

# 国外 ICT 支撑下的科学 学习环境研究进展

杨文阳<sup>1</sup>, 胡卫平<sup>2</sup>

(1. 西安石油大学 计算机学院, 陕西 西安 710065; 2. 陕西师范大学 现代教学技术教育部重点实验室, 陕西 西安 710062)

**摘要:**随着 ICT(Information and Communication Technology, 信息与通信技术)的飞速发展, ICT 在学校科学教学中的应用越来越普遍和深入。ICT 支撑下的科学学习环境在培养学习者的科学认知能力、科学探究能力以及协作能力等方面具有不可替代的优势。文章基于 ICT 支撑下的科学学习环境的概念和作用, 在文献研究的基础上, 梳理国外 ICT 支撑下的科学学习环境最新研究成果, 将该环境分为三类: 基于 CSCL(Computer Supported Collaborative Learning, 计算机支持下的协作学习)的科学学习环境、基于 TMBI(Technology-enhanced Modeling-based Instruction, 技术支撑下的建模教学)的科学学习环境以及基于 VR(Virtual Reality, 虚拟现实)和 AR(Augmented Reality, 增强现实)的科学学习环境, 重点对各种环境的作用、特点、研究趋向及成功案例进行分析和总结, 以为我国科学教育相关研究提供借鉴。

**关键词:** ICT; 科学学习环境; 科学探究; 协作学习

**中图分类号:** G434 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-8129(2019)03-0100-10

## 一、引言

科学教育质量对提升一个国家公民的科学素养乃至科技创新能力起着决定性作用, 因此世界各国都重视并不断加大对科学教育的投入。提高科学教育质量, 尤其是提升以学生为中心的科学学习环境建设质量, 便成为各国科学教育普遍关注的议题。美国“21世纪技能伙伴关系”(The Partnership for 21st Century Skills)计划描绘了学习者在未来全球经济中获得成功的愿景。为了确保学习者获得学习成果, 需要建立一个包括标准与评估、课程与教学、教师专业发展、学习环境建设在内的强大支撑体系<sup>[1]</sup>。随着信息与通信技术(Information and Communication Technology, ICT)的迅猛发展, 教育信息化发展浪潮正在深刻影响和改变着世界各国的科学教育。在过去近三十年的时间里, ICT 已经用于创设各种学习环境支持学习者参与科学认知和科学探究活动。如何为学习者设计和开发適切 ICT 支持下的科学学习环境, 如何合理应用这些学习环境, 成为目前科学教育研究者所关注和重视的研究课题。

ICT 有助于科学教学改革<sup>[2]</sup>。技术的有效整合可以有效提升学生的参与兴趣, 促进其空间智力开发以及对科学概念的理解<sup>[3]</sup>。数字媒体、探测工具、建模工具、计算机仿真以及虚拟协作环境

收稿日期: 2018-11-27

作者简介: 杨文阳, 教育学博士, 西安石油大学计算机学院讲师。

胡卫平, 心理学博士, 陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室教授, 博士生导师。

基金项目: 全国教育科学“十二五”规划教育部青年课题“移动学习在课程学习中的应用模式研究”(ECA140367), 项目负责人: 杨文阳。

可支持教师把科学探究整合到教学中<sup>[4]</sup>。把信息技术应用到科学教学,可以支持开发学生分析和解释数据的能力、批判性思维能力、模型建构和测试能力以及写作能力<sup>[5]</sup>。虚拟仿真是计算机建模工具的一种特殊形式,可通过提供可视化科学知识支持科学探究学习<sup>[6]</sup>。适切的信息技术应用到科学教学中,可以与传统教学方法一道有效提升学生的科学学习成绩,并支持学生理解抽象和复杂的科学概念<sup>[7]</sup>。可见,ICT 支撑下,科学学习环境更加强调学习者的深度学习,支持学习者对科学概念的深层次理解,鼓励学习者以个体或者小组协作的形式进行科学探究活动,最终培养学习者的科学学习能力与创造能力,提升学习者的科学素养。

## 二、ICT 支撑下的科学学习环境的内涵及作用

### (一)ICT 支撑下的科学学习环境的内涵

狭义的学习环境是指为学习者的活动提供的条件。在学校教育中,学习环境主要包含校园、图书馆、实验室、操场等设施和设备条件,它是完成教育教学任务、提高教育教学质量、达成实验教育目标的重要因素。广义的学习环境也包括社会和家庭所提供的学习条件<sup>[8]</sup>。ICT 支撑下的科学学习环境是指在学校、家庭和社会环境下,利用 ICT 为学习者进行科学学习活动提供的条件。ICT 支撑下的科学学习环境更加强调以学习者为中心,培养学习者的数字化学习能力。这种学习环境的基本特点是资源显示多媒体化、信息传输网络化、信息处理智能化和环境实现虚拟化。基于 ICT 的软件工具设计成为近十年来科学教育与科学研究的一个重要趋势。设计者基于科学学习建构出大量促进学习者深度学习的模式和方法,设计出一系列适用于不同 ICT 支撑和强化科学学习的项目,并在正式和非正式科学学习情境下进行检验和应用。

### (二)ICT 支撑下的科学学习环境的作用

ICT 支撑下的学习环境对科学学习的作用主要体现在四个方面:(1)促进认知加工速度;(2)可以使学习者将自己和其他真实世界的经验与科学学习有效结合起来,从而扩大学习者的经验范围;(3)提高学习者的自我管理能力和(4)促进数据的收集和分析。ICT 支撑下的学习环境已被证明能有效促进科学学习,并与其他教学革新整合,为有效促进学习提供更大潜力<sup>[9]</sup>。图 1 为 ICT 在科学学习中的作用模式。纵坐标上的 ICT 根据技术成本分为低技术和高技术,横坐标上的科学学习模式分为强化模式和革新模式。强化模式主要指 ICT 辅助传统的课堂教学;革新模式主要指用 ICT 创建各种新型教学方法,实现教育教学的革新,充分发挥 ICT 的优势。在教学实践中,我们必须考虑经济实用原则,做到高技术媒体与低技术媒体相结合,用适切的 ICT 深度整合科学教学方法,期望用最合适的 ICT 支撑科学教学达到最佳的学习效果。

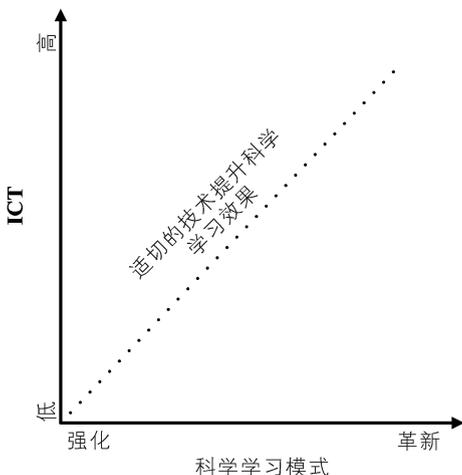


图 1 ICT 在科学学习中的作用模式

### 三、国外 ICT 支撑下的科学学习环境

本文致力于在文献研究的基础上,梳理国外近五年 ICT 支撑下的科学学习环境研究成果。通过系统梳理,主要从基于 CSCL(Computer Supported Collaborative Learning,计算机支持下的协作学习)的科学学习环境、基于 TMBI(Technology-enhanced Modeling-based Instruction,技术支撑下的建模教学)的科学学习环境以及基于 VR(Virtual Reality,虚拟现实)和 AR(Augmented Reality,增强现实)的科学学习环境三个方面进行介绍。

#### (一)基于 CSCL 的科学学习环境

##### 1. CSCL 在科学学习中的作用

CSCL 的主要优势在于可有效支持协作学习,并在各个层次的教育中实施。CSCL 是一种 ICT 支撑的小组或团队学习,也是以 ICT 为媒介的学习行为和活动。其科学教育应用可以是通用的协作环境(如论坛等),也可以作为开发具体领域知识的工具。许多教育者相信 CSCL 环境可支持他们在科学教学中的想法,而这些想法主要依赖于他们的教学思维以及创造性知识。教育者的想法利用 CSCL 有助于允许并促进学习者深入学习和有意义学习,比如 CSCL 支持的探究学习、批判性话语以及批判性思维建构等。CSCL 可允许学习者和教学者地理位置分散,也允许学习者在任何时间参与学习,使学习在空间上和时间上都更具灵活性。

##### 2. CSCL 的研究趋向

###### (1)CSCL 作为科学认知与探究工具

以往 CSCL 研究在线协作学习主要聚焦于协作过程中,小组成员活动空间信息的效果,感知概念应用到 CSCL 中之后,协作学习感知研究开始聚焦于小组感知的认识(如关于小组成员的知识和经验等)以及社会群体感知(如小组成员对小组学习过程的贡献)。最近几年,CSCL 研究着力于探究科学认识、科学探究和社会群体感知如何影响协作活动(如对科学学习活动的认识)以及协作空间的关系(如维持积极的小组气氛)对科学学习效果的影响。科学认识、科学探究和社会群体感知工具(如设计认知工具,强化科学认识或社会群体感知),可帮助学习者在所有的空间内整合其学习活动。Jeroen 等人提出了一个 CSCL 研究框架说明群体认识如何影响对话空间的整合和协作效果,如图 2 所示<sup>[10]</sup>。

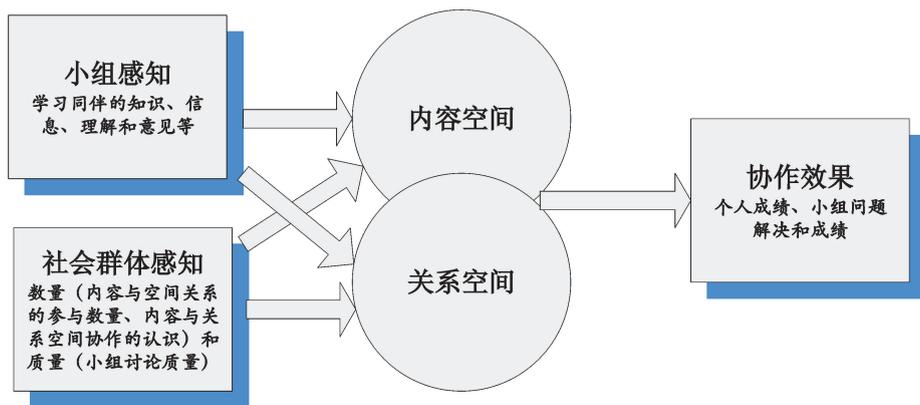


图 2 CSCL 中小组感知和社会群体感知的关系

###### (2)基于 CSCL 的多媒体案例学习

在 CSCL 中运用多媒体案例进行学习,探究学习者是如何参与科学实践的,解释多媒体案例模拟结果,阅读并书写实践结果,以及角色扮演和网络会议。运用语篇分析对学生发布的网页海报、学习者之间的网络会议日志和小组焦点访谈数据进行分析。多媒体案例通过情感参与、跨文化社会网络环境中的角色扮演以及协作精神,可以支持这些学生在实践中的个体发展。研究者认为,教

育者和在线学习环境的开发者应考虑社会背景以及创作和跨文化互动的机会,以便支持学习者参与科学实践<sup>[11]</sup>。

### 3. CSCL 研究方法

#### (1)系统方法(Systemic Approach)

CSCL 工具支持学习者运用系统方法进行知识建构。知识建构是基于分布式协作学习的模式,也是基于专业领域科学家的工作来解决问题,如 Web CSILE(Computer Supported Intentional Learning Environment,计算机支持的有目的学习环境)等。最近有关科学探究学习的研究发现,许多学生在 CSCL 支持下学习非常有效,它可以开发学生的深度知识<sup>[12]</sup>。总体上说,系统方法在建构认知过程的“脚手架”上可以给我们有益的指导,如提出假设、解释数据以及科学解释。因此,系统方法需要我们从社会和文化的视角在特定的情境中去全面认识 CSCL。

#### (2)对话方法(Dialogic Approach)

对话方法为 CSCL 提供新的分析概念,分析学生和教师在协作学习中如何互动。对话方式可以使我们有更深入的认识,并解释传统技能的发展,尤其关注交流、协调、信息共享、协作、协商、批判和决策能力等,以及如何设计 CSCL 工具支持这些活动。

#### (3)设计研究方法(Design-based Research, DBR)

设计研究包括教学设计和技术设计。设计研究对 CSCL 的研究方法影响很大,它为该领域研究者解决研究困难提供了一种新方法。它有助于在学校环境下了解人们如何学习,并有效确保发生学习行为<sup>[13]</sup>。DBR 的发展一直处于理论和方法论的层次。在方法论层次上,DBR 认为教育者和研究者是伙伴关系,在此关系下进行严谨和反思性探究,测试和改进创新性学习环境,并基于以往的研究界定新的设计研究<sup>[14]</sup>。在理论层次上,设计研究是对学习知识的实践应用,并不会直接为我们提供一种合适的研究方法。但系统方法和对话方法可以被 DBR 综合应用。DBR 和技术设计之间很难建立关系,这是由于 DBR 集中在理论和方法论层面上,并没有和技术很好整合。在设计研究中遇到问题,实际上有利于技术开发者。设计研究和技术认识之间存在隐性关系,技术认识可以为设计研究提供方法。设计研究与技术认识整合,可以借助技术工具更好支撑原则,如“脚手架”。使用 CSCL 工具可以支持设计研究方法,如自动反馈和指导。

系统方法和对话方法为 CSCL 教育实践者和研究者提供了未来改革方向,但如何将这两种方法有效结合在一起值得我们进一步研究。基于模型的 CSCL 环境对利用 ICT 工具提升和理解学习具有非常重要的作用,但我们需要从多种视角进行分析,强调拓宽学生的技能。这有助于我们对社会互动、学习与认知的理解,最终设计新的学习环境,提升学习和认知效果。

## (二)基于 TMBI 的科学学习环境

### 1. 基于 TMBI 的科学学习环境在科学学习中的作用

科学家为探索自然界而开发出概念性、物质性、代表性的计算机模型,这些模型帮助解释和预测一个事件,可以代表某一现象的某一具体方面,可以描述一个系统的互动成分,也可以量化相关变量之间的关系<sup>[15]</sup>。科学模型可以不断变化,一些模型是其他人放弃后经过改良的。科学模型已经成为科学语言的基本要素。在科学学习中,TMBI 是当前及未来科学学习环境研究的重点领域之一,对科学认知、个体社会化和课程设计有促进作用。TMBI 更加强调持续定量和定性建模、计算思维以及系统思维,这对科学建模至关重要。在科学学习环境中,TMBI 重视学习者之间的协作学习,并为学习者的有效协作提供及时的支架策略。

### 2. TMBI 的特点

TMBI 作为建模教学,是科学教与学的一种创新方法。为了展示和解释科学过程及现象,它鼓励学生通过技术使用、建构、分享和评价模型。建模教学已经研究了近三十年,已经被证实对促进学生的科学概念理解、批判性思维、科学探究能力是有效的<sup>[16]</sup>。TMBI 具有以下几个特点:

(1)TMBI 鼓励学生在学习过程中积极通过计算机参与建立、测试和修改他们的模型。为了建立和测试科学模型,应模仿科学家们在自身领域所做的工作。

(2)TMBI 采用多种表示和替代模型的方法,主要包括物质模型、计算机可视化、图表、数学公式以及人物角色扮演等,这些方法以不同的学习风格满足不同学习者的需求<sup>[17]</sup>。

(3)TMBI 可建立一个在线学习同伴社区,以便学生共同建立模型。在社区,可以与学习同伴交流彼此的模型,也可以评价替代模型,目的是帮助其更好地理解复杂的科学话题。

ICT 的快速发展为科学建模教学提供了尽可能多样化的媒体工具,许多 TMBI 已经应用到 K-12 科学教学中<sup>[18]</sup>。这些 TMBI 环境可以支持学生对生活中的科学现象进行建模,尤其是那些在真实生活中太细微不能看到的、过于抽象不能展现的、太复杂不能解释的以及太危险不能亲自探索的科学现象。这些环境也要建立新的协作形式,以便于学生在班级内部共同构建模型<sup>[19]</sup>。TMBI 大部分能提供即时反馈和自动化脚手架,更能体现以学生为中心的学习环境,学生可以控制自己的学习节奏并接受个性化教学。

### 3. 基于 TMBI 的科学学习环境研究趋向

基于科学教育中与 TMBI 相关的技术和教学的最新进展,本文结合相关成功案例说明 TMBI 帮助学生科学学习是有效的。研究趋向的介绍主要从以下四个方面展开:促进科学探究、发展模型思维、推进协作建模以及提供“脚手架”。这四个主题聚焦于 TMBI 的功能,支持学生的科学学习。

#### (1)促进科学探究

为了促进学生的科学探究学习,可以将许多计算机模型作为科学教学材料,这些模型允许学生亲自调查和探究科学现象。科学探究学习模型可以支持差异化教学,并允许学生自我探究,这是科学实践一个非常关键的特征<sup>[20]</sup>。这方面的一个成功案例是科罗拉多·博尔德大学(University of Colorado Boulder)开发的 PhET 互动式仿真实验,如图 3 所示<sup>[21]</sup>。PhET 互动式仿真实验开始只关注物理话题,但现在也延伸至其他学科,如数学、生物、化学以及地球科学。PhET 互动式仿真实验是开放资源独立型编程,主要用 Java 和 Flash 工具编写。该互动式仿真实验软件已经被翻译成许多语言并在世界各地使用,它有助于学生可视化测试科学模型以及探究学习,这些互动式仿真实验软件也可支持不同类别的活动和作业<sup>[22]</sup>。

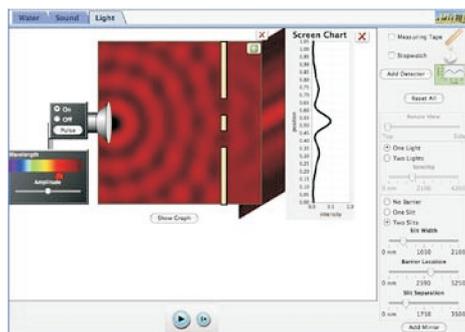


图 3 《波动》PhET 互动式仿真实验截图

#### (2)发展模型思维

TMBI 环境可以支持发展模型思维。模型思维和其他批判性思维有相同的特征,但它也有自己的独特之处。这里主要介绍模型思维的三个方面:持续定量和定性建模、计算思维以及系统化思维。

定性 TMBI 的成功案例是 Model-It<sup>[23]</sup>,它由密歇根大学教育互动计算中心开发。Model-It 可用于建立和测试科学现象的定性模型。计划、建立和测试模型可作为学习用户建模中的定性思维工具。许多开发的 TMBI 程序可以促进学生科学学习中的定量思维。有学者的相关研究显示了学生对模型和建模的认识(模型本质、模型目的、建模过程和模型评价等)与他们的基本认知过程(表面和深层)之间的关系<sup>[24]</sup>。学生用 Powerism 工具建构函数软件,这是一个基于系统动力学方法的

免费建模工具,类似于非常著名的商业系统动力学建模工具——STELLA。该环境有五个模块:股票、利息、帮助工作、恒量和连接器。

科学家越来越依赖计算机来解决复杂问题,计算思维成为学生在科学和数学教育中开发的一种批判性思维。计算思维已作为信息技术科学家思考世界、解决问题和设计系统的一种方式<sup>[25]</sup>。把计算思维等同于用计算机编程,这是较为狭隘的理解。计算思维的特征包括:多种水平的抽象思维、人本化解决问题、集合数学和工程学思维以及运用计算概念去过好每一天的生活。在科学学习中,学习者可以用计算机建模程序去完成计算实验。分子工作台(Molecular Workbench, MW)软件<sup>[26]</sup>由联合财团 Concord Consortium 开发,这是一个基于 Java 的建模工具,提供可视化的互动计算实验,也可为科学教与学建模。它集中分子和原子互动实验,覆盖的话题范围包括物理学、化学和生物学。它的计算方法来源于分子动力学和量子动力学模拟方法<sup>[27]</sup>。

科学家建立模型是为了模仿和解释自然界及社会中越来越复杂和微观的系统,如一个具体的生态系统、一个协作管理系统等。学生需要发展系统化思维去理解复杂的科学现象。系统化思维主要表现在认识一个系统是由多个相互作用的要素组成的,理解一个系统内的一个要素发生变化可能会导致其他要素甚至整个系统也发生变化。许多 TMBI 环境有助于开发学生的系统化思维。系统化思维是一个更具包容性的术语,包括系统动力建模,Model-It, Stella, Powerism<sup>®</sup>就具备这些功能。TMBI 促进系统化思维的另一个较为成功的案例是 NetLogo,它是一个分散系统的代理建模工具。

### (3)促进协作学习

协作学习对 TMBI 非常重要,因为科学知识作为一个社会化建构的整体,学生需要参加社会互动以不断完善和改变他们对科学现象的理解。学生在 TMBI 环境下,经常以混合协作形式分享资源并强化建模实践。SmallLab 是为高中学生开发的一个关于地质演化的混合现实环境。学生可以利用该环境和移动终端进行面对面的互动学习,班级成员可以分为不同的小组,每个小组负责不同的角色。ToonTalk 则是一个视频游戏工具,可以帮助学生学习运动学。

### (4)提供脚手架

学生在科学学习环境中为了完成科学探究需要认知性和程序性支持,而这种支持又需要有互动性和动力性的计算机模型作支撑。这种支撑被称之为脚手架,有助于学习者关注一个模型的关键点,分配认知负荷,提供相关资源和背景信息,同时评估学习者的现场学习并提供即时反馈<sup>[28]</sup>。这方面的一个成功案例是 WISE(Web-based Inquiry Science Environment, 基于网络的科学探究环境),该系统建立在多年的研究和开发的基础上。WISE 是一个强大的开放资源在线学习环境,如图 4 所示,可支持不同层次的学习者进行引导性探究。该环境嵌入了评价、同伴协作、互动计算机模型以及教师定制等功能。最近的版本已经升级到 WISE4.0,可支持物理、化学、生物等学科的科学探究学习。该项目有助于学习者学习核心科学概念和完成知识整合。

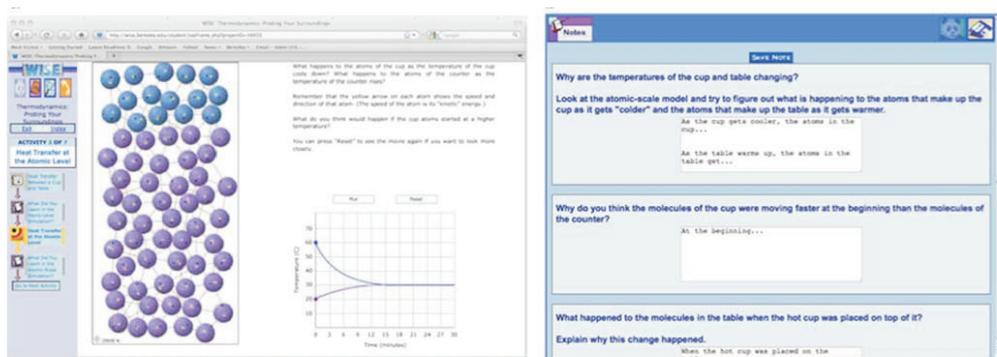


图 4 WISE 探究学习界面

总之,为学生学习科学而提供 TMBI 环境是当前和未来研究的重点领域之一。TMBI 环境有助于丰富和强化学生的科学协作学习。尽管 ICT 发展迅速,但是技术整合科学教育课程的程度仍然很低<sup>[29]</sup>。ICT 促进科学学习面临很多挑战,如何更好地利用 TMBI 并在不同背景的学校中实施,需要进行深入的实证研究,同时这也是下一步具有重大现实意义和紧迫性的研究工作。

### (三)基于 VR 和 AR 的科学学习环境

#### 1. 基于 VR 和 AR 的科学学习环境在科学学习中的作用

VR(Virtual Reality,虚拟现实)和 AR(Augmented Reality,增强现实)是近些年来新兴的技术,在教育领域具有广阔的发展前景。VR 和 AR 将虚拟的信息应用到真实世界,真实的环境和虚拟的物体实时地叠加到同一个画面或空间内,真实环境与虚拟物体同时存在,可为改进科学教育创造沉浸式和悦趣化的虚拟现实环境。

VR 和 AR 支持创设真实探究环境,在该环境中学习者能参与真实的探究任务。因此,学习者能把学习内容与科学探究过程结合在一起。探究学习环境可以提供脚手架,引导学习者完成探究任务。脚手架的作用已得到广泛认可,它可以支持学习者自由探究。因此,基于 VR 和 AR 的学习环境支持的发现学习已经被证明是一种有效的学习模式<sup>[30]</sup>。目前,探究学习领域的研究很少聚焦探究学习自身的效果,大部分研究关注如何为探究学习提供支持工具和环境。学习者在这种沉浸式和悦趣化情景中,可以获得更多关于科学探究的知识和技能。同时,这也是激发学习者学习动机和兴趣的一种有效方法,学生能够深度参与学习,非常有利于发展其发现复杂问题的技能<sup>[31]</sup>。学习者在虚拟真实学习环境研究项目中,利用技术进行创新学习的过程被记录下来,这些技术包括 GPS 或 GRS 等高端技术,同时学生使用高端技术的熟练程度也可不断提升<sup>[32]</sup>。

#### 2. 基于 VR 和 AR 的科学学习环境的实现方法

VR 和 AR 可以支持缺乏探究学习经验的学习者控制和选择探究任务的大小。创造和管理计算机 VR 和 AR 支持的科学探究学习环境有以下几种方法:

(1)通过计算机模拟自然界有助于提供机会去探究更广泛的自然现象。此外,计算机模拟可以简化或突出科学现象的特定方面,帮助学习者观察这些现象的关键特征<sup>[33]</sup>。

(2)VR 和 AR 能提供工具支持探究过程,如利用工具分析或可视化数据,帮助学习者提出科学假设,也可以帮助学习者管理学习过程<sup>[34]</sup>。

(3)VR 和 AR 支持的建模工具可支持学习者用可以模拟的模型表达他们的思想。用这种方法,学习者可以用具有操作性的结果表征他们的思想和观点<sup>[35]</sup>。

(4)基于 VR 和 AR 的科学学习环境为真实科学探究提供自然条件,可以支持多个用户同时进行科学探究,此外,把协作整合到学习过程也可以使学习环境更接近真实探究。协作探究的产生是与学习过程相关的,原因在于探究支持主要来自于同伴而不是认知工具。一个探究技能较强的学生可能会弥补其他探究能力较差的学生的不足。另外,学生各自知识领域存在差别,这种差别会影响探究过程的顺利完成。目前,这方面的研究主要关心发现尽可能多的方法支持协作探究学习中的交流和协作知识建构过程。因此,为学习者提供不同的学习支持对协作探究过程是很有必要的。

#### 3. 基于 VR 和 AR 的科学学习环境成功案例

目前 VR 和 AR 技术应用于学习情境创设的成功案例很多,Starry Night Backyard(繁星之夜)和 River City(城市之河)就是两款比较典型的科学学习软件。“繁星之夜”是一款用于科学学习的虚拟天文软件。该软件利用 3D 视点原理模拟显示日出月落、蓝天白云、日夜晨昏、满天星斗,学习者通过这款软件可以看到很多天文景象,如图 5 所示。教师可以利用该软件指导学习者进行科学探究,它有助于学习者更深层次地、科学地理解相关概念。该软件还提供网络链接,允许学习者下载更新自己的资料库,是学习者学习天文知识的最佳学习工具。“城市之河”是哈佛大学教育学院开发的一个多用户的游戏化虚拟环境(MUVE),目的在于激发学习者科学探究学习的动机和兴

趣。尤其是针对中学科学学习的实验环节的练习,可为学习者提供进行科学探究和实验的真实环境。在软件提供的虚拟学习环境中,学习者在一个虚拟小镇上为了发现居民产生疾病的原因,需要提出问题并进行科学假设,然后在虚拟情境中进行科学探究活动。通过此,学习者可以学习包括地理、生物、化学与健康等多种学科的科学知识,学习小组成员之间也可利用各种数字学习工具和计算机代理进行互动学习。

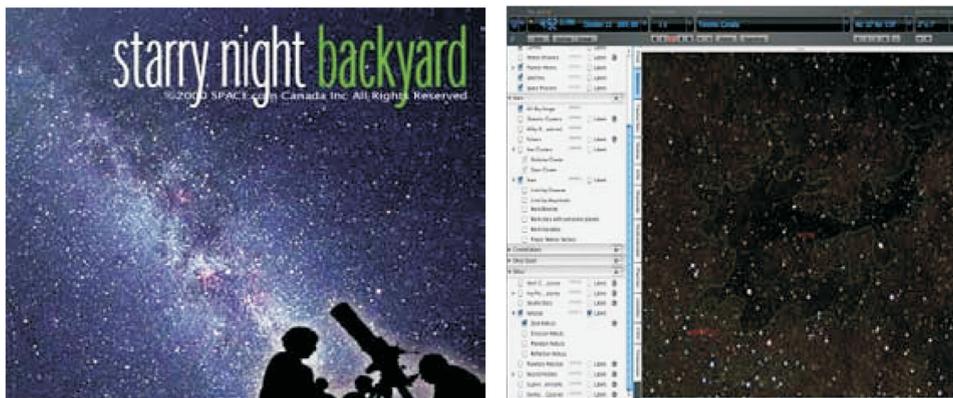


图5 Starry Night Backyard 主界面及操作界面

#### 四、结 语

总的来说,随着 ICT 的飞速发展,ICT 在学校科学教学中的应用越来越普遍和深入,ICT 支撑下的科学学习环境在培养学习者的科学认知能力、科学探究能力以及沟通与协作能力等方面具有不可替代的优势。因此,ICT 支撑下的科学学习环境必定是未来科学教育研究的重点领域之一。但目前,ICT 并没有被充分应用到科学教学中,没有真正与科学课程教学深度融合<sup>[36]</sup>。笔者认为,传统的课堂教学依然是学校科学教育的主要教学形式,教师应该充分地利用 ICT 支持传统的课堂教学,促进教学管理。教师仍然主导着科学教学方式的应用,ICT 不会替代科学教师的作用,它只能是课堂教学的有效补充。包括学习工具和方法在内的 ICT 支撑下的科学学习环境必须和传统教学有效结合,才能最大程度地激发学习者的学习动机,提高其学习效果。

教师只有不断学习并接受新的教育思想,积极利用 ICT 创新科学教学方法,主动转变自身角色,才能发挥 ICT 的最大作用。如果教师倾向于使用传统教学方式,其教学就会过多强调被动学习;如果教师能接受并积极实施教学方式改革,其在教学中就会重视并鼓励学生积极参与学习和主动学习。未来,在 ICT 支撑下的科学学习环境中,如何有效激发学习者的学习动机、学习兴趣,如何提升学习者的学习适应性和自我效能感,如何设计与开展有效的科学认知和探究活动,这些都是值得我们深入研究的课题。ICT 支撑下的科学学习环境势必打破目前学校教育的单一状态,会与家庭教育和社会教育实现无缝链接,从而在最大范围内促进教育公平、提升教育质量。

#### 参考文献:

- [1] Framework for 21st century learning[EB/OL].(2012-02-01)[2018-08-15].[http://www.p21.org/storage/documents/P21\\_Framework.pdf](http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework.pdf).
- [2] SCHNITTKA C G, BELL R L.Preservice biology teachers' use of interactive display systems to support reforms-based science instruction[J]. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 2009, 9(2):131-159.
- [3] WAY J, LILLEY E, RUSTER C, et al.Interactive whiteboards and pedagogy in primary classrooms[M].Canberra, Australia: A Symposium for the Australian Association for Research in Education, 2009:253-265.
- [4] LEE H S, LINN M C, VARMA K, et al.How do technology-enhanced inquiry science units impact classroom learning[J].Journal of Research in Science Teaching, 2010, 47(1):71-90.

- [5] DANI D E, KOENIG K M. Technology and reform-based science education[J]. *Theory into Practice*, 2008, 47(3):204-211.
- [6] VANJOOLINGEN W R, DE JONG T, DIMITRAKOPOULOU A. Issues in computer supported inquiry learning in science[J]. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2007, 23(2):111-119.
- [7] PIASS J L, MILNE C, HOMER B D, et al. Investigating the effectiveness of computer simulations for chemistry learning[J]. *Journal of Research in Science Teaching*, 2012, 49(3):394-419.
- [8] 顾明远. 教育大辞典:下[M]. 增订合编本. 上海:上海教育出版社,1998:1818.
- [9] WEB B, MARY E. Affordances of ICT in science learning; implications for an integrated pedagogy[J]. *International Journal of Science Education*, 2005, 27(6):705-735.
- [10] JEROEN J, DANIEL B. Coordinated computer-supported collaborative learning: awareness and awareness tools[J]. *Educational Psychologist*, 2013, 48(1):40-55.
- [11] KANG H, LUNDEBERG M A. Participation in science practices while working in a multimedia case-based environment[J]. *Journal of Research in Science Teaching*, 2010, 47(9):1116-1136.
- [12] DE JONG T. Scaffolds for scientific discovery learning[M]//ELEN J, CLARK D. *Handling complexity in learning environments: research and theory*. London:Elsevier Science Publishers, 2006:107-128.
- [13] BROWN A L. Design experiments: the theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings[J]. *The Journal of the Learning Sciences*, 1992, 2(2):141-178.
- [14] SANDOVAL W A, BELL P. Design-based research methods for studying learning in context: introduction[J]. *Educational Psychologist*, 2004, 39(4):199-201.
- [15] CLEMENT J. Model based learning as a key research area for science education[J]. *International Journal of Science Education*, 2000, 22(9):1041-1053.
- [16] SCHWARZ C V, REISER B J, DAVIS E A, et al. Developing a learning progression for scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners[J]. *Journal of Research in Science Teaching*, 2009, 46(6):632-654.
- [17] SHEN J, CONFREY J. Justifying alternative models in learning the solar system: a case study on K-8 science teachers' understanding of frames of reference[J]. *International Journal of Science Education*, 2010, 32(1):1-29.
- [18] WU H K. Modeling a complex system: using novice-expert analysis for developing an effective technology-enhanced learning environment[J]. *International Journal of Science Education*, 2010, 32(2):195-219.
- [19] LINN M C, EYLON B S. *Science learning and instruction: taking advantage of technology to promote knowledge integration*[M]. New York:Routledge, 2011:1-20.
- [20] National Research Council. *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts and core ideas*[M]. Washington, DC:National Academy Press, 2011:81-90.
- [21] University of Colorado Boulder. PhET Interactive Simulations[EB/OL]. (2002-01-10)[2017-10-15]. <http://phet.colorado.edu.html>.
- [22] WIEMAN C E, WIEMAN C, ADAMS W K, et al. Teaching physics using PhET simulations[J]. *The Physics Teacher*, 2010, 48(4):225-227.
- [23] ZHANG B H, LIU X, KRAJCIK J S. Expert models and modeling processes associated with a computer modeling tool[J]. *Science Education*, 2006, 90(4):579-604.
- [24] SINS P H M, SAVELSBERGH E R, VAN JOOLINGEN W R, et al. The relation between students' epistemological understanding of computer models and their cognitive processing on a modelling task[J]. *International Journal of Science Education*, 2009, 31(9):1205-1229.
- [25] WING J M. Computational thinking[J]. *Communications of the ACM*, 2006, 49(3):33-35.
- [26] The Concord Consortium. The molecular workbench[EB/OL]. (2004-01-01)[2017-11-20]. <http://mw.concord.org/modeler.html>.
- [27] XIE C, TINKER R, PALLANT A, et al. Computational experiments for science education[J]. *Science*, 2011, 332(6037):1516-1517.
- [28] ADAMS W K, PAULSON A, WIEMAN C E. What levels of guidance promote engaged exploration with interactive simulations [C]//2008 Physics Education Research Conference, AIP Conference Proceedings. Edmonton, Alberta:AIP Press, 2009:59-62.
- [29] ABELL S K, LEDERMAN N G. *Handbook of research on science education*[M]. Mahwah, NJ:Lawrence Erlbaum Associates Publisher, 2007:379-382.
- [30] NELSON B C, KETELHUT D J. Scientific inquiry in educational multi-user virtual environments[J]. *Educational Psychology Review*, 2007, 19(3):265-283.
- [31] CODE J, CLARKE-MIDURA J, CHRIS D, et al. The utility of using immersive virtual environments for the assessment of science inquiry learning[J]. *Journal of Interactive Learning Research*, 2013, 24(4):371-396.

- [32] EBENEZER J, KAYA O N, EBENEZER D L. Engaging students in environmental research projects; perceptions of fluency with innovative technologies and levels of scientific inquiry abilities[J]. *Journal of Research in Science Teaching*, 2011, 48(1):94-116.
- [33] DE JONG T. Computer simulations; technological advances in inquiry learning[J]. *Science*, 2006(12):532-533.
- [34] DE JONG T. Scaffolds for computer simulation based scientific discovery learning[M]//ELEN J, CLARK E. *Dealing with complexity in learning environments*. London: Elsevier Science Publishers, 2006:107-128.
- [35] SCHWARZ C V, WHITE B Y. Metamodeling knowledge; developing students' understanding of scientific modeling[J]. *Cognition and Instruction*, 2005, 23(2):165-205.
- [36] BELLAND B R. Using the theory of habitus to move beyond the study of barriers to technology integration[J]. *Computers & Education*, 2009, 52(2):353-364.

## A Research on the Progress of ICT Supported Science Learning Environment

YANG Wenyang<sup>1</sup>, HU Weiping<sup>2</sup>

(1. *The School of Computer Science, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China;*

2. *Key Laboratory of Modern Teaching Technology, Ministry of Education of China,*

*Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China*)

**Abstract:** With the rapid development of ICT (Information and Communication Technology), it is applied increasingly widely and deeply in science teaching in schools, and it has irreplaceable superiority in the cultivation of learners' cognitive ability, science and scientific inquiry ability and cooperation ability in ICT supported science learning environment. On the basis of literature, the paper summarizes and sorts the latest research results outside China, concerning the concept and function in ICT supported science learning environment. Such environment is divided into three categories: CSCL (computer supported collaborative learning) based science learning environment, TMBI (Technology-Enhanced Modeling-Based Instruction) based science learning environment, VR (Virtual Reality) and AR (Augmented Reality) based science learning environment. It focuses on analyzing and summarizing the role, characteristics, research trend and successful cases of these learning environment, and it may provide reference for the related research of science education in China.

**Key words:** ICT; science learning environment; scientific inquiry; collaborative learning

责任编辑 邓香蓉