

AR 技术对初中化学学习的影响：科学探究能力、化学学习自我效能感、概念转变

Exploring the Impact of Augmented Reality (AR) Technology on Junior High School

Chemistry Education: Scientific Inquiry Ability, Chemistry Learning Self-Efficacy, Conceptual Change

孙沅瑶, 孙念珂, 郭瑶瑶, 李宁洁, 范艳花*

河南大学化学与分子科学学院

*fanyanhua9080@163.com

【摘要】 近年来, 随着增强现实技术 (AR) 的兴起, 其在教育领域中的应用前景被广泛看好, 特别是应用在化学教育中。本研究通过准实验方法探究增强现实 (AR) 技术在初中化学教学中的应用效果, 旨在评估其对学生科学探究能力、化学学习自我效能感及概念转变的影响。结果显示, AR 技术显著提升了学生的科学探究能力和化学学习自我效能感。此外, AR 技术有效促进了学生对化学概念的理解和转变。研究指出, AR 技术在化学教学中具有显著潜力, 能有效提升学生的学习效果和科学素养。

【关键词】 增强现实技术; 化学教学; 科学探究能力; 自我效能感; 概念转变

Abstract: In recent years, with the rise of augmented reality (AR) technology, the prospect of its application in the field of re-education has been widely favoured, especially in chemistry education. This study explored the effects of augmented reality (AR) technology in junior high school chemistry teaching through a quasi-experimental approach, aiming to assess its impact on students' scientific inquiry ability, self-efficacy in chemistry learning, and conceptual change. The results showed that AR technology significantly enhanced students' scientific inquiry ability and chemistry learning self-efficacy. In addition, AR technology effectively facilitated students' understanding and conceptual change. The study suggests that AR technology has significant potential to enhance students' learning and scientific literacy in chemistry teaching.

Keywords: Augmented Reality technology, Chemistry teaching, Scientific Enquiry Skills, Self-efficacy, Conceptual Change

1. 引言

随着科技的飞速发展, 教育领域正在经历着前所未有的变革, 特别是在化学教育这一领域, 传统的教学手段已经无法充分满足学生的需求。近年来, 随着增强现实 (AR) 技术的兴起, 其在化学教育中展现出了巨大的潜力。增强现实技术可以将真实情景中难以表达的教学内容可视化于真实世界并实现自然互动, 这种与真实环境的无缝融合和互动方式, 对于化学抽象内容的教学和微观知识教学非常有意义(Q. Liu et al., 2023)。

此外, 在化学课程中进行科学探究活动有利于发展学生科学探究能力, 而且对于培养他们化学学习的自我效能感也至关重要, 但由于很多现实因素, 学生并不能置身于探究情景当中, AR 技术具备对实验场景、生活场景等情景进行模拟和交互功能, 学生可以在相应的设备上完成观察实验操作等科学探究步骤, 能够对学生的科学探究能力产生一定的影响。

认识到 AR 技术对于化学学习的潜在好处和挑战, 本研究旨在通过准实验探究 AR 技术在化学教学中对学生科学探究能力、化学学习自我效能感以及概念转变的影响是有可行性与必要性的。具体研究问题如下:

1. 在化学教育中, AR 技术的整合能否影响学生的科学探究能力?
2. AR 技术对学生学习化学的自我效能感有何影响?
3. AR 技术在多大程度上提高了学生对化学概念的理解?

通过解决这些研究问题, 本研究试图为有关 AR 技术在化学教育中的作用的知识体系做出贡献, 并为 AR 技术作为课堂变革工具的潜力提供见解。

2. 文献综述

增强现实 (AR) 技术在化学教学中的应用研究目前主要集中在化学实验室以及有机化学学习的相关问题上。Tuli & Mantri, (2015) 认为 AR 技术可以辅助化学实验室教学。在化学教育实践中, 融入技术特别是增强现实技术已经成为一种趋势, 这主要是因为它在提高学生的科学探究能力和自我效能感方面显示出巨大的潜力。科学探究技能对于学生深刻掌握化学概念极为关键, 而自我效能感则对学生的整体学业成就有着深远的影响。班杜拉的观点是, 自我效能感应在特定的领域内进行评估, 化学学习自我效能感正是这一概念在化学教育中的体现。科学探究能力不仅是科学实践的核心要素, 也是学生成功参与这些活动的基本要求。科学教育领域中的概念变化是指学生在科学理解上的转变, 从他们原有的非科学概念或者前概念转变为更加科学和准确的理解, 这一过程对于学生科学素养的提升至关重要, 因为它涉及到科学知识的深入理解和应用。Posner et al., (1982) 提出了概念转变模型, 该模型强调了认知冲突在概念变化中的作用。通过 AR 技术, 学生可以与虚拟的科学现象进行互动, 这种互动性有助于构建学生对科学概念的深层次理解 (Zhuang et al., 2024)。

3. 实验设计

3.1. 参与者

本研究选取河南省某初中九年级 (3) 班和 (4) 班的学生作为实验研究对象。其中 (3) 班为实验班, 应用 AR 技术辅助教学, (4) 班为对照班, 进行常规教学, 均有 49 人。

3.2. 测量工具

为了验证 AR 对初中化学学习的影响, 本研究具体使用科学探究能力量表、化学学习自我效能感量表以及三阶式概念转变探查问卷。科学探究能力量表包括八个测试维度, 对应国际达成共识的八个一级要素, 题项采用五点李克特形式计分, 对问卷进行信度分析, 内部一致性信度较高; 初三学生自我效能感量表限制在初三化学学习特定情境下, 重突出“化学”与“学习”领域特殊性, 包括“基本能力感”和“控制感”两个维度, 共 20 题; 三阶式《“我们周围的空气”概念转变探查问卷》用来诊断初三年级“我们周围的空气”的概念转变情况。

3.3. 课程设计

前期调查发现学生希望可以多进行实验以帮助知识理解。研究选取“我们周围的空气”作为教学内容进行为期一周的复习课教学。这部分化学实验较多, 少部分理论知识比较抽象, 而且在复习课中需要学生综合运用所学化学知识进行学习, 既可以满足学生的需求, 又提供了探究 AR 技术对学生科学探究能力、化学学习自我效能感和概念转变的条件。在实验进行之前, 两班学生均已知悉本研究并表示愿意进行实验。

“我们周围的空气”这一单元共分为三个课时, 共使用 13 次 AR 实验。两个班的同学均已经按照通常的学习模式掌握该单元的教学内容。实验组的学生在复习该单元的课程时全部使用 AR 设备加强对该单元中实验任务的学习。教师和科研人员没有干预学生的学习体验, 在三个课时结束之后对两个班的同学进行后测。

3.4. 数据分析

数据收集完成后, 统计分析实验班和对照班学生科学探究能力以及自我效能感后测问卷得分, 使用 SPSS26.0 对实验班和对照班的科学探究能力以及自我效能感问卷后测成绩进行差异性分析, 对实验班和对照班学生“我们周围的空气”试卷成绩进行统计, 使用 SPSS26.0 进行

试卷成绩分析。该分析考察了实验班与对照班学生科学探究能力以及自我效能感每个子维度之间的差异，与前测成绩相比，复习课对成绩有很大的提高。

4. 结果

4.1. AR 技术对科学探究能力的影响

对实验班和对照班学生实验前后科学探究能力成绩得分情况分析发现两个班级的学生科学探究能力均有提升，为进一步验证 AR 技术对学生科学探究能力的影响，对两个班学生的科学探究能力后测成绩进行对比分析。使用 SPSS26.0 对实验班与对照班科学探究能力后测成绩进行差异性分析，结果如表 1 所示。实验班各维度的分数均已高出对照组。因此，可以认为 AR 应用于初三化学教学在科学探究能力方面对学生有着积极的影响。

表 1 实验班与对照班后测科学探究能力成绩差异性分析

班级	样本	均值	标准差	T 值	P 值
实验班	49	98.51	9.646	3.450	0.001
对照班	49	93.29	4.397		

4.2. AR 技术对化学学习自我效能感的影响

使用 SPSS26.0 对化学学习自我效能感问卷后测成绩进行差异性分析，分析结果如表 2 所示。可以得出基于 AR 技术的化学教学和复习课对学生化学学习自我效能感均有积极的影响。排除复习课的影响，基于 AR 技术的化学教学对学生的化学学习自我效能感仍有积极影响。

表 2 实验班和对照班学生化学学习效能感后测成绩差异性分析

班级	样本	均值	标准差	T 值	P 值
实验班	49	3.824	0.396	0.827	0.001
对照班	49	3.530	0.458		

4.3. AR 技术对概念转变的影响

取实验班和对照班学生“我们周围的空气”模拟卷成绩，使用 SPSS26.0 对两个班的成绩进行分析，统计结果如表 3 所示。

表 3 实验班和对照班学生模拟卷成绩分析

班级	N	均值	标准差
实验班	49	42.39	4.084
对照班	49	39.80	3.978

当假设方差相等时，由于显著性水平 Sig. (双侧) 小于 0.05，认为实验班和对照班的平均成绩存在显著差异；在方差不相等的情况下，显著性水平 Sig. (双侧) 仍然小于 0.05，这进一步确认了实验班和对照班的平均成绩存在显著差异，这表明了 AR 赋能的初中化学教学有效促进了学生的概念转变。

5. 讨论

这项研究将 AR 技术应用到复习课教学当中，将普通实验使用增强现实技术更直观的展现在学生的面前，以提高化学课程的高效性和趣味性。首先，研究结果表明，与传统教学模式的复习课相比，应用增强现实技术能够促进学生科学探究能力的发展，这一发现与(Niu et al., n.d.)等人的结果一致。增强现实(AR)技术为学生提供了一种虚拟和真实的混合学习环境，为实验提供了另一种方法。第二，在化学自我效能感方面，结果表明，与传统的实验模式相比，AR 实验显著降低了学习者的无能为力感和努力感。Cai et al. (2021) 发现 AR 技术能够提高物理学习中学生的自我效能感，但目前关于研究在 AR 技术对化学学习自我效能感影响的研究较少。其次，两个班的成绩存在着显著差异，说明 AR 技术赋能的初中化学教学能够促进学生的概念转变。

将 AR 赋能到化学教学中,对初中生的科学探究能力、化学学习自我效能感以及概念转变都有着一定的积极作用。AR 技术通过提供沉浸式的学习环境,为化学学习提供了新的载体,并且能够有效的降低实验风险,提高教学的交互性。在未来,研究者应当更多的关注 AR 技术赋能化学教学过程的方法以及策略,创新 AR 技术赋能化学教学的应用模式,积极探索 AR 技术对学习者学习效果的促进、认知负荷的改变等。

6. 结论

AR 技术发展成熟,交互性强,携带方便,具备虚实结合的功能特性,在弥补现有化学课堂缺陷,培养学生化学核心素养等方面具有很大的优势,有很大的发展空间。研究试图通过随机对照试验来探究 AR 技术在化学课堂中对学生的学习到底存在着怎样的影响,将 AR 技术的优势具体化。然而,研究结果可能会受到各种因素的限制,未能更全面的展现 AR 技术对于化学学习的重要性,还需要更多深入的研究去探讨 AR 技术对化学学习的重要影响。

参考文献

- Cai, S., Liu, C., Wang, T., Liu, E., & Liang, J. (2021). Effects of learning physics using augmented reality on students' self-efficacy and conceptions of learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 235–251.
- Niu, X., Xu, X., Cheng, L., & Cai, S. (n.d.). A comparative study on achievement degree of teaching objectives based on an interactive AR physical-simulation experimental procedure.
- O'Connor Y., & Mahony C. (2023). Exploring the impact of augmented reality on student academic self-efficacy in higher education. *Computers in Human Behavior*, 149, 107963.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.
- Tuli, N., & Mantri, A. (2015). Augmented reality as teaching aid: Making chemistry interactive. *Journal of Engineering Education Transformations*, 0(0), 188.
- Zhuang, T., Xu, X., & Zhang, Y. (2024). Contextualizing and visualizing abstract theoretical knowledge for situated learning: Large-scale VR-supported higher education in China. *Virtual Reality*, 29(1), 4.