依据学生在认知、情感、社会性等方面的发展，合理安排不同年级段的实验教学优化内容，体现学习目标的连续性和进阶性，了解不同年级段的学生特点，对教材中涉及科学思维发展的实验进行优化和改进，找出最适合学生的教学方法，形成科学思维能力发展的实验教学优化结构范式，发展学生的科学思维，培养学生的核心素养，提高教学效果，为学生进一步学习做好准备。

(5) 指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化改进及资源库、案例库的研究。本课题将围绕指向学生科学思维能力发展的角度，研究小学科学实验教学的优化与改进，进而形成实验教学优化资源库、案例库等，为教学理论与实践相结合，促进学生科学思维能力提升和教师科学素养提升，为学生核心素养培养落地提供重要资源支撑。

2. 研究重点

对苏教版小学科学一至六年级上下两册等 12 本新教材中 170 个科学实验进行汇总并按科学思维能力发展的类型进行分类，利用好教材资源，分析指向学生科学思维能力发展的相关资源；构建指向学生科学思维能力发展的实验教学优化结构范式，培养学生的科学思维能力，提高教学效果；通过实践教学，提升学生科学核心素养、促进教师科学素养的提升。

三、研究的方法与过程

(一) 研究思路及研究方法

1. 研究思路

本课题组在对相关资料进行分析之后，基于“科学思维能力发展”的理论基础和学科特点，首先通过查阅文献，梳理国内外的相关研究，分析小学科学实验教学优化中指向学生科学思维能力发展的相关资源，探索指向学生科学思维能力发展的具体策略，构建指向学生科学思维能力发展的实验教学优化结构范式。再通过开展实验教学优化研究，指向学生科学思维能力发展的情况进行相关教学效果评价，形成评价量表，进行教学反思和评价分析，进一步完善实施策略及结构范式，达到落实教学理论，提升学生的科学思维能力，发展科学核心素养、促进教师科学素养提升，提高教学效果。

2. 研究方法

1. 文献研究法：通过查阅中国知网、硕博学位论文网等多种途径搜集对学生科学思维发展、小学科学实验教学相关内容进行介绍的文献资料。在此基础上，研究 2022 版科学课程标准、苏教版小学科学一至六年级上下两册等 12 本新教材，《小学科学实验教学论》以及《中国学生发展核心素养》、《教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见》、《教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》等相关教育政策文件等多种资料信息，对小学科学实验教学进行梳理，为本课题的开展奠定一定的理论基础。

2. 问卷调查法：对教师的教学设计、学生的学科评价方案、评估试卷等进行收集、分析，了解指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学的现状，发现小学科学实验教学中的经验和问题，以取得研究所需要的素材和数据，作为研究的依据和基础。

3. 案例分析法：本课题组通过小学科学实验教学优化实践研究，尝试编写指向学生科学思维能力发展的实验教学优化案例集，落实教学理论，深化科学思维能力水平，提出学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化经验或建议，为未来的教学实践提供一定的帮助。

4. 课堂观察法：观察法是研究人员有目的地感知、记录和分析教育现象，以掌握真实材料的一种研究方法，以期从课堂效果这一方面来验证小学科学实验中培养科学思维能力发展的有效性。

5. 行动研究法。边研究、边实践、边验证，构建指向学生科学思维能力发展的小学科学实验教学优化实施策略及结构范式，通过实践验证科学思维能力发展的有效性，从而不断使研究的结论得到优化，形成较为系统的研究结论。

（二）研究过程

本课题计划三年完成，研究过程大体分为以下三个阶段。

第一阶段（2023.10-2023.12）：组建课题组，开题论证，规划并明确研究方案；开展指向科学思维发展的实验教学优化研究相关理论学习；商定课题组研究内容的总目标、原则、特征、方法；研究确定年段的指向科学思维发展的小学科学实验教学优化设计、思路和方法。

第二阶段（2024.01-2025.12）：根据课题内容，课题组成员进行动态化日常研究，课题组每月集中活动一次。重点开展：①指向科学思维发展的小学科学实验教学优化的初步理论研究；②指向科学思维发展的小学科学实验教学优化的结构范式研究；③指向科学思维发展的小学科学实验教学优化的实施策略方法研究。

第三阶段（2026.01-2026.07）：收集研究成果，形成研究报告，推广研究成果课例研究：对优秀教师或典型课例进行有选择的分析研究，对一些有代表性的

“好课”或有研究意义的“难课”进行跟踪细化的研究，力求产生一批有典型性的、可模仿的、有价值的精品课例。

（三）主要观点与可能的创新之处

1. 主要观点：小学科学实验教学优化有利于学生科学思维的发展。

学生科学思维能力的发展是以实验教学优化的方式提升个体科学思维能力的过程。依据对学生科学思维能力发展的内涵界定及理论分析，以学生科学思维能力的训练作为突破口，将其贯穿在小学科学实验教学优化中。

（1）通过优化实验设计、实验环节、实验装置等定性实验解释研究对象的本质。在理想化实验中，指向科学事实，排除多余因素的干扰，找出事物本质，并能用文字、图形等形式表示科学概念，提升学生模型建构的能力。

（2）通过优化探究实验，验证实验来推理论证，揭示事物间的因果联系，并说明原因。通过实践获得体验，分析原理，并作出合理的解释，提升学生推理论证的能力。

（3）通过教材各类实验教学为基础，进一步对实验教学进行优化与改进，在实践中逐步形成批判性思维与创造性思维等思维能力，提升学生的科学思维。

2. 可能的创新之处：指向科学思维发展的小学科学实验教学优化研究的理论成果和实践成果丰富。

本研究从小学科学实验教学优化的角度来渗透对于学生科学思维能力发展的培养与提升，同时结合跨学科融合手段，不仅从理论上呈现了小学科学实验教学优化中学生科学思维能力发展的资源开发、策略实施、结构范式、效果评价、实验教学改进和创新案例库等，而且从实践上围绕小学科学实验教学优化开展指向学生科学思维能力发展的教学实践，具有一定的创新性。

（四）研究成果

	成果名称	成果形式	完成时间
阶 段 成 果 (限 5 项)	《指向科学思维发展的小学科学实验教学优化研究》开题报告	开题报告	2023. 11
	分析梳理指向科学思维能力发展的小学科学实验教学优化资源	资料分析	2024. 03
	《指向科学思维发展的小学科学实验教学优化研究》中期报告	中期报告	2024. 12
	指向科学思维能力发展的小学科学实验教学优化资源库及案例库	资源和论文	2025. 06
	指向科学思维能力发展的小学科学实验教学优化策略和结构范式实践案例	课例和论文	2025. 06

最终 成果 (限 3 项)	《指向科学思维发展的小学科学实验教学优化研究》结题报告	结题报告	2026. 06
	指向科学思维能力发展的小学科学实验教学优化资源库及案例库	案例、资源和论文	2026. 06
	指向科学思维发展的小学科学实验教学优化策略和结构范式实践案例	课例和论文	2026. 06

(五) 课题组成员及分工

姓名	工作单位	专业技术职务	研究专长	课题组中的分工
恽亚杰	武进区李公朴小学	中小学一级教师	小学科学教学	网站管理、课例研究等
经维月	常州市龙城小学	中小学一级教师	小学科学教学	资料收集、课例研究等
付 蓉	常州市新北区龙虎塘实验小学	中小学一级教师	小学科学教学	报道摄影、文献研究等
孙金花	常州大学附属小学	中小学一级教师	小学科学教学	小学科学教学
周文杰	金坛区华罗庚实验学校新城分校	中小学一级教师	小学科学教学	小学科学教学
吴银娟	武进区淹城实验小学	中小学二级教师	小学科学教学	小学科学教学
刘 帅	常州市龙城小学	中小学二级教师	小学科学教学	小学科学教学
孙燕芳	常州市新北区龙虎塘实验小学	中小学二级教师	小学科学教学	小学科学教学
王雨莲	武进区李公朴小学		小学科学教学	小学科学教学
吴一欣	常州市龙城小学		小学科学教学	小学科学教学

六、研究的保障

1、研究力量

本课题核心组成员的学术水平较高，研究实力雄厚，都是致力于一线的教育工作者，科研态度认真。三人为常州市学科带头人；一人为常州市骨干教师；一人为武进区学科带头人；多人参加市区级名师工作室、区课题组；一人

获江苏省实验操作大赛先进个人，常州市评优课一等奖，常州市师德模范，常州市优秀教育工作者；一人获常州市评优课一等奖，省市建筑模型、车模比赛一等奖；多人获江苏省金钥匙科技竞赛特等奖，省市科技模型一等奖，区评优课、基本功比赛一等奖。本课题组成员中多人曾作为核心成员参与省规划课题多项，还有多人参与过多项市区级教育科学规划研究课题，积累了丰富的研究经验，也形成了较强的研究能力，在省市种类学术期刊上发表的论文几十余篇。

另外，课题组还邀请到了江苏省小学科学特级教师戴振华，金坛区教师发展中心小学科学研训员姚爱祥、黄海燕老师为课题把脉。

2、研究基础

(1) 学校：教师发展中心和参与研究的多所小学的领导们对教科研一贯支持，有许多支持教科研发展的好做法，能把课题研究与学校新课程教学与改革工作有机结合起来，以研究促工作，推进“科研兴教”。

(2) 制度：各校《教师教育科研考核细则》将课题研究列入教科研考核。

(3) 学科：在教师发展中心组织下，全区小学科学教师参与此项课题研究，确保课题研究能顺利完成和出成果。

(4) 物质和经费：教育局有专项经费，各校每年对参与课题研究的教师也进行经费上支持，供教师购买研究资料、互相交流学习之用。

(5) 组织保障：教师发展中心每年开展以课堂教学、课题研究论文、教学设计、案例评比等课题研究阶段性评比，在教科研上提供奖励，并择优向省、市推荐。

七、参考文献

[1] 王荣德. 思想实验及其在科学发展中的作用[J]. 科学学研究, 2001(01): 14-21.

[2] 石晓兰, 王延楠, 刘世洪. 实验探究与信息技术融合, 促进科学思维发展——以“探究单摆周期”实验教学为例[J]. 物理教学, 2022, 44(01): 20-22.

[3] 沈伟云. 基于科学思维品质发展的实验教学策略研究[J]. 物理教师, 2016, 37(09): 14-16.

[4] 王淑华. 指向思维发展的小学科学实验教学策略——以教科版《科学》为例[J]. 教学月刊小学版(综合), 2023(22): 54-57.

[5] 步敏. 小学科学深度实验教学实践[J]. 湖北教育(科学课), 2023(05): 70-71.

[7] 付华成. 试述小学科学实验教学改革的必要性[J]. 实验教学与仪

器, 2009(01): 50-50.

[8] 刘春宇, 张莹, 张挺耸. 近代科学发展中的物理实验变革探索——评《物理与化学实验教学思维创新》[J]. 中国高校科技, 2023(Z1): 141-141.

[9] 马小明. 挖掘教材实验素材, 提升学生科学素养[J]. 生物学教学, 2018, 43(09): 20-21.

[10] 钊方健. 基于 DIS 实验培养学生的科学思维能力[J]. 物理教师, 2016, 37(12): 45-48.