

教育实践

STEAM 教育在精神神经交叉学科临床教学中的应用研究*

李妍 王雪初 李凤娟 周畅 王玥 董恺**

首都医科大学附属北京安定医院 国家精神疾病医学中心 国家精神心理疾病临床医学研究中心
精神疾病诊断与治疗北京市重点实验室, 北京 100088

[摘要] 随着时代的发展, 跨学科交融发展越来越重要, 而培养具备跨学科实践能力的高素质医学人才是我国医疗卫生事业发展的重要目标和需求。作为跨学科课程的典型代表, STEAM 课程具有开放性、主体性、情境性、关联性、发展性, 能够提高医学生的创新能力和实践能力, 促进精神神经医学领域中的交叉融合和创新发展。本研究探讨了 STEAM 教育在精神神经交叉学科临床教学中的应用及在提升医学生综合素质和实践能力方面的作用, 为培养具备跨学科整合能力与临床创新思维的医学人才提供理论依据与实践参考。

[关键词] STEAM 教育; 医学教育; 交叉学科; 临床实践

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2025.04.022

Study on the application of STEAM education in clinical teaching of psychoneurologic interdisciplinary

Li Yan, Wang Xuechu, Li Fengjuan, Zhou Chang, Wang Yue, Dong Kai**

Beijing Anding Hospital, Capital Medical University, National Center for Mental Disorders, National Clinical Research Center for Mental Disorders,
Beijing Key Laboratory of Mental Disorders, Beijing 100088

** Corresponding author: Dong Kai, email: juliet1976@mail.ccmu.edu.cn

[Abstract] With the development of the times, the development of interdisciplinary integration is more and more important, and cultivating high-quality medical talents with interdisciplinary practical ability is an important goal and demand for the development of medical and health services in China. As a typical representative of interdisciplinary courses, STEAM curriculum has openness, subjectivity, situational, relevance, and developmental nature, which can improve the innovation capacity and practical ability of medical students and promote cross-integration and innovative development in the field of psychoneurology. This study discusses the application of STEAM education in clinical teaching of psychoneurologic interdisciplinary disciplines and its role in improving the comprehensive quality and practical ability of medical students, providing a theoretical basis and practical reference for cultivating medical talents with interdisciplinary integration ability and clinical innovative thinking.

[Key words] STEAM education; Medical education; Interdisciplinary; Clinical practice

随着信息技术的进步和信息社会的到来, 为满足新时代高等教育的需求, 医学教育的教学模式和方法正在迅速变革。近年来, 中国在基础教育课程改革方面不断推进, 目标是通过重构课程文化、知识体系和教学方法, 全面提升教育质量, 促进创新人才的快速培养。新时代是学科交融发展的时代, 从基础到临床、从大数据到人工智能, 再到脑机接口, 跨学科创新已被实践证明是促进学科发展的重要途径。精神神经交叉学科, 涉及

神经病学和精神病学等多个领域, 是一个典型的跨学科研究领域。传统的教学内容繁重复杂, 教学形式较单一, 教学方法相对局限, 学生们普遍反映较枯燥、缺乏动力、难以理解且不易掌握, 教学效果也是参差不齐。因此, 探索多学科交叉融合的教育方法已成为中国医学教育的迫切需求。

STEAM 教育是将五大学科即科学 (Science)、技术 (Technology)、工程 (Engineering)、艺术 (Art)、数学 (Maths) 五大学科融合, 以跨学科

收稿日期: 2024-07-25 修回日期: 2024-11-01 录用日期: 2024-11-04

* 首都医科大学教育教学改革研究课题 (2024JY251)

** 通信作者: 董 恺, 电子邮箱 juliet1976@mail.ccmu.edu.cn

性、综合性、开放性、体验式、合作性为主要教育特点,是一种重实践的超学科教育概念,以激发学生好奇心为出发点,有别于传统的单学科、重书本知识的教育方式^[1-2]。作为跨学科课程,STEAM课程具有开放性、主体性、情境性、关联性、发展性,能够提高医学生的创新能力和实践能力,进而促进医学领域中的交叉融合和创新发展^[3]。教育部在《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见(征求意见稿)》中首次提出了发展STEAM教育的探索。通过探索医学生的STEAM教育新模式,将为高校教育的改革带来新的视角和方法,也将有助于我国培养创新型医学复合人才。

1 STEAM教育

1.1 STEAM教育的特征和内涵

STEAM教育采用以情境为依托、任务为导向的探究式教学模式,重视学生持续学习兴趣的培养。该教学方式能够有效促进学生发散思维的发展与创新能力的提升。然而,STEAM教育并非各学科的直接组合,而是从现实问题出发,有效整合不同学科的知识,使其形成一个相互联系的整体^[4]。例如,科学可让人们认识世界规律;工程和技术可改造世界;人文艺术可通过美的形式为世界增添色彩;数学可提供发展应用科学、工程和技术的方法和工具。

STEAM教育的特色包含了整合跨学科资源、广泛地多方参与、在实践中学习以及利用现代信息技术作为主要工具。它强调以问题和需求为导向,通过合作的方式进行探索。核心理念是以学生作为主体、基于问题导向的学习方法、重视沟通和表达的互动模式及以创新成果为导向的学习目标。STEAM的教育目的是以兴趣为驱动,融合多学科知识来帮助学生更好地培养思维能力、提高实践能力并增强解决实际问题的能力。

1.2 STEAM教学模式

STEAM教学模式包括从“Simple任务模仿”到“team任务完成并展示”的五个步骤,见图1。教师临床教学所展示的案例从简到繁,逐渐深入、循序渐进。其中在“Simple任务模仿”中,教师向学生展示简单案例或者技能,并要求学生模仿至熟练掌握;“Ability激发引导”与“team任务完成并展示”中则选择了较为复杂的临床案例或技能。此外,当学生面对有难度的任务时,教师应鼓励他们发挥探索和创新精神,并整合以往的神经病学和精神病学的理论知识和技能来分析和解决患者实际问题,督促其合作并展示“作品”,并在线上或线下进行“成果分享”。每个步骤的教学内容和目标对带教教师而言是促进,对学生则是可充分提高其临床实践的综合能力,以步骤为引导,以结果为导向,将临床教学落到实处,夯实学生临床基础。



图1 STEAM教育模型

Fig. 1 Schematic diagram of the STEAM educational model

1.3 STEAM教育优势

传统医学教学中的本科教育存在较为明显缺点,主要体现在学生的学习方式上,往往侧重于死记硬背,缺乏对知识的深度理解和应用能力。在课堂教学中,医学生更多依赖于对理论知识的背诵;而在临床实践阶段,学生由于缺乏主动性

和对知识的整合能力,往往表现为走马观花,无法将所学的理论与实际操作相结合。这不仅影响了学生的临床实践能力,也导致了他们在面对复杂病例时难以进行有效的分析和决策。此外,传统教学模式强调单一学科的知识传授,忽视了跨学科思维培养,导致学生缺乏综合应用不同学科

知识的能力,无法有效应对临床医学中多学科交叉的问题。

引入STEAM教育能够很好地弥补这些不足,即通过跨学科整合,将科学、技术、工程、艺术和数学融入医学教学,促进学生在学习中积极探索,激发他们的创新意识^[5-7]。此外,STEAM教育也鼓励学生将理论知识与实际相结合,通过项目实践、团队合作等方式,培养他们的临床思维能力和实践技能^[8]。这种教育方式不仅提升了学生学习的积极性,还能帮助他们掌握复杂的跨学科知识,增强其在面对临床问题时的综合分析和创新解决能力,适应当前临床医学教育的改革和发展,从而培养出高素质的跨学科医学人才^[9]。

1.4 STEAM与临床教学实践的契合性分析

STEAM教育和临床教学实践虽然属于不同的教育领域,但在教育理念、教育主体和教学设计方面存在深刻联系。医学院校通过这些联系可推动新医学教育的发展,培养跨学科的复合型创新人才,并促进多元主体的合作共育,推动多学科交叉领域理论和实践的发展。

1.4.1 教育理念层面 STEAM教育与临床教学实践都强调跨学科学习方式,注重综合应用多学科知识,并倡导学生自主创新。STEAM教育通过学科交叉融合,有助于学生更全面客观地掌握医学理论知识,培养学生解决实际临床问题的能力,鼓励学生推动医疗实践创新。首先,项目式学习与问题导向学习是一个重要途径。通过基于真实问题或项目的学习,使学生可以在跨学科背景下解决实际临床或社会问题,如设计新的诊疗方案或医疗设备。不仅提升了学生的理论知识,还帮助他们在实践中发展创新思维。其次,现代科技手段的结合也是一个重要方式。随着人工智能、机器学习、大数据技术的快速发展,医学领域正在发生深刻变革。这些技术的引入,不仅能提高诊断和治疗的效率,还能开发更智能化的医疗工具,例如通过大数据预测疾病趋势或设计个性化治疗方案,进而推动医疗实践的创新。最后,设计思维的引入是增强学生创新能力的重要方案。它是一种以用户为中心、注重解决实际问题的思维方式。在临床教学中,学生可以从患者需求出发,设计出更人性化的医疗产品或服务,从而改善患者的治疗体验。通过这种方式,学生能够从不同角度创新解决方案,突破传统教学局限。综上所述,STEAM教育不仅激发了学生的探索精神,还通过综合运用跨学科知识,提升了他们在面对临床问题时的分析与解决能力,从而推动了从传统医学教育向综合医学教育的转型。此外,这种创新的医学教育方式也有助于培养能够适应“大健康”产业发展趋势的复合型医学人才。

1.4.2 教育主体层面 STEAM教育不仅强调跨学科,还注重多方参与,需整合学校、社会组织、

科研机构及高新技术企业等资源,建立由政府领导、专家指导、第三方参与、学校为主体的创新发展系统,形成“政产学研用”的STEAM教育生态闭环^[10]。在临床教学实践中,培养创新型医学人才需要社会各方协作,不仅要利用学校附属医院的资源,还要整合省内、国内乃至国际的先进资源,推动医教协同、科教与科卫协同发展的新体系^[11]。通过布局产业链和服务链,共同探索培养新医学人才的新模式,开发新的课程资源,组织创新创业竞赛,建立师资检索库等,实现教学资源的共享。同时,设计人才培养评价体系,构建多方合作的教育模式,最终形成一个医教研协同的健康服务体系^[12]。

1.4.3 教学设计层面 STEAM教育提倡以学生为核心的探索性学习,尤其注重构建多学科的知识体系,以培养学生解决复杂临床问题的能力^[13]。因此,临床教学设计应围绕这一理念,系统性地传授交叉学科的理论知识,并通过实践指导帮助学生应用于真实情境中。采用“以问题为导向的学习”模式,学生能通过分析真实案例或模拟案例,结合多学科知识探索解决方案;教师则应设置递进式问题,以提升学生的临床思维 and 创新能力。此外,教学设计应提供丰富的实践机会,如模拟病房和虚拟现实,帮助学生运用新兴技术进行临床决策。同时,通过跨学科团队项目培养学生的协作与沟通能力;通过优化课程结构培养学生解决实际临床问题的能力,从而推动医学教育的改革与创新发展。

2 STEAM教育在精神神经交叉学科临床实践教学中的应用

2.1 构建STEAM+精神神经交叉学科教学课程框架

传统的临床专业教育倾向于将各门课程独立教授,常常忽视了课程之间的内在联系,导致教育内容的封闭性和孤立性,进而陷入内卷化发展困境。这种方式易导致医学教育与实际需求脱节,尤其在精神病学与神经病学这两个学科之间的紧密联系上表现得尤为突出。精神神经学的交叉领域涉及如神经发育障碍、精神分裂症、抑郁与神经疾病的共病机制,以及脑功能与精神症状之间的相互作用等复杂问题。在传统教学中,这些问题往往被割裂为不同的学科知识,而未能形成整体性理解,学生难以全面掌握神经系统与精神状态的相互关系及其在临床中的实际应用。

在STEAM教学中,课程设计突破了这种传统的教学模式,强调课程之间的联系,尤其是在精神与神经交叉领域中体现得更加明显。课程可以分为临床理论课程、拓展课程和临床实践三大模块。临床理论课程包括精神病学和神经病学的必修课程,旨在让学生深入理解神经系统疾病与精神疾病的相互作用。拓展类课程则集中在精神与

神经学交叉领域,探索这些学科如何互相补充,如神经影像技术与大数据在诊断中的应用。教学方式上,STEAM教育结合线上与线下教学,打破传统课堂限制。线上学习资源丰富,支持学生自主学习;线下则通过小组讨论和案例分析,将理论知识转化为实际解决问题的能力。这种立体化教学模式提升了学生的自主学习能力和跨学科思维。

2.2 建设STEAM+精神神经交叉学科教学队伍

在临床教学实践中培养满足新时代要求的医学人才,离不开学科交叉背景的教师队伍。因此,亟需组建一个融合多学科专业背景与高校资源优势的STEAM+精神神经跨学科教学团队,由兼具精神科与神经科专业素养的教师共同协作,协同育人,为新医学教育的高质量发展提供坚实的人才支撑。然而,由于新医学出现时间不长,具备交叉学科背景的师资力量相对有限,目前可以采取“引进与输出相结合”的方式来组建该师资队伍^[14]。同时,通过建立医学教育的网络资源平台,实现其他院校、企业资源、校友资源以及著名理工文科院校的资源共享,吸引更多精神神经交叉领域的专家学者加入。此外,学校应重视教师的培养和发展,根据新时代医学发展的需求,开展不同专题的培训,加大交叉学科师资队伍的建设,制定人才引进的政策,同时鼓励在职教师进行多学科跨专业的继续教育,保证交叉医学教师队伍的持续发展和壮大^[15]。

2.3 构建STEAM+精神神经交叉学习模式

由于STEAM教育的核心在于培养创新型医学人才,它的跨学科、综合性和实践性特征决定了需要政府、医院、企业、科研院所和学校等多方的协作。医学院校要建立这种学习模式,需要构建便捷的智能信息系统,创造多学科交融的学习环境,并培育创新的氛围,提供丰富的网络资源平台。首先,智能化的信息技术系统能够有效链接外部学习资源,提升学习体验,培养能够适应新医学时代的多元人才。例如,智能化信息技术系统可通过搭建线上学习平台,整合国内外最新的医学研究成果、前沿技术、教学资源和课程内容,使学生能够随时随地进行学习。这种平台可以包括虚拟实验室、线上研讨会、数字化教材以及案例库,帮助学生获取实时的知识更新和最新的研究进展。通过整合人工智能、大数据和云计算等技术,平台能够根据学生的学习进度和需求,智能化推荐相关资源、补充材料和个性化的学习路径,从而提高学习效果。其次,多学科交叉融合的学习环境有助于医学生培养识别临床问题的能力,并通过实践来解决这些问题,从而建立新的医学思维模式。最后,资源整合的社会实践平台是检验医学院校新医学人才培养质量的重要标准。因此,构建STEAM+精神神经学习模式是医学

院校培养新医学人才的范例之一。

2.4 STEAM教育应用在精神神经交叉学科教学中的注意事项

2.4.1 避免学生的抵触情绪

由于对新的教学方式和精神神经交叉学科的陌生,使已经习惯传统教学模式的医学生在初次接触STEAM教育模式时产生抵触情绪,严重时会产生焦虑感,进而影响课程的顺利进行。因此在应用STEAM模式的起始阶段,应向学生介绍清楚STEAM的步骤和特点,从简单的病例开始,逐渐过渡到复杂病例,给学生一个适应和熟悉的过程,使学生转变思想,避免产生抵触情绪。

2.4.2 提高教师的课堂引导能力

在进行STEAM模式教学时,教师不仅应有效引导学生理解和适应该教学理念,还要在教学过程中及时发现学生临床思维偏差,及时纠正避免出现错误。因临床实践时间有限,教师需要对精神病学和神经病学知识进行总结归纳,并在具体病例的情景环境下引导学生进行思考,举一反三,建立系统的精神神经交叉的知识体系,提高学生对疾病的理解,建立正确的临床思维模式。

3 STEAM教育的挑战

3.1 提高了对临床教师的要求

STEAM教育理念指导下,将精神神经交叉学科引入实践教学,对临床带教教师提出了较高层次的专业要求,即要求教师必须设计教学过程的各个环节,从患者的精神症状入手,延伸到神经病学的解剖基础,由表及里,由浅入深,运用跨学科学习的理念和方法,创造出学生可能的兴趣点,并在了解学生个体差异的基础上,在整个教学过程中注重保护学生的好奇心和探究精神,强调学生的自我效能感。在学生解决问题的过程中,教师应提供指导、鼓励、检查和反馈,帮助学生充分发挥自己的潜力,激发创造力,并让他们体验到成就感。这将对教师带教能力的极大锻炼和考验,进而可增强教师综合教学素养。

3.2 临床实践教学耗时长

临床实践教学中,医学生课程压力较大,若一概而论全面推行STEAM模式,反而可能增加负担,削弱学习积极性。因此可以分阶段、分模块引入STEAM教学,通过主题项目整合精神病学与神经病学课程,避免内容重复,进而提高学习效率。同时,课程应按优先级划分,允许学生根据进度逐步参与跨学科项目,从而减轻心理压力,增强学习兴趣。针对教师的时间压力,学校可建立跨学科教师团队,分工协作减轻备课负担,并创建统一的教学资源库共享材料。此外,引入线上教学平台可减轻课堂压力,教师可提前录制好基础课程,课堂上注重互动和讨论。现代信息技术如VR和AR可以模拟临床场景,提高学生的实际操作能力,简化作业流程和展示方式,优化教

学效率。通过这些措施,可使教师工作压力减轻,学生学习效率提升,从而实现教学质量的双重提升。

4 总结与讨论

STEAM教育自引入我国以来,为我国教学模式的改革提供了新思路和探索方向,并在基础教育领域产生了积极影响^[16-17]。这是因为STEAM教育理念与新医学在教育理念、主体和教学设计等方面高度契合,共同目标是培养具有跨学科、综合性和创新精神的人才。因此,STEAM教育理念为临床教学实践和交叉学科融合教学提供了有价值的理论基础和实践路径。由于高校在培养创新型和融合型人才方面具有重要作用,因此高校也可成为实施STEAM教育的重要平台^[18-19]。医科学院校应推进临床教学实践与工、理、文等学科及精神神经学科的交叉融合,推动STEAM+精神神经交叉学习模式,从教育理念、课程体系、师资队伍和学习模式等方面进行改进。

目前,STEAM教育在医学院校中只作为一种补充形式,尚未真正融入现有的医学教育体系,未成为医学类院校创新教育体系的一部分^[20-21]。因此,医学院校在培育创新文化和推进STEAM教育方面的主导作用尚未充分发挥。随着时代的发展,跨学科的融合与发展变得愈加重要,而培养具有跨学科实践能力的高素质医学人才已成为当前我国医疗卫生事业发展的目标和需求^[22]。提高医学生的创新能力和跨学科实践能力,不仅有助于增强他们的个人核心竞争力,提高升学率和就业率,而且也能全面提升医学院校的综合育人能力^[23]。这对促进医疗卫生事业发展、适应现代临床医学教育变革、进一步完善我国医师培训体系以及推动医药卫生体制改革具有重要意义。

参考文献

- [1] Sochacka, Nicola W, Guyotte. Learning together: a collaborative autoethnographic exploration of STEAM (STEM + the Arts) education[J]. *J Eng Educ*, 2016(1): 15-42.
- [2] 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, 22(5): 4-10.
Zhao H C, Lu X T. Implementing STEAM education to enhance students' innovative abilities: an interview with renowned American STEAM scholar Georgette Yakman [J]. *Open Educ Res*, 2016, 22(5): 4-10.
- [3] 郑葳. 中国STEAM教育发展报告[M]. 北京: 科学出版社, 2018: 29-34.
Zheng W. Report on the development of STEAM education in China[M]. Beijing: Sci Press, 2018: 29-34.
- [4] 范文翔, 张一春. STEAM教育: 发展、内涵与可能路径[J]. *现代教育技术*, 2018, 28(3): 99-105.
Fan W X, Zhang Y C. STEAM education: development, connotation and possible paths[J]. *Mod Educ Technol*, 2018, 28(3): 99-105.
- [5] 范文翔, 赵瑞斌, 张一春. 美国STEAM教育的发展脉络、特点与主要经验[J]. *比较教育研究*, 2018, 40(6): 17-26.
Fan W X, Zhao R B, Zhang Y C. The development, characteristics and main experience of STEAM education in the United States[J]. *Comp Educ Rev*, 2018, 40(6): 17-26.
- [6] 魏宁. STEAM教育是个什么样子[J]. *中国信息技术教育*, 2013(10): 97-98.
Wei N. What does STEAM education look like[J]. *Chin Inf Technol Educ*, 2013(10): 97-98.
- [7] 阙荣辉, 周丽芳. STEAM教育跨学科思维评价研究—基于化学师范生的实证分析[J]. *化学教育(中英文)*, 2023, 44(6): 59-66.
Que R H, Zhou L F. Research on interdisciplinary thinking evaluation in STEAM education: an empirical study of chemistry teacher candidates [J]. *Chem Educ (Chin. - Engl)*, 2023, 44(6): 59-66.
- [8] 朱立明, 武丽莎, 宋乃庆, 等. STEAM教育理念下的深度学习: 意蕴、价值与表现形式[J]. *教育科学研究*, 2023(1): 73-79.
Zhu L M, Wu L S, Song N Q, et al. The deep learning meaning, value, and expression under the concept of STEAM education [J]. *Educ Sci Res*, 2023(1): 73-79.
- [9] 蒋孝东, 程明亮, 杨黎辉, 等. 构建基于STEAM教学理念的高职人体解剖学智慧课堂[J]. *解剖学研究*, 2023, 45(2): 185-190.
Jiang X D, Cheng M L, Yang L H, et al. Construction of smart classroom for human anatomy in vocational colleges based on STEAM teaching concept [J]. *Anat Res*, 2023, 45(2): 185-190.
- [10] 陈云龙, 吴艳玲, 杨玉春. “政产学研用”协同视角下STEAM教育发展探索[J]. *中国教育学报*, 2019(11): 72-75.
Chen Y L, Wu Y L, Yang Y C. Exploration on STEAM education development from the perspective of “government-industry university-research-application” collaboration [J]. *Chin Educ J*, 2019(11): 72-75.
- [11] 彭树涛. 加快建设“新医学”着力培养卓越医学创新人才[J]. *中国高等教育*, 2020(9): 35-37.
Peng S T. Accelerating the construction of “New Medicine” focusing on cultivating outstanding medical innovation talents [J]. *Chin Higher Educ*, 2020(9): 35-37.
- [12] 韩江波. 创新链与产业链融合研究——基于理论逻辑及其机制设计[J]. *技术经济与管理研究*, 2017(12): 32-36.
Han J B. A study on the integration of innovation chain and industry chain—on the basis of theoretical logic and its mechanism design [J]. *Technol Econ Manage Res*, 2017(12): 32-36.
- [13] 孙晓红, 李沐瑶. STEM教育视域下高校创业教育的模式创新[J]. *继续教育研究*, 2019(3): 53-57.
Sun X H, Li M Y. Model innovation of college enterprise

李妍,等. STEAM教育在精神神经交叉学科临床教学中的应用研究

- education based on the perspective of STEM education [J]. *Cont Educ Res*, 2019(3):53-57.
- [14] 李彤彤. 创客式教学:面向核心素养培养的STEAM课程教学新范式[J]. *中国电化教育*, 2018(9):40-47.
Li T T. Maker teaching: new paradigm of STEAM courses teaching aiming at cultivating key competencies[J]. *Chin Electr Educ*, 2018(9):40-47.
- [15] 刘杨, 李宝琴, 曾雪璐, 等. STEAM教育视域下中医药院校新医科人才培养的思考[J]. *中国医药导报*, 2021, 18(19):80-83.
Liu Y, Li B Q, Zeng X L, et al. Thoughts on talent cultivation of new medicine in traditional Chinese medicine colleges from the perspective of STEAM education[J]. *Chin Med Herald*, 2021, 18(19):80-83.
- [16] Zhang W, Chen J. Policies of STEM education from the perspective of international comparison [J]. *Int J New Dev Educ*, 2023, 5(8):37-43.
- [17] 罗安平. 基于STEAM理念的小学英语学科教学尝试[J]. *甘肃教育研究*, 2024(9):11-13.
Luo A P. An attempt of primary school English teaching based on the STEAM concept [J]. *Gansu Educ Res*, 2024(9):11-13.
- [18] 高晓雨, 蔡映辉. 基于STEAM教育理念的跨学科人才培养探索——以汕头大学淑德(女子)书院为例[J]. *中华女子学院学报*, 2024, 36(4):37-43.
Gao X Y, Cai Y H. Exploration of interdisciplinary talent cultivation based on STEAM education philosophy: a case study of Shude Women's College, Shantou University [J]. *J Chin Women's Univ*, 2024, 36(4):37-43.
- [19] 张会庆, 许亚锋. 基于复杂适应系统理论的STEAM教育产学研研一体化系统:理据 架构 困厄 路径[J]. *数学教育学报*, 2024, 33(2):55-63.
Zhang H Q, Xu Y F. STEAM education industry, education, politics, and research integration system based on complex adaptive system theory: rationale, architecture, difficulties, and path [J]. *J Math Educ*, 2024, 33(2):55-63.
- [20] 杨丽华, 李淑玲, 马春. STEAM教育对住院医师规范化培训的启示[J]. *中国医药科学*, 2021, 11(2):68-70.
Yang L H, Li S L, Ma C. Enlightenment of STEAM education on standardized training of resident physicians [J]. *Chin Med Sci*, 2021, 11(2):68-70.
- [21] 贾竹亭, 毕锋莉, 王佳森, 等. 基于STEAM理念联合PBL教学法在急诊医学教学中的应用研究[J]. *中国继续医学教育*, 2024(2):92-97.
Jia Z T, Bi F L, Wang J S, et al. Research on emergency medicine teaching based on STEAM concept and PBL teaching method [J]. *Chin Cont Med Educ*, 2024(2):92-97.
- [22] 盛泽虎, 宋运娜, 乔增正. 医学生创新创业实践活动影响因素分析[J]. *中国中医药现代远程教育*, 2018, 16(7):38-40.
Sheng Z H, Song Y N, Qiao Z Z. Analysis of influencing factors on medical students' innovation and entrepreneurship practice activities [J]. *Chin Tradit Med Mod Distance Educ*, 2018, 16(7):38-40.
- [23] 李明, 孙莉. 创客教育理念下大学生核心素养培养研究[J]. *中国继续医学教育*, 2020, 12(20):15-16.
Li M, Sun L. Research on cultivating college students' core competencies under the concept of maker education [J]. *Chin ContMed Educ*, 2020, 12(20):15-16.