

设计学习技术支持 STEM 课堂教学的案例分析研究

蔡慧英, 顾小清

(华东师范大学 教育信息技术学系, 上海 200062)

[摘要] 教育研究者对 STEM 的关注, 顺应了在课堂上变革知识传递教学模式的诉求。而新兴学习技术的出现, 为促进知识传递教学模式的变革提供了支持手段。基于此, 如何在 STEM 课堂中整合新兴学习技术, 为学习者建构科学探究的学习体验, 变革传统课堂中的知识传递教学模式, 成为本文关心的核心问题。文中将运用自下而上的分析视角, 对 Wallcology 和 EvoRoom 这两个整合了学习技术的科学探究案例进行深度解读。从 STEM 课堂教学中的学习技术, 以及学习技术整合于 STEM 课堂两个方面, 对这两个案例进行反思性理解。

[关键词] STEM 课堂; 学习技术; 科学探究; 学习技术与 STEM 课堂整合

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 蔡慧英(1988—), 女, 湖北武汉人。博士研究生, 主要从事计算机支持协作学习、学习技术设计与教学设计的研 究。E-mail: huiyingcai2012@gmail.com。

一、前言

STEM 是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)的简写, 作为教育研究中的一个热点议题, 备受国内外教育研究者的关注。^[1]1986年, 美国国家科学委员会发表的《本科的科学、数学和工程教育》报告中提出了“科学、数学、工程和技术教育整合”的理念。这一理念开辟了科技教育研究的新领地。进入 21 世纪后, 全球化背景下对创新人才的需求日趋明显, 使得 STEM 教育受到加拿大、英国、澳大利亚等地区教育研究者的关注和重视。2001 年, 中国教育部和中国科学技术协会也启动了科技教育的改革项目, 即“做中学”, 旨在提高儿童和全体公民的科学素养, 实现素质教育目标。^[2]

另外, 媒体或学习技术的出现, 为创建新型学习环境和推进新型学习方式的变革提供了支持手段。20 世纪 90 年代, 互联网及数字化媒体的发展, 使得网络教育迅速发展。随后, 基于计算机的数字化学习技术, 例如 Web2.0 技术、综合性学习平台等层出不穷, 使信息化教育成为教育技术研究领域的核心内容。近期,

计算机相关的设备、程序以及开源软件的成熟发展, 为学习者创建了一种通过动手与他人合作创造独创性产品的学习方式, 使得创客教育成为当前教育技术领域关注的热点内容。^[3]

随着学习技术日益发展成熟, 在继承性关注学习技术的创新性应用的背后, 如何使学习技术与课程内容整合, 以及与学习者的认知发展联系起来, 成为教育技术研究领域亟需关注的问题^[4]。基于此, 本文将对如何在 STEM 课堂中整合新兴学习技术, 为学习者建构科学探究的学习体验, 变革传统课堂中的知识传递教学模式等问题进行聚焦性的案例分析。

二、概念界定与案例分析的框架

STEM 教育并不是将科学、技术、工程和数学知识进行简单叠加的教与学的过程, 而是强调将分散在四门学科中的内容自然组合, 形成整体的学习项目。^[5]学习者在融合 STEM 课程知识点的学习项目中, 探究并认识某一科学客观现象的不同侧面, 并在真实性的学习情境中提升科学素养、技术素养、工程素养和数学素养。^[6]因此, STEM 教育是帮助学习者学习跨学科知

识,认识客观世界的系统性教育手段,也是培养学生问题解决能力、协作能力和实践创新能力的直接途径。

教育技术是围绕媒体和学习技术的发展而逐渐成熟起来的学科。每年由美国新媒体联盟发布的《地平线报告》都会总结典型的潜在影响教育和学习过程的学习技术。^[7]例如,移动学习技术,不仅能在野外考察中帮助学习者实时查询相关信息,还可以通过声音、文本以及多媒体来记录观察情况。增强现实技术,能使学习者与虚拟的事物进行交互,帮助他们理解生活中隐形的规律,从而形成对事物的科学认识。基于手势的计算技术,可以在不同的情境中为学习者提供基于探索的学习体验。在本文中,我们对学习技术的理解不再局限于某种单一的学习媒体,而是将其看作为 STEM 的学习过程提供帮助的技术手段。

从学习技术与 STEM 教育整合的实践角度来看,如何将两者融合,促进学习者进行科学探究,是本文关注的问题。为了对这一问题进行回答,研究中选用自下而上的视角,将对美国伊利诺伊大学芝加哥分校的 Tom Moher 教授和同事共同开发的 WallCology 案例,以及加拿大多伦多大学 Jim Slotta 教授与其博士生共同开发的 EvoRoom 案例进行深度分析。这两个案例的共同点是,围绕科学课程的某一学习主题,在中小学课堂中整合新兴的学习技术,为学习者提供科学探究的支持。

三、典型案例分析

(一) WallCology 案例的分析

1. WallCology 案例的学习环境设计

WallCology 是基于小生命科学和种群生态学的课程目标,在课堂环境中创设基于计算机模拟仿真系统的学习项目。^[8]在该项目中,学习者置身于复杂的虚拟生态系统中,围绕物种的识别与分类、栖息地的选择、物种数量的估计等学习主题,完成一系列的科学研究活动。为了在课堂中尽可能给学习者提供真实的科学探究体验,Moher 教授与同事对 WallCology 案例中的学习资源和学习过程进行了精心设计。

在学习资源方面,为了使 WallCology 中的学习贴近课堂学习的常态,研究者将植入动物群生活状态的模拟程序的平板电脑嵌入到教室墙壁中。这些被设计者们称为“WallScopes”的平板电脑,为学习者提供观察模拟科学现象的“窗口”。为了使模拟的科学现象尽可能接近真实动物群的生活状态,研究者在 WallScopes 中设计了具有地点特色的虚拟环境,其中

包括水管、板条等,界面如图 1 所示。另外,为了使不同生物的运动轨迹接近自然环境中的真实景象,而不是在 WallScope 中刻板地进入和移出,设计者采用了基于服务器—客户端的分层结构设计。即,不同 WallScope 客户端中的不同生物,基于一定的算法,通过独立的服务器控制。这样,教师可以个性化设置,在 WallScope 中选择性地显示不同生物的运动轨迹。学习者则可以透过不同的 WallScope 窗口观察到某一种生物的运动轨迹,得出针对某一生物相同运动轨迹的认识。

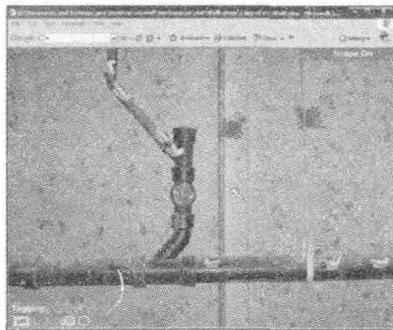


图 1 WallScope 的界面设计

在学习过程中,为了使学习者的学习行为接近生活中真实研究者的科学探究行为,Moher 教授与同事分别从分布式协作、“物理性”的科学和观察场景等方面,对 WallCology 案例进行了精心设计。

(1) 分布式协作

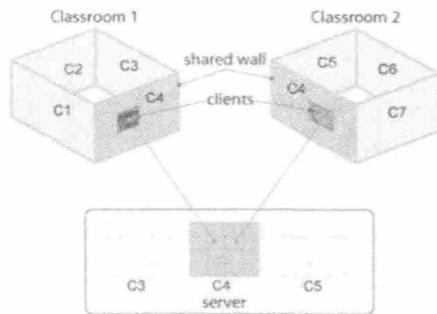


图 2 WallCology 教室环境中服务器—客户端的分布

当前,科学探究的特点之一是不同地点的研究者,围绕同一研究问题,对某一科学现象进行协同研究。为了在课堂探究中呈现这一分布式协作的理念,WallCology 的设计者将两个被同一个服务器控制的 WallScopes 客户端分别嵌入到不同教室的墙壁中。这样,在不同的教室里,学习者会通过 WallScopes 观察到同样的模拟现象,如图 2 所示。当教室 1 与教室 2 的学习者进行协作交流时,就会发现他们观察到模拟科学现象的共同之处。这不仅会为学习者创造共同交流的机会,还会让学习者在相同之中对比分析两个教室其余科学现象的不同之处,形成对科学现象的全面

认识。

(2)“物理性”的科学

在科学探究中,探究者不仅需要掌握观察科学现象的技能,还需要学会运用工具完成探究任务。例如,化学家需要运用试管、生物学家需要运用切片、宇航员需要运用望远镜等。因此,顺应真实科学探究的特点,在 WallCology 的设计中,研究者对这两个方面均有所考虑。不仅设计了相应的学习活动,为学习者提供观察科学现象的机会,还精心设计了探究工具,让学习者在相应的学习活动中体验如何使用这些工具完成科学探究任务。

短暂性现象。在 WallCology 中,设计者预设的生物都是快速移动的,有的生物可能在界面上只显示 10~20 秒,而且设计者会为学习者预设质性的学习任务(例如,在田野笔记中描绘某一生物)和量化的学习任务(例如,统计每种类型生物的数量)。之所以如此,是希望学习者对生态系统中短暂的现象作出真实性的科学探究反应。虽然这些学习任务对学习者的认知和记忆的要求并不高,但是这种做法能发展学生的科学探究技能。

应答性现象。在真实的生态系统中,不同生物在物理空间上接近时,可能会引起行为上的反应,例如斗争、碰撞或者侵略。考虑到这一客观现象,研究者在承载 WallScope 的平板电脑中内置了麦克风,其音量的大小变化,会使不同的生物作出不同的反应。例如,有的生物在视野范围的边缘移动得很迅速,有的则在某些地方静止不动等。因此,麦克风的音量大小,会作为一个线索,影响模拟生物的行为。在课堂探究过程中,学习者需要理解这一观察点,意识到对声音的反应是描述生物行为的一个要素。

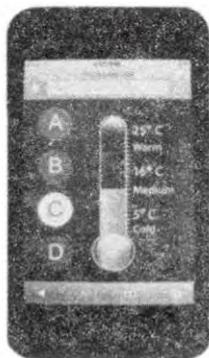


图3 模拟的温度计

便携式的工具。在科学探究中,当自身的能力限制影响了直接的观察时,科学家会借助探究工具。在 WallCology 中,考虑到生物的习性特点和迁徙都与环境中的温度和湿度有一定的联系。研究者在 Pad 中设

计了模拟电子温度计和湿度计(如图3所示)。在学习活动中,对模拟环境中预设的动态变化不熟悉的学习者来说,这一工具为其提供了一个可参考的认识框架。运用这一工具,学习者不再是凭经验,而更多的是靠定量的逻辑推理来理解探究现象。

标记技术。在科学调查时,科学家们通常需要通过手与眼睛的协调以及灵敏的操作,与研究对象进行交互。考虑到这一科学探究的特点,研究者在 WallCology 中整合了标记技术,即学习者运用指针标记笔在模拟的生物上以彩色点的方式对其进行标记处理。这一做法能帮助学习者了解生态学家评估动态生物数量的方法。

(3)观察场景的粒度问题

在真实的科学探究中,科学家们需要选择适宜的探究场景来研究他们的问题。与之相对应,理想的科学教学应该给学习者提供在真实科学探究中会遇到的可能观察地点,供其选择、探究。但是,考虑到教学时长和课堂物理环境的限制,较明智的做法是省去选择探究场景的过程,直接给学习者提供具有代表性的场景。

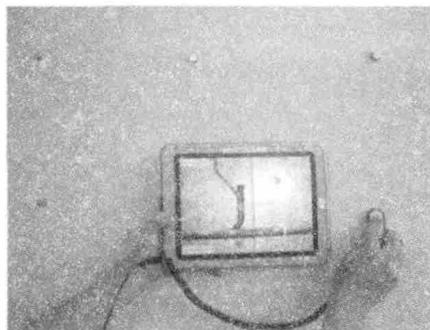


图4 整合移动的 WallScope 与 iButton 技术,帮助学习者观察不同的研究场景

基于这一认识,WallCology 的设计者应用 iButtons 技术,在课堂环境中为学习者提供不同的探究场景。其原理是,iButtons 中有一个程序识别器,用于识别在某一服务器上预存好的程序。当 iButtons 与能和它进行信息交流的端口接触时,端口会以无线的方式把 iButtons 识别号中的信息传递给服务器,服务器也会把相应的场景信息传递给客户端,也就是观察的窗口。基于这一原理,WallCology 的研究者在不同的 iButtons 预先设计了不同的探究场景,之后将其附着在教室墙面的平板电脑上。当移动的平板电脑,即观察窗口与 iButtons 进行接触时,学习者就可以对某一模拟的科学现象进行观察研究,如图4所示。这一技术给课堂科学探究带来了极大的便利。例如,避免了教室环境中大量的数字化显示,可以较少地损害教

室的墙壁。而且,观察场景的设置可以根据教学单元中的学习目标进行轻易的调整。

2. WallCology 设计的出发点:“嵌入式科学学习”的理解

Tom Moher 教授与同事之所以设计 WallCology 这一案例,目的是实现他提出的“嵌入式科学学习”理念。Moher 教授认为,当对学习技术的理解不再局限于台式电脑时,新兴的泛在式学习技术为支持学习者的学习活动扩展了新的设计空间。因此,Moher 试图在教室环境中设计和运用可获得的泛在式学习技术,为学习者创建科学探究的机会。而且还希望学习者在长周期的科学观察中,收集数据或证据,形成对某一科学现象的客观而深度的理解和认识。^[9]

嵌入式科学学习理论,植根于人机交互领域(Human-Computer Interaction),并融合了认知心理学中“具化交互(Embodied Interaction)”的理念以及教学研究中的“情境式学习理论”。^{[10][11][12]}从认知心理学的角度来看,“具化交互”认为:人的理解是在行动中不断地提升,学习活动是引发学习的源泉。要发展学习者的认知,需要为学习者设计学习活动,使学习者在目标指向性的行动中与外界进行实实在在的交互。嵌入式科学学习的特点是:让学习者在科学探究中,运用泛在式学习媒体(Ambient Media)支持具化交互^[13],帮助学习者形成科学的认识和理解。从教学角度来看,情境式学习理论认为,学习是在真实的学习情境中以社会性的方式完成的。所以,主张将学习置身于实践性的活动架构,促使学习者进行社会性的知识建构。基于这一认识,在嵌入式科学学习中,科学探究被认为是最核心的学习活动。学习者需要在课堂环境中像科学家一样完成学习任务,例如观察、测量数据、记录并收集数据、预测模型、计算并测试理论,以及汇报和反思研究结果等。^[14]

在嵌入式科学学习的项目设计中,学习者以第一参与者的角色,参与到动态模拟性的学习环境中。而且,设计者还会在学习环境的固定位置上设置相应的学习设备和技术性学习支架,让学习者通过与这些学习设备或支架进行具象交互,收集数据和证据,并完成科学探究的过程。^[15]具体的,基于这一理念的科学探究方式的四个主要特点主要体现在:(1)将模拟的科学现象(例如地震、行星运动等)映射到教室;(2)在教室周围分布的媒体中表现模拟的科学现象;(3)模拟的科学现象在日常教学流程中长时间运行;(4)学习者会运用学习媒体收集证据或数据,对模拟现象进行科学探究。^[16]WallCology 正是基于以上的理论设计而成的。

(二)EvoRoom 案例的分析

1. EvoRoom 案例的学习环境设计

EvoRoom 是针对中学生物课程中进化和物种多样性这一知识点设计的具有沉浸式模拟特点的智慧学习环境。^[17]为了让学习者以协作的方式完成科学探究活动,Slotta 教授与其博士生对 EvoRoom 学习环境和学习过程进行了精心设计。

首先,研究者对 EvoRoom 教室进行了精心布置。教室左右两端的墙壁上分别嵌入三个大的显示屏幕,主要用来模拟五种典型的婆罗州热带雨林的情况。教室前段墙壁上嵌入两块合并的交互式电子白板,用来动态显示学习者在观察过程中收集的数据。教室中央还会布置一台大型的可触摸平板电脑,辅助学习者进行协作交流。在项目学习过程中,每个学习者会手持一台移动式平板电脑,目的是记录在集体探究式学习活动中的观察、思考和学习反思等。教师则拥有一台教师端平板电脑,不仅能连接并控制交互式白板,还能控制学生的平板电脑,达到控制学习流程的目的。

其次,为了使学习者在 EvoRoom 中以集体式协作探究的方式完成对生物进化和物种多样性知识点的学习,研究者与授课教师对这一学习项目中包含的学习任务、学习流程和学习工具进行了共同设计。

项目开始时,教师会给不同小组指定某一种影响环境的因素(例如海啸、地震、酸雨等),要求小组学生观察大屏幕上预设好的五种模拟热带雨林,目的是找到由某一指定因素影响而形成的热带雨林的种类。需要指出的是,为了促进学习者对四种热带雨林产生强烈的对比性认识,设计者添加了一个“控制”版本的热带雨林,即没有任何环境因素影响而形成的热带雨林。

为了支持学习者顺利完成协作探究的学习任务,研究者和教师为学习者设计了主干性的学习流程。首先,学生初步观察大屏幕上的热带雨林,教师组织学生讨论,目的是揭示学生们对探究任务的初步想法。之后,小组学习者在班级交流之后,再次观察,修正和完成小组的初步想法。在这两个环节,小组学习者在平板电脑上记录观察数据和想法,并实时上传到交互式白板上。最后,教师组织小组进行正式探究的总结汇报。根据汇报情况,教师告知哪种因素影响了哪种热带雨林的形成,并对环境影响物种多样性这一问题展开深入讲解。

在这一学习流程中,学习者会手持平板电脑,在浸入式的学习环境中扮演“田野研究”的角色,与学习环境进行不同类型的交互。例如,(1)与浸入式学习环

境的交互。学习者观察教室电子大屏幕上设计好的模拟热带雨林,寻找学习任务答案的证据。(2)与交互式白板上动态实时呈现的可视化学习资源进行交互。(3)与平板电脑交互。学习者运用平板电脑上的照相功能记录他们的观察,并依托 Zydeco 这一 APP 程序辅助学生思考和交流。可以帮助学习者以不同的媒体形式,即图片、音频、文本笔记等收集观察到的数据;帮助学生以注释的形式对收集的数据进行预分类,以方便后续的聚类分析;可以实现以链接的形式引用已有的数据,帮助学生对自己的论点提供证据。为了引导学习者运用 Zydeco 顺利完成协作探究任务,研究者在 Zydeco 界面上预设了相应的提示性问题。例如,在数据收集阶段,设置了“这个是你认为的热带雨林吗”、“检验四个热带雨林中的有机物”;“排除不是引起的热带雨林的要素”等问题,引导学习者收集数据。在数据收集完毕后,依据学习者认为的最重要的影响要素,将这四个热带雨林的情况进行排序。之后,学习者需要回答“你们对热带雨林进行排序的策略是什么,并描述这一过程”等问题,解释他们团队的选择。需要指出的是,每个学习者运用 Zydeco 记录的观察数据,不仅会共享到平板电脑的数据库中,供所有学习者浏览观察,还会及时上传到交互式白板上,让教师以此作为学习讨论的素材,组织后续的课堂交流讨论活动。在数据讨论阶段,教师会运用教师端平板电脑上的可视化过滤功能,有选择性地显示交互式白板上的数据,浏览团队的作品。例如,教师会可视化显示“地震”相关的观察数据,隐藏其他的要素,说明只有这些数据是和地震相关的。教师也可以展开一些数据“对象”,来显示更加细节性的信息,例如文本笔记、注释等。

2. EvoRoom 设计的出发点:“知识共同体与探究”的理解

Jim Slotta 教授与其博士生之所以设计 EvoRoom 这一案例,目的是实现“知识共同体与探究(Knowledge Community and Inquiry,简称 KCI)”的学习理念。^{[18][19]}这一正在日益成熟的理论背后,体现了 Slotta 教授对学习技术支持学习的独特理解。

当前,学习科学领域的研究者普遍认为,协作探究是实践建构主义哲学思想的适宜教学方式。^[20]为了让学习者更好地投入到协作探究的学习活动中,学习科学领域的研究者分别从不同的视角对协作探究过程进行干预设计研究。Slotta 教授则意图借用社会建构主义的视角,在协作探究中添加“社会性文化交互”的理念^[21]。其研究目的是设计适宜的干预,使学习

者在学习过程中逐渐形成知识共同体,并在不断建构的知识共同体中进行集体式的协作探究。

KCI 理论认为,在知识共同体中,学习者对产生和建构新的观点承担着共同的责任。^[22]学习者不再是作为班级中的个体来完成某一学习活动,而是在班级水平上促使学习者之间形成整体,共同探究某一现象的促成者。为了使知识共同体得以成功的创建,学习者需要经历和体验共享知识库的创建、与其他学习者进行协作交流,在别人的观点上建立新的想法等具有探究特色的学习活动。^[23]在集体共同知识库的创建中,不仅学习者的观点需要联合开发,而且要为学习者提供建构人工制品的机会,使其作为探究活动中的一种资源,被讨论、探索和应用等。在这一过程中,传统的探究技能需要得以重视,例如问卷调查、收集和分析数据以及构建基于证据的论据。还需要关注集体式的协作过程,建立一种探究的文化氛围。^[24]

与这一理解相对应,KCI 理论指导下的教学流程主要包括:学习者个体作为学习者共同体的一份子,探索和研究他们各自的想法,并且创建知识性的人工制品,最后将其汇聚成一个知识库。在后续的探究活动中,这一知识库将会作为学习资源,供学习者进行协作和反思。最后,在探究性的学习活动中,必须产生与学习目标相一致的可评估的学习结果。在探究学习单元结束后,教师需要根据学习者产生的人工制品来评估他们在科学课学习内容和学习过程中的表现。

为了使这一集体式探究的过程在课堂上得以发生,Slotta 教授意图运用脚本(Script)的理念,设计相应的支架,促使协作探究活动整合到知识共同体中。其目的是,一方面辅助学习者在集体式的协作探究活动中完成特定的课程目标,另一方面还促使学习者形成一种集体式探究的文化氛围。另外,共同体中的学习主题和兴趣只有在课程的实施过程中才会被显现出来。^[25]这时,技术在知识库中的知识聚集方面发挥着重要的作用。例如,可视化集体知识;促进和支持学生的知识贡献;将知识库作为一种重要的学习资源,并与探究过程联系起来。^[26]在此基础上,Slotta 教授提出了智慧课堂的理念。他认为,智慧课堂是指在课堂这一物理环境(例如墙壁、家具等)中,融合精心设计的数字化学习工具和资源,支持学习者进行不同层次的社会性交互,支持学习者进行无缝和动态的协作,提升学习者面对面的交互质量,并捕捉集体智慧的学习环境^[27]。因此,EvoRoom 就这样设计诞生了。

四、案例反思

(一)对 STEM 课堂中学习技术的反思

从宏观层次来看,在教育研究中,对学习技术的理解应该从关注技术功能或应用潜力的理论辨析层次,提升到设计学习技术为学习过程提供支持的实践应用层次。这两个案例给我们呈现的并不是某一种或某一类学习技术功能的介绍,也不是从理论辨析的角度介绍学习技术在教育情境中可能的应用潜力,而是体现了研究设计者对学习技术的设计思维。在 WallCology 和 EvoRoom 的案例中,研究设计者们对学习技术的理解不再局限于基于某一固定学习平台或单一的学习工具上,而更多的是在物理性的课堂环境中,尝试着设计并整合不同的学习技术,为 STEM 中的科学探究提供技术支持。WallCology 案例与 EvoRoom 案例中学习技术的整合性设计(如图 5 所示)就印证了这一点。

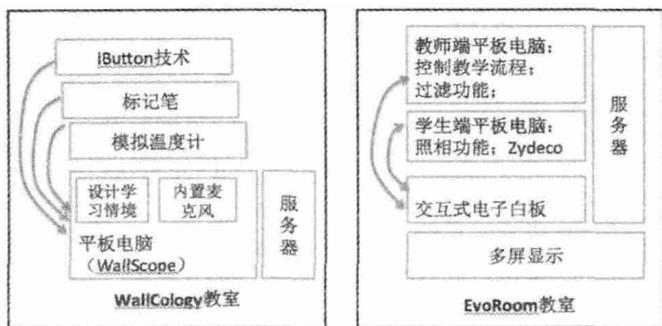


图 5 WallCology 和 EvoRoom 的学习环境设计

从微观层次来看,在设计学习技术时,需要具有系统整合的理念。一方面,学习技术的设计需要与传统课堂教学情境和学习内容相匹配。例如,在 WallCology 中,研究设计者在常规课堂环境中设计并布置了一个模拟仿真的学习环境。首先,研究者根据教学的情境,在平板电脑(WallScope)中设计了学习情境,使之呈现

动态模拟的学习内容。为了使模拟的科学现象更加接近现实世界中的真实情况,研究者采用了服务器—客户端的结构,布置不同教室里的模拟科学现象。为了使模拟的学习内容具有丰富的启发性,研究者在移动终端中内置了数字化的麦克风,辅助学习者对科学现象进行深度理解。为了方便学习者对动态模拟的科学现象进行观察,研究者借用移动终端模拟设计了一个简易化的温度计,并与平板电脑配合使用了标记笔。另外,为了给学习者创建多个探究场景,研究者还在这一案例中运用了 iButtons 技术,使之与平板电脑配合使用。另一方面,在设计学习技术时,学习技术与学习技术之间应具有技术功能的匹配性和基于数据交流的匹配性。例如,在 EvoRoom 中,研究设计者为学习者创建了一个浸入式的学习环境。在这一环境中,研究者依托多屏显示技术展示设计的科学现象。为了在教室里构建知识共同体,研究者整合应用了学习者手中的移动终端,以及教室墙壁上设计的交互式电子白板。为了促进学习者进行基于证据的交流,设计者在学习者的移动终端上安装了预设的 Zydeco 这一 APP 程序,并与移动终端的拍照功能整合使用。为了帮助教师控制学习流程和有针对性地显示被学习者标记的生成性材料,教师可以运用手中的移动终端与教室的交互式白板进行交互。为了使得交互式电子白板、学生端平板电脑和教师端平板能够进行数据交流,它们背后具有服务器的支撑和个性化的控制设计。

(二)对学习技术整合于 STEM 课堂中的反思

从学习技术整合于 STEM 课堂的角度来看,这两个案例给我们呈现了一个共通的设计和实现思路。即:(1) 研究者基于教育相关理论形成对学习理解的独特研究视角;(2)基于研究者的视角,在课堂中整合学习技术,为学习者设计进行科学探究的学习环境;(3)在学习过程中,借用技术环境的支持,促使学习者

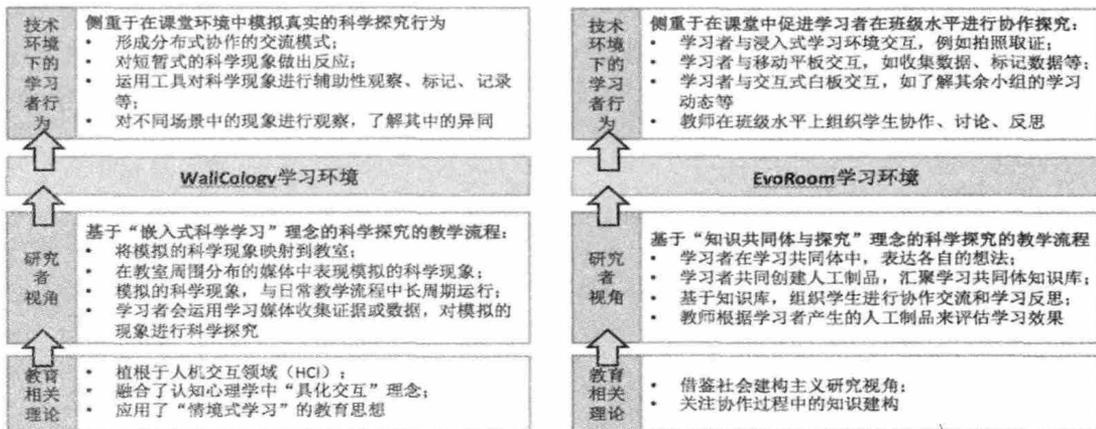


图 6 WallCology 案例(左)与 EvoRoom 案例(右)的设计与实现思路

科学探究等学习行为的发生。图6中抽象出的WallCology和EvoRoom的设计与实现思路就印证了这一规律。

对比这两个案例的设计思路不难看出,学习技术与课堂教学的整合,并不是将学习技术简单地“添加”到原有的课堂教学情境中,而是需要有教育理论和学习技术设计上的考虑。应是在对学习或科学探究过程具有科学认知的基础上,依托课程内容设计学习技术,使学习者在学习行为的表现上体现出对学习或者科学探究的科学认知。例如,基于“嵌入式科学学习”理念,Wallcology案例实践科学探究的方式是让学习者以科学家的身份,在课堂中经历并体验科学家们进行科学探究的过程。设计者期望学习者在这一过程中,形成对学习内容的科学认识,并掌握科学探究的技能。基于“知识共同体与探究”的理念,EvoRoom案例实践科学探究的方式比较侧重学习的社会性,^[28]尽可能创造一种集体式的交流氛围,让学习者在与学习活动以及教师的协作交流中,形成对学习内容的科学认识。这两种在课堂上让学习者体验科学探究的尝试没有优劣之分,都具有坚实的教育理论支撑,而且它们均是在真实世界中进行科学探究时需要经历的一部分。

五、总结

研究中对“如何在STEM课堂中整合新兴学习技术,为学习者建构科学探究的学习体验,变革传统课堂中的知识传递教学模式”进行了探索。介绍的两个典型案例,不仅呈现了设计学习技术支持STEM课堂

教学的完整性思路 and 流程,也对STEM课堂教学以及学习技术支持的STEM课堂教学提供了启示。

学习技术在STEM课堂中的整合,目的是让科学探究能真正地在学习者的行动中得以体验。为了实现这一目的,研究者需要基于相关的教育理论设计学习技术,为学习者创设学习环境,并结合课程内容为学习者设置一定的学习活动。在学习活动中,学习者以科学体验者的身份,认识、修正和完善对科学知识的理解。

要真正在STEM课堂中实现这种教学方式,需要学习技术开发者、科学课教师和教育技术研究者的协同努力。首先,在STEM课堂中,一方面需要为学习者创建与学习技术、与学习者等相互交流的机会,另一方面还需要学习者和教师对探究过程中生成的动态性学习数据进行互动,形成一个无缝连接的系统。在这个系统中,不同的学习技术可以耦合到不同的学习环节中,及时为学习者的科学探究服务。这对学习技术的设计与开发要求较高,因此需要学习技术的开发者发挥作用。其次,在科学课堂中,教师不仅最了解课程教学内容,而且还了解学习者的学习状态,具备对学习者的反应作出适当指导的教学经验。因此,将学习技术整合于科学课堂时,需要与科学教师充分沟通,促使教师的优势在课堂中的作用得到最大发挥。最后,在学习技术整合的STEM课堂中,教育技术研究人员扮演着统筹者的角色,他们不仅需要具备对教育相关理论的应用功底,还需要了解不同学习技术的特点以及教学设计知识。

[参考文献]

- [1] 顾小清,蔡慧英,王华文.促进实践与政策创新的教育研究力量——美国2014AERA年会述评[J].远程教育杂志,2014,32(5):3~16.
- [2] 周美华.“做中学”科学教育探究[M].杭州:杭州师范大学出版社,2006.
- [3] 郑燕林,李卢一.技术支持的基于创造的学习——美国中小学创客教育的内涵、特征与实施路径[J].开放教育研究,2014,(6):42~49.
- [4] 董玉琦,王靖,伊亮亮,边家胜.CTCL:教育技术学研究的新范式(1)——基本构想与初步研究[J].远程教育杂志,2012,(2):3~14.
- [5] Morrison,J.S..Workforce and School[C]. Briefing Book. Seek-16 Conference. Washington DC: National Academy of Engineering,2005.
- [6] 赵中建.21世纪技能之基石——STEM:美国教育战略的重中之重[J].上海教育,2012,(11):14~19.
- [7] 李逢庆,杨树林.信息时代的高等教育:未来趋势与挑战——新媒体联盟NMC地平线报告解读[J].现代远程教育,2011,(5):38~42.
- [8] Moher,T., Uphoff,B., Bhatt,D., et al.Wallcology: Designing Interaction Affordances for Learner Engagement in Authentic Science Inquiry[C]. Proceedings of the Sigchi Conference on Human Factors in Computing Systems,ACM,2008.
- [9] [14] [16] Moher,T.Embedded Phenomena: Supporting Science Learning with Classroom-Sized Distributed Simulations[C]. Proceedings of the Sigchi Conference on Human Factors in Computing Systems,ACM,2006.
- [10] Dede,C., Salzman,M., Loftin,R.B., et al.Using Virtual Reality Technology to Convey AbstractScientific Concepts [A]. Michael,J. Jacobson, Robert,B.K.. Learning the Sciences of the 21st Century:Research, Design, and Implementing Advanced Technology Learning Environments[C]. Lawrence Erlbaum:Hillsdale, NJ,1997.

- [11] Brown, J.S., Collins, A., Duguid, P. Situated Cognition and the Culture of Learning[J]. Educational Researcher, 1989, 18(1): 32~42.
- [12] [21] Lave, J., Wenger, E. Situated Learning Legitimate Peripheral Participation [M]. Cambridge University Press, 1991.
- [13] Wisneski, C., Ishii, H., Dahley, A., et al. Ambient Displays: Turning Architectural Space into An Interface between People and Digital Information[M]. Cooperative Buildings: Integrating Information, Organization, and Architecture. Springer Berlin Heidelberg, 1998.
- [15] Moher, T., Hussain, S., Halter, T., et al. Roomquake: Embedding Dynamic Phenomena within the Physical Space of An Elementary School Classroom[C]. Chi'05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2005.
- [17] Lui, M., Slotta, J.D. Immersive Simulations for Smart Classrooms: Exploring Evolutionary Concepts in Secondary Science [J]. Technology, Pedagogy and Education, 2014, 23(1): 57~80.
- [18] Slotta, J.D., Najafi, H. Supporting Collaborative Knowledge Construction with Web 2.0 Technologies [M]. Emerging Technologies for the Classroom. Springer New York, 2013.
- [19] Slotta, J.D., Peters, V.A. Blended Model for Knowledge Communities: Embedding Scaffolded Inquiry [C]. Proceedings of the 8th International Conference on International Conference for the Learning Sciences, 2008.
- [20] Krajcik, J., Slotta, J.D., McNeill, K.L., et al. Designing Learning Environments to Support Students' Integrated Understanding [J]. Designing Coherent Science Education: Implications for Curriculum, Instruction, and Policy, 2008, (3): 39~64.
- [22] Scardamalia, M., Bereiter, C. Knowledge Building Environments: Extending the Limits of the Possible in Education and Knowledge Work[J]. Encyclopedia of Distributed Learning, 2003, (3): 269~272.
- [23] Bielaczyc, K., Collins, A., O'donnell, A.M., et al. Fostering Knowledge—Creating Communities[J]. Collaborative Learning, Reasoning, and Technology, 2006, (1): 37~60.
- [24] Lui, M., Tissenbaum, M., Slotta, J.D. Scripting Collaborative Learning in Smart Classrooms: Towards Building Knowledge Communities[C]. Proceedings of CSCL, 2011.
- [25] Peters, V.L., Slotta, J.D. Scaffolding Knowledge Communities in the Classroom: New Opportunities in the Web 2.0 Era [M]. Designs for Learning Environments of the Future, Springer US, 2010.
- [26] Najafi, H., Slotta, J.D. Analyzing Equality of Participation in Collaborative Inquiry: Toward A Knowledge Community[C]. Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences, 2010.
- [27] Slotta, J.D. Evolving the Classrooms of the Future: The Interplay of Pedagogy, Technology and Community [J]. Classroom of the Future: Orchestrating Collaborative Spaces, 2010, (3): 215~242.
- [28] 顾小清, 郭晓枫, 蔡慧英. 以科学的方法研究学习: 连接 CSCL 的研究与实践[J]. 现代远程教育研究, 2011, (5): 15~22.

Design Learning Technology for STEM Classroom: Analysis of Two Cases

CAI Hui-ying, GU Xiao-qing

[Abstract] International focus on STEM education calls for innovation in the traditional knowledge-transmit instructional models. The emerging of new learning technologies provides infrastructures to scaffold students' science inquiry. Therefore, the issues of how to integrate new learning technologies into science classroom for students' science inquiry and thus to transform traditional instructional models are the focus of this paper. In order to provide a deep interpretation of two learning technology infused science inquiry projects – Wallcology and EvoRoom, an inductive analysis method is employed. Then, a reflective understanding of the two cases is made from two perspectives: the learning technologies in STEM classroom, and the integration of learning technologies in STEM education. We hope that this paper will offer some profound suggestions to smart classroom research and other related research.

[Keywords] STEM Classroom; Learning Technologies; Science Inquiry; Integration of Learning Technology into STEM Classroom