

基于虚拟实验培养初中生化学实验探究能力的教学策略研究

束蔚瑶

九江市濂溪区德化学校

摘要: 随着信息技术的迅猛发展虚拟实验室在基础教育中的应用日益广泛,传统化学实验教学因受设备、场地、安全等因素限制难以满足所有学生全面参与和深度探究的需求,本文从当前初中化学实验教学中存在的问题出发,分析引入虚拟实验室的必要性,并结合人教版九年级化学教材内容探讨基于虚拟实验提升学生实验探究能力的教学策略,通过理论与案例相结合的方式,提出构建沉浸式学习环境、强化实验过程引导、促进自主探究学习等创新路径,旨在为提升初中生化学核心素养提供实践参考。

关键词: 虚拟实验; 初中化学; 实验教学; 探究能力; 教学策略

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2025.09.150

引言

化学是一门以实验为基础的自然科学,实验教学在初中阶段具有不可替代的地位,它是知识获取的重要途径更是培养学生科学探究精神、动手能力和逻辑思维的关键环节,然而,在实际教学中由于实验条件受限、操作风险高、课时紧张等原因,许多教师只能采用“讲实验”或“看视频”的方式代替实际操作,严重影响了学生的实验体验和探究能力的培养,近年来,随着虚拟现实(VR)、人工智能(AI)等技术的发展,虚拟实验室逐渐成为课堂教学的重要补充手段,其突破时空限制、安全性强、交互性强等优势,为实现全员、全过程、全方位的实验教学提供了可能,本文立足初中化学教学实际,围绕虚拟实验在教学中的应用价值及策略展开研究,探索如何借助虚拟平台有效提升学生的实验探究能力。

一、传统化学实验教学存在的问题

(一) 实验设备不足,影响学生动手实践机会

在当前初中化学教学中实验设备的配置水平直接影响着实验教学质量,然而,受制于学校经费投入、实验室建设标准以及地区发展不平衡等因素,许多学校的实验器材更新缓慢、数量有限,难以满足每位学生的实际操作需求,尤其是在一些乡镇和农村学校,实验条件更为落后,部分实验甚至无法开展,即便是在城市学校也普遍存在“多人共用一套装置”的现象,导致学生实际动手操作的机会大大减少,这种资源分配不均的情况削弱了学生对实验流程的理解和掌握,也不利于培养其科学探究精神和动手能力,由于实验设备维护成本高、易损耗,教师在安排实验时往往倾向于选择简单、重复性高的内容,进一步压缩了学生探索与创新的空间,制约了实验教学的有效性和深度。

(二) 实验安全隐患突出,限制高风险实验开展

化学实验涉及多种危险因素,如高温加热、强酸强碱腐蚀、有毒气体释放等,这些都对师生的人身安全构成潜在威胁,尽管大多数学校在实验安全管理方面已有一定规范,但在实际教学过程中,仍存在药品管理不到位、防护措施不完善、应急处理机制缺失等问题,出于对学生安全的顾虑,教师在教学设计中往往倾向于回避或简化那些具有较高风险的实验项目,减少了学生接触真实实验环境的机会,这种做法虽然降低了事故发生的概率,但也使学生失去了面对复杂情境、锻炼安全意识和应对能力的宝贵机会,进而影响他们对实验全过程的完整理解和科学素养的全面发展。

(三) 实验时间安排紧凑,难以深入探究

在传统的课堂教学模式下每节课的时间安排较为固定,而实验教学通常需要兼顾理论讲解、实验演示、学生操作、结果分析等多个环节,留给学生自主思考和深入探究的时间非常有限,为了保证教学进度教师往往不得不压缩实验过程,甚至将部分内容简化为“演示+观察”,而非“操作+体验”,在这样的教学节奏中学生很难有足够的时间去发现问题、提出假设并进行验证,缺乏真正的探究过程,部分实验本身耗时较长,受限于课堂时间学生往往只能看到局部现象,难以形成完整的认知链条,这种时间上的局限性严重影响了学生科学探究能力的培养,也不利于他们建立系统的实验思维。

(四) 实验现象不明显,影响认知建构

化学是一门以微观变化为基础的学科,许多化学反应的本质是肉眼无法直接观察到的,这就要求具备一定的抽象思维能力和空间想象能力,然而在实际实验教学中由于实验条件限制、试剂纯度不高或操作误差等

原因，部分实验的现象并不明显，甚至出现偏差较大的实验结果，这会直接影响学生对相关概念的理解和知识体系的构建，比如在红磷燃烧测氧含量实验中，若装置密封性不佳或红磷量不足会导致测量结果偏离预期值，学生容易产生误解；再如某些离子反应实验中生成物颜色变化微弱或沉淀不易察觉，也会造成学生判断失误，这类问题影响实验教学效果，还可能打击学生的学习信心，降低他们对化学实验的兴趣和信任感。

二、基于虚拟实验培养初中生化学实验探究能力的教学策略

（一）构建沉浸式实验环境，增强学生探究体验

虚拟实验平台通过三维建模和交互设计营造逼真的实验场景，使学生仿佛置身于真实实验室中，从而增强实验的真实感和代入感，这种沉浸式学习环境有助于激发学生的好奇心和探究欲，提升其主动参与实验的积极性，与传统课堂中教师演示、学生观察的方式不同，虚拟实验让学生拥有高度的自主操作权，能够自由选择实验材料、调整反应条件、记录实验现象并分析结果，这种方式突破了时间与空间的限制，还为学生提供了更加灵活、直观的学习路径，使他们在模拟环境中获得真实的操作体验，从而加深对实验过程和原理的理解，虚拟实验还能将抽象的化学变化以动态图像呈现，帮助学生建立微观与宏观之间的联系，促进科学思维的发展。

在人教版九年级上册《氧气的实验室制取与性质》一课中学生可通过虚拟平台自由选择氯酸钾或高锰酸钾作为反应物，设置加热温度、收集方法等参数，观察氧气生成过程并进一步验证其助燃性，比如在制取氧气环节学生可以点击加热按钮模拟试管受热的过程，观察到固体药品逐渐分解、导管中气泡连续冒出的现象；在收集气体时学生可选择排水法或向上排空气法进行操作，并实时查看集气瓶内气体的变化情况；在验证氧气性质时学生可将带火星的木条伸入集气瓶中，观察木条是否复燃并结合实验现象理解氧气具有助燃性的本质，整个过程，学生可以反复操作、尝试不同的实验组合，还能随时暂停、回放关键步骤，从而更深入地理解实验原理，相比于传统教学中因设备限制或安全问题而无法实际操作的情况，虚拟实验有效弥补了这些不足，使每位学生都能“亲手”完成整个实验流程，真正实现从“看实验”向“做实验”的转变，进而提升其化学实验探究能力与科学素养。

（二）设计开放性实验任务，引导学生自主探究

相比于传统的“照方抓药”式实验模式，虚拟实验更适合开展开放式探究任务，让学生在设定目标的基础

上自主设计方案、选择材料、调整变量，从而提升其科学探究能力，这种任务驱动的教学方式有助于培养学生的批判性思维和解决问题的能力，在传统实验教学中学生往往按照教材或教师提供的步骤进行操作，缺乏思考与创新的空间，难以真正理解实验背后的科学原理，而虚拟实验平台可以提供一个高度自由的探究环境，学生可以根据自己的兴趣和理解尝试不同的实验路径，探索多种可能的结果，这种学习方式增强了学生的参与感，也有效激发了他们的主动性和创造力，使他们从被动接受知识转变为主动建构知识体系，逐步形成科学探究的基本素养。

在人教版九年级上册《燃烧的条件》一课中教师可设计一个“请你设计灭火器”的虚拟实验任务，要求学生在平台上利用不同灭火材料模拟灭火过程，分析不同灭火原理的适用场景，具体实施过程中教师先提出任务背景：“如果发生火灾你会根据不同火源类型选择合适的灭火方式吗？”随后引导学生明确实验目标，通过比较不同灭火剂的作用效果理解燃烧三要素及灭火的基本原理，学生在虚拟平台上可以选择不同类型的火源并尝试使用不同的灭火材料进行扑救，系统会根据灭火效果自动反馈信息，例如是否成功扑灭火焰、是否存在复燃风险等，在此基础上学生需要结合所学知识分析原因，进一步思考如何优化灭火方案，最终每位学生或小组需提交一份实验报告，包括问题提出、实验设计思路、操作过程、结果分析以及改进建议等内容，这一过程中学生要动手操作更要动脑思考，经历完整的科学探究流程，从而有效提升其综合运用化学知识解决实际问题的能力，任务完成后教师还可组织成果展示与交流互动，鼓励学生分享各自的实验发现，在互动中深化理解、拓展思维，真正实现从知识掌握到能力提升的跨越。

（三）加强过程性引导，提升学生科学思维能力

虚拟实验虽然能提供丰富的操作空间，但也容易导致学生盲目操作、缺乏思考，所以教师应加强过程性引导，通过设问、提示、讨论等方式帮助学生理清实验思路，形成科学的探究方法，这种教学干预有助于学生构建完整的实验逻辑链条，提升其分析与归纳能力，在虚拟实验环境中学生面对的是一个高度自由的操作平台，如果缺乏明确的任务导向和思维引导，很容易陷入机械式点击或重复操作之中，难以实现从“动手”到“动脑”的转变，为此教师应在实验前、中、后设置清晰的问题链，引导学生围绕核心问题展开观察、记录、推理与总结，使他们在真实操作的基础上进行深度思考，逐步建立起科学的探究路径和系统的知识结构，教师还可以借助虚

拟平台的数据反馈功能, 对学生的行为进行实时监控, 并根据其操作情况适时给予点拨和启发, 从而提升学生的思维品质和学习效果。

在人教版九年级下册《金属的化学性质》一课中教师可在虚拟实验前设置一系列引导性问题: “你认为哪些金属能与盐酸反应?” “反应剧烈程度是否与金属活动性有关?” “如果将金属放入硫酸铜溶液中会发生什么现象?” 这些问题为学生提供了明确的探究方向, 也激发了他们的求知欲和探索兴趣, 随后学生进入虚拟实验环节可以自主选择不同种类的金属(如镁、锌、铁、铜等), 分别与盐酸、稀硫酸、硫酸铜等溶液进行反应, 观察并记录反应过程中是否有气泡产生、溶液颜色变化、金属表面是否析出新物质等现象, 在实验过程中系统会自动弹出提示框, 引导学生注意实验安全事项、记录关键数据并对异常现象进行解释, 完成实验后教师组织学生以小组为单位开展讨论, 围绕实验现象分析金属的活动性强弱, 归纳出常见金属的活动性顺序, 尝试用所学知识解释生活中的相关现象, 例如为何铝制品不易生锈、为何铁锅不宜长时间存放酸性食物等, 通过这一系列的过程性引导学生掌握了金属化学性质的基本知识, 更在问题驱动和合作交流中提升了逻辑推理能力和科学思维水平, 实现了从被动操作到主动建构的转变。

(四) 完善评价体系, 促进学生持续进步

虚拟实验平台具备数据记录与分析功能, 教师可依据学生操作轨迹、实验数据、完成时间等维度, 建立多元化的评价体系, 这种过程性评价有助于全面反映学生的学习成效, 激励其不断改进与提升, 传统实验教学中教师往往只能通过最终的实验报告或考试成绩来评估学生的掌握情况, 难以了解其在实验过程中存在的具体问题和思维误区, 而虚拟实验平台可以实时采集学生在实验中的行为数据, 如操作顺序是否规范、试剂选择是否合理、反应条件设置是否准确、答题是否正确等, 结合系统算法对这些数据进行分析生成可视化的学习反馈报告, 教师可以根据这些数据精准识别每位学生在知识理解、实验技能和科学探究能力方面的薄弱环节, 从而开展有针对性的教学干预, 学生也可以通过查看自己的学习报告清晰地认识到自身的优势与不足, 明确下一步努力的方向, 形成“实践—反思—改进”的良性学习循环, 进一步增强自主学习意识和自我调控能力。

在人教版九年级上册《常见的酸和碱》一课中学生完成“pH 试纸检测溶液酸碱性”的虚拟实验后系统自动记录其操作步骤、测量误差、答题正确率等数据并生成

个人学习报告, 比如在实验开始阶段学生需要从多个未知溶液中选择合适的试剂进行测试, 并使用 pH 试纸蘸取溶液, 观察颜色变化并与标准比色卡对比, 判断溶液的酸碱性及强弱程度, 整个过程中系统会详细记录学生是否按照规范流程操作、是否准确识别了 pH 值范围、是否存在读数偏差以及在后续的选择题作答中是否理解了酸碱性的本质含义, 实验结束后每位学生都会获得一份个性化的学习报告, 包括实验完成度评分、常见错误类型统计、知识点掌握雷达图等内容, 教师可以基于这些数据组织个别谈话或小组讲评, 指出某位学生在 pH 值判断方面存在偏差, 建议其加强颜色辨识训练; 或者提醒另一名学生在实验操作顺序上存在问题, 需重新熟悉实验流程, 学生也可根据报告中的建议进行针对性练习, 重复相关实验内容, 逐步弥补知识漏洞, 这种基于数据的过程性评价提升了实验教学的科学性和有效性, 也为学生个性化发展提供了有力支撑, 真正实现了以评促学、以评促教的目标。

结语

虚拟实验室作为现代教育技术的重要成果正在逐步改变传统化学实验教学的方式, 它有效解决了实验资源短缺、安全隐患、教学效率低等问题, 还通过沉浸式体验、开放性任务、过程性引导和多元化评价等创新手段提升了学生的实验探究能力与科学素养, 未来随着虚拟技术的不断发展与优化, 虚拟实验将在初中化学教学中发挥更大的作用, 助力实现教育公平与教学质量的整体提升, 教师应积极转变教学理念, 合理利用虚拟实验资源, 构建以学生为中心的探究型课堂, 全面提升学生的综合化学素养。

参考文献

- [1] 刘婵婵. 基于虚拟实验培养初中生化学实验探究能力的教学策略研究 [D]. 广州大学, 2024.
- [2] 现代教育技术. 基于虚拟实验培养初中生化学实验探究能力的教学策略研究 [D]. 2024.
- [3] 韩建丰, 高凌蕊. 基于“虚拟实验室技术”应用的化学实验教学研究 [C]// 第九届中小学数字化教学研讨会论文集. 2024.
- [4] 杨雯. 基于虚拟实验室发展学生化学学科核心素养的教学研究——以“原电池”为例 [J]. 中国科技经济新闻数据库 教育, 2023(4): 3.
- [5] 刘晓锋. 基于 NB 虚拟实验技术的初中化学实验教学模式创新研究 [J]. 中学课程资源, 2024, 20(12): 25-27.