



信息技术在小学科学实验教学中的技术整合情况分析

谢丰芮¹, 邓文超², 何雨泽¹

(1. 北京师范大学教育学部, 北京 100875; 2. 华南师范大学附属小学, 广东广州 510000)

摘要:利用科学课堂技术整合观察表, 分析了国家中小学智慧教育平台中的39节实验教学精品课, 研究了小学科学实验教学的技术整合情况。结果表明, 小学科学实验教学技术整合质量整体偏低, 技术整合质量随着年级的提高而提升。提出摒弃技术导向, 聚焦真实教学问题; 整合教学资源, 提高技术整合质量; 因材施教, 实施差异化的技术整合策略的教学建议。

关键词:信息技术; 实验教学; 小学科学; 技术整合

DOI: 10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.02.046

引用格式:谢丰芮, 邓文超, 何雨泽. 信息技术在小学科学实验教学中的技术整合情况分析[J]. 实验教学与仪器, 2026, 43(02): 151-154.

科学实验是科学教育区别于其他学科的重要特征^[1], 近年来, 中小学实验教学愈发得到关注和重视, 2019年教育部印发《关于加强和改进中小学实验教学的意见》, 强调实验教学是培养创新人才的重要手段, 2022年颁布的《义务教育科学课程标准(2022年版)》提出了有关科学学科的核心素养, 强调对学生探究实践能力的培养^[2], 而实验教学正是科学教育中培养学生探究实践能力的有效手段。2023年教育部基础教育司委托教育部教育技术与资源发展中心组织研制并发布了《中小学实验教学基本目录(2023年版)》, 梳理了新课程理念下需要开展的实验与实践活

动, 规划出实验教学的实践框架^[3]。信息技术的快速发展为实验教学的形态变革和质量提高提供了有力的手段^[4]。数字传感器、智能手机等信息技术设备在实验教学中的应用能够支持和扩展学生实验手段, 提高学生收集与分析数据的效率。然而, 由于对信息技术不熟悉, 科学教师可能会以低质量的方式将信息技术整合进教学实践当中^[4]。为大范围地了解我国小学科学实验教学中的技术整合情况, 笔者通过分析国家中小学智慧教育平台中的39个小学科学实验教学精品课堂实录, 挖掘信息技术整合在我国小学科学实验教学中的现状, 助力科学教育数字化转型。

1 研究方法

1.1 研究对象

国家中小学智慧教育平台上的实验教学精品课均由各级各类教育科研部门层层选拔, 经由专家评审推荐, 代表了国内较高的课堂教学水平, 具有借鉴和示范作用。因此, 选择国家中小学智慧教育平台上实验教学遴选活

动中的小学科学实验教学作品作为研究对象, 共有75个视频纳入初步遴选, 研究进一步剔除说课、无学生出境、实录时长过短或过长的视频, 最终选取39个时长在40 min左右的小学科学实验教学精品课堂实录作为分析对象。课堂包含一至六年级全学段, 涵盖了“物质的结构与性质”“物质的变化与化学反应”“物质的运动与相互作用”等模块。

1.2 研究工具与过程

借鉴科学课堂技术整合观察表(Technology Observation Protocol for Science, 简称TOP-Science)^[5]对实验教学中的信息技术整合情况进行分析, 该工具是一个专门设计用于捕捉科学课堂上技术整合质量的课堂观察表, 能够充分反映技术在教学和学习中的角色, 捕捉课堂环境中技术应用的多样性。聚焦TOP-Science科学实践维度, 考虑到低年级的实验活动只能是部分模仿真实的科学工作, 不需要开展所有的科学实践^[6], 故将科学实践的子维度从TOP-Science中的8个维度简化成4个维度: 提出问题与计划实验方案、收集实验数据、分析实验数据、实验结果论证与分享。

沿用TOP-Science的评分方式, 对4个方面的技术整合质量分成4个等级, 即无整合、低质量整合、中等质量整合、高质量整合, 与其他一些对技术整合的水平界定类似^[7]。无整合(0分): 无信息技术参与, 如用秒表测量实验时间; 低质量整合(1分): 信息技术仅简单替代传统工具, 无额外学习支持, 如用智能手机替代秒表记录实验时间; 中等质量整合(2分): 信息技术发挥自身功能优势, 优化实验过程, 如用数字化传感器精准测量实验数据; 高质量整合(3分): 信息技术为学习环节带来质的提升, 如数字化传感器在精准测量实验数据的基础上, 在电脑或平



板上将数据自动记录并生成图表。借鉴 TOP-Science 的编码方式,将每一节课按时间平均分为4个时间段,两位编码员分别对总共156个时间段进行编码,4个科学实践的维度并不互斥,在一个时间段内可以对多个维度进行编码。在各自编码后,两位编码员对有争议的地方进行商定和重新编码,最终达成完全统一。

2 研究结果与分析

2.1 技术整合质量总体偏低,实验数据采集较为突出

对39节小学科学实验教学精品课中共156个时间段的技术整合进行了相应的编码,发现39节课中都有技术整合,在156个时间段中,共有143个时间段有技术整合,其中88个时间段中只有单一维度观察到了技术整合,45个时间段中有两个维度观察到了技术整合,9个时间段中有三个维度观察到了技术整合,有1个时间段中所有四个维度都观察到了技术整合,共计观察到了209项技术整合。结果说明小学科学实验教学精品课中技术整合的频率较高。进一步统计4个维度的技术整合质量,并计算每个维度的技术整合质量平均值,结果如表1所示。

表1 技术整合质量与相应占比

维度	低质量整合		中等质量整合		高质量整合		平均质量
	数量	占比/%	数量	占比/%	数量	占比/%	
提出问题与计划实验方案	36	23.1	1	0.6	0	\	1.03
采集实验数据	5	3.2	7	4.5	6	3.8	2.06
分析实验数据	5	3.2	9	5.8	0	\	1.64
实验结果论证与分享	135	86.5	4	2.6	1	0.6	1.04

注:1.表1中占比的计算公式为:数量÷总时间段(156)。是指某一维度下某等级技术整合的实际出现数量,占课堂全部156个编码时间段的比例。2.表1中平均质量的计算公式为:(低质量数量×1+中等质量数量×2+高质量数量×3)÷该维度被编码的总时间段数量。例如:第一个提出问题与计划实验方案,36个1分,1个两分,共37个时间段被编码,所以其平均质量是(36×1+1×2)÷37。

根据表1可知,整体而言,在小学科学实验教学精品课中,技术整合质量较低,绝大多数时间段内技术都是低质量整合,仅有7个时间段中技术达到高质量整合,其中6次都在收集实验数据维度。信息技术在提出问题与计划实验方案、实验结果论证与分享的整合质量都很低,仅为1.03和1.04。在提出问题与计划实验方案维度上,绝大多数的时间段内是教师在电子白板上使用PPT呈现实验问题和实验步骤;在实验结果论证与分享维度上,大多数的时间段内是教师在电子白板上使用PPT呈现理想的实

验结果,这些技术的应用和教师使用板书并没有本质区别。实验结果论证与分享唯一的一次高质量技术整合发生在“电路暗箱”这节课中,每组学生在各自的平板电脑上填写实验结果,教师同步在电子白板上展示各小组的实验记录单,这一技术的整合不但提高了实验结果的分享效率,由于可以同时看到不同小组的实验结果,学生可以很轻易地发现各组的不同之处并加以论证,这在很大程度上强化了课堂的科学论证过程,起到培养学生批判性思维的作用。信息技术在采集实验数据和分析实验数据两个维度上展现出了较高的整合质量,平均质量分别为2.06和1.64,并且部分信息技术能够同时支持实验数据的收集和分析,例如在“观察水沸腾”一课中,学生利用温度传感器及实时监测系统,实现温度数据的实时收集、实验数据的精确呈现与同步导出,并能根据具体的温度数值绘制变化率的图表。比起使用传统的温度计,技术的整合使得实验数据的精确性上升,同时通过温度与时间的曲线将温度变化的情况直观地呈现给学生,降低学生外在认知负荷。

2.2 技术整合质量存在学段差异,高年级的技术整合质量更高

在研究的39节小学实验教学精品课中,有1节课属于1~2年级,10节属于3年级,15节属于4年级,9节属于5年级,4节属于6年级,分别计算技术整合在科学实践4个维度的平均值,以及计算总平均值,结果详见表2。

表2 技术整合质量的平均值

维度	1~2年级	3年级	4年级	5年级	6年级
提出问题与计划实验方案	1.0	1.0	1.1	1.1	1.3
采集实验数据	0.0	2.0	2.0	1.0	1.0
分析实验数据	0.0	1.8	1.3	2.0	2.5
实验结果论证与分享	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0
平均值	0.5	1.4	1.4	1.5	1.7

由表2可以看到,随着学段的提高,在小学科学实验教学精品课上,技术整合质量的平均值呈上升趋势。1~2年级的平均值仅为0.5,3~4年级的平均值上升至1.4,而5~6年级则进一步上升,6年级的科学实验教学精品课平均值增至1.7。分维度来看,在提出问题与计划实验方案方面,技术整合的质量随着学段小幅度上升,即便是六年级平均技术整合质量也仅为1.3。在采集实验数据方面,1年级没有相关的技术整合,这与学生的认知能力有关,1年级的学生并不具备基本的数理知识,自然也没有借助信息技术收集实验数据的需求,更多的是对科学现象的



观察,而3年级和4年级有着最高的技术整合质量,平均值为2.0,而在5~6年级则回落为1.0,这说明并非学段越高学生就越能有效地利用技术收集实验数据,高年级学生拥有更强的动手能力,理应更有效地利用技术采集实验数据,然而数据表明5~6年级技术整合在收集实验数据的平均值要比3~4年级更低,说明技术整合质量并不是简单地和学段呈线性关系,也和具体的课题以及教师的教学设计紧密挂钩。在分析实验数据方面,1年级没有相关的技术整合,与收集实验数据一样,该学段的学生在科学课上主要是观察现象,并不涉及实验数据的分析,而3年级和4年级有着最高的技术整合质量,平均值为1.8和1.3,而在5年级则增加至2.0,6年级在分析实验数据的技术整合质量达到了所有项中最高的2.5,说明在6年级的小学科学实验教学精品课中,非常注重利用技术帮助学生开展实验数据分析,以培养其数理思维。在实验结果论证与分享方面,1~4年级的技术整合平均值都为1.0,而5~6年级的则上升至2.0,这说明在高年级的课堂上,学生或教师借助信息技术完成实验结果论证的效果更好,这可能涉及一些软件平台上的操作等需要一定学习能力才能完成的活动。总的来说,显示出高年级的小学科学实验教学精品课中技术整合更为有效,这可能与高年级学生的认知能力和学习需求有关。

2.3 运用各类信息技术,有良好的借鉴意义

在39节小学科学实验教学精品课中,信息技术的应用形式多样,涵盖了传感器、平板电脑、AR(增强现实)等设备,为科学实验教学提供了创新的支持方式,并展现出良好的借鉴意义。例如在“蜡烛的燃烧”一课中,传感器技术的应用让原本只能定性观察的实验实现了量化分析;可利用氧气、二氧化碳和湿度传感器实时监测燃烧过程中的气体变化,让学生能够直观观察到氧气浓度随燃烧递减的曲线,以及二氧化碳和水蒸气生成的动态数据,帮助学生直观理解燃烧是一种消耗氧气并产生新物质的化学反应。

在五年级“食物到哪里去了”课例中,AR技术的应用展现了其在抽象概念可视化和动态过程模拟方面的独特优势。通过AR软件,将食物在人体消化系统中的动态过程以三维可视化的方式呈现出来,如学生可以触摸屏幕,放大或旋转胃部结构,观察食物进入胃后与胃液混合的动态过程,将抽象生理过程转化为可操作的具身体验,创造沉浸式探索环境。同时,平板电脑的应用为课堂互动和即时反馈提供了有力支持:学生可使用平板电脑进行

分组讨论和在线答题;教师可以实时查看各组的讨论进度,并通过系统自动统计答题的正确率分布情况,及时调整教学节奏;平板电脑还支持学生绘制实验示意图并投屏展示,便于全班学生交流讨论。这些课例表明,不同的信息技术在科学实验教学中具有独特的价值,教师可根据教学目标和学生的认知水平选择合适的技术工具,从而提高实验教学的效率和效果。

3 教学建议

3.1 摒弃技术导向,聚焦真实教学问题

研究结果发现,信息技术在小学科学实验教学精品课中整合频率很高,在大量的时间段内都有信息技术的融入,但是技术整合质量整体较低,说明技术并没有真正有效地促进学生的学习。为了推动信息技术更好地在小学科学实验教学中的整合,必须摒弃技术本位的倾向,有的实验如果只需要传统工具便能达到效果,则不需要再融入更多的信息技术,特别是像连接简单电路等宏观实验,如果虚拟仿真技术并不能对实验产生新的意义时,建议还是要让学生操作实物以获得理解。只有当传统的工具在某些实验上存在系统误差,或者难以呈现直观现象的时候,才能借助信息技术工具增加其精准性和可视化。要以学生的全面发展为导向,充分利用数字技术来优化教学过程,提升学生的科学素养和能力。

3.2 整合教学资源,提高技术整合质量

研究结果发现,在小学科学实验教学精品课中,教师在实验数据收集和实验数据分析上已能做到一定程度的技术整合,教师通过传感器收集的数据会继续在软件平台上进行处理,具有较高的技术整合质量。当前市场上涌现出众多信息技术工具,如数字传感器、虚拟现实、增强现实软件、科学仿真平台、电子白板辅助技术以及AI自动评分软件等,这些技术从发展角度来看已经相当成熟和先进。教师应充分利用现有的教育资源,以一体化的方式为学生的实验学习提供支持。通过整合这些资源,教师可以设计出更丰富、更多元化的实验教学活动,如跨学科项目、主题研究、科学实验竞赛等,让学生在实践学习和应用科学知识。

3.3 因材施教,实施差异化的技术整合策略

研究结果发现,在小学科学实验教学精品课中,随着学段的提高,技术整合的质量整体有所提升。根据皮亚杰的认知发展理论,高年级学生能够进行更抽象的思考和更复杂的信息处理,这也使得他们能够更有效地利用



技术工具来探索和理解复杂的科学概念。同时,随着年级的提高,科学实验内容变得更加深入和广泛,需要学生掌握更多的方法和技能。通过提供丰富的信息技术资源和工具,可帮助学生进行更深层次的实验学习和探究,如使用模拟软件来探索物理定律或生物学过程。此外,随着年龄的增长,学生对技术的熟练度和接受度也有所提高,他们更习惯于使用各种电子设备和软件,这也使得技术整合在教学中更为常见和有效。教师应根据学生的年级和认知发展水平,制定分级和差异化的技术整合策略。

基金项目:北京师范大学博士生学科交叉基金项目“基于生成式人工智能的实验教学工具设计与课程开发”,编号:BNUXKJC2303。

作者简介:谢丰芮(2001—),女,硕士研究生,研究方向:数字化实验教学,E-mail:2429113932@qq.com。

通信作者:何雨泽(1997—),男,博士研究生,研究方向:数字化实验教学,E-mail:heyuze@mail.bnu.edu.cn。

参考文献

- [1] 王丽丽,丁邦平,王萍.中小学科学实验教学的演变与改革:国际经验及其启示[J].课程·教材·教法,2022,42(11):

(上接第150页)

3.3 建立实验室绩效考核评价机制

建立实验室管理绩效量化体系,实施绩效指标评估办法,能够准确评估实验室的管理水平和绩效,有效提升实验室的管理效能。实验室绩效指标包括技能指标和管理指标。技能指标侧重于实验室设备的维护、实验仪器的更新、自制实验教具的质量和数量等因素,其评估主要基于实际结果,如实验室设备的使用率、完好率、故障率、实验开设数量等。通过这些量化指标,可以客观地评估实验室设备运行的效率和效果,为实验室的技术支持和维护提供依据。管理指标主要关注实验室建设、资源管理和规划等方面,重点放在过程的评估上,包括实验室提供的环境、实验资源共享情况、规章制度、安全情况等^[3]。通过对这些管理指标的评估,可以全面了解实验室在组织和管理上的水平,确保实验室的运行符合教育教学的要求。这种分类和评估方式有助于全面了解实验室的运行情况,确保其在技术和管理层面均能够达到高标准,为实验室的可持续发展提供有力的支持。

为了推动实验室的持续性发展,学校可以组建专门的实验室绩效评审专家小组,并制定《实验室管理人员绩效评估规定》和《实验室绩效管理手册》,实现对实验室的

153-159.

- [2] 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.
- [3] 教育部教育技术与资源发展中心.中小学实验教学基本目录(2023年版)[EB/OL].(2023-11-23)[2024-10-12].
http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202311/t20231123_1091833.html.
- [4] 徐善龙.新课标理念下小学科学实验教学创新策略[J].实验教学与仪器,2024,41(06):95-97.
- [5] PARKER C E, STYLINSKI C D, BONNEY C R, etc. Measuring Quality Technology Integration in Science Classrooms[J].Journal of Science Education and Technology, 2019,28(5):567-578.
- [6] HODSON D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods[J]. International Journal of Science Education, 2014, 36(15): 2534-2553.
- [7] ZAMAN K U, ANWAR T. Investigating science teachers' technology integration in classrooms. A case study of a private higher secondary school in Karachi, Pakistan [J]. Education and Information Technologies, 2024,29(11):13663-13682.

全方位监督与指导,为实验室的长远发展提供有力保障。

4 结语

物理实验室协同式管理模式的构建使实验室在管理上存在的问题得到了有效的解决,实验资源的利用更加合理、规范,实验室管理流程更加全面、细致,这不仅为学生创造了一个优质的实验学习环境,也显著提高了学生的个人实验技能和科学素养。通过教师、学生和实验管理员的共同努力,实验室成为促进学生实践技能 and 创新能力发展的理想场所,同时也为学校的教育教学质量提升提供了强有力的支撑。

作者简介:朱笑利(1987—),女,实验师,研究方向:物理实验教学和实验室管理,E-mail:604925559@qq.com。

参考文献

- [1] 曲润仙.高等师范专科学校实验技术物资管理存在问题及其对策[J].高校实验室工作研究,1995(03):50-52.
- [2] 王海鸥.生物化学实验教学改革的探讨与实践[J].实验室科学,2017,20(04):158-160.
- [3] 章若鸿.合理优化高等学校实验室的管理[J].信息系统工程,2015,28(12):146,148.