

基于虚拟化学实验培养高中生批判性思维的实践研究

A Study on the Impact of Virtual Chemistry Experiments on High School Students' Critical Thinking

乔雪涵¹, 陈洪发¹, 邓清华², 范艳花^{1*}

¹ 河南大学化学与分子科学学院

² 开封市第十中学

*fanyanhua9080@163.com

【摘要】 在信息化社会的大背景下,教育日益重视现代信息技术辅助学生掌握化学知识与技能以及启发学生的科学思维。批判性思维对于学生在决策、领导以及专业技能发展中的有着重要作用。基于此,本研究尝试在高中化学课堂上结合虚拟实验构建教学模式以培养学生的批判性思维。结果显示,实验班在批判性思维倾向和批判性思维技能方面均优于对照班,具有显著性差异,为培养高中生批判性思维提供了新途径。该研究为教育工作者提供了实证数据,支持虚拟实验在化学教育中应用。

【关键词】 批判性思维倾向, 批判性思维技能、虚拟实验, 高中化学

Abstract: In an information-driven society, education has increasingly emphasized the use of modern information technology to assist students in mastering chemical knowledge and skills, as well as fostering scientific thinking. Critical thinking is crucial for students' decision-making, leadership, and professional skill development. Based on this, this study aims to construct a teaching model integrating virtual experiments in high school chemistry classrooms to cultivate students' critical thinking. The results show the experimental class outperforms the control class in critical thinking disposition and critical thinking skills, with significant differences. This provides a new approach to cultivating critical thinking among high school students. The study offers empirical data supporting the application of virtual experiments in chemistry education.

Keywords: Critical Thinking Dispositions, Critical Thinking Skills, Virtual Experiments, High School Chemistry

1.引言

随着社会信息的不断提高,社会复杂性和相互依存性的加强,批判性思维的能力对于现代生活的成功越来越重要。新版高中和义务教育化学课程标准均强调要培养学生的批判性思维,并将其作为实现课程目标和形成科学思维的重要途径。目前,对于批判性思维的培养集中在课程、教学方法等方面,教师在教学过程中需重点关注并培养学生的批判性思维。

近年来,计算机教育在教学中发挥着举足轻重的作用,虚拟实验作为计算机技术的实验项目,被视为重要教学资源。在中学化学教育中,虚拟实验提供沉浸式、无风险学习环境,学生可重复实验至理解,有助于发展学生的批判性思维(Winkelmann et al., 2020)。

虚拟实验对培养学生的批判性思维有一定的潜力,但缺乏实证研究。因此本研究将虚拟实验应用到高中化学课堂,探讨虚拟化学实验的教学对学生批判性思维的影响。研究问题如下:

问题 1:基于虚拟化学实验能否有效提升高中生的批判性思维倾向?

问题 2:基于虚拟化学实验能否有效提升高中生的批判性思维技能?

2.文献综述

Facione 将批判性思维视为一种有目的、自我调控的判断,它涵盖了解释、分析、评价、推论的能力,并考虑了判断的基础,如证据、概念、方法、标准和情景。根据定义,Facione 等人将批判性思维划分为批判性思维倾向维度和批判性思维技能维度(Facione, 1990)。在化学教育中,批判性思维有助于学生整合化学概念(Chi et al., 2024),加深对化学知识的理解。虚

拟实验是指利用多媒体、模拟、虚拟现实（VR）等尖端技术建立的软件和硬件操作环境。实验者可以在这些环境中进行各种实验项目，模拟现实世界条件。相比于传统实验，虚拟实验可以减少材料消耗、降低成本，也降低了传统实验中可能存在的处理危险化学品的风险和危险。虚拟实验能积极影响学生学习效果和表现力，故被广泛引入课堂辅助教学，尤其在科学课程中帮助教师阐释复杂概念。虚拟实验通过模拟真实实验环境，使学生在没有物理实验室限制的情况下进行实验操作，这种环境允许学生自主探索，操纵变量，解决实验中遇到的问题，能很好地促进了学生的批判性思维的发展(Reyes et al., 2024)。

3.研究方法

3.1.研究对象

本研究选择中国河南省商丘市 X 高中的高二年级（6）班与（3）班作为研究对象，（6）班作为对照班，采用传统讲授法教学；（3）班作为实验班，采用基于虚拟化学实验的教学模式。两个班级的人数均为 50 人。

3.2.测量工具

为探究虚拟化学实验对学生批判性思维的影响，本研究使用的是高中生批判性思维倾向测量表以及 CCTST 量表。高中生批判性思维倾向测量表改编自 CTDI-CV(彭美慈,2004)，将原有的 70 道题删减为 35 道题。本问卷将继续延续 CTDI-CV 中的 Likert 的 6 分制量表，各维度的 Cronbach's alpha 均在 0.8 以上；CCTST 量表主要评估个体在批判性思维方面的六个核心技能，即：阐明、分析、评估、推论、说明和自我校准。2002 年，罗清旭等人对 CCTST 进行本土化的翻译和修改，得到了 CCTST 中文版（罗清旭等人，2002）。

3.3.实验过程

在实验开始前，对两个班级的学生进行了预测试，对收集到的量表数据分析，两个班级批判性思维总体倾向和批判性思维技能不存在显著差异。在新课教授阶段，教师们统一采用了人教版高中化学选择性必修 1《化学反应原理》第二章第一节“化学反应速率”以及第二节“化学平衡”作为教学内容。

在实验班中，教师基于虚拟实验平台采用探究式学习法以及合作学习法，以小组为单位进行教学。对于“化学反应速率”这一节的内容，每组的同学根据老师的问题，利用 PhET 虚拟实验工具有效建构碰撞理论模型，探究温度、浓度等因素对化学反应速率的影响；对于“化学平衡”这一节的内容，每组的同学在教师的引导下，利用 PhET 虚拟实验平台构建化学反应时反应物分子数、生成物分子数变化模型，在微观视角下探究温度、浓度对化学平衡的影响，必要时教师要给予适时地帮助和指导。在对照班中，教师提前制作好有关 PPT 课件，采用传统讲授法进行授课，不使用虚拟实验或其它多媒体辅助教学工具。

在完成教学后，两个班级的学生需要再次填写《高中生批判性思维倾向量表》以及 CCTST 测试量表。根据学生的填写数据结果，与预测试数据进行比较，以此来评估虚拟化学实验对学生批判性思维倾向和批判性思维技能的影响。

4.实验结果

4.1.虚拟化学实验对学生批判性思维倾向的影响

由表 1 可知，实验班在实验前后批判性思维倾向总分有着显著的提高。以班级为分组变量，对实验前后批判性思维倾向总分做独立样本 t 检验。由表 2 分析：实验前，Levene 方差显著性为 $0.535 > 0.05$ ，具备方差齐性， $P = 0.433 > 0.05$ ，表示实验前两个班级的批判性思维倾向总体无显著差异；实验后，由表可知，Levene 方差显著性为 $0.472 > 0.05$ ，具有方差齐性， $P = 0.000 < 0.05$ ，表明实验后对照班、实验班的批判性思维倾向总体水平存在显著性差异。

表 1-实验前后两个班级批判性思维倾向总分对比

班级	N	均值	标准差	均值的标准误
前 对照班	50	123.14	8.704	1.231

测	实验班	50	121.68	9.801	1.386
后	对照班	50	125.14	8.048	1.138
测	实验班	50	132.16	9.233	1.306

表 2-实验前后两个班级批判性思维倾向总分独立样本检验

方差方程的 Levene 检验				均值方程的 t 检验				差分的 95%置信区间		
		F	Sig.	t	df	Sig. (双侧)	均值 差值	标准 误差值	下限	上限
前 测	假设方差相等	0.387	0.535	0.788	98	0.433	1.46	1.854	-2.219	5.139
	假设方差不相等			0.788	96.65	0.433	1.46	1.854	-2.219	5.139
后 测	假设方差相等	0.522	0.472	-4.053	98	0.000	-7.02	1.732	-10.457	-3.583
	假设方差不相等			-4.053	96.21	0.000	-7.02	1.732	-10.457	-3.582

4.2 虚拟化学实验对学生批判性思维技能的影响

由表 3 可知，实验班在实验前后批判性思维技能总分有着显著的提高。以班级为分组变量，对实验前后批判性思维技能得分进行独立样本 t 检验。由表 4 可知，实验前，Levene 方差显著性为 0.882>0.05，具有方差齐性，P=0.579>0.05，表示两个班级的批判性思维技能不存在显著性差异；实验后，Levene 方差显著性为 0.329>0.05，具有方差齐性。而 P=0.02<0.05，则显示实验后对照组和实验组的技能总体水平存在显著差异。

表 3-实验前后两个班级批判性思维技能总分对比

	班级	N	均值	标准差	均值的标准误
前 测	对照班	50	17.18	2.678	0.379
	实验班	50	16.88	2.715	0.384
后 测	对照班	50	17.82	2.688	0.38
	实验班	50	19	2.301	0.325

表 4-实验前后两个班级批判性思维技能独立样本 t 检验数据对比

方差方程的 Levene 检验				均值方程的 t 检验					差分的 95% 置信区间	
		F	Sig.	t	df	Sig. (双侧)	均 值 差值	标准 误差值	下限	上限
前 测	假设方差相等	0.022	0.882	0.556	98	0.579	0.3	0.539	-0.77	1.37
	假设方差不相等			0.556	97.981	0.579	0.3	0.539	-0.77	1.37
后 测	假设方差相等	0.964	0.329	2.358	98	0.02	1.18	0.5	0.187	2.173
	假设方差不相等			2.358	95.722	0.02	1.18	0.5	0.187	2.173

4.结果讨论

由实验数据结果可知，基于虚拟化学实验的教学模式确实能够积极促进学生的批判性思维倾向和技能的发展。这可能源于虚拟化学实验可以模拟真实的化学实验，使学生在没有物理实验室限制的情况下独立进行实验设计，操作以及结果分析，同时也允许学生将理论知识应用于实际操作中，通过解决实际问题来加深对概念的理解，而这种理论到实践的转化过程是批判性思维培养的关键环节(Kolil & Achuthan, 2024)。因此，基于虚拟化学实验的教学模式确实可以培养学生的批判性思维倾向。

在虚拟实验中，学生可与小组成员及时讨论，通过小组成员之间的互动促进深度学习，有效提升批判性思维技能。在通过虚拟实验操作测试理论与假设的过程中，学生们的分析和解决问题能力得到了极大提升，而这种能力也是批判性思维的重要技能之一。

5.结语

本研究发现,在实施了特定的虚拟化学实验教学策略后,学生的批判性思维确实有了一定的发展。虚拟现实技术通过提供高度真实的 3D 可视化,使学生沉浸在虚拟实验室的环境中进行探索和实验,有助于学生的批判性思维的发展。再者,学生可以在一个模拟的环境中应用他们所学的理论知识,从而加深对科学概念的理解,有助于他们将理论知识和实际应用相结合。而教师不仅可以利用虚拟实验并整合到课程中,探索新的教学技术策略,也可以为教师提供了新颖的教学工具和方法。

参考文献

- 罗清旭,杨鑫辉.(2001).《加利福尼亚批判性思维倾向问卷》中文版的初步修订.心理发展与教育(03),47-51.
- 彭美慈,汪国成,陈基乐,陈满辉,白洪海,李守国,李继平,蔡芸芳,王君俏,殷磊.(2004).批判性思维能力测量表的信效度测试研究.中华护理杂志(09),7-10.
- Chi, M., Zheng, C., & He, P. (2024). Using the lens of essential questions-perspectives to investigate the representations of chemical thinking in chinese secondary chemistry textbooks. *Research in Science Education*.
- Facione, P. A. (n.d.). A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction.
- Kolil, V. K., & Achuthan, K. (2024). Virtual labs in chemistry education: A novel approach for increasing student' s laboratory educational consciousness and skills. *Education and Information Technologies*.
- Reyes, R. L., Isleta, K. P., Regala, J. D., & Bialba, D. M. R. (2024). Enhancing experiential science learning with virtual labs: A narrative account of merits, challenges, and implementation strategies. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(6), 3167 - 3186.
- Winkelmann, K., Keeney-Kennicutt, W., Fowler, D., Lazo Macik, M., Perez Guarda, P., & Joan Ahlborn, C. (2020). Learning gains and attitudes of students performing chemistry experiments in an immersive virtual world. *Interactive Learning Environments*, 28(5), 620 - 634.