

新课标背景下小学科学实验教学研究

罗碧莲

湖北省仙桃市第二实验小学 湖北 仙桃 433000

摘要: 2022年版义务教育科学课程标准以“核心素养”为纲,强调通过实验探究发展学生科学观念、科学思维、探究实践与态度责任。小学科学实验教学由此面临目标重构、内容重整、方式转型与评价革新等多重诉求。论文以课程标准为政策语境,以儿童认知发展规律与学习科学为学理基础,综合运用文献分析、课堂观察与访谈调查,系统梳理当前小学科学实验教学在目标定位、资源供给、课堂实施、学习评价及教师专业支持五个维度的现实困境;据此提出“素养导向—问题驱动—证据循证—协同支持”的改进框架,并从实验目标分层设计、实验内容主题统整、实验过程认知化、实验评价嵌入式、实验资源无边界化、教师发展学习共同体化六条路径给出具体策略。研究结论表明:只有将实验教学从“演示—验证”传统范式转向“探究—建构”素养范式,才能真正发挥实验在激发儿童科学兴趣、培育科学思维与塑造科学精神中的独特价值;同时,县域教研机构、高校科研力量与数字平台需形成协同支持系统,为教师提供持续性专业赋能。论文为一线教师、教研员与政策制定者提供了可操作的改进思路,也为后续纵向追踪研究奠定理论与方法基础。

关键词: 小学科学; 实验教学; 核心素养; 新课标; 探究实践; 教师专业发展

Research on Primary School Science Experiment Teaching under the Background of the New Curriculum Standards

Bilian Luo

Second Experimental Primary School of Xiantao City, Xiantao , Hubei , 433000

Abstract: The 2022 edition of the Compulsory Education Science Curriculum Standards takes “core competencies” as the cornerstone, emphasizing that experimental inquiry should cultivate students’ scientific concepts, scientific thinking, inquiry practices, and attitudinal responsibility. Primary-school science experiment teaching is therefore confronted with multiple demands: reconstructing objectives, reorganizing content, transforming methods, and innovating assessment. Situated within the policy context of the new standards and grounded in children’s cognitive development and the learning sciences, this study synthesizes literature analysis, classroom observations, and interviews to systematically examine current dilemmas along five dimensions—objective positioning, resource provision, classroom implementation, learning assessment, and teacher professional support. Accordingly, it proposes an improvement framework of “competency-oriented, problem-driven, evidence-based, and collaboratively supported”, and details six pathways: layered design of experimental objectives, thematic integration of experimental content, cognitization of experimental processes, embedding of experimental assessment, boundary-less experimental resources, and professional learning communities for teachers. The findings indicate that only by shifting experiment teaching from the traditional “demonstration–verification” paradigm to a “inquiry–construction” competency paradigm can the unique value of experiments in stimulating children’s scientific interest, cultivating scientific thinking, and shaping scientific spirit be fully realized. Simultaneously, county-level teaching-research institutions, university research forces, and digital platforms need to form a collaborative support system that provides continuous professional empowerment for teachers. The paper offers actionable improvement ideas for front-line teachers, teaching-research staff, and policy makers, and lays a theoretical and methodological foundation for future longitudinal studies.

Keywords: Primary Science; Experiment Teaching; Core Competencies; New Curriculum Standards; Inquiry Practice; Teacher Professional Development

引言

实验教学历来被视为科学课程的灵魂,它不仅承载着知识验证与技能训练的功能,更是学生体验科学方法、养成科学态度与形成科学精神的关键场域。2022年颁布的《义务教育科学课程

标准》首次将“科学观念、科学思维、探究实践、态度责任”四维核心素养写进课程总目标,明确提出“让学生经历科学实践”的课程理念,标志着我国基础教育科学课程正式迈入“素养时代”。新课标以“学习主题—学习任务—学习活动”三层结构取代传统

的“知识单元一课时”编排，强调以真实问题为起点、以实验探究为主线、以证据建构为结果，实验教学由此被推向课程实施的中心位置。然而，政策理想与课堂现实之间仍存在巨大落差：一方面，实验教学在部分学校被简化为“看老师做”或“看视频做”，学生缺乏动手与动脑的双重参与；另一方面，教师面对“内容多、课时少、器材缺、评价难”的叠加压力，往往将实验教学边缘化，导致“黑板上做实验”“试卷上考实验”的现象屡见不鲜。如何在新课标背景下重新定位小学科学实验教学的功能与路径，如何破解资源、评价与教师专业发展等深层瓶颈，成为当前教育研究与实践亟需回应的核心议题。论文以“素养落地”为价值追求，以“实验重构”为技术路线，力图在目标、内容、过程、评价与支持系统五个层面提出一套兼具理论深度与实践效度的改进方案，为新时代小学科学实验教学的高质量发展提供参考。

1. 实验教学目标重构：从知识验证到素养导向

1.1 核心素养导向的目标分层模型

核心素养导向的目标分层模型强调将宏观的素养愿景逐级转化为可观察、可测评的课堂行为，在新课标背景下小学科学实验教学研究中，其操作路径是先依据“科学观念—科学思维—探究实践—态度责任”四维素养确立学段总目标，再按“认知—技能—情感”三轴拆解为单元层目标，最终细化为课时微技能，使每一节实验课都能对准素养靶心；例如，在“光的传播”主题单元中，单元层目标设定为“学生能用证据解释直线传播现象并养成安全使用激光笔的责任意识”，进入具体活动，教师先让学生利用可弯曲吸管与不可弯曲吸管对比观察激光笔光斑位置变化，引导他们提出“光会不会拐弯”的预测，继而提供暗箱、三张小孔卡片与屏板，要求学生合作调整孔卡间距并记录屏板光斑形状变化，当光斑消失时启发其反思“孔不在同一直线”这一变量，最终学生用折线图呈现孔距与光斑亮度关系，口头论证“直线传播”结论，同时自查激光笔使用记录表评价自己有无违规直射同伴眼睛的行为，该活动即把“科学观念”细化为“通过控制变量实验归纳光的直线传播规律”，把“科学思维”落实为“用数据图支持结论”，把“探究实践”具化为“自主设计三孔对齐方案”，把“态度责任”锁定为“遵守光照安全规则”，从而完整展现目标分层模型在课堂层面的落地轨迹。

1.2 学段衔接视角下的实验素养进阶

学段衔接视角下的实验素养进阶强调将一至六年级的实验能力序列化，把低段的好奇摆弄、中段的变量控制到高段的模型建构串成一条螺旋上升的“暗线”，使每一次实验既复习旧操又新增一层认知梯度，避免“六年级仍在重复三年级动作”的无效循环；例如，围绕“空气是否有重量”这一核心概念，二年级仅安排“天平两端分别挂鼓瘪气球”的感官对比，只要学生说出“气球鼓起来后天平倾斜”即可，旨在建立“空气存在”的朴素观念，

到四年级进阶为“用注射器抽压空气并读取弹簧测力计示数”，要求记录活塞位置与拉力大小的三组数据，初步体验“量越大、示数越大”的定量关联，六年级则升级为“自制简易电子秤+密封塑料瓶”项目，学生先给空瓶称重，再用打气筒逐次注入定量空气，每增50毫升记录一次质量，利用电子表格生成折线图，斜率即为空气密度估算值，最终讨论误差来源并撰写实验报告，该系列活动在同一概念下依次叠加“观察—定量—建模”三层能力，完整呈现学段衔接视角下实验素养的纵向进阶路径^[1]。

2. 实验课程内容统整：从碎片化课时到主题化任务

2.1 基于大概念的实验主题遴选逻辑

基于大概念的实验主题遴选逻辑，强调跳出碎片化知识罗列，先锚定跨越单元的“可迁移概念”，再逆向寻找能让学生亲手触摸到这一概念关键属性的实验任务，使每一节课都成为支撑大概念的“证据颗粒”，形成由少到多、由浅入深的证据链；例如，遴选“能量可以转化并守恒”这一大概念后，不急于抛出抽象定义，而是围绕“电能→声能”的转化节点设计“纸杯扬声器”实验：学生用线圈、磁铁和一次性纸杯组装简易喇叭，将手机音频输出接入线圈，观察纸杯振动幅度随音量旋钮变化的现象，再用手机分贝计App量化不同功率下的声压级，记录电功率与声压级的对应数据，最终绘制“输入—输出”能量折线，直观体验“电能并未消失，只是换了形式”的核心思想，该活动以可听、可见、可测的方式为“能量转化”大概念提供直接证据，从而彰显先定大概念、再选微实验的逆向遴选逻辑。

2.2 跨学科融合视角下的实验任务设计

跨学科融合视角下的实验任务设计，旨在打破学科壁垒，以真实问题为锚点，让科学、数学、语文、艺术等知识在同一实验场域中自然交汇，使学生在动手与动脑的协同中体验“知识原本不分科”的整体性；例如，围绕“校园雨水如何变清”这一主题，先让学生测量不同材质地面（水泥、草地、碎石）在模拟降雨后的径流量与浑浊度，用数学统计绘制柱状图比较差异，再用科学原理讨论沉淀、过滤与吸附的净化顺序，随后分组设计“迷你净水塔”：以塑料瓶为塔身，按自己绘制的结构草图自下而上填充碎石、细沙、活性炭，并在每层加装纱布隔层，完成后注入统一配比的泥水，用量筒收集滤出液，用比色卡记录透明度等级，最后撰写一份面向校长的“雨水回用倡议书”，用语文的说明方法阐释数据，用美术配色美化图文排版，该任务把测量、绘图、工程设计、科学解释与公益写作编织成一张跨学科实践网，完整呈现融合视角下实验任务的设计逻辑^[2]。

3. 实验教学过程优化：从演示—验证到探究—建构

3.1 问题情境创设与认知冲突引发

问题情境创设与认知冲突引发，强调先唤醒学生头脑中的朴素经验，再呈现与经验相悖的“反常”现象，使其产生“为什么

会这样”的心理缺口，从而主动投入实验寻求解释；例如，在“空气占据空间”一课中，教师先出示一只透明矿泉水瓶，瓶口套着一只颜色鲜艳的气球，提问：“谁能把气球吹得最大？”学生踊跃上台，却发现无论怎么用力，气球只在瓶口处微微鼓起，形成“我使劲却吹不动”的冲突，台下随即爆发“瓶子有东西堵住”“气球质量不好”等朴素解释，教师追问：“如果我在瓶底钻个小孔，再试一次会怎样？”学生带着各自预测再次实验，当听到气流从小孔嘶嘶射出、同时气球迅速膨胀的瞬间，原有“气球吹不大是因为气球问题”的认知被立即打破，他们急切地用“瓶里原来藏着空气”重新诠释现象，并自发提出“用多少水能把空气赶光”的新问题，为后续定量探究奠定了情感与思维双重动力，完整呈现了以情境冲突撬动科学概念的生成路径。

3.2 证据收集、分析与科学解释协同

证据收集、分析与科学解释协同，强调让数据自己“说话”，再通过学生主动编码、可视化与论证，使实验不再停留于“看见现象”，而是升华为“用证据讲理”，在科学与语言的交织中完成概念建构；例如，在“不同材料保温性能”主题中，教师不提供现成结论，而是给每组发放相同容积的陶瓷杯、塑料杯、金属杯与纸杯，注入等量80℃热水后，要求学生用温度传感器每分钟记录一次水温并自动生成折线，当四条曲线在屏幕上呈现“金属杯降温最快、陶瓷最慢”的分布时，学生先对比曲线斜率排序，再将数据导出计算前10分钟平均降温速率，用不同颜色标注在柱状图上，随后以“热量搬家”为比喻，在记录单上写出“金属导热快所以热量迅速散失”的初步解释，并引用折线图中金属杯第一分钟骤降的“突变点”作为关键证据，最后各组用“证据—理由—结论”三段式进行小型辩论，教师仅追问“你的证据能否排除杯壁厚度影响”，促使学生回头测量壁厚并补充新数据，该过程完整展现了证据收集、分析与科学解释三者螺旋上升的协同机制^[3]。

4. 实验学习评价革新：从结果评定到嵌入式发展

实验学习评价革新：从结果评定到嵌入式发展，强调让评价不再是实验结束后的“盖棺定论”，而是像GPS一样持续导航，把观察、诊断、反馈、调节四步节奏无缝嵌入学生动手动脑的每一个瞬间，使评价本身成为学习发生的发动机；例如，在“自制小起重机”一课中，教师先将核心素养拆成可观察的三枚“微标

签”——“结构创新”“数据意识”“合作责任”，并把它们做成二维码贴在教室四周，学生用平板扫码即可弹出对应等级的“行为画像”，实验开始后，教师手持贴有同色标签的小贴纸巡回观察，当发现某组在起重臂上增加滑轮组合时，立即递上一枚“结构创新★”贴纸，同时用平板语音输入该创意细节，系统实时推送“力臂与省功关系”微视频供该组自主补学；十分钟后，各组将测得的“吊起相同钩码所需最小拉力”输入共享表单，屏幕即时生成箱线图，出现明显离群值，教师不直接点评，而是让数据拥有者先自我反思，再用语音留言说明“为何我的拉力偏高”，系统自动把留言与数据点绑定，形成可追溯的“证据链”；临近下课，学生走到“合作责任”标签墙前，用两分钟为同伴贴上即时反馈卡，如“你主动扶稳底座让我读数”，这些卡片经扫描转化为个人成长积分，期末不再进行传统纸笔测试，而是导出每名学生的“嵌入式成长曲线”，家长也通过云端实时看见孩子从“会操作”到“会优化”的渐变轨迹，该活动完整呈现了评价即学习、数据即动力的嵌入式评价逻辑^[4]。

5. 结语

小学科学实验教学的高质量发展不仅是新课标落地的关键一环，更是培养创新型人才的基础工程。论文以素养导向为价值坐标，以证据循证为方法路径，提出目标重构、内容统整、过程优化、评价革新与支持系统协同的五位一体改进框架，力图破解“教师不会做、学生不愿做、评价不好做”的长期困局。未来研究需进一步运用循证教育学的范式，开展基于大样本的纵向追踪与跨情境复现，验证不同改进策略的因果效应^[5]。

参考文献：

- [1] 胡卫平, 郭晓萍, 王瑞. 基于核心素养的小学科学实验教学体系建构研究 [J]. 课程·教材·教法, 2023(2): 98-105.
- [2] 张红霞, 李慧. 新课标背景下小学科学探究实践活动的设计与实施策略 [J]. 教育科学研究, 2023(4): 72-78.
- [3] 王晶莹, 赵萍. 小学科学实验教学评价改革: 理念、工具与路径 [J]. 中国教育学刊, 2022(9): 85-91.
- [4] 蔡铁权, 刘克文. 科学教育中的证据导向学习: 理论框架与课堂应用 [J]. 全球教育展望, 2021(8): 112-120.
- [5] 郑长龙, 任长松. 义务教育科学课程标准(2022年版)解读与教学建议 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2022: 45-67.