

虚拟实验平台在中学生物学教学中的研究现状和应用前景

葛红梅, 唐发辉*

重庆师范大学生命科学学院, 重庆

摘要: 近年来, 虚拟现实 (VR) 技术和增强现实 (AR) 技术在中小学教学中的应用备受关注, 而基于虚拟现实技术构建的虚拟实验平台已达到相对成熟的阶段。本研究发现, 当前可直接应用于中学生物学教学的虚拟实验平台数量有限, 且鉴于生物学学科内容的广泛性和复杂性, 现有的虚拟实验平台通常聚焦于生物学特定的领域或几个核心板块。此外, 部分虚拟实验平台以课程或视频的形式展现实验过程。值得注意的是, 虚拟实验平台不仅可用于实验教学, 而且在理论教学中也展现出巨大潜力, 能够丰富备课资源, 建构生动的教学情境, 为学生提供课后自主学习的途径, 亦可作为一种评价途径。

关键词: 虚拟实验平台; 虚拟仿真实验; 中学生物学; 理论教学

Research Status and Application Prospects of Virtual Experiment Platforms in Middle School Biology Teaching

Hong-mei Ge, Fhui Tang*

College of Life Sciences, Chongqing Normal University, Chongqing

Abstract: In recent years, the application of virtual reality (VR) technology and augmented reality (AR) technology in primary and secondary school teaching has attracted much attention. The virtual experiment platform based on virtual reality technology has reached a relatively mature stage. This study found that the number of virtual experiment platform directly applied to middle school biology teaching is limited at present. Given the wide range of biological subject content, the existing virtual experiment platforms usually focus on specific biological fields or a few core sections. Moreover, some virtual experiment platforms present the experimental process in the form of courses or videos. It is worth noting that virtual experiment platforms can not only be used for experimental teaching, but also show great potential in theoretical teaching, which can enrich lesson preparation resources, construct vivid teaching scenarios, provide students with ways for after-class autonomous learning, and also serve as an evaluation approach.

Keywords: Virtual Experiment Platform; Virtual Simulation Experiment; Middle School Biology; Theory Teaching

* 通信作者: 唐发辉 (1979.6—), 女, 汉族, 重庆人, 博士研究生, 教授, 研究方向为学科教学 (生物)。

虚拟实验平台是一种运用计算机技术与虚拟现实技术(virtual reality, VR)构建的开放式网络化虚拟实验教学系统,其通过科学理论知识构建,旨在模拟各种真实实验室[1]。实验操作人员能够利用该平台提供的仿真实景、实验材料及操作提示,通过键盘输入或鼠标拖动等操作,执行与真实实验相似的操作流程。虚拟实验平台所设计的实验操作,具备安全性、灵活性、超时空性以及高度仿真性等特征。对于那些实验周期较长或实验材料具有潜在危险性的实验,虚拟实验平台能够在没有实际物理操作的情况下,模拟出相应的实验环境和条件,大大缩短实验的时间,避免实验材料可能带来的安全风险,同时节省实验成本。因此虚拟实验平台在科学研究和教育领域展现出独特的优势,具有广泛的应用前景。

1 研究现状及进展

虚拟实验平台的概念最早可追溯至20世纪80年代,在教育领域主要应用于需要开展实验研究的自然科学学科,例如物理学、化学、生物学等。通过虚实结合的教学手段,提高学生的实践能力。

1.1 国外研究现状及进展

虚拟实验及虚拟实验平台的研究依托于虚拟现实技术的发展,国外对于虚拟实验平台的研究早于国内。美国是最早研究虚拟现实技术的国家,美国Jaron Lanier于1989年提出Virtual Reality,用来概述当时出现的一种在计算机上生成的、可交互的三维环境中提供沉浸感觉的技术。1997年,美国University of Oregon的物理学院推出涵盖光学、量子力学等十几门物理虚拟实验课程的VLAB的实验网站[2]。1998年,美国麻省理工学院设计了一套可用于工科专业实验教学的虚拟仿真实验平台,用户可远程设计实验电路,测量所需要的实验数据,完成实验教学任务[3]。在生物领域,美国Rick、David和Joni等人在2001年设计开发了一款FROGUTS软件,用户在软件上可进行牛蛙、牛眼、小猪等动物的解剖实验,也可以探索孟德尔豌豆实验和观察果蝇,在每个实验部分完成后可通过测验检测实验学

习效果。霍华德休斯医学院开发的Bio-Interactive网站,开发了各种生物学的虚拟实验课堂资源,帮助学生更好的理解生物学中的科学大概念,促进对科学实践的参与,培养对现实世界的敬畏感和好奇心;也为教育工作者提供了规划工具,建立资源播放列表和故事情节,补充专业学习材料,以加深他们的专业知识[4]。希腊开放大学设计了一个虚拟实验平台(<https://sites.google.com/site/onlabseap/download>),并对比研究了虚拟实验平台在教学中的有效性,证实了虚拟实验能够提高学生的操作熟练度[5]。Byukusenge等学者在卢旺达四个中学中开展了实验研究,证实了虚拟实验能够帮助学生理解神经细胞的结构及其共生功能等概念,说明在中学生物学教学中使用虚拟实验平台的有效性[6]。

尽管当前针对虚拟实验平台的研究已较为丰富,但研究重点主要集中在大学层次的虚拟实验平台设计、开发与应用上,而针对中学阶段的开发、应用研究则相对匮乏,且应用研究主要集中于实验教学中。

1.2 国内研究现状及进展

国内对虚拟实验平台的研究始于二十一世纪初,众多高等教育机构基于专业需求,纷纷启动了相关平台的研发工作。例如,甘肃工业职业技术学院、西安通信学院(现并入国防科技大学)以及西安邮电学院(现西安邮电大学)共同开发了电子线路实验室[7];华中科技大学设计了远程虚拟试验平台[8];哈尔滨工程大学则设计了虚拟测验平台[9]。2005年,在第一届建立和谐人机环境联合学术会议上,华中师范大学代表提出三维虚拟实验室构想,旨在提供一种基于更简易的设备即可进行操作的仿真实验平台[10]。此阶段的虚拟实验平台尚处于开发初期,其结构相对简单,并且对设备基础有一定的要求。2013年,教育部印发《关于开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作的通知》(教高司函(2013)94号),首次明确提出构建虚拟实验平台,让学生在虚拟环境中开展一些真实实验不具备或难以完成的虚拟实验[11]。迄今为止,由教育部主导构建的国家虚拟仿真实验教学课程共

享平台 (<http://www.ilab-x.com>) 已设立4853个实验中心, 开展了15142期次的智能实验室活动, 拥有1192门国家级虚拟仿真实验教学一流课程, 课程内容覆盖了包括教育学、工学在内的多个学科领域的专业课程。2019年, 教育部发布了《关于加强和改进中小学实验教学的意见》(教基〔2019〕16号), 强调促进传统实验教学与现代新兴科技的有机融合, 利用虚拟现实技术手段呈现现实世界中因具有危险性、时空限制或其他客观因素难以开展的实验[12]。申丽萍[13]、史玲玲[14]、金琦[15]等学者的研究表明, 利用虚拟实验平台进行教学活动, 在促进学生积极主动地学习、深入理解实验原理与难点、以及培养问题分析、解决和实践能力等方面均显示出显著效果。《义务教育生物学课程标准(2022年版)》也指出: “推进现代信息技术与教学的深度融合; 运用互联网和数字设备, 设计完成模拟实验, 进行虚拟仿真实验, 突破实验材料、实验时间和实验设备的限制, 减少学习活动对材料、场地和设备等条件的依赖” [16]。以当前中学生物学可以直接使用的虚拟实验平台NOBOOK生物实验室为例, 该平台不仅能够模拟真实的实验环境, 通过动画、视频等多种形式直观地展示实验过程和结果, 还能利用三维模型展示微观结构, 学生可以在虚拟环境中反复练习, 不受时间和空间的限制, 从而加深对知识的理解和记忆。因此, 虚拟实验平台在中学生物学教学中的应用是不可逆转的趋势。中学教师应积极探寻虚拟实验的融入点, 充分利用虚拟实验平台所提供

的丰富资源及交互功能, 以提高学习成效, 促进学生个性化能力的发展。

然而, 当前的虚拟实验平台存在一定的局限性。例如, NOBOOK生物虚拟实验室仅限于使用预先设计的虚拟实验, 缺乏自主设计实验的能力; 国家虚拟仿真实验教学课程共享平台中的实验中心是基于相对独立的学科构建的, 主要针对大学课程, 使用到中学生物学教学的过程中需要人为地进行整合。

目前国内主要使用的虚拟实验平台资源及特点如表1:

2 虚拟实验室优化中学生物学教学

在已有的研究中, 虚拟实验室常用于创设虚拟情境, 优化教学流程, 提高实验教学的教学效果。深入挖掘中学生物学的教学需求, 虚拟实验室不仅可用于优化学生在实验教学中的学习效果, 还能丰富学生的学习途径、教师的备课渠道等。

2.1 丰富学生学习途径

在常规理论教学中, 学生主要通过教师播放的PPT、视频、模型等教学用具学习教材中的理论知识。但对于生物学教材中的程序性知识, 部分学生仅依靠教师的课堂讲授缺少学习兴趣, 甚至难以理解其原理。如调查动物种群密度时使用的标记重捕法, 学生可能存在难以理解标记重捕法的计算公式的情况。对于此类情况, 学生可以在教师讲解后,

表1. 国内的虚拟平台资源

平台名称及网址	特点
国家虚拟仿真实验教学课程共享平台 (http://www.ilab-x.com/)	以课程形式展现, 内容涵盖广泛, 适用于大学学科课程学习。用户选定感兴趣的课程参加后即可进行相关虚拟实验学习。
IOCLASS虚拟仿真平台 (http://www.ioiclass.com/)	以课程形式展现, 包括环境工程、生物医学等类别, 适用于大学学科课程学习。用户选定课程加入学习后即可进行相关虚拟实验学习。
央馆虚拟实验系统 (https://vlab.eduyun.cn/)	可直接用于中学生物学教学, 以人教版教材中的内容为主, 内容具体包括VR课件、3D课件、实拍视频三种类型, 用户需要申请试用后才可使用。
NOBOOK生物实验室 (高中版网址: https://gzsw.nobook.com/) (初中版网址: https://czsw.nobook.com/)	可直接用于中学生物学, 分为高中版和初中版两个平台, 平台部分内容需要会员。教师在使用平台时可依据平台已有资源进行简单的设计, 如问题提示等; 学生在使用时可依据提示进行放大、缩小、点击进行下一步等操作。部分实验的画面模糊。
矩道虚拟仿真实验室 (https://www.judaoedu.com/)	可直接用于中学生物学, 分为同步实验、人体生理结构、人体生理功能、微眼万千等八个板块, 用户未申请试用时仅可以观看操作视频。视频较为清晰精美。

利用虚拟实验室模拟真实环境中对动物进行的标记重捕, 进而深入理解标记重捕法计算种群密度的公式。

2.2 丰富教师备课渠道

教师在授课前需要进行有针对性的备课。以高中生物学选择性必修三《生物技术与工程》为例, 教师备课普遍选用网络上的视频资源, 结合教材内容和高中生物学课程标准的要求进行教学设计。但教师在职前学习阶段可能因为实验条件匮乏、实验资源欠缺等因素, 没有进行过相关的实验学习, 因此没有相应的实践基础, 对相应的生物技术缺少切身体会。在这一前提下, 虚拟实验室可以成为教师备课的一种渠道。教师在备课时, 进入虚拟实验室模拟相关操作, 理解操作原理, 通过模拟操作时出现的困难, 更多的考虑学生学习过程中可能存在的问题。另外, 教师在虚拟实验室的操作也可以作为一种备课资源, 用于授课时具体、着重讲解某一内容。

2.3 建构教学情境

在当前新课程改革的大背景下, 强调教师在开展生物学教学时, 要尽可能设计基于真实情境下的生物学教学途径。基于虚拟实验室的高度虚拟仿真实验技术搭建的虚拟实验, 能够满足教学所需的真实情境, 结合导向性的问题, 搭建有利于构建知识结构的教學情境[17,18]。

2.4 丰富评价方式

当前生物学理论教学课程的评价方式仍以纸笔测试为主, 有时会根据学生的课堂表现记录相应的形成性评价。随着虚拟实验室的使用, 教师可以利用该平台执行更为丰富的形成性评价活动。以高中生物学选择性必修三《生物技术与工程》为例, 在这一板块, 教师可以通过评价学生完成虚拟实验的操作来评价学生的知识框架掌握情况; 还可以让学生在已有虚拟实验的基础上改进, 或在虚拟实验室重新设计实验, 评价学生相关知识的理解应用情况。

3 结语

虚拟实验室作为顺应科技发展和教育需求的产物, 目前已有较为成熟的几个平台。但由于生物学是一门涵盖广泛、各板块之间联系紧密的学科, 现有的虚拟仿真实验平台无法做到完全复现真实情境。并且由于平台维持、更新所需的费用是一笔较大的支出, 一些虚拟实验需要付费进行, 故而让每位学生单独注册账号使用较不现实。因此, 教师在教学中使用虚拟实验室开展备课活动, 搜集教学资源, 构建教学情境, 设计评价活动, 进而激发学生的学习兴趣, 提高教学效果, 可能成为一种更易于实现的策略。在教师使用虚拟实验室开展教学活动的基础上, 有条件的学生可以将虚拟实验平台作为辅助学习手段, 深入学习促进知识的深度理解。

参考文献

- [1] 汤跃明. 虚拟现实技术在教育中的应用[M]. 科学出版社, 2007.
- [2] U. Heinkel, M. Padeffke, O. Kraus, et al. Virtual-Classroom: An Interactive Teaching System for the Design of Integrated Circuits[J]. Global Journal of Engineering Education, 1997, 1(2):1-7.
- [3] Crutchfield S G, Rugh W J. Interactive learning for signals, systems, and control[J]. IEEE Control Systems Magazine, 1998, 18(4): 88-91.
- [4] HHMI. Bio-Interactive Virtual labs[EB/OL]. 2005-11-11/2025-5-25. <https://www.biointeractive.org/>
- [5] Paxinou E, Panagiotakopoulos CT, Karatrantou A, et al. Implementation and Evaluation of a Three-Dimensional Virtual Reality Biology Lab versus Conventional Didactic Practices in Lab Experimenting with the Photonic Microscope[J]. Biochem Mol Biol Educ. 2020, 48(1):21-27.
- [6] Byukusenge, C., Nsanganwimana, F., Tarmo, A.P. Enhancing Students' Understanding of Nerve Cells' Structures and Their Symbiotic Functioning by Using Technology-Enhanced Instruction Incorporating Virtual Labs and Animations[J]. J Sci Educ Technol. 2023, 32, 13–25.

- [7] 张凯, 张滢, 郝云芳. 网上虚拟实验室的开发[J]. 现代电子技术, 2002, (11): 21-23.
- [8] 陈传波, 张立峰, 陈南平. 一个远程虚拟实验教学平台的研究[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2002, (12): 12-14.
- [9] 马忠丽, 刘宏达, 张敬南, 等. 虚拟实验和虚拟测试平台的开发[C]//全国高校电气工程及其自动化专业教学指导分委员会. 第一届全国高校电气工程及其自动化专业教学改革研讨会论文集. 哈尔滨工程大学自动化学院; 哈尔滨工程大学自动化学院; 哈尔滨工程大学自动化学院; 哈尔滨工程大学自动化学院, 2002: 147-151.
- [10] 熊磊, 冯刚, 朱晓华. 虚拟实验室五层结构模型的构想[C]//中国计算机学会, 中国图象图形学学会, ACM SIGCHI中国分会, 清华大学计算机科学与技术系. 第一届建立和谐人机环境联合学术会议(HHME2005)论文集. 华中师范大学计算机科学系; 华中师范大学计算机科学系; 华中师范大学计算机科学系, 2005: 227-232.
- [11] 教育部高等教育司. 关于开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作的通知(教高司函〔2013〕94号)[Z]. 北京: 教育部, 2013. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201308/t20130821_156121.html
- [12] 教育部. 教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见(教基〔2019〕16号)[Z]. 北京: 教育部, 2019. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s3321/201911/t20191128_409958.html
- [13] 申丽萍. 虚拟现实技术在初中生物学教学中的应用[J]. 生物学教学, 2021, 46(11): 45-47.
- [14] 史玲玲. 基于沉浸式虚拟实验智慧课堂“光合作用产生氧气”一节的教学[J]. 生物学教学, 2024, 49(04): 33-35.
- [15] 金琦. 依托虚拟仿真实验, 培养高中生物学关键能力[J]. 生物学教学, 2024, 49(11): 60-63.
- [16] 教育部. 义务教育生物学课程标准(2022年版)[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [17] 彭丽宇. 促进深度学习的虚拟实验教学改革[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2023, 48(01): 102-107.
- [18] 潘瑶. 发挥虚拟实验的作用和功能[J]. 小学科学, 2024(24): 91-93.

