

基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构研究

周东岱¹, 樊雅琴¹, 于颖², 于伟³, 杨君辉⁴

(1.东北师范大学 信息科学与技术学院, 吉林 长春 130117;

2.吉林省“互联网+”教育科技创新中心, 吉林 长春 130117;

3.东北师范大学 教育学部, 吉林 长春 130022;4.宝民小学, 广东 深圳 518100)

[摘要] 在创新人才成为社会进步动力的 21 世纪,STEAM 教育已悄然进入人们的视野。本文在分析小学课程标准及 STEAM 教育理念对小学课程体系重构支持的基础上,设计了基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构流程,对重构后的知识类型进行了分析与阐释,并通过实践案例展示了该课程体系重构流程在小学课程中的应用。研究表明,基于 STEAM 教育理念的小学课程重构,对于提升学生综合能力、解决 STEAM 教师缺乏以及促进 STEAM 教育普及产生了有益的效果。

[关键词] STEAM 教育; 课程体系重构; 创新能力

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 周东岱(1970—),男,吉林长春人。教授,博士,主要从事教育软件工程以及数字学习环境的理论、方法与关键技术等方面的研究。E-mail:ddzhou@nenu.edu.cn。

一、问题的提出

1986 年,美国国家科学委员会首次使用 STEM 一词来描述多门 STEM 学科的相关政策或文件^[1]。至此,STEM 教育正式开始。STEM 是以科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)为主要课程的教育。它强调多门学科之间的相互联结和整合,支持学生以多学科、多视角、多维度的方式认识世界并改造世界。学科知识的获取是 STEM 教育的基础,而能够理解学科知识之间的内在联系是 STEM 教育的本质^[2]。STEM 教育通常以项目驱动或问题驱动的方式开展活动,引导学生通过与他人合作,联系多学科的相关知识,搜集并筛选信息,最终完成项目成果或形成问题解决方案^[3]。2006 年,美国弗吉尼亚理工大学 Georgette Yakman 教授及其团队在原有 STEM 教育的基础上融入了艺术(Arts)学科,使得原有偏理工科特点的 STEM 教育学科更加广泛、

视野更加开阔^[4]。在培养学生的科学素养、技术素养、工程素养、数学素养的同时,也体现了对艺术素养的关注和重视。

STEAM 教育发展至今,在教育平台搭建、学习项目开展、应用领域拓展以及教育产品研发等方面都取得了一定的业绩和成果,如美国明尼苏达大学(University of Minnesota)和麻省理工学院(Massachusetts Institute of Technology,简称 MIT)联合成立的 STEM 中心网站、上海长周期实证研究基地项目(STEM+国际科学教育研究),以及随着 STEAM 教育发展而不断涌现出来的乐高、机器人、小牛顿等 STEAM 教育产品^[5]。此外,STEAM 教育中相关模式构建^[6-7]、路径探索^[5,8]以及案例分析^[9]等基础教育的应用实践方面也有所研究,但主要集中于机器人教育、3D 打印以及创客教育等通用技术类课程,对课程整合与重构、课程改革等学科知识内容之间的融合类课程研究较少,而这也正是 STEAM 教育所关注的重点。因

基金项目:国家科技支撑计划课题“区域互动教研与培训学分交互应用示范”(课题编号:2014BAH22F05);国家科技支撑计划课题“中小学师资培训课程资源库技术研究”(课题编号:2014BAH22F03)

此,本文立足于 STEAM 教育理念,尝试提出小学课程体系重构的原则及方法,并进一步对其在课堂上应用的实施模式加以分析设计,以期推动我国 STEAM 教育发展,促进学生创新意识和创新能力的培养。

二、STEAM 教育理念推动小学课程体系重构的适切性分析

(一)小学课程标准分析

自 1977 年高考恢复以来,我国基础教育教学课程标准经历了从教学大纲、课程标准到新课标的演变和改进^[10]。其主要变化是课程目标由原来的只重视知识讲授、忽视情感的培养和实践的训练,到培养学生的主体意识、动手实践能力的过渡和转变。近年来,在我国兴起 STEM 教育热潮,得到中小学校教师的不断关注和支持。2017 年 2 月,教育部颁布《义务教育小学科学课程标准》,明确指出 STEM 是一种以项目学习、问题解决为导向的课程组织方式,旨在以科学、技术、工程与数学四门学科的有机融合来培养学生的创新意识和创新能力^[11]。由此说明,我国基础教育对跨学科学习的关注和重视,我国基础教育课程改革应着眼这一方向并不断完善课程体系建设。

(二)STEAM 教育理念支持小学课程体系重构

虽然我国的课程标准经历了数次调整和改革,但目前仍存在课程与目标之间、教学目标与社会需求之间的不平衡问题。这一系列问题的根源追溯到课程体系上,主要表现为学科本位、学科科目过多,且学科之间缺乏有效整合的情况^[12]。这种学科知识碎片化、独立化的现状导致学生综合实践能力不足、学生片面发展等情况,不利于学生创新意识和创新能力的培养。与此同时,STEAM 正是以“跨学科”为主要特点而不断引起更多教育工作者的关注。它主要以完成项目或解决问题的方式带动学生学习,使得学生在不断探索中逐渐增强创新意识、形成创新思维并不断养成创新能力。由于 STEAM 教育的诸多特点与我国现行课程体系之间存在着某种吻合和关联,我们认为 STEAM 教育理念在某种程度上能够缓解我国课程体系建设中存在的问题。

三、基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构

(一)基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构理论基础

1. 能力发展观

无论是 21 世纪人才必备技能,还是核心素养的提出,都强调以发展学生能力为核心。阿玛蒂亚·森认为,能力是一个人所拥有的有可能实现的、各种可能的功能性活动组合^[13]。而功能性活动是指个体认为值得去做或能够达到的各种事情或状态,包括吃、穿、住、行、营养、健康、社交、尊严等。由此可见,在学习过程中,能力是学生能够完成项目或解决问题所应具备的一种力量。能力的形成与培养是个体在学习过程中能够不断发展、不断成长的动力源泉。以能力为导向的发展观也正是本研究所倡导的一种教育理念。

2. 跨学科教学观

研究表明,如果把学习分割成单独的学科,学生就不能很好地理解各学科领域之间是如何相互联系的^[14]。虽然具体的一门学科知识学习很重要,但是跨学科学习可以帮助学生建立并发展高阶思维能力,也可以帮助学生建立起各学科领域之间的联系,从而更好地认识世界并改造世界^[15]。跨学科教学,即是有意识地参与并整合多个学科领域和多种学习方法来研究某个核心问题或项目^[16]。这一点与 STEAM 教育理念所倡导的跨学科、整合性学习不谋而合,都强调在学习中涉及多门学科的参与以及多项能力的形成。

(二)基于 STEAM 教育理念的小学重构课程体系与现行课程体系的异同

一般认为,课程体系指在一定的教育价值理念指导下,将课程各构成要素进行排列组合,以使得其在动态过程中达成课程体系目标的系统^[17]。通常,课程体系主要由课程观、课程目标、课程内容、课程结构、课程活动方式以及课程评价等方面构成。由此,本文从这些方面探讨基于 STEAM 教育理念的小学重构课程体系与现行课程体系的异同,见表 1。

表 1 重构课程体系与现行课程体系的异同

体系类别	课程观	课程目标	课程内容	课程结构	课程活动方式	课程评价
现行课程体系	关注知识和能力教育	注重知识的习得与问题的解决	知识分单元、碎片性,难以实现真实情境中的学习	学科本位,层次化划分	以知识性教学为主,实践为辅	注重课程成绩
基于 STEAM 教育理念的小学重构课程体系	关注能力和跨学科教育	注重问题解决和创新能力培养	以真实的项目或问题为驱动,强调学科知识整合,注重知识的综合运用	课程整合,模块化划分	以实践探究为主,讲授为辅	注重学习中的表现和任务完成情况

(三)基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构流程

基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构,即是在 STEAM 教育理念指导下,将现有课程重新改编成 STEAM 教育课程的过程。本文从反向和正向两个方向同时出发,建构 STEAM 教育课程。反向而言,我们认为应当从学生应该掌握的能力出发,以真实的实践项目或问题为途径,分析完成项目或解决问题所需的知识体系,并形成知识模块,将同一能力培养下的知识体系的所有模块整合为一门课程。但是由于能力导向的课程知识体系并非完整、全面,因此考虑结合现有的课程结构及其知识体系,即为正向建构。重构流程如图 1 所示。

能力是指 STEAM 教育理念指导下学生应当具备的能力,是课程体系重构的起点和依据。新世纪的教育应当是能力培养的教育,而不应是以知识传授为主的教育。知识是认识世界并改造世界的媒介和阶梯,但能力是发现新事物、创造新机遇的力量和工具。按照能力所属的活动领域,可将能力划分为一般能力、特殊能力、再造能力、创造能力、认知能力以及元认知能力等^[18]。正如 STEAM 教育所重点关注的问题解决能力和创新能力,有关重构课程体系的能力界定及其范围所属,应当由课程体系重构课题组的专家结合其自身经验以及其他教育工作者的建议,制定翔实、科学的能力体系及其标准。

项目是为了达成一定的能力标准所应完成的各项活动的集合。此流程中所指的项目并非根据相关知

识人为设计的“假”项目,而是从真实的生活生产中所筛选、修饰出来的“真”项目,是由课程体系重构课题组人员与地方企业、生产商等一线工作单位合作,或从实际生活中,通过获取、筛选、加工、修饰等工作,使其能够适应学生学习。其中,一项能力应由多个能够培养该能力的项目组成,一个项目由能够完成该项目所需的若干活动构成,活动由完成该活动所需的知识点构成,若干活动及其所属知识点连同其相应项目一起组成一个模块。由一项能力引导出的多个模块就构成一个课程,即是由能力导向的课程构成。

活动是完成一个项目所需完成的子任务的过程或步骤。其中,活动的生成及活动间顺序的安排应当符合客观规律和生活实际。活动中应尽可能涉及多门学科知识的运用,引导学生使用多视角的方式去考虑问题并积极主动去寻求问题的答案,避免思维定式。活动的安排与任务布置要考虑到学生的学习能力、学习风格等特征,合理安排学习任务,并给予不同的学生以不同的学习目标。

知识是完成一个活动所需的知识点及知识之间的关联。此时的知识应当包括完成活动相关的各学科知识,要摒弃、避免学科本位以及只考虑一门学科或将各门学科知识单独列出的情况。对于完成活动应当包括的知识而言,知识的范畴、难易度等标准的指定,应当由课程体系重构课题组人员与相关课程专家依据现有的课程体系联合制定,以保证其有效性、合理性。现有的小学学科主要包括语文、数学、英语、音乐、美术、科学、体育与健康、信息技术、道德与法治以及地

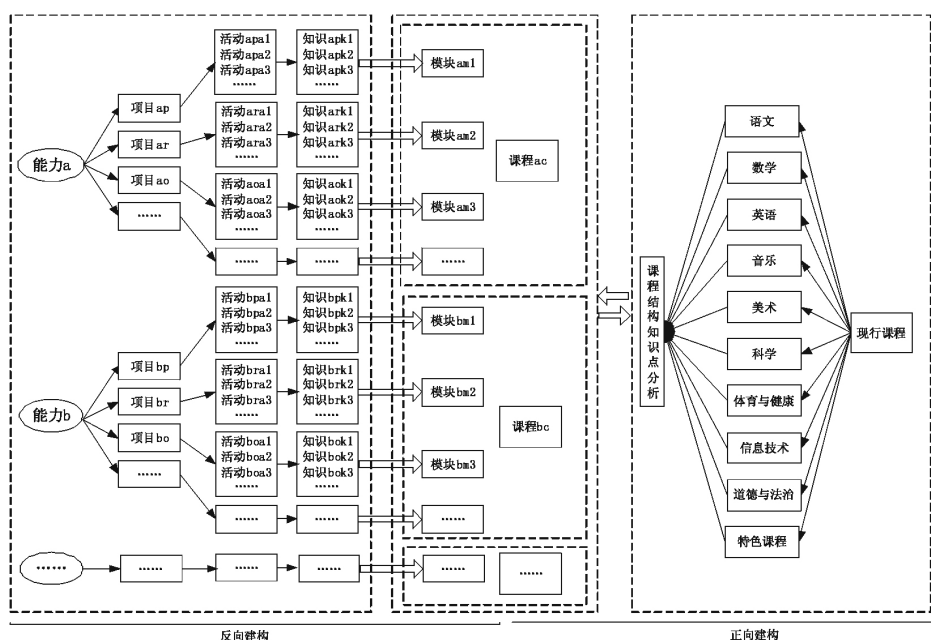


图 1 基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构流程

方学校的特色课程等。通过对各学科的课程结构、知识点分析,形成系统的小学知识体系库,将其与反向建构中由项目带动的知识库进行对比分析,查缺补漏,最终形成科学、系统、合理的小学重构课程体系。

模块是课程的组成部分,主要包括项目及其相关知识。同一课程下的模块项目,在其难易度、知识综合度以及涉及领域、主题等方面都各有不同。课程学习时,可根据学生理解力、生活实际等灵活选取模块展开学习。

重构课程与能力存在着一一对应关系。能力之间可能有平行或层级两种关系。因此,课程之间也可能存在这两种关系。在实际教学中,应根据学生的学习水平、已有能力等实际情况灵活选取课程进行学习。

现行课程与重构课程之间存在着相互制约、相互促进的关系。一方面现行课程为重构课程提供了系统的知识库,另一方面重构课程也能够为现行课程增加一定的知识结构,提供实际的问题素材,并改变其课程安排顺序等。STEAM 教育理念指导下的重构课程以项目为途径,带动多学科知识的学习与掌握。为了适应这种多学科交叉融合重构课程的教学,现行课程中各学科知识内容及课程结构安排可能会存在一定的调整 and 变化,从而带动整个现行课程体系的重构。

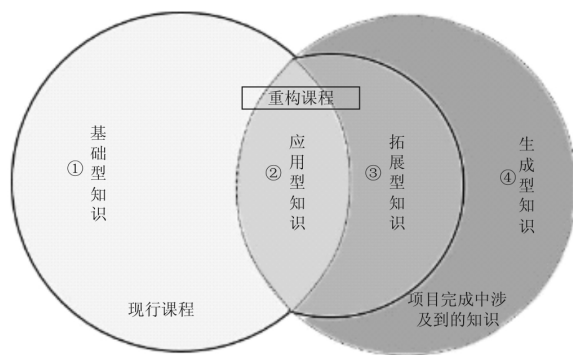
(四)小学课程体系重构后的知识分类及阐释

完成项目的过程就是知识建构的过程。项目研究的每一关键步骤都涉及相关学科知识的习得与深化。这些学科知识可以是先前已经习得的知识,也可以是将要学习的新知。综合运用先前习得的知识,可以帮助学生顺利完成本次项目。同时,对于未来将要学习的新知,项目完成过程可以帮助学生围绕特定项目问题的解决,建构知识支架,甚至生成新的知识。在一次项目完成中应当掌握哪些学科知识,以及这些学科知识是否属于已经掌握的旧知,应当在课程体系重构及课程安排中给予关注并及时调整。以此,以项目完成为途径的 STEAM 学习便带动了其他学科知识的理解与掌握,驱动其他学科的课程活动安排,充分体现了 STEAM 教育跨学科学习的思想,并带动整个课程体系的变动与调整。需要特别指出的是,本文中所指的 STEAM 课程体系重构并非是各学科知识的简单组合,而是在综合运用各学科知识的基础上,对各学科结构及课程安排进行重新调整和把握,以适应项目完成的需要,从而培养学生的问题解决能力和创新能力。

由此,基于 STEAM 教育理念的小学重构课程在实施过程中,会与现行课程中的知识体系产生一定的交叉、融合等现象。根据现行课程中的预期准备与重

构课程中知识体系的交叉、融合情况,本文将其知识类型分为基础型知识、应用型知识、拓展型知识三类。如若在现行课程中已经学习,而在重构课程中并未涉及其应用,只是作为基础知识来体现,此类知识便称之为基础型知识;如若在现行课程中已经学习,而在重构课程中只是简单应用,此类知识便称之为应用型知识;如若在现行课程中已经学习,而在重构课程中并非简单应用,是在基本应用的基础上拓宽了其应用领域、应用方式等方面,此类知识便称之为拓展型知识。此外,如前文所述,在项目完成过程中,学生会形成自己的知识支架,甚至生成新的知识,此类知识既不属于现行课程中知识的应用,又不属于其知识的拓展,是学生在项目完成过程中生成的对事物新的理解和认识,此类知识称之为生成型知识。生成型知识是在项目完成过程中产生的,并不绝对属于重构课程体系范畴,但将对课程重构具有一定的影响作用。

图 2 即为课程及其相关知识之间的关系图。其中,基础型知识和应用型知识属于现行课程的范畴。同时,与拓展型知识一起归属于重构课程的范畴。生成型知识是在项目完成过程中产生的,并不绝对属于重构课程。四者之间并不存在高级知识与低级知识之分。知识类型的划分意义,一方面在于从知识类型的角度阐释了课程重构后的结果,另一方面在于厘清现行课程与重构课程之间的关联关系,以便分析出重构课程对现行课程带来的影响,从而使现行课程的内容结构及其课程安排产生一定的变化。



四、基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构案例

2014 年以来,深圳市教育信息技术中心依托东北师范大学进行“智慧校园”案例建设。其中,宝民小学在我们所提出课程体系重构思路的指导下,设计并实施了基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构。

“3D 建模与打印口哨”即是其中一例(如图3所示)。

(一)案例介绍

该案例以动手实践能力为主要培养目标,以3D建模与打印口哨项目为培养途径,在项目完成过程中将涉及信息技术、音乐、科学、英语、美术、数学、语文等学科知识。依据上文中小学课程体系重构流程,将其重构课程体系设计如下:

在本案例中,项目驱动的重构课程与现行课程之间知识的交叉、融合以及项目完成过程中所产生的知识类型,主要从以下几方面来体现:其一,在该项目完成之前所学习过的其他知识,如数学学科的长度单位、角的初步认识等知识,在本节课中虽未直接应用,但在其学习过程中所获得认知与素养的提高亦对项目完成有着一定的帮助和支持;其二,在搜集资料过程中,对搜索引擎的使用是简单的知识应用,属于应用型知识;其三,在3D建模环节中,对数学学科中位置与方向、图形拼接等知识的应用属于拓展型知识应用,因其并非是对已学知识的简单应用,而是在应用的基础上加入了设计的成分,融入了自己的思考和探索;其四,在3D打印环节中,涉及英文版使用说明书的学习与掌握,这在现行英语课程中很少涉及,因此不属于现行课程所预期准备的知识范畴,而是属于在STEAM学习过程生成的新知,即生成型知识。

(二)案例实施效果

案例的实施在四个方面产生了实际效果。

1. 有助于解决“盲人摸象”的问题

现行课程中的项目设计一般是单学科的、局部的、

零散的,多数情况下学生是在单一问题情境中学习单一学科知识内容,容易产生“盲人摸象”的问题。而在本研究案例中,学生是处于真实项目的复杂问题情境中,需要将不同学科知识融合以认识并解决问题。

2. 促进了学生综合能力提升

学生在作品完成过程中,能够熟练使用网络获取有用信息,并能够利用3D软件设计模型,利用3D打印机完成作品打印,最终能够用中英文两种语言自如地讲解自己作品的设计理念,支持了学生以多学科、多视角、多维度的方式认识世界并改造世界的过程。

3. 有助于解决当前“STEAM 师资”缺乏的问题

案例中所涉及的多学科内容被分配到了相应学科教学中,即降低了对授课教师的跨学科专业知识和技能的要求,不需要其对所涉及的所有学科专业知识和技能熟练掌握,同时也准确定位了STEAM教师的角色,为培养STEAM教师提供了思路 and 方向。

4. 有助于 STEAM 教育的普及和特色人才培养

STEAM 教育理念指导下的重构案例展示的不只是学生参与机器人比赛等相关比赛的过程,而是融合多学科及其相应教师参与,并逐渐带动其他班级、其他年级学生学习STEAM知识的过程。STEAM 教学课堂逐渐由小变大,在学校范围内扩展开来,使得STEAM教学由单一多学科教学的特点逐渐上升为校本特色,并逐渐影响学校中每一位学生的成长与发展。

五、结 语

STEAM 教育倡导跨学科教育,注重对学生创新能

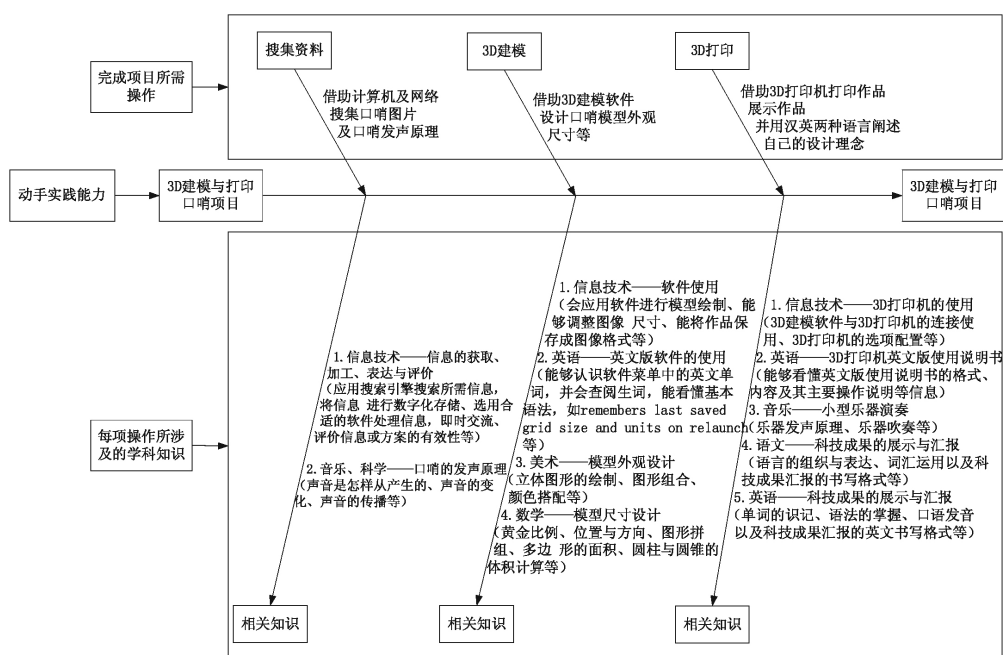


图3 “3D 建模与打印口哨”案例

力、问题解决能力的培养。本文分别以能力导向为反向建构依据,以现行课程知识体系为正向建构依据,建构了基于 STEAM 教育理念的小学课程体系重构流程,并设计案例进行应用实践。结果表明,基于 STEAM 教育理念的小学课程重构,对于提升学生综合能力、解决 STEAM 教师缺乏以及促进 STEAM 教

育普及产生了有益的效果。课程重构不是一朝一夕的事情,也不是某个独立的高校或小学所能解决的事情,它需要多方的共同努力。此外,课程重构也必然带来教学方式、方法的变革和创新,STEAM 教育理念指导下小学重构课程的教学方法研究也是需要重点关注的研究主题。

[参考文献]

- [1] 余胜泉,胡翔. STEAM 教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究,2015(4):13-22.
- [2] 李雁冰.“科学、技术、工程与数学”教育运动的本质反思与实践问题——对话加拿大英属哥伦比亚大学 Nashon 教授[J]. 全球教育展望,2014(11):3-8.
- [3] 杨亚平,陈晨. 美国中小学整合性 STEM 教学实践的研究[J]. 外国中小学教育,2016(5):58-64.
- [4] 赵慧臣,陆晓婷. 开展 STEAM 教育,提高学生创新能力——访美国 STEAM 教育知名学者格雷特·亚克门教授[J]. 开放教育研究,2016(5):4-10.
- [5] 王娟,吴永和.“互联网+”时代 STEAM 教育应用的反思与创新路径[J]. 远程教育杂志,2016(2):90-97.
- [6] 王旭卿. 面向 STEM 教育的创客教育模式研究[J]. 中国电化教育,2015(8):36-41.
- [7] 傅骞,刘鹏飞. 从验证到创造——中小学 STEM 教育应用模式研究[J]. 中国电化教育,2016(4):71-78,105.
- [8] 胡畔,蒋家傅,陈子超. 我国中小学 STEAM 教育发展的现实问题与路径选择[J]. 现代教育技术,2016(8):22-27.
- [9] 蔡慧英,顾小清. 设计学习技术支持 STEM 课堂教学的案例分析研究[J]. 电化教育研究,2016(3):93-100.
- [10] 陈淑清. 初中化学课堂教学与课程标准一致性研究[D]. 长春:东北师范大学,2015.
- [11] 中华人民共和国教育部. 义务教育小学科学课程标准 [EB/OL].[2017-02-15].http://www.moe.edu.cn/srcsite/A26/s8001/201702/t20170215_296305.html.
- [12] 王东. 核心素养视野下小学课程整合的探索[J]. 江苏教育,2017(2):39-40.
- [13] 程昉,汤剑波. 论阿马蒂亚·森的能力发展观[J]. 台州学院学报,2006(1):82-86.
- [14] 罗伯特·M·卡普拉. 基于项目的 STEM 学习——一种整合科学、技术、工程和数学的学习方式[M]. 王雪华,等译. 上海:上海科技教育出版社,2016:78.
- [15] IVANITSKAYA L, CLARK D J, MONTGOMERY G, et al. Interdisciplinary learning: process and outcomes [J]. Innovative higher education, 2002, 27(2): 95-111.
- [16] JACOBS H H. Interdisciplinary curriculum: design and implementation [M]. New York: Association for Supervision & Curriculum Development, 1989:99.
- [17] 崔颖. 高校课程体系的构建研究[J]. 高教探索,2009(3):88-90.
- [18] 百度百科. 能力[EB/OL].[2017-03-25].<http://baike.baidu.com/item/能力/33045>.

Research on Reconstruction of Primary School Curriculum System Based on STEAM Educational Concept

ZHOU Dongdai¹, FAN Yaqin¹, YU Ying², YU Wei³, YANG Junhui⁴

(1.School of Information Science and Technology, Northeast Normal University, Changchun Jilin 130117;

2."Internet+" Education Innovation Center of Jilin Province, Changchun Jilin 130117; 3.Faculty of Education, Northeast Normal University, Changchun Jilin 130022; 4.Baomin Elementary School, Shenzhen Guangdong 518100)

[Abstract] In the 21th century, innovative talents are driving force of social progress, and STEAM

(下转第 128 页)

application carriers in the education of autism children. On the other hand, iPad is applied in vocabulary learning, reading comprehension, mathematics education and communication skills learning. Finally, this paper suggests that the application of iPad in special education in China should be diverse, combined with game elements, and inclined to academic training.

[Keywords] America; Autism; iPad-aided Education

(上接第 98 页)

Reliability and Validity Study of A Computer-based English Test

GUAN Dandan, LI Ying

(National Educational Examinations Authority, Beijing 100084)

[Abstract] In this study, PETS-5 computer-based English test is designed and implemented. A total of 404 students from overseas training class are selected to take the test. After the test, a questionnaire survey is conducted online to investigate the feelings and opinions of the participants towards the computer-based test. And the PETS-5 paper-pencil test scores of the examinees are collected. The results show that (1) the overall Alpha reliability of the computer-based test is 0.82, and the reliability of every section is 0.63-0.65, which indicate good internal consistency reliability. (2) The correlation among various sections is 0.34-0.43, similar to the results of each part of the paper-pencil test, which reveals good construct validity. (3) The correlation between the computer-based test scores and paper-pencil test scores is 0.709, which means good criterion-related validity. (4) The computer-based test is fair for males and females, and there is no gender DIF in the test. (5) The t-test results show that male and female candidates only have gender differences in reading comprehension scores, and the average score of the male is higher than that of the female.

[Keywords] English; Computer-based Test; Reliability; Validity

(上接第 110 页)

education has entered people's horizon. Based on the analysis of primary school curriculum standard and the support of STEAM education to the reconstruction of curriculum system in primary school, this paper designs a reconstruction process of curriculum system in primary school, analyses and interprets the knowledge type after reconstruction, and displays the application of the reconstruction process in practice. The study shows that the reconstruction of primary school curriculum based on STEAM educational concept is beneficial to improve students' problem-solving ability, address the lack of STEAM teachers and promote the popularity of STEAM education.

[Keywords] STEAM Education; Reconstruction of Curriculum System; Innovation Ability
