

国外信息技术与物理课程整合的案例分析

李美莹

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2017-08-28)

摘要:在以计算机技术和网络技术为主的信息技术飞速发展的今天,信息技术与物理课程的整合是人们讨论的热点问题.我国在信息技术与物理课程的整合上存在一些问题,希望通过国外的成功案例得到启发.主要介绍了3个国外信息技术与物理课程整合的案例,涵盖了通过网络学习的物理教学、基于计算机任务的科学发现学习和基于概念整合的物理教育游戏.

关键词:信息技术 国外物理课程 整合 案例分析

信息技术主要指计算机技术和网络技术,当前信息技术普及过程中的一个热门问题是信息技术与学科课程的整合.信息技术与课程的整合并非其与课程的简单相加,而是指在先进的教育思想、理论指导下,利用信息技术构建一个全新的教学环境,使各种教学资源、教学环节、教学要素经过整理,相互融合,在整体优化的基础上产生聚集效应,以促进学生的自主学习,达到培养学生创新精神和实践精神的目标^[1].

信息技术应用于教育中的目的是促进学习者学习,将其与物理课程整合可以创造理想的教学环境.我国由于受传统教育模式影响较深,技术建设的起步较晚,在信息技术与物理课程整合的实践中存在一些问题:信息化教育理念未能体现在教学实践中;信息手段单一,与教学过程结合生硬;课程设计缺乏创造性等.而早在20世纪90年代,国际上就强调了

信息技术与课程的整合.国际上多种多样的信息技术手段、丰富且有创意的教学形式、真正突出以学生为主体、以及注重教学理论与认知心理学的指导等优点值得我们借鉴.我们可以在结合我国实际的基础上,借鉴国外信息技术与物理课程整合案例的成功之处,使我国信息技术与物理课程的整合发展得更和谐、高效.

本文介绍了3个来自澳大利亚和美国物理课程整合的案例.这些案例所应用的信息手段不尽相同,分别为物理学习网站、交互几何软件和物理教育游戏.希望通过分析这些案例,对物理课程的教学设计有所启发.

1 通过网络学习的物理教学

1.1 提出背景

在 Angell 等人进行的大规模研究中,学生和老

学^[1,4,5]也同样如此.

参考文献

- 1 田素诚. Word2003 自选图形在绘制警物图中的应用. 警察技术,2009(1):68~71
- 2 吴华,贺小霞. Office 2007 实用办公技巧. 北京:清华大学出版社,2010
- 3 员贵云. Word2003 绘图工具栏绘制物理图形技巧指南. 物理通报,2012(9):118~120
- 4 郭随兰,杨卫社. Word 中快速创建数学图形的方法. 杨凌职业技术学院学报,2000,4(3):26~28
- 5 沈明祥. 运用 Word 自带工具绘制化学图形的实践. 化学教育,2015(19):55~59

4 结论

大学物理教学中,物理图形对物理知识的呈现是必不可少的,因而物理图形的绘制就很重要了.掌握专门的作图软件对普通物理教师来说可能是困难的,但是 Word 作图对他们来说应该还是比较容易的,当然要真正掌握 Word 作图法还需要教师平时不断的训练,掌握一些作图技巧,随着教师作图经验的积累,是可以做出令人满意的物理图形的,教师教育水平会更上一层楼^[3].事实上,Word 作图不仅对物理教学有用,对其他学科(如数学、化学等)的教

师反映只运用“粉笔”和“谈话”的物理教学过程是无趣的,更倾向参与有学生活动、有交互和讨论机会的物理课堂.教学方法的不足导致了学生提出迫切需要以学生为中心的教学法.第二代网页设计工具 Web2.0 使得用户可以作为生产者和消费者积极参与,导致新型公开参与学习系统的出现. Web2.0 可让教育者基于现有教学模式创建学习网站.因此研究者借鉴认知学徒教学法开发了一个物理学习网站,在混合学习环境(使用在线和面对面的教学法提供课程内容)中实施^[2].

1.2 物理学习网站 Getsmart

(1) 认知学徒教学法

物理学习网站 Getsmart 学习对象为澳大利亚的高二学生(16 ~ 17岁),教授内容为电子和原子.学习活动是基于认知学徒教学方法设计的.在认知学徒教学模式中,课堂被设计成具有积极作用的学习环境,学习者接触各种能系统地鼓励学生独立探

索的方式.教师在过程中提供脚手架,淡化在过程中对学生的控制.认知学徒教学法还指出,学习活动应具有不同的困难等级,使得学生可以与同伴合作寻找解决问题的方案.它的一个关键之处在于将学习活动分为几个部分,使学生容易理解.在设计层面上,Getsmart 的学习活动包括鼓励团体合作、为学生提供一系列的学习任务、提供学习反馈、组织活动表达知识的获取过程.

(2) 认知学徒教学法嵌入 Getsmart

在以上理论的指导下,研究者开发了基于 Web 的课程、测试、聊天系统和一系列的交互活动.其中一些学习活动还与其他一系列相关网站建立了连接.表 1 表明了认知学徒教学框架中的每种教学方法是如何嵌入到 Getsmart 学习网站中的.如支架式教学通过电子邮件、测验、在线聊天和超链接的使用发生.所有用户都分配了唯一的用户名和密码,允许他们全天候访问网站.

表 1 认知学徒教学方法及其在 Getsmart 中的应用

教学方法	嵌入方式
建模	在线课程包含了定义、公式、解决问题的方法,可模拟实验结果
支架	课程中教师可通过电子邮件、测验、在线聊天、超链接给学生提供帮助
阐述	学生可利用基于网络的聊天、电子邮件、论坛表达自己的想法
探索	网页上提供有与真实世界相关的链接、动画模拟、小程序
提问	学生可通过聊天、电子邮件表达疑虑,还可在互联网课程中进行一对一提问
反馈	网站的登录功能方便教师监督学生的学习进程,及时识别学生弱点给予帮助
指导	教师通过电子邮件、聊天系统、超链接直接对学生提供帮助和指导

1.3 结果分析

研究对象分为实验组和对照组,实验组先在正常课堂内接受 5 个课时教学,随后的 1 个课时在电脑室中进行来巩固学习,学生在期间可以在学校或家中随时访问 Getsmart 网站.对照组也经历了 6 个课时,但没有接触 Getsmart 学习网站,只提供常规作业来加强学习.对比科学知识、科学过程和复杂推理能力 3 个方面干预前后的测试结果来检测网站对学习成果的影响.结果表明,基于网站的学习对这 3 方面均有积极的影响,但效果最显著的表现于科学知识和复杂推理能力上.可以看出,基于网络的学习确实对学习实践和成果有积极的影响.但现实生活中的学习环境可以受到一系列因素的影响,这些因

素不能分开单独对待,须寻求教育框架对网络学习进行整体设计.

2 基于计算机任务的科学发现学习

2.1 提出背景

学生可以通过经历科学发现学习过程来学习科学原理.在这个过程中,他们进行实验来发现科学原理的基本规则.学习者通常在预定的学习环境中进行实验,计算机模拟可用作科学发现学习的学习环境.在学习之前,学生常持有与科学事实不符合或相冲突的观念,也就是我们所说的“前概念”.基于此,研究者引入了一个框架来描述科学发现学习中科学概念的发展过程——三空间学习理论,并根据这个

理论开发了一款交互几何软件^[3]。首先测量学生在学习之前有关“力矩”的前概念,后通过计算机任务学习完成对“扭矩”概念的转变。

2.2 交互几何软件 Cinderalla 的设计

(1) 科学概念发展的框架

科学发现学习与真实的科学发现有相似性,研究者引入“三空间理论”来解释科学发现学习。三空间理论包含3个部分:模型空间、假设空间和实验空间。模型空间包含给定的学习任务和学习者当前的概念模型。假设空间包括关于当前任务陈述的可能假设。实验空间为可能运行的实验。模型空间对假设空间有约束作用,学习者学习前先入为主的概念、误解存在于模型空间,并确定在科学发现学习开始前的假设。而实验的检验导致接受或拒绝假设,又可导致模型空间的运动,从假设检验获得的信息可丰富或完善学习领域的模型。

(2) 评估学生的扭矩模型

基于科学发现学习的三空间理论,研究者开发了模型测试来评估学生在物理学“力矩”领域的前概念。模型测试设计在交互几何软件 Cinderalla 的开始部分,不是为了评估定义、公式或计算相关的知识,而是评估对力矩工作原理的理解,通过视觉材料呈现的多选模式来测量学生的力矩模型。学生观察杠杆系统的图片,比较图片左右两边杠杆系统的力矩大小,并要求学生预测当杠杆参数改变时如何使杠杆平衡。测试共有19道选择题,分为7组,分别对应力矩不同方面的知识。如针对平行四边形的计算能力、力与力臂的比率、不同形状或弯曲度的杠杆对杠杆效应的影响等。

(3) 交互几何软件 Cinderalla

软件的使用对象为九年级未正式接触力矩的学生。学生可以操纵杠杆和力,如增加或减少杠杆的长度和力的大小,以保持杠杆的平衡。软件提供了有关该模拟原理的文本解释,每个模拟都伴有相应的指导问题来引导学生操作。软件从几何角度介绍了力矩,强调力矩可等效为由力和力臂组成的平行四边形面积,用红色区域表示出来,随学生操作而改变。图1为模拟示例。软件共包含10个模拟,分为4个单元,具体如下:

单元1:模拟1~2,可了解杠杆的基本术语、测

试杠杆原理,并给出了力矩公式。

单元2:模拟3~5,可操纵力或杠杆,观察力矩受到的影响;利用不同的杠杆形式如弯曲的杠杆或用绳子拉动杠杆,来使学生知道力矩等于力与力臂组成的平行四边形面积而不是矩形面积。

单元3:模拟6~7,引入另一种改变平行四边形的操作,即力的方向可以改变但平行四边形的面积不变。使学生了解面积不变力矩就不会改变这个属性。

单元4:模拟8~10,以倾斜卡车为例进行练习。

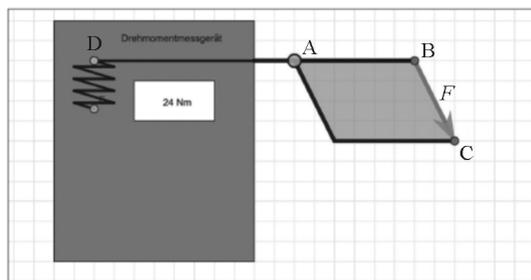


图1 模拟7

2.3 结果分析

当学生在使用软件时,计算机日志文件记录了每个模拟的使用情况,包括使用秒数、点击次数。在研究中,学生有35 min的时间参与科学发现学习任务,其中包括4次模拟测试。第一次测试为开始前的前概念测试,研究发现,学生存在较严重的误解为认为弯曲度对杠杆效应至关重要。剩下的3次测试分别在完成单元2,3,4后,用于跟踪学生在使用软件过程中力矩概念的模型转化情况。结果显示,学生成绩的突变点在测试2中,说明软件确实对学生概念模型的转化有积极的作用,并且发生在早期。

3 基于概念整合的物理教育游戏

3.1 理论基础

许多研究表明游戏具有促进学习的潜力,可以最佳触发学生的学习动机,帮助科学概念的理解和提升技能。但许多商业物理游戏仅限于为学生提供对物理概念的感性认识,没有帮助学生理解正式的物理知识和规律。研究者认为基于游戏的学习需要脚手架的支持,以便学生将游戏与学校环境中正式的知识相联系。这样的游戏 Clark 等人称之为概念

整合游戏. 概念整合游戏与学习模拟之间具有紧密的结构关系, 可以使学生在游戏中将更多的注意力集中于科学知识和过程, 而其余交互活动如移动和探索游戏世界等作为活动的背景. 若在适当的课程和教学中使用可以促进学生模型推理、系统思考和建立科学概念的能力. 基于此, 研究者开发了一款概念整合游戏 SURGE^[4]. 具体如下.

3.2 物理教育游戏 SURGE

SURGE 是一款适用于初中物理教学的游戏, 旨在支持牛顿运动定律的学习. 图 2 是 SURGE 的游戏截图. 学生扮演名为 Surge 的外星人主角(图 2 中 a), 被要求从邪恶的 Hooke 手中解救可爱的 Fuzzies(图 2 中 b). 另一名角色 Lerpz 负责引导玩家操作, 帮助支撑在游戏中获得的物理概念(图 2 中 c). 学生使用键盘上的方向键施加脉冲力或恒力, 控制飞船绕过障碍物. 屏幕下方显示了飞船当前的速度、所施加冲力数量、时间和碰撞次数等信息(图 2 中 d). 飞船上显示了速度向量包括水平和竖直方向的分量(图 2 中 e). 一些关卡还设置了特定运动区域, 学生按提示控制飞船速度恒定、加速或减速方可通过(图 2 中 f).

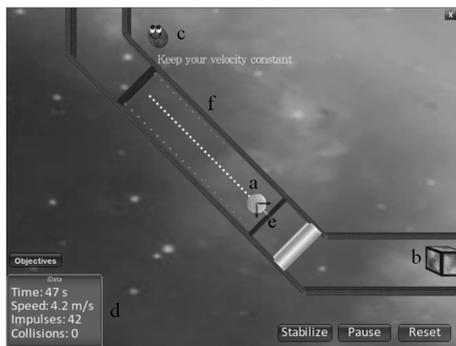


图 2 SURGE 游戏截图

SURGE 作为一款概念整合游戏体现在以下几点: (1) 以流行的游戏机制显示关键的物理表征, 包括速度矢量和运动轨迹; (2) 每个关卡涉及与物理概念直接相关的具体挑战, 要完成这些挑战, 学生需要学习和应用与力学相关的许多原理, 例如速度、加速度、向量加法、惯性、力、重力、自由落体、质量; (3) 每个关卡挑战突出一个或两个主题, 并允许学生将概念连接起来探索不同主题之间的联系; (4) 将物理学思想和术语整合到游戏故事、反馈界面和游戏关卡中; (5) 将基础多媒体原则体现在游戏界面设

计中, 减少玩家不必要的认知负荷.

3.3 结果分析

为了检测学习效果, 研究者设计了 12 道选择题作为测试题目. 关注学习者使用游戏前后对相关力学概念理解的差异. 测验卷题目是基于力学概念库 (FCI)^[5] 所编制的, FCI 是国际物理教育界公认的检测中学生对牛顿力学基本概念理解的最佳方案之一. 结果表明, 在考虑总分时, 12 项测试的前测和后测成绩有明显差异, 学生学习效果显著. 具体层面上说, SURGE 游戏支持学生对力学概念库一些核心概念的学习. 总之, 游戏可以通过将科学概念和游戏机制整合的方式来教授科学知识, 但是这需要非常仔细的设计, 需要提供脚手架或引导信号来将知识与游戏相连接.

4 结束语

本文所分析的 3 个案例为促进学生物理学习提供了新方式, 但也存在一定的局限性. 由于我国的物理课程形式和国外存在差异, 以上提出的国外案例应用到我国课程中时应注意符合课程目标和内容. 另一方面, 信息技术与物理课程的整合需要学校提供设备资源, 教师也需掌握一定的相关技术, 应加大大学校的资源建设, 并加强对教师信息技术的培训.

参考文献

- 1 沈俊妮. 美国信息技术与物理课程整合案例的研究与借鉴: [学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2005
- 2 Chandra, V., & Watters, J. Re - thinking physics teaching with web - based learning. *Computers & Education*, 2012, 58: 631 ~ 640
- 3 Kistner, S. Model development in scientific discovery learning with a computer - based physics task. *Computers in Human Behavior*, 2016, 59: 446 ~ 455
- 4 Clark, D. B. Exploring Newtonian mechanics in a conceptually - integrated digital game: Comparison of learning and affective outcomes for students in Taiwan and the United States. *Computers & Education*, 2011, 57: 2 178 ~ 2 195
- 5 Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 1992, 30, 141 ~ 158