

STEM 游戏化学习活动设计框架

于颖¹ 陈文文² 于兴华³

(1. 曲阜师范大学 传媒学院, 山东日照 276826;
2. 徐州市兴东实验学校, 江苏徐州 221000; 3. 威海市羊亭学校, 山东威海 264200)

[摘要] STEM教育因其跨学科、联结真实世界、育“全人”等特性,与当代教育之“全人”发展目标高度统一,逐渐为一线教师认同。游戏化对于STEM学习具有天然优势,运用游戏化方式开展STEM学习对于学生的全面发展具有重要价值。本研究采用基于设计的方法,依据“设计-制作-游戏”学习方法,采取STEM与游戏化融合策略,提出STEM游戏化学习活动设计框架DMP,经由为期三个月三轮的STEM游戏化学习活动实践,迭代检验与修正DMP框架,最终形成包括“两驱三环七步”的DMP设计框架。实践表明,经过迭代修正的DMP设计框架初见成效,学生对STEM游戏化学习活动过程满意,跨学科知识建构、问题解决与高阶思维等得到显著发展,达成预期目标。本研究构建的DMP设计框架可以供STEM游戏化学习活动设计与实践参考。

[关键词] STEM;设计-制作-游戏;学习活动;设计框架

[中图分类号] G420 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1007-2179(2021)01-0094-12

STEM教育的兴起和发展源于经济全球化对科技创新人才的迫切需求,旨在通过培养大量技术增强型创新人才和产业工人,提升国际竞争力。从全球范围看,STEM教学没有固定的法则与模式,多国结合自身实际开展了大量探索。我国STEM教育2016年呈爆发式增长,并被纳入国家发展战略。2020年7月,教育部印发了《中小学教师培训课程指导标准》,把STEM课程与开发纳入教师文化知识学习研修主题,彰显了STEM教育的重要地位。游戏化因富有趣味性、激励创新、开拓更多可能性等特点,与STEM的育人目标相契合,STEM游戏化学习逐渐为一线教师所认同。将STEM与游戏化学习二者整合的系统化研究较少见,本文构建了适合一线教学的STEM游戏化学习活动设计框架。

一、文献综述

(一)STEM课程与教学

STEM教育发端于美国,目的是培养具有创新能力的高端科技人才,确保美国在激烈的全球竞争中立于不败之地。美国政府特别是奥巴马政府相继出台了一系列计划与项目推动STEM发展,由此开启了全球范围的STEM教育行动。

从教育目标看,各国学者对STEM教育目标的描述不尽相同,但无不指向跨学科学习、真实问题解决,以及以创新思维、批判性思维为代表的高阶思维的发展(见表一)。布鲁顿(Bruton,2017)把创造性解决问题、创新、设计、批判性思维等作为STEM教育中长期目标;美国俄亥俄州立大学工程学院(College

[收稿日期] 2020-11-09 **[修回日期]** 2020-12-24 **[DOI编码]** 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2021.01.010

[基金项目] 教育部人文社会科学研究青年基金项目“学科核心素养统领的信息技术项目教学设计研究(19YJC880118)。

[作者简介] 于颖,教授,博士,硕士生导师,泰山学者胡钦晓团队核心成员,曲阜师范大学传媒学院,研究方向:信息技术教育(yuying80@163.com);陈文文,徐州市兴东实验学校教师,研究方向:信息技术教育(153383324@qq.com);于兴华,威海市羊亭学校教师,研究方向:信息技术教育(546293829@qq.com)。

[引用信息] 于颖,陈文文,于兴华(2021).STEM游戏化学习活动设计框架[J].开放教育研究,27(1):94-105.

of Engineering in OHIO, 2020)把探索与协作、真实问题解决、交流、设计具有挑战性的任务并鼓励失败作为中小学 STEM 课程设计的基本原则;我国学者(余胜泉等,2015;杨晓哲等,2015;秦瑾若等,2017;李王伟等,2018;袁磊等,2019)把跨学科知识与思维、真实问题解决、创造性思维等视为 STEM 教育的主要目标。

表一 国内外 STEM 教育目标示例

学者/机构	目标描述
林奇(Lynch, 2019)	天赋和创造力、韧性、实验与冒险、团队工作、知识应用、技术使用、问题解决、适应
康诺利(Connolly, 2018)	好奇心、问题解决、交流
布鲁顿(Bruton, 2017)	利用技能和内容知识创造性地解决问题;想象、质疑和探索;与他人合作;探究和分析;创新、设计和制作;测试和修改复杂问题解决方案
俄亥俄州立大学工程学院(College of Engineering in OHIO, 2020)	探索与协作、真实世界的问题解决、交流、挑战性任务允许失败
余胜泉等(2015)	掌握知识和技能,并灵活迁移到真实问题的解决中
杨晓哲等(2015)	跨学科思维能力、问题解决能力
秦瑾若等(2017)	基于真实问题情景;科学、技术、工程和数学素养;跨学科思维
李王伟等(2018)	思维、能力、深层知识、创新、价值;跨学科统整的真实情境学习
袁磊等(2019)	知识运用与迁移;创造性思维

从 STEM 教学模式看,国外研究一方面探索基于项目的学习(Project-based learning, PBL)、探究式学习、基于设计的学习(Design-based learning, DBL)等教学模式在 STEM 教学中的应用。阿尔坦等(Altan et al., 2018)通过将基于设计的学习应用于 STEM 教学的对照实验研究,指出基于设计的学习有助于学生决策技能的形成。麦克纳(McKenna, 2020)认为基于项目的学习适用于 STEM 教学,但需要保证为学生提供长时间参与的机会。另一方面形成了以 6E(ITEEA, 2014)为代表的 STEM 特定教学模式,致力于为 STEM 教学提供以设计和探究为基础的操作程序。国内研究形成了设计型(李克东等,2019;陈鹏等,2019;王佑镁等,2019;秦瑾若等,2018)、验证型、制造型(付蹇等,2016)、创造型(付蹇等,2016;何丽丹等,2019)、证据导向的教学(余胜泉等,2019)等一系列改良型本土化 STEM 教学模式(见表二)。从这些模式的设计思路与设计内容看,国外研究更强调设计与探究在 STEM 教学中的作用,国内研究更关注设计、创造等过程元素及其教学实现。

(二) 游戏化与游戏化学习

“游戏化”(Gamification)一词最初由英国程序员尼克 2002 年提出,2010 年后被广泛应用于各个领域。迄今为止,人们对游戏化概念尚未达成共识,

表二 国内外 STEM 教学模式示例

教学模式名称	学者/机构	教学模式(应用)简述
基于项目的学习应用	麦克纳(McKenna, 2020)	为了实现 STEM 学习的目标,必须让学生有机会参与涉及多个 STEM 领域的项目,通过基于项目的学习为学生提供长时间的 STEM 学习机会。
基于设计的学习应用	阿尔坦等(Altan et al., 2018)	通过基于设计的学习应用于 STEM 教学的对照实验研究,得出了基于设计的学习有助于学生 STEM 学习中决策技能的形成。
6E	ITEEA (2014)	由美国国际技术与工程教育学会(International Technology and Engineering Educators Association)于 2014 年提出,以设计与探究为核心,包括参与(Engage)、探索(Explore)、解释(Explain)、工程(Engineer)、深化(Enrich)和评价(Evaluate)6 个环节。
设计型	李克东等(2019)	以设计为中心,分五个环节(5EX):进入情境提出问题、探究与数学应用、工程设计与技术制作、拓展与创意设计、评价与反思。
	陈鹏等(2019)	我国 STEM 教学要借鉴斯坦福大学采用的设计思维方法,通过“共情—定义—构思—原型—测试”实现真实情境中的问题解决。
	秦瑾若等(2018)	从学生能力培养、师生活动和教学环境三个层面出发,构建以跨学科融合、循环迭代、过程体验、问题解决为核心的 STEM 设计型学习模式。
验证与制造型	付蹇等(2016)	验证型指学习者综合运用 STEM 知识验证已知结果,制造型指学习者综合运用 STEM 知识生产和改良物品,提升工程实践能力。
创造型	何丽丹等(2019)	面向创造力培养的 STEM 教学模式由教学目标、学习活动、教学环境和教学评价四部分组成。
	付蹇等(2016)	创造型模式指学习者综合运用 STEM 知识设计和制造创新物品,核心是创新性的实现,是基于设计的学习在 STEM 教育中的特定应用。
证据导向的教学	余胜泉等(2019)	以发展学生核心素养为目标,强调知识的内在逻辑与跨学科整合性,强调创设利于学习证据收集与分析的教学环境。

但普遍赞同它是在非游戏情境中选择性地整合游戏的基本元素,采用游戏机制与游戏思维,借此吸引他人、激励行动、促进学习和解决问题(Deterding, 2012; 韦巴赫等,2014)。游戏化强调游戏元素的使用而非拓展,利用游戏特征而非开发游戏,采用娱乐方式而非单纯娱乐(鲍雪莹等,2015)。游戏化被广泛应用于包括学习在内的各个领域,衍生出“游戏化学习”等概念。

当前,游戏化学习研究主要聚焦于游戏化学习的价值、游戏与课程整合(游戏化学习设计)、游戏化学习效果评估等。就游戏化学习价值而言,研究者一致认为,与传统教学相比,游戏化学习不仅有助于激发学习者的学习兴趣和动机,而且有助于培养其认知技能、动作技能和情感技能。沃格尔(Vogel et al., 2006)通过研究发现,运用游戏于学科教学可以明显提升学习者的认知与高阶思维、改善学习态度;就游戏与课程整合而言,越来越多的研究认识到游戏与课程整合的重要性,并开始关注高阶能力的培养。尚俊杰(2009)通过设计试误、冒险、BUG^①、娱乐等策略,为学生提供解决问题的机会,提升学生的问题解决能力。阿克考格鲁(Akcaoglu, 2014)借助“游戏设计-问题解决-问题定位-自由设计”学习活动流程,提升学生的问题解决能力。就游戏化学习效果评估而言,当前研究重点关注游戏化学习效果的影响因素及游戏化学习评价工具与方法。埃雷尔等(Erhel et al., 2013)的研究证实游戏化学习有助于激发学习者的学习动机。瓦萨卢等(Vasalou et al., 2017)通过分析儿童日志发现,游戏不仅能帮助儿童学会面对学习挫折或失败,还能激发师生互动,创造更多的学习机会,使儿童体验到学习的快乐。

(三) 游戏化与 STEM 融合

综上,国内外研究一致认同 STEM 教育目标指向跨学科知识、问题解决与创新思维。此外,好奇心、韧性、合作、挑战、容忍失败等也多次出现在学者们对 STEM 教育目标的描述中,这些品质的培养恰恰是游戏化的长项。国内外 STEM 教学模式研究重视设计及其教学实现过程,STEM 本土化教学模式研究还特别强调创造性及其实现。游戏对于 21 世纪孩子的成长具有重要价值,STEM 学习所希望的创造力、批判性、合作、沟通、自我效能感等品质都源于游戏(Hirsh-Pasek et al., 2009; 卡普,2015; 赫尼

等,2015)。游戏化与 STEM 之间具有天然的契合性,游戏化与 STEM 融合成为必然,但当前相关学习活动系统化设计框架较为鲜见。正是基于此,本研究试图探索指向“全人发展”的、以设计为基础的 STEM 游戏化学习活动设计框架。

二、设计框架

为更好地落实《K-12 年级科学教育框架:实践、跨学科概念和核心概念》,美国学者赫尼和坎特(2015)提出了“设计-制作-游戏”学习方法,旨在通过设计、制作和游戏提高年轻人的科学想象力。该方法将设计解释为迭代、选择和安排要素以形成一个整体,人们通过设计创造手工制品、系统和工具以解决问题;将制作解释为手工拆解或制作物品,享了解物品工作原理的乐趣;将游戏解释为涉及制作理念、发明和创造的有趣而自愿的活动,通过没有压力的探究和发明,促进创造性思维发展。

根据“设计-制作-游戏”方法,结合我国国情,本研究提出旨在促进学生沉浸 STEM 学习的游戏化学习活动设计框架 DMP(见图 1)。DMP 即 Design, Make & Play^②(设计-制作-游戏)首字母缩写。它以问题解决为主线,在跨学科学习过程中通过设计和制作活动,培养学生的创新、批判、问题解决等高阶思维。该框架还根据“游戏化的关键是利用游戏的基本要素”这一理论逻辑(韦巴赫等,2014),在活动设计中巧妙吸收游戏的基本要素及其精髓,提升 STEM 学习效果。

(一) 设定学习目标,指向高阶思维

如上所述,STEM 教育的目标指向跨学科知识、问题解决和高阶思维,其实质与当代教育“全人发展”的育人旨向高度一致。换言之,STEM 教育目标有深刻的认识论根源。从认识发生论的角度考察教育目标,人类认识是借由逻辑数学范畴与物理范畴的相互作用产生的,在此过程中知识与思维具有内在一致性(李艺等,2018)。也就是说,STEM 教育之“育人”目标若想得以实现,则要关注知识、思维,以及联结二者的逻辑运演过程。学生解决真实世界问题的过程,实质上是建构科学、技术、工程、数学等跨学科知识与发展创新思维、批判性思维等高阶思维的过程。通过这种内在一致的逻辑“运演”过程,学生经由问题解决活动,从知识通达思维,得以“成人”。

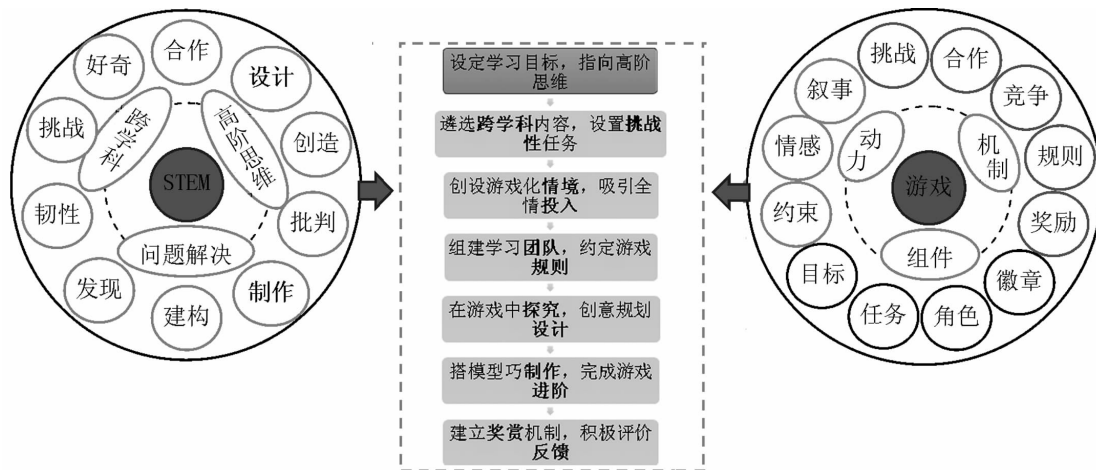


图1 STEM 游戏化学习活动设计框架

因而,STEM 游戏化学习活动目标的设计围绕跨学科知识、真实问题解决、高阶思维三个维度展开(见图2)。跨学科知识指通晓两个及以上学科的知识组合。它有三层含义(李学书,2019):一是强调科学、技术、工程、数学学科知识的学习,二是强调学科知识间的整合,三是兼顾学科知识的延伸与拓展。真实问题解决指学生参与解决与现实生活相关的STEM问题的主体性活动,一般包含构建心智模型和对问题模型进行操作检验两部分(乔纳森,2015)。高阶思维指发生在较高认知水平层次上的心智活动或认知能力,包括创新创造、问题求解、决策和批判性思维等。

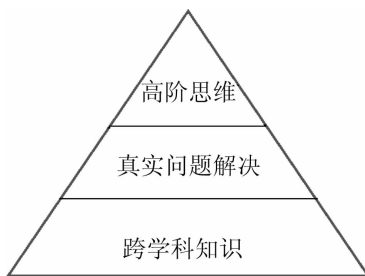


图2 STEM 学习目标

按照皮亚杰认识发生论的“运演”逻辑,STEM 学习目标的三个维度间具有内在联结关系。学生通过解决真实问题,与真实世界建立意义关联,激活和建构科学、工程、技术、数学等学科知识的意义,发展问题解决、创造、设计、批判等高阶思维。三个维度既有“分解”,每个维度都有明确的意义,有利于教学目标的分层设计;又有“整体”,从整体观立场上分解目标,其实质与个体发展的完整性高度一致。三个维度间

还具有层级关系:从下向上,有逐层筑基与推进之意,即下层是上层的基础,为上层提供“养分”;从上至下,有逐层唤醒之意,上层激活并唤醒下层,逻辑“运演”因此发生。

(二) 遴选学习内容,设置挑战性任务

学习内容是开展STEM活动的基础。内容选择主要有学科知识取向、社会经验取向和学习者取向(张华,2000),这些取向同样适用于指导STEM选材。首先,跨学科是STEM教育的鲜明特征,因而STEM学习内容必然要基于学科选材。其次,STEM强调与真实世界的联系,因而应从真实生活中选材。再次,STEM学习游戏化的关键是关注学习者之为“人”之发展,将游戏要素应用到STEM学习活动中,使其具有游戏化属性,符合儿童“爱玩”的天性。因此,STEM内容的遴选要兼顾学科领域与真实世界,具备游戏属性(挑战性),促进内生激励机制的形成(见图3)。

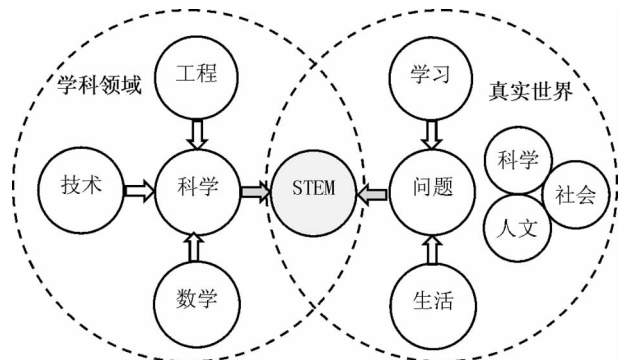


图3 STEM 学习内容遴选的操作流程

1. 从学科中选材

STEM 学习是跨学科学习,一般没有明确的内容标准规约,这使得 STEM 学习内容的遴选更灵活,但也提出了更高要求。一般而言,STEM 学习内容的遴选可采用任一学科内容为主线,将其它学科内容融合其中。鉴于 STEM 多发端并活跃于科学学科,且科学内容包容性强,故 STEM 学科内容的选材可以科学课程标准为依据,整合其它学科内容,确定学科主题。《义务教育小学科学课程标准(2017 年版)》将小学科学课程内容分为物质科学、生命科学、地球与宇宙科学、技术与工程四个领域,它们既彼此独立,又密切关联。因此,内容遴选可以领域间的关联为抓手展开。例如,学习简单机械运动时,学生通常需要动手设计制作实物,这就需要激活工程和技术领域内容的学习,而其中涉及的数的概念与计算需要调用数学知识。

2. 从真实生活中选材

回归真实生活世界已经成为教育哲学的中心议题(张中伟等,2016)。只有回归生活,教育才能实现价值理性,完成从“工具人”到“主体人”的转变。这意味着,STEM 学习内容必须关注真实世界并从中选材,在真实问题解决的驱动下,帮助学生建立学科知识与真实世界间的意义关联。譬如,从学生早晚增减衣物入手选材,教师可衍生出与气温与体温计的设计与制作相关的科学、工程、数学等内容。

3. 具有挑战性

内生激励教学理论认为,挑战、幻想和好奇是影响游戏吸引力的三个关键要素(Amabile et al., 1986),这与最近发展区理论有异曲同工之妙。这意味着,要获得游戏化的心流体验,需要将遴选出的学习内容转化为具有挑战性的游戏化学习任务。这种学习任务至少要满足两个特征:一是任务设置清晰明确,难度与复杂度接近学生最近发展区;二是任务具有进阶性与反馈性,即任务设置有一定的梯度或层级,并提供过程性数据与反馈,帮助学生获得自我效能感。

(三) 进入活动流程,开启 STEM 游戏化学习

1. 创设游戏化情境,吸引全情投入

STEM 游戏化学习情境主要有科学探究与产品研发情境两类。二者都以真实生活问题解决为导向,赋予学生科学家与研发者角色,引导他们像科学

家那样思考,像研发者那样研发产品,从而激发好奇心和求知欲,加深问题理解。情境创设可将游戏的角色、情感、叙事、竞争等元素融入其中,增强情境的吸引力和持续性。例如,教师可通过游戏化叙事,引出太空旅行过程产生的“土电话”研发需求,随即请学生扮演“太空之旅小小发明家”角色,进入设计并制作“土电话”的研发情境中。

2. 组建学习团队,约定游戏规则

教师可采用组间同质分组、组内异质分组方式,以使团队成员最大程度地实现优势互补;发挥游戏道具的作用,增进团队成员间的相互了解,以提升团队合作效率。例如,教师可设计“名片猜猜猜”游戏,通过名片内容猜同学姓名,帮助教师了解学生,又增进团队成员间互动。团队初步组建后,要明确成员的角色分工,包括师生间的角色分工与团队成员的内部分工。例如,在“探究电路的奥秘”游戏化情境中,教师扮演电路专家,学生扮演电路探究员、设计员、智多星、小电工等角色,并设置相应的分工。

合理的游戏规则不仅可以触发玩家激活目标任务,而且有利于促进学生形成积极的情绪体验,在游戏中不断进步(赫尼等,2015)。一般而言,游戏规则分为挑战与互助、竞争与合作及奖赏等规则。教师可指导学生协商确定规则,从而提升学生的主体意识,更深刻地理解并自觉遵守规则,为游戏化学习行为负责。

3. 在游戏中探究,创意规划设计

研究表明,以探究为基础的实践能提高学生对科学概念与知识的理解(赫尼等,2015)。因而,以探究为基础的规划设计有利于学生激活目标学习内容,形成积极的行为、情感与认知投入。学生参与规划设计的游戏化过程,实质是以科学探究为主线,师生一起明确问题、分析问题、规划并设计问题解决方案的过程。首先,教师带领学生从复杂的游戏化情境、具有挑战性的游戏化任务中提取需要解决的问题;其次,分析完成任务涉及的学科领域、要用的道具、素材等;再次,开展创意规划活动,引导学生通过制订问题解决方案等竞赛小游戏,初步形成系统规划、分解、建模、设计等思维。教师要激励成员间的协作与团队间的良性竞争,鼓励学生从多角度思考,并根据游戏规则奖励有创意或新奇想法的团队和成员。

4. 搭模型巧制作,完成游戏进阶

完成创意规划设计后,学生需要借助“制作”实施创意,这一过程实质上是协同建构知识、制作模型与发展思维的过程。

1) 知识建构

学生依托“制作”实施设计方案,势必要激活已有知识,建构新知识,明确解决问题的关键点(Yakman, 2019)。因而,游戏化学习活动设计,最好以问题驱动学习,引导学生使用语义组织和思维工具进行分析,建构跨学科知识。

2) 模型制作

模型制作可以带给学生良好的游戏体验,为学生建构知识、深度思考、思维创新提供机会和可能(赫尼等, 2015)。试误法是模型制作的常用方法,大抵需要经历试误、模仿、改造三环节。其中,试误指学生根据已有经验,自主构想,尝试搭建模型,验证失败的原因,从中找寻问题的答案。模仿指给学生提供操作手册、微视频或范例,供学生效仿。经过试误与模仿,学生对模型制作有了初步认识,在此基础上改造完善模型,知识、行为与思维间建立起有意义的联结,知识建构与思维发展得以发生。

3) 思维发展

制作过程能帮助学生了解物品的工作原理,验证学科规律,发展创新、想象、问题求解、质疑、批判等思维。例如,在搭建潜望镜模型的积木游戏中,教师带领学生开展竞赛,要求优胜团队说明搭建的意图与原理,使学生在“搭积木”的过程中,了解潜望镜的功能与制作原理,设计出有创意的潜望镜造型,培养工程、艺术与科学思维。

5. 建立奖赏机制,积极评价反馈

奖赏是游戏的激励型元素,使玩家被吸引且愿意坚持游戏,是STEM游戏化学习的重要组成部分。对于表现突出的个人或团队,给予适当的奖赏甚至是“制造惊喜”非常必要。它能带给学生持续的学习动力,维持学习动机。例如,教师可根据积分评选

先进个人和优秀团队,让学生利用累积徽章兑换心愿单实物奖励。与奖赏机制相配套,积极的评价与反馈也是必需的。评价方式主要包括团队自评、互评和师评,评价内容可以从显性和隐性成果入手,包含对作品的评价,也关注过程性学习产出,特别是能力与思维发展表现。评价结果要即时反馈给学生,增强游戏化学习的激励作用和学生的自我效能感。

三、学习活动实践

(一) 研究设计

为了检验并修正DMP设计框架,研究者与W小学STEM教师合作,采用基于设计的研究,面向五年级STEM校本班共计57名学生,开展为期3个月的三轮迭代实践研究(见表三)。为了保证STEM课堂教学的真实状态和内在效度,研究选取新近STEM成绩测验平均分相当的两个自然班级作为对象。STEM教学由与研究团队有合作关系的STEM教师承担,该教师不仅了解研究团队的设计理念,而且对实践内容(选自研究团队自编教材《小学STAEM课程活动设计》)较熟悉,最大程度地排除因教师等因素对研究数据造成的干扰。

(二) 研究过程

1. 第一轮实践

1) 活动设计:探究光的奥秘

研究基于DMP设计框架,以五年级STEM校本课程单元“探究光的奥秘”为主题,设计STEM游戏化学习活动(见表四)。

2) 活动实施

该轮活动的目的是实施“探究光的奥秘”,由STEM教师面向五年级STEM甲班开展。从活动反馈看,学生学习热情较高,尽管出现很多问题,但每个团队最终都顺利通关,完成既定学习任务,并设计了活动规则手册、概念图,制作搭建了实物模型等。

表三 STEM 游戏化学习实践安排

阶段	时间	学时数	实施对象	人数(人)	实践内容
第一轮	2019年10月	2	甲班	28	活动设计、活动实施、活动效果、活动反思
第二轮	2019年11月	3	乙班	29	活动设计、活动实施、活动效果、活动反思
第三轮	2019年12月	3*2	甲班、乙班	57	活动设计、活动实施、活动效果、活动反思

表四 “探索光的奥秘”活动设计

活动主题:探索光的奥秘	
1) 设定学习目标,指向高阶思维	跨学科知识:知道光是沿直线传播的;了解光的反射和折射原理以及与光的传播相关的科学、工程、艺术等学科知识。 真实问题解决:如何制作彩虹发射器,包括通过绘制设计图,对彩虹发射器进行创意规划设计;结合之前的规划设计,尝试制作彩虹发射器;基于光的传播原理阐释彩虹形成原因。 高阶思维:分析设计与制作模型过程中可能存在的问题,学会质疑,在试误中不断改进、创新,培养问题解决能力和批判性及创造性思维。
2) 遴选学习内容,设置挑战性任务	学科选材:基于小学科学课标中的物质科学领域,兼顾工程和艺术,选取“光能”相关内容。 生活选材:制作“彩虹发射器”,探究彩虹的奥秘。 挑战性任务:玩积木,闯两关——制作小孔成像模型、搭建彩虹发射器。
3) 创设游戏化情境,吸引全情投入	播放孟浩然《彭蠡湖中望庐山》动画,欣赏“瀑水喷成虹”景象,鼓励学生揭秘“瀑水喷成虹”现象。 [环境]将教室布置成科学探究实验室,学生作为小小科学家,一起制作“彩虹发射器”,验证“瀑布喷成虹”的形成原理。
4) 组建学习团队,约定游戏规则	[小游戏]“名片猜猜猜”:学生填写社交名片,教师随机读出卡片内容,学生猜他/她是谁。 [组队]选出5名学生队长,由队长设置本队的问题,每队人数5-6人。其它学生挑战进队问题,挑战成功即可暂时入队。教师按照组内异质组间同质原则微调团队成员。 [角色分工]明确研究员、记录员、智多星等角色任务,约定合作、竞争、互助与奖赏等游戏规则。
5) 在游戏中探究,创意规划设计	[明确问题]师生共同探讨,明确需要解决的问题是制作彩虹发射器,探究其中的原理。 [分析问题]师生共同分析解决问题(完成游戏化任务)涉及的跨学科知识及相关工具等,提出解决问题的多种可能性。教师鼓励学生发挥好奇心和想象力,多方面思考问题。 [设计解决方案——设计图大比拼] 1)学生团队在给定时间完成设计图。要求:设计图围绕通关任务展开,并创意设计彩虹发射器的造型与制作过程。 2)最佳设计图评选。各团队分别展示并由投票选出最佳设计图,并给予积分奖励。 [反馈]教师跟进设计图设计过程,适时点拨指导。
6) 搭模型巧制作,完成游戏进阶	知识建构 [绘制概念图] 1)教师简要介绍概念图及其绘制流程;将课前用 Cmap Tools 绘制的光传播规律概念图半成品分发给各学生,请各团队补充完善,限时10分钟。 2)各团队展示并讲解概念图,师生共同评出最佳概念图。 [创新思考——问题抢答] 以“光的传播”为主题,根据学生绘制的概念图设置抢答题,给表现好的团队加分。 [反馈]教师带领各团队对此环节中的表现及时反馈。
	模型制作 1)第一关:搭建小孔成像模型 [试误]教师引导各团队探究核心组件光屏、光源的作用;学生以团队为单位,利用小孔成像工具,尝试制作小孔成像模型。 [模仿、改造]给学生提供搭建手册,供未搭建成功的团队模仿,搭建成功的团队可在此基础上进行创新性改造。 [阐释]学生结合概念图,借助模型阐释光的直线传播原理。 [发放通关卡]为闯关成功的团队发放通关卡。 2)第二关:制作彩虹发射器 [试误]教师与学生共同探讨核心组件三棱镜在制作彩虹发射器中的作用,了解工作原理;学生利用手头的积木工具,尝试制作彩虹发射器。 [模仿、改造]给学生提供搭建手册,未能搭建成功的团队可参照模仿,搭建成功的团队可进行创新性改进。 [阐释]学生结合概念图,利用模型阐明彩虹发射器的工作原理。 [发放通关卡]为闯关成功的团队发放通关卡。
	思维发展 [思考问题]各团队结合“彩虹发射器”的设计与制作,思考问题解决的一般流程,体会规划设计意图以及模型制作过程中迭代优化的原因。 [头脑风暴接力赛]围绕上述问题,展开头脑风暴接力赛。每名同学限时30秒内完成传递,期间有1次求助机会。 [拓展任务]布置拓展任务,利用积木套盒搭建潜望镜,并说明潜望镜如何实现光的传播。
7) 建立奖赏机制,积极评价反馈	[作品分享与反思]每个团队选派1-2名代表,分享作品,反思设计与制作活动的收获与不足。 [作品评价]从方案制订、造型设计、模型制作、功能实现、知识探索、思维发展等方面对各团队制作的彩虹发射器进行评价,汇总得分。教师总结,指出问题及改进建议。 [奖励]评选出各团队表现最佳成员,授予“最佳合作者”徽章;授予单项评价中表现优秀的团队“优秀团队”徽章;为总分最高的团队颁发“冠军”徽章。

3) 活动效果

为了检验该轮游戏化学习活动的效果,本研究采用学习动机诊断量表 MAAT^③,从学习动机、作品产出方面收集与分析数据。测评数据统计显示,学生的学习动机平均值为 27.2,处于中等水平,表明 STEM 游戏化学习活动有助于保持学习动机。

根据预先设计的作品评价量表,各团队基于作品进行组间评价,主要考察模型设计与制作所涉及的问题解决、知识建构与思维发展。统计数据(见表五)显示,团队作品的平均分为 72.6,高于 70 分,表明学生能够按照预期设计并制作模型,实现预设功能。但各指标平均分不高,特别是“模型设计具有

表五 第一轮活动团队作品评价

团队名称	设计与制作方案完整,具有可行性(20分)	搭建的模型合理,结构完整(10分)	模型设计具有创新性(20分)	模型美观实用,实现了预设功能(10分)	能用模型验证光的传播规律(20分)	清晰地阐释概念关系,并能应用迁移(20分)	总分(100分)
欢乐城堡队	14	6	12	8	18	15	73
精灵小队	12	8	11	9	15	16	71
快乐无限队	13	8	12	7	19	18	77
奇思妙想队	14	8	12	6	16	13	69
创意无限队	14	7	12	6	17	17	73
平均分	13.4	7.4	11.8	7.2	17	15.8	72.6

创新性”与“设计与制作方案完整,具有可行性”指标的平均分相对较低,还有优化空间。

4) 活动反思

从对学习动机调查与作品评价看,学生学习动机总体处于中等水平,各团队较好地完成学习任务,基本实现了活动目标,这说明 DMP 设计框架有效,但也揭示出一些问题,如模型的设计创新性不足,设计与制作方案完备性与可行性较差。

为了解问题的成因,研究者查阅了听课人员的课堂观察记录,并随机抽取 3 名学生访谈。分析发现,模型搭建环节最受学生欢迎,学生能够对照操作手册完成模型的搭建,并享受积木搭建的过程,但学生对方案设计、知识建构与思维发展环节的热情较低,需要教师不断干预与激励。究其原因,一是学生对游戏化学习任务认知不清晰,对方案设计流程较陌生;二是 DMP 框架没有明确界定知识建构、搭建模型与思维发展三者的关系,教学按照顺序关系依次开展,学生受制于活动环节,导致创新性想法缺乏实践的舞台。

为改进上述问题,研究者修正了 DMP 设计框架:一是将“在游戏中探究,创意规划设计”更名为“明确游戏任务,开展创意设计”,意在强调学生形成对游戏化学习任务的清醒认知,围绕任务完成和问题解决,创新性地设计问题解决方案;二是将“搭模型巧制作,完成游戏进阶”环节名称改为“搭模型巧制作,玩中学玩中思”,明确学生搭建模型的过程是与知识建构和思维发展相统一的自然过程。

2. 第二轮实践

1) 活动设计:探究光的奥秘

根据改进后的 DMP 框架,本研究修改了第一轮的案例:细化游戏化任务,在每个任务设计上,将知

识建构与思维发展渗透于模型制作的自然过程中,即学生制作模型(解决问题)的过程,也是调动思维、建构知识的过程(教学设计略)。

2) 活动实施

第二轮活动的目的是实施“探究光的奥秘”(修改稿),由同一位 STEM 教师面向 STEM 乙班教学。较之第一轮活动,第二轮活动教学更顺利。

3) 活动效果

从课堂观察、学生学习动机测评及作品评价看,第二轮活动的实施效果较第一轮有所提升,具体表现在:在关卡一,每个团队都完成了小孔成像模型的搭建和概念图绘制,对概念图涉及的知识及其关系形成了自己的认识,在头脑风暴接力赛中也提出了诸多创新性想法;在关卡二,各团队都完成了彩虹发射器的制作,了解了平面镜成像原理,形成了详细的过程记录单,并顺利通关。

第二轮实践继续使用学习动机量表 MAAT 测量学生的学习动机。统计数据显示,67% 的学生学习动机较强,较弱的仅 8%,学习动机平均值为 32.8,总体处于较强水平,相对于第一轮明显提升。

该轮作品评价结果显示,团队作品平均分为 78.1,比第一轮提高 5.5 分,各团队平均分均高于 75 分。从每个指标的平均分看,除“能用模型验证光的传播规律”指标外,其它指标得分均高于第一轮,说明学生设计与制作作品能力有提升。但“设计与制作方案完整,具有可行性”等指标的平均分依然不高,说明 DMP 框架还有待于改进。

4) 活动反思

为了深入了解学生对该轮活动的体验,以及 STEM 课程教师对 DMP 框架优化的建议,研究者分别对学生和教师进行了问卷调查和访谈。

学生问卷从对活动的总体评价与活动目标的达成展开。在总体评价方面,96.8%的学生表示STEM活动体验愉快,达到了玩中学的初衷;44.3%的学生认为活动完成有难度,说明支架设计等活动设计细节还有改进的空间。在活动目标的达成方面,98%的学生表示能清晰地阐述或验证光的传播规律,85%的学生表示解决了活动中遇到的问题,75%的学生表示为团队贡献了新创意,77.8%的学生表示会运用活动中学到的问题解决方法解决相似问题。这说明跨学科知识目标达成度高于问题解决和高阶思维。

教师访谈主要针对DMP设计框架优化展开。访谈结果表明,DMP框架在游戏元素的融入设计上存在短板。DMP设计框架只是笼统地列出各项游戏元素,对各项游戏元素的融入设计缺乏操作建议,实用性较差,访谈对象建议将游戏元素与活动流程相对应,使DMP框架作用最大化。

基于上述反思,研究再次改进了DMP设计框架(见图4):一是对游戏元素进行分类,并与活动环节相对应,提升可操作性;二是对STEM元素的关系描述进行了微调,凸显设计与制作元素,强调设计与制作过程本身就蕴含了跨学科学习、问题解决与高阶思维的培养。学生在设计与制作过程中,可根据需要随时调用其它STEM元素;三是将“明确游戏任务,开展创意设计”更名为“明确游戏任务,创意规划设计”,强化规划设计及其在制订与实施问题解决

决方案中的作用。

3. 第三轮实践

1) 活动设计:揭开电的面纱

根据改进后的DMP框架,第三轮实践以“揭开电的面纱”为题,设计4课时的STEM游戏化学习活动。该轮实践以“设计与制作可调光小台灯”为总任务,具体分解为“规划设计可调光小台灯,画出设计图”“搭建简单电路,描述电路元件”“搭建串并联电路并加以阐述”“应用变阻器,调节灯泡亮度”四项进阶考核任务(关卡)。

2) 活动实施

第三轮活动由同一位STEM教师执教,面向STEM甲班与STEM乙班教学。两个班的学生都表现出较高的学习积极性,每个团队都通过了四项考核,顺利拿到了考核合格证,并制作了规则手册、过程记录单、思维导图、串并联电路模型、可调光小台灯等。

3) 活动效果

该轮学习动机和作品评价结果显示,超过3/4的学生达到了较强学习动机水平。团队作品总平均分为84.9,较之第二轮学生作品平均得分提高6.8分,说明活动效果有提升,DMP设计框架初见成效。为了验证DMP设计框架的有效性,研究从总体评价、跨学科知识、问题解决、高阶思维等入手,编制STEM游戏化学习活动效果调查问卷(Alpha = 0.693)。对参与的全体学生进行的测试结果显示,较

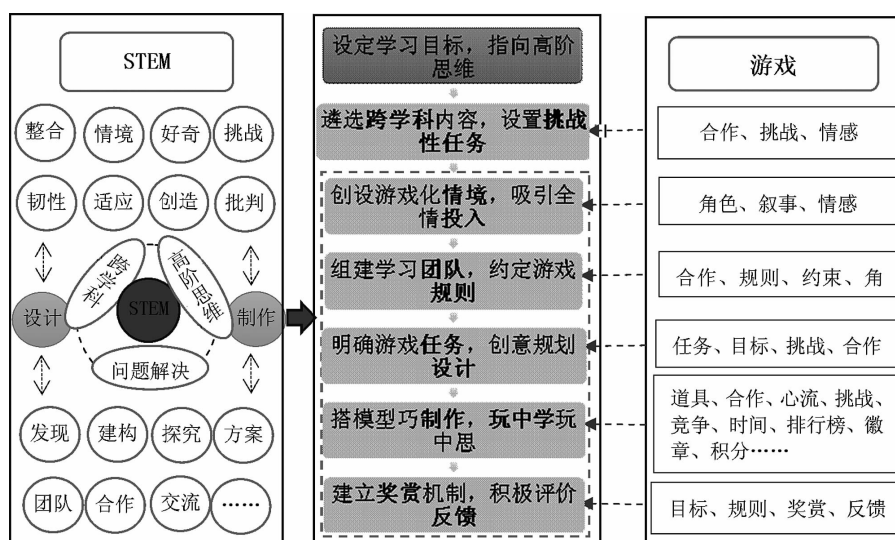


图4 STEM 游戏化学习活动设计改进框架 DMP

之前测,学生对 STEM 游戏化学习活动的满意度提升(见表六);在跨学科知识、问题解决与高阶思维三层目标的达成上,后测平均值均显著高于前测($P=0.000 < 0.01$,见表七)。

4) 活动总结

在该轮实践过程中,学生表现明显优于前两轮,不仅对 STEM 游戏化学习活动过程满意,而且跨学科知识、问题解决、高阶思维的发展都有显著提升,基本达到了预期目标。这说明,经过迭代修正的 DMP 设计框架初见成效,可供小学 STEM 游戏化学习活动设计与实践参考使用。

表六 学生对 STEM 游戏化学习活动总体评价(节选)

题目/百分比	前后测	非常符合	符合	一般	不符合	非常不符合
参与 STEM 学习让我感到愉快	前测	23.8	28.6	30.5	9.5	7.6
	后测	30.5	50.5	9.5	4.8	4.8
我喜欢游戏化的 STEM 课堂	前测	38.1	33.3	14.3	9.5	4.8
	后测	41.9	36.2	14.3	4.8	2.9
我喜欢自己设计并动手搭建制作	前测	28.6	43.8	16.2	7.6	3.8
	后测	33.3	38.1	21.9	3.8	2.9

表七 学生学习效果前后测统计数据

		平均值(E)	标准偏差	标准误差平均值
跨学科知识 ($p < 0.001$)	前测	3.2476	0.95299	0.09300
	后测	3.7397	0.67776	0.06614
问题解决 ($p < 0.001$)	前测	2.6286	0.49193	0.04801
	后测	3.8136	0.42170	0.04115
高阶思维(创新) ($p < 0.001$)	前测	2.6990	0.57051	0.05568
	后测	3.8762	0.49410	0.04822

四、结论与讨论

STEM 教育有利于促进跨学科融合、培养学生真实问题解决与创新创造等高阶能力,近年来颇受国内外研究者的重视。学者们对 STEM 教育目标与教学模式开展了深入的探索,提出了设计型、创造型、6E 等教学模式。游戏化学习研究文献也显示,游戏化学习与 STEM 融合有利于激发学生的学习动机和学习兴趣,培养学生的创造力、问题解决、批判思维等高阶能力。STEM 与游戏化学习的育人目标高度一致,两者大有融合趋于一体之势。然而,STEM 与游戏化学习整合的系统化学习活动设计研究较为鲜见,有必要构建 STEM 游戏化学习活动设计

框架。本研究采用基于设计的研究范式,提出了本土化的 DMP 设计框架,并经由三轮 STEM 游戏化学习活动实践,形成以下研究结论。

(一) 结论

1. DMP 框架是在 STEM 与游戏化双重驱动下形成的“两驱三环七步”STEM 游戏化学习设计框架。它包含学习目标设计、跨学科内容遴选与活动流程设计三个环节,以及“设定学习目标,指向高阶思维”“遴选跨学科内容,设置挑战性任务”“创设游戏化情境,吸引全情投入”“组建学习团队,约定游戏规则”“明确游戏任务,创意规划设计”“搭模型巧制作,玩中学玩中思”“建立奖赏机制,积极评价反馈”七个步骤。

2. DMP 框架通过 STEM 与游戏化融合形成。该框架在学习目标设计、跨学科内容遴选、活动流程设计环节均融入了 STEM 与游戏化元素,特别是依据皮亚杰的认识发生论,结合国内外 STEM 教育研究成果,重构了跨学科知识、真实问题解决、高阶思维三层目标结构。该框架强调“设计”与“制作”。学生开展设计与制作时,可随时调用其他 STEM 元素,从而经历知识建构、问题求解与高阶思维的完整过程。该框架还注重融入“游戏”因素,并将其分类,使其与活动环节相对应,在促进学生形成内生动机、体验学习快乐的同时,提升框架的可操作性。

3. 实践结果显示,依据 DMP 框架设计的 STEM 游戏化学习活动,有助于促进学生达成跨学科知识建构、真实问题解决与高阶思维发展等目标。从学生活动效果看,无论是作品产出,还是学习动机和学习活动满意度均达到较高水平。这说明,经过迭代修正的 DMP 设计框架初见成效,达成了预期目标,可供一线 STEM 游戏化学习活动设计与实践参考使用。

(二) 讨论

本研究以提升 STEM 教育的育人成效为目的,致力构建适用于一线教学的 STEM 游戏化学习活动设计框架。研究依据“设计-制作-游戏”学习方法提出本土化的 STEM 游戏化学习活动设计框架——DMP(设计-制作-游戏),所开展的三轮 STEM 游戏化学习迭代实践,都依次经历设计、实施、效果与反思四个环节。实践表明,DMP 框架行之有效,有利于激发学生的学习动机,促进学生高阶能力的培养。

DMP 框架以 STEM 的“设计”与“制作”为基础与游戏化融合,通过开展设计与制作,学生围绕问题解决,建构跨学科知识,经历创新、分解、迭代、选择、生成、验证、建构等高阶思维历程,这与国内外 STEM 教学重设计与创造的视点高度一致。框架命名没有特别强调“创造”,因为设计是一种特殊的创造(安德森,2009),它以一种整合和激励人心的方式,成为教授 STEM 内容的有力手段(赫尼等,2015)。

DMP 框架将游戏元素分类“代入”STEM 学习活动设计流程,并非将游戏化等同于游戏元素,而是遵循“游戏化的关键是利用游戏的基本要素”(韦巴赫等,2014)这一认识,巧妙利用游戏要素,促进 STEM 学习活动“游戏化”。此外,游戏元素与 STEM 学习活动的分类对应意在提升框架的可操作性,引导教师充分吸收游戏要素的精髓设计活动。在活动中,角色、挑战、情感、规则、合作等游戏元素的反复出现,都说明了这些元素是游戏的基础。事实上,利用游戏元素有利于强化学习,点燃激情(卡普,2015)。

本研究也存在局限:尽管 DMP 框架通过了三轮实践的迭代检验与修正,但还有优化空间。而且,本次实践只在小学范围内开展,DMP 框架是否适用于其他学段学生,还需要实践检验。后续研究可扩大范围,拓展实验对象,增加研究对象数量,使 DMP 框架经由实践不断优化,臻于完善。此外,尽管 DMP 框架充分吸收了 STEM 与游戏化的精髓,继承了已有 STEM 教学模式的优点,关注设计、制作、创造等 STEM 目标的培养及游戏化对 STEM 学习的促进作用。但不可否认的是,“设计-制作-游戏”只是 STEM 游戏化学习的模式之一,后续还需要围绕 STEM 目标的达成,从多个视角开展 STEM 游戏化学习模式的深度探索。

[注释]

① Bug 原指因游戏设计缺陷产生的漏洞,此处指在游戏化学习中人为地设置“可控制的 Bug”,为学生提供探索空间、发展其高阶能力的一种策略。

② 这里的 Play 是动词词性,指 Rule-based play,即基于明确规则的“戏”和“玩”。

③ 学习动机诊断测验(MATT)由华东师范大学周步成教授于1991年主持修订,是国内较为成熟的学习动机量表之一。它由成功动机、考试焦虑、自我责任心和要求水准四个分量表组成,适用于小学四年级至高中三年级学生。

[参考文献]

- [1] Akcaoglu, M., & Koehler, M. J. (2014). Cognitive outcomes from the game-design and learning(GDL)after-school program[J]. *Computers & Education*, (6):72-81.
- [2] Altan, E. B., Yamak, H., Kirikkaya, E. B., & Kavak, N. (2018). The use of design-based learning for STEM education and its effectiveness on decision making skills[J]. *Universal Journal of Educational Research*, 6(12):2888-2906.
- [3] Amabile, T. M., Hennessey, B. A., & Grossman, B. S. (1986). Social influences on creativity: The effects of contracted-for reward[J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50(1):14-23.
- [4] 安德森(2009). 布鲁姆教育目标分类学(修订版)[M]. 北京:外语教学与研究出版社.
- [5] 鲍雪莹,赵宇翔(2015). 游戏化学习的研究进展与展望[J]. *电化教育研究*, (8):45-52.
- [6] Bruton, T. D. (2017). STEM Education Policy Statement 2017-2026[EB/OL]. [2020-09-17]. <https://www.education.ie/en/The-Education-System/STEM-Education-Policy/stem-education-policy-statement-2017-2026-.pdf>.
- [7] 陈鹏,田阳,黄荣怀(2019). 基于设计思维的 STEM 教育创新课程研究及启示——以斯坦福大学 d. loft STEM 课程为例[J]. *中国电化教育*, (8):82-90.
- [8] College of Engineering in OHIO University (2020). K-12 STEM lesson plan guide [EB/OL]. [2020-03-20]. <https://onlinemasters.ohio.edu/blog/k-12-stem-lesson-plan-guide/>.
- [9] Connolly, D. (2018). Make them mainstream: Empowering girls with STEM education [EB/OL]. [2018-10-04]. <https://makethemmainstream.com/2018/10/04/stem-learning-objectives/>.
- [10] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. E. (2011). Gamification: Toward a definition[C]. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments. ACM*, (5):9-15.
- [11] Erhel, S., & Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness [J]. *Computers & Education*, (9):156-167.
- [12] 傅骞,刘鹏飞(2016). 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*, (4):71-78.
- [13] 何丽丹,李克东,郑云翔,李毓真,晏彩云,韩阳阳,张咏娇(2019). 面向创造力培养的 STEM 教学模式研究[J]. *开放教育研究*, 25(4):66-74.
- [14] 赫尼,坎特(2015). 设计·制作·游戏:培养下一代 STEM 创新者[M]. 上海:上海科技教育出版社.
- [15] Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Berk, L. E., & Singer, D. G. (2009). A mandate for playful learning in school: Presenting the evidence[M]. New York: Oxford University Press.
- [16] ITEEA (2016). 6E learning by design [EB/OL]. [2020-12-10]. <https://www.iteea.org/STEMCenter/6ELearningbyDeSIGN.aspx>.
- [17] 卡普(2015). 游戏让学习成瘾[M]. 北京:机械工业出版社.

- [18] 李克东,李颖(2019). STEM 教育跨学科学习活动 5EX 设计模型[J]. 电化教育研究,40(4):5-13.
- [19] 李王伟,徐晓东(2018). 综合学习视野下的 STEM 教育:工作坊学习[J]. 基础教育参考,(18):35-38.
- [20] 李学书(2019). STEAM 跨学科课程:整合理念、模式建构及问题反思[J]. 全球教育展望,(10):59-72.
- [21] 李艺,冯友梅(2018). 支持素养教育的“全人发展”教育目标描述模型设计[J]. 电化教育研究,(12):5-12.
- [22] Lynch, M. (2019). 7 Benefits of STEM Education [EB/OL]. [2020-10-16]. <https://www.theedadvocate.org/7-benefits-of-stem-education/>.
- [23] McKenna, J. (2020). Implementing STEM with project-based learning[EB/OL]. [2020-4-22]. <https://blog.vex.com/2020/04/22/implementing-stem-with-project-based-learning/>.
- [24] 乔纳森(2015). 学会解决问题:支持问题解决的学习环境设计手册[M]. 上海:华东师范大学出版社.
- [25] 秦瑾若,傅钢善(2017). STEM 教育:基于真实问题情景的跨学科式教育[J]. 中国电化教育,(4):67-74.
- [26] 秦瑾若,傅钢善(2018). 面向 STEM 教育的设计型学习研究:模式构建与案例分析[J]. 电化教育研究,39(10):83-89 + 103.
- [27] 尚俊杰,萧显胜(2009). 游戏化学习的现在和将来——从 GCCCE2009 看游戏化学习的发展趋势[J]. 远程教育杂志,(5):69-73.
- [28] Vasalou, A., Khaled, R., & Holmes, W. (2017). Digital games-based learning for children with dyslexia: A social constructivist perspective on engagement and learning during group game-play [J]. Computers & Education,(11):175-192.
- [29] Vogel, J. J., & Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis[J]. Journal of Educational Computing Research, 34(3): 229-243.
- [30] 王佑镁,郭静,宛平,赵文竹(2019). 设计思维:促进 STEM 教育与创客教育的深度融合[J]. 电化教育研究,40(3):34-41.
- [31] 韦巴赫,亨特(2014). 游戏化思维:改变未来商业的新力量[M]. 杭州:浙江人民出版社.
- [32] Yakman, G. (2019). STEAM - An educational framework to relate things to each other and reality [EB/OL]. [2019-12-12]. <https://steamedu.com/k12digest/>.
- [33] 杨晓哲,任友群(2015). 数字化时代的 STEM 教育与创客教育[J]. 开放教育研究,21(5):35-40.
- [34] 余胜泉,胡翔(2015). STEM 教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究,21(4):13-22.
- [35] 余胜泉,吴澜(2019). 证据导向的 STEM 教学模式研究[J]. 现代远程教育研究,31(5):20-31.
- [36] 袁磊,王健博乐(2019). 基于学科课程重构的小学 STEAM 课程设计[J]. 现代远程教育,(2):25-32.
- [37] 张华(2000). 课程与教学论[M]. 上海:上海教育出版社.
- [38] 张中伟,张忠影(2016). 我们需要怎样的教育:回归生活世界[J]. 教育理论与实践,36(25):3-7.

(编辑:李学书)

Design Framework for STEM Gamification Learning Activities

YU Ying¹, CHEN Wenwen² & YU Xinghua³

- (1. School of Communication, Qufu Normal University, Rizhao 276826, China;
2. Xingdong Experimental School, Xuzhou 221000, China; 3. Yangting School, Weihai 264200, China)

Abstract: STEM is highly unified with the contemporary education goal of a “well-rounded person” because of its interdisciplinary connection with the real world. It is gradually recognized by frontline teaching. Gamification has many advantages for STEM learning and helps attract students to immerse themselves in STEM learning. Therefore, gamified STEM learning has important value for the development of students. The study first integrated STEM and gamification and proposes the DMP design framework based on the “Design-make-play” learning method; then carried out the DMP framework through three rounds of STEM gamification learning activities. The DMP framework was iteratively tested and revised. It includes three links and seven steps driven by STEM and gamification. Experimental data shows that students are satisfied with STEM gamification learning activities and have achieved the learning objectives by improving interdisciplinary knowledge, problem-solving, and higher-order thinking. DMP can serve as a reference for the design and practice of STEM gamification learning activities.

Key words: STEM; design-make-play; learning activities; design framework