

人机共创学习的新境界

——人工智能赋能科创教育

吴 忞, 何雨桐

(华东师范大学 教育信息技术学系, 上海 200062)

摘要: 科创教育是培养创新型人才的重要途径, 生成式人工智能的兴起为赋能科创教育的育人模式提供了新的机遇。研究深入剖析智能时代的创造力内涵, 厘清人类创造力和 AI 创造力的区别和关系, 详细阐述包含对话理论、群体创新理论、知识建构理论和建构主义理论的创造性学习理论框架, 构建人工智能赋能科创教育的人机共创学习模式。在该模式下, 项目主题应具备趣味性、开放性、关联性、意义感和价值感的特点, 以兴趣驱动人机共创学习; 创造力学习环境设计应基于 4P 框架, 为学习者打造一个可控且安全的“微世界”; 学习过程应遵循设计思维过程, 包含确定问题和解决问题两个阶段; 学习模式可以参考黑客松模式, 在短期通过团队合作完成特定创造性任务。最后以“数字游戏制作”为案例, 详细分析了该模式在实际应用中具体设计, 以期为构建面向未来的人机共创的学习模式提供新路径。

关键词: 人机协作; 创造性学习; 科创教育; 生成式人工智能

中图分类号: G434 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-8129(2025)04-0014-11

基金项目: 2023 年度全国教育科学规划国家一般项目“数据赋能的教师数字素养培养模式与可视化环境设计研究”(BCA230274), 项目负责人: 吴忞。

作者简介: 吴忞, 教育学博士, 华东师范大学教育信息技术学系教授, 博士生导师; 何雨桐, 华东师范大学教育信息技术学系硕士研究生。

2025 年 4 月, 生成式人工智能 (Generative Artificial Intelligence, 简称 GAI) 企业 OpenAI 发布的 AI 产品更新, 包括 O3 和 O4-mini, 展现出在多模态感知能力、推理能力、文生视频能力和人机协作方式上的新突破。2024 年 9 月, 全球首个智能体文明“希德计划”(Project Sid) 在沙盒游戏《我的世界》(Minecraft) 中诞生, 数千个生成式智能体效仿人类发展的模式, 自发构建起自己的社会文明体系, 包括经济、宗教、文化等, 并在社交互动中展现出不同的人类特质。GAI 日益强大的人机交互能力和具有自组织特性的生成式多智能体系统的出现预示着人机共生的时代即将到来。人类将与人工智能在越来越多的领域展开密切合作、互依共生, 完成各类复杂任务^[1]。

GAI 这种破坏性创新的能力不仅会冲击不同职业, 也将对教育系统产生深远影响, 例如, 其在专业考试中已经展现出非凡的潜力, 以 ChatGPT 为代表的 GAI 在医学^[2-6]、计算机科学^[7-9]、计算机工程^[10]、经济学^[11]等专业领域中的考试表现已经达到甚至超越人类的平均水平。尽管 GAI 在教育领域前景广阔, 但教育者始终应将其作为增强而非替代人类智能的工具。在充分利用 GAI 能力开展教学和学习的同时, 培养学习者人类所独有的创造力、决策制定能力、批判性思维、同理心等元能力至关重要^[12]。然而, 目前基础教育仍然受到应试教育的桎梏^[13], 难以有效培养学生的元能力。因此, 探索智能时代如何在人机协作学习中发展创造力、好奇心和协作能力, 成为当下重要

的研究议题^[14]。

作为布鲁姆认知层次的最高层级,创造力不仅决定了个人能否在智能时代的快速变化中找到价值定位,还是人类在技术变革中确保主体地位的重要保障。因此,教育的目标不应只是简单地教会学习者适应技术的革新,而是应该通过培养具有创造力的新一代人才,主动塑造未来社会的发展方向。《中国教育现代化2035》提出,要“强化实践动手能力、合作能力、创新能力的培养”,推行“启发式、探究式、参与式、合作式等教学方式”来培养创新人才^[15]。党的二十大报告更是指明,教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑,强调“着力造就拔尖创新人才”^[16]。而科创教育作为一种技术密集型的探究式实践活动^[17],高度重视学习者创造力的培养,是培养创新人才的重要途径。受到 STEAM(科学、技术、工程、艺术和数学)教育和创客教育理念的影响,科创教育鼓励学习者在开放、真实的任务情境中,通过实践和探究自主发现问题、创造性解决问题^[18],在过程中激发和培养学习者的的好奇心、想象力和探求欲,以培养具备创新思维与创新能力的智能时代人才。而随着创造力研究的不断深入,目前研究对象已经从认知心理学视角下的个人创造力,拓展到更具有生态效度、真实课堂场景下的团队创造力^{[19]295-326},为重新审视科创教育中的创造力培养提供了新的视角。

然而,当前科创教育存在显著局限性。其教学模式在很大程度上依旧遵循传统的灌输式与接受式单向教学路径^[20];教学目标狭隘地聚焦于项目作品制作,忽视了对学习者思维能力和核心素养的培养^[21];教学评价体系呈现功利化倾向,重视最终成果和成绩,缺乏对学生学习过程的科学综合的评价机制^[22]。这可能导致学生仅掌握浅层次认知技能,难以有效激发学习者的创造潜力,培养其创新思维。GAI 创意激发、反馈即时性和提供个性化指导的特点,能够弥补当前科创教育中教学模式固化、教学目标短视化以及教学评价单一化等方面

的不足。不少研究者已围绕智能时代的人机协同学习的表征形态^[23]、学习形态^[24]、教师角色重构^[25]、特征与过程^[26]展开探讨,但在如何将 GAI 融入科创教育,摆脱传统教育模式的束缚,重塑科创教育育人模式,实现“人机共创学习”,即学习者与生成式智能体通过协作交流生成创造力制品的创造性学习活动,却少有研究开展深入的理论探讨。人机共创学习模式研究旨在面向未来社会和不同领域创造性问题解决的真实场景,是团队创造力研究在人机共生时代面临的新课题^[27],它结合了人机合作和以 AI 为中介的人人合作,将计算机支持的协作学习(Computer Supported Collaborative Learning,简称 CSCL)研究延伸到人工智能支持的协作学习(Artificial Intelligence Supported Collaborative Learning,简称 AISCL)研究,将进一步丰富和深化对于社会—文化—技术视角下的学习机制认识^[28]。因此,本研究拟解析智能时代的创造力内涵,即创造力过程与创造力制品,进而阐明与此二者相关联的创造性学习理论,在此基础上提出人机共创学习模式,并结合案例剖析该模式于实际教学环境中的落地路径,以期构建面向未来的人机共创的学习模式提供新路径。

一、智能时代的创造力

(一) 创造力定义

创造力是对某一问题提出多种创新解决方案的能力^[29]。创造力通常由创造性制品体现,其核心在于两个维度,即新颖性和实用性^[30-31]。新颖代表独特性和原创性,实用则代表解决方案的可行性和适用性。除此之外,哈尔胡林(Kharkhurin)认为除了新颖性和实用性,美观性和真实性也是创造性制品的核心标准^[32]。然而,仅依赖创造性制品的评价标准,忽视了创新过程中所包含的思维方式和认知活动,无法准确评估创造力水平。创造性过程可以分为确定问题和问题解决两个阶段,其中的关键认知能力是设计思维,包括发散思维和收敛思维^[33-34]。设计思维强调以用户为中心,

以及创造性和实践性,其中的发散思维使个体能够探索更多新颖的想法和多种解决方案^{[19]115-139},而收敛思维则会将不同的想法进行筛选、整合。

(二) 创造力框架

自1950年吉尔福德(Guilford)在美国心理学会(American Psychological Association)年会上首次提出创造力概念及其定义以来,学术界从不同角度提出了创造力框架。从一般领域角度看,考夫曼(Kaufman)和贝格托(Beghetto)提出的4C框架包含四个创造力级别^[35]:雏稚创造力(Mini-C)指个体在面对经验、行动和事件时,展现出的新颖且有创意的个人解释;日常创造力(Little-C)是指在日常生活中的各种活动中展现出来的创意;专业创造力(Pro-C)指在某一特定领域中展现的专业的创新能力,通常由那些在该领域拥有深厚知识和经验的人展示;杰出创造力(Big-C)代表天才级的创造力,只有少数人具备,他们用自己的发明或作品改变了所属学科甚至全世界。在科创教育中,创造力的培养可以分为两个阶段:首先是通过更广泛的实践和合作,将雏稚创造力发展为更具价值的日常创造力;接着是培养学习者在特定领域的专业创造力,使他们在该领域内能够产生有意义的创新成果,最终的目标是让学习者成为具有深厚专业知识、创新能力和实践经验的专业人才。

在教育领域,雷斯尼克(Resnick)提出了创造性学习的4P框架^[36],4P即项目(Projects)、兴趣(Passion)、同伴(Peers)、游戏(Play)。项目指学习者应有机会主导并使用GAI工具进行创作,从构思到解决问题都得到GAI的支持;兴趣即从事个人感兴趣的项目能加深学习者的投入感和坚持度,要探索如何利用GAI工具帮助学习者创造出他们认为有意义的项目;同伴指大多数创造性学习通过互动和合作完成,因此GAI工具的设计应促进学习者之间的协作与联系;游戏强调了开放的实验态度、尝试新事物的勇气、探险的精神和突破边界的意愿,鼓励学习者利用GAI技术探索多种可能

性。与传统的个人导向创造力研究不同,4P框架强调创造力不仅是个人的独立成果,更是通过团队合作、共享想法和集体智慧的碰撞来实现的,这与科创教育的教育理念相契合,因为科创教育往往需要学习者在团队中通过协同工作共同完成创新项目,解决复杂的跨学科问题,并在合作中相互启发和完善创意。

(三) 人类创造力和 GAI 创造力

要探讨如何通过人工智能赋能科创教育实现人机共创,就要厘清人类创造力与GAI创造力之间的区别与关系。人类的创新能力根植于生活经历和具身认知,通过整合个体经验形成原创想法,并能引发范式变革。此过程不仅受情感和社会文化因素的影响,还涉及复杂的心智活动,这些活动赋予了人类对世界的深刻理解和独特的视角。GAI的创新则依赖于算法对训练数据的组合与变换,从海量信息中进行综合分析和模式识别,从而建立非预期的联系和新颖的组合。然而,尽管GAI在生成内容的获得性、规模化、个性化、非评价性等方面具有显著优势,但它却缺乏真正的生活经验和意义理解,也不具备元知识、元认识、元认知、元情感、元情境、元社交、自我效能感等复杂的认知和情感能力^[37-38]。在人机共生时代,应重视人类创造力的能动性,将人类创造力与GAI创造力从竞争关系转变为共生共创的关系^[39]。混合智能中,GAI作为思维伙伴,通过生成新颖的组合,增强人类的创新能力,而人类则通过有意识、有目的的引导,使GAI生成有意义的创新内容。为了最大化人机合作的优势,应重视提示工程、角色互补以及“人在回路”(即人类参与监控、反馈和改进)等机制,以实现创新过程中的协同增效。目前开展的人机协同创新设计工作已广泛涵盖多个不同行业,如:游戏设计可以利用GAI创作内容、生成非玩家角色(Non-Player Character,简称NPC)对话、设计游戏故事线、生成代码等;建筑设计流程中传统由人类完成的提炼故事主题、形成抽象想法的步骤将会变成由GAI生成创意灵感。但在教育领域,相比作为GAI使用主体的教

师,更需要关注在人机共生学习过程中的学习者如何利用 GAI 构思问题、启发创意、解决困难、设计方案、促进协作、获得反馈、优化项目等,从而促进其创造力的培养^[40]。

二、创造性学习的理论基础

要探索和构建人机共创学习的新模式,需要学习理论提供对人机共创学习机制的解释和学习设计的规范。遗憾的是,现有的学习理论中并没有直接指向创造性学习的、完整的描述性理论或规范性理论,而本研究试图通过以下四个学习理论(如图 1)来阐明人机共创学习

的不同面向:一是强调多元视角交流的对话理论;二是聚焦社会互动的群体创新理论;三是主张知识创造和持续改进的知识建构理论;四是围绕个体与实在物互动创造的建构主义理论。对话理论和群体创新理论分别强调创造力过程中互动话语和交互行为,而知识建构理论和建构主义理论则突出创造性制品的两种表现形式,即概念制品(知识创新)和实物制品(发明创造)。各理论相互补充,共同为人机共创学习模式的合理性和有效性提供有力的理论支撑。

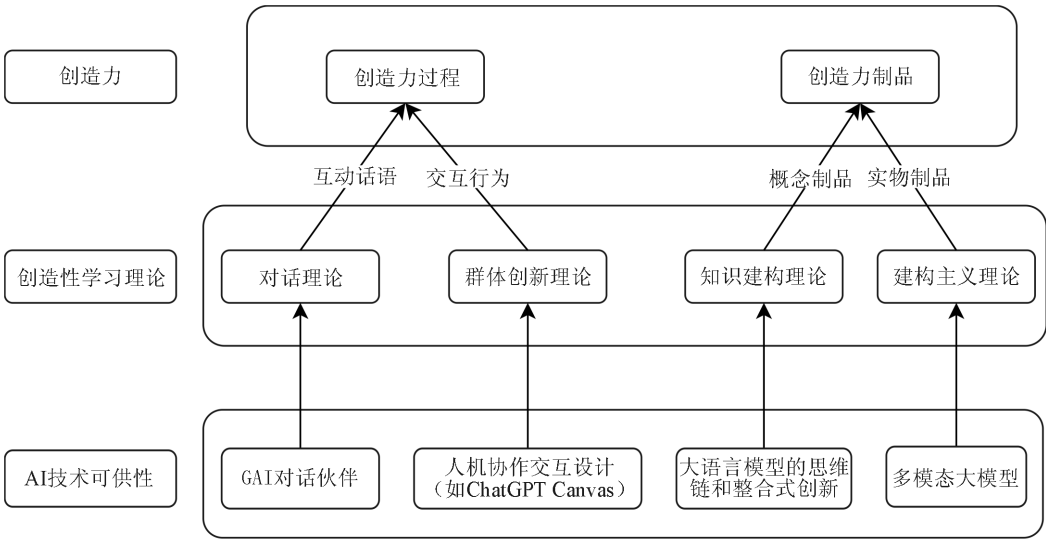


图 1 创造性学习理论框架

(一) 对话理论

对话理论是一种强调通过多元视角的互动交流来促进思维发展、知识建构和创新的学习理论,认为有效的对话能够激发创造力并推动个体和社会的共同进步^[41]。韦格里夫 (Wegerif) 认为创造力来自“对话空间”(Dialogic Space)^[42],即不同“声音”相互作用产生的无限可能和相互激发产生的思维火花。GAI 的加入丰富了“声音”的多样性,共享的“对话空间”使得对话的智能体和人类通过互动与思维碰撞,从个体转变为一个思维整体,从而产生新的想法。在人机对话中,GAI 作为对话伙伴可以扮演多种角色,例如信息提供者、问题解答者或创意启发者,以适应不同的对话需求。而在人人对话的情境中,GAI 则可以充当

促进者和协调者的角色,帮助引导讨论方向,确保每个“声音”都能被听到,并且能够有效地处理冲突和分歧。

(二) 群体创新理论

群体创新理论认为创造力并非个体现象,而是一种根植于社会互动、共同构建和共享认知的群体认知成就^[43-44]。群体创新作为一个意义构建的过程,需要通过指示性引用(Indexical Referencing)、构建群体记忆(Group Remembering)、衔接协作中断(Bridging across Discontinuities),维持一个所有成员都能参与讨论和创造的共享环境,所有成员在其中共同创造和演化知识,逐步形成一致的认知框架。群体互动中的即时交流和反馈可以打破常规思维模式,有助于激发非预期的创新涌现^[45]。

因此,需要设计支持群体互动、促进即时交流与反馈的人机交互方式,确保每个成员能够各司其职,相互解释和共同构建共享知识,实现新的创造力过程和创造力制品^[46-47]。例如,ChatGPT 画布功能(Canvas)提供了实时协作和多模态支持的平台,允许用户和 GAI 共同编辑内容,实现高效协作和共享知识构建。GAI 不仅可以作为团队的引导者和支持者,还可以作为促进者和协调者辅助团队维持共享环境,使得团队成员能够更加高效地协作,进行意义构建并激发创意灵感。

(三) 知识建构理论

知识建构理论强调学习过程不仅是对已有知识的获取,更是一个创造新知识的过程^[48]。该理论主张知识不是固定的“真理”,而是通过与观念的创造性工作而产生的、可以不断改进的产物,学校应该作为知识创造的组织,学习者直接参与到持续的、有创造力的工作中,与其他知识创造组织一样贡献新的想法,并致力于不断改进这些想法。目前课堂上的学习主要基于信念模式,即学习者评估、质疑、接受或拒绝现有知识。这种模式虽然有助于理解和内化既定知识,但学习者主要扮演被动的知识接收者角色,缺乏主动创造新知识的机会。在科创教育中,为了全面培养学习者的创造力和批判性思维,需要引入设计模式,鼓励学习者通过发明、设计、识别有潜力的想法以及寻找更优的方法等手段,促进知识的生产、改进与创新,使学习者能够积极参与到知识创造的过程中。而大语言模型的思维链可以从单个创意扩展为多路径的思维树,最终演化为网络化的思维图,生成新创意^[49]。学习者可以在任一节点进行干预^[50],从而整合人类与 GAI 的优势,推进人机协作,实现高质量协同创新。

(四) 建构主义理论

建构主义理论认为知识不是被动地接受,而是通过个体与环境的互动过程中主动构建的。帕珀特(Pappert)认为创造力是通过与实在物(物理的抑或数字的)互动创造的实践性学习体验中塑造的^[51],这表明在创造力培养

中,实体知识表征方式与抽象概念知识同等重要。在雷兹瓦纳(Rezwana)和马希尔(Maher)提出的共同创造互动框架(Co-Creative Framework for Interaction,简称 COFI)框架中将人机共创环境中的交互分为人机交互和与集体制品交互^[52],人机交互分为人类与 AI 协作方式和交流方式,与集体制品交互指人类和 AI 协作构建和完善一个共同的创意成果。秉持面向对象的创造力发展和“做中学”思想,混合现实环境中多模态的人机互动共创方式无疑将进一步拓展创造力的社会—空间维度^[53]。

三、人机共创学习模式

(一) 项目主题:兴趣驱动的人机共创学习

学习过程可视作兴趣驱动的创新过程,当创造成为习惯时,学习者即成长为具备创造性思维的终身创造者^[54]。为了实现从“引趣”到“入趣”再到“延趣”的连续过程,项目主题的设计必须具备趣味性、开放性、关联性、意义感和价值感的特点。有趣的主题能够激发学习者的好奇心。当学习者对某个主题感到好奇时,就更有可能主动积极地探索相关知识,并深入参与创造过程。当项目主题足够开放时,学习者有了自由探索的空间,可以根据自己的兴趣和背景选择具体的研究方向,GAI 也会根据实际情况提供建议。在设计项目主题时,还应充分考虑具体的情境因素,确保主题与学习者的实际生活和现实世界紧密相连,避免内容过于抽象或与生活脱节,以学习者所熟知的事物切入能够激发其学习兴趣。当学习者认为他们的创造活动是有意义、有价值的时候,他们会更有可能出于内在动机而主动学习并更加投入,而非仅仅追求外部奖励,这种源于学习者自身的兴趣和对知识的渴望的内在动机驱动学习往往更加深入和持久。例如,通过引导学习者提出一个与“气候变化与持续性”或“全球健康”相关的问题,并借助 AI 技术解决该问题,这不仅赋予学习者在大主题下的自主选择权,还与现实世界中的重要议题紧密联系,具有深远的现实意义,这样的项目能够有效激发学习者的学

习兴趣,促使其积极参与创造活动。

(二) 学习环境:基于 4P 框架的创造力环境设计要素

创造性学习 4P 框架为设计创新学习环境提出了四个要素——项目、兴趣、同伴和游戏。项目是学习的载体,是学习者将想法转化为现实的途径。通过不断创建项目,学习能够持续经历创意学习螺旋,这个过程包括想象、创造、玩耍、分享和反思,然后再次想象新的可能性^[36]。在整个项目中,都要确保学习者能够主导使用 GAI 工具,辅助其收集信息、构思问题、提供灵感、解决困难等。兴趣是驱动创造性学习的强大动力,但在创造过程中,学习者不会一直保持愉悦状态,此时便需要志向和价值观的支撑,最初的兴趣逐渐转化为更为坚定的志趣。创造过程中同伴的作用不可忽视,因为大多数思考过程都是与他人联系在一起的。同伴的支持和反馈使得学习者可以从不同的视角看待问题,获得新的灵感,促进集体智慧的形成,因此 GAI 既能作为学习者的同伴与之交流,又能作为支持和促进学习者与人类同伴交流协作的工具。游戏是好奇心、想象力和实验的完美结合,鼓励学习者保持开放的心态,借助 GAI 技术自由探索、尝试新事物、勇于冒险,从而在不断地实验和试错中发现新的可能性。在科创教育中应为学习者打造一个安全、可控且充满创造力的“微世界”,使他们能够逐步实现从“吸收”到“结合”再到“登台”的过程,即吸收新知识、结合已有知识进行创新,并最终将他们的作品展示给他人。当学习者沉浸在项目的创造和制作中时,他们有机会通过实际操作和解决问题来成长为真正的创造型思考者。

(三) 学习过程:设计思维过程在科创教育中的应用

设计思维已超越了单纯的认知过程或思维方式,成为推动一切创新活动的有效工具^[55]。英国设计委员会(British Design Council)提出的“双钻设计模型”(Double Diamond Design Model)(如图 2),将设计思维过程分为确定问题和解决问题两个阶段,每个阶段都要

经历从发散到收敛的动态过程。确定问题阶段,即斯坦福大学设计学院(Stanford University School of Design)提出的设计思维模型里的共情和定义阶段,强调学习者须在深入了解真实情境中的需求和痛点后重新构建具体问题;而解决问题阶段则对应设计思维模型里的构思、原型和测试阶段,要求学习者生成创新解决方案、构建原型并经过迭代测试优化这些方案。在双钻设计模型中,确定问题阶段细分为探索期和定义期:探索期鼓励学习者发散思维,基于问题情境,通过信息收集、需求调研、问题分析、体验走查等方法识别潜在问题或需求,GAI 则可以分析大量文本数据,快速识别用户的痛点和需求,帮助团队发现未被满足的市场需求或潜在机会;定义期则转向收敛思维,基于前期研究和 GAI 的协助,构建问题框架,明确问题范围与目标,精准界定核心问题。解决问题阶段包括开发期和交付期:开发期再次强调发散思维,学习者可以借助 GAI 提供的创意灵感,生成大量多样化的解决方案;交付期则回归收敛,对提出的方案进行整合、筛选和测试,确保其可行性和实施性。确定问题阶段给予学习者主动探索和调研的机会,解决问题阶段使得学习者能够结合自身想法提出创造性解决方案,二者缺一不可。然而,科创教育往往过于关注解决问题阶段,容易忽视确定问题阶段的学习,导致难以培养学习者对世界的好奇心与想象力。因此在科创教育中,应当重视问题确定阶段,让学习者与 GAI 协作,进行完整的调查研究,准确分析和定义问题。

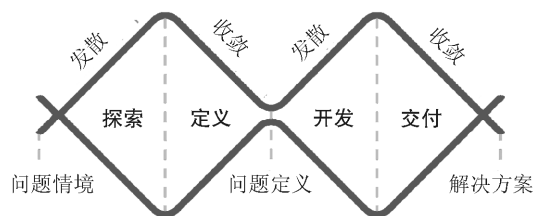


图 2 双钻设计模型

(四) 学习模式:黑客松模式下的人机共创学习

黑客松(Hackathon)模式是指参与者在有限的时间内利用各种数字技术和工具,团队合

作开发特定主题的项目、解决复杂问题或创建创新解决方案^[56-57]。为使学习者更好地理解项目要求,教师应在创造开始前明确介绍评判标准,例如创新性、技术复杂度、设计感和实用性等。在正式开启项目时,即双钻设计模型中的确定问题阶段,需要为学习者留出足够的时间进行头脑风暴,以构建具体问题,确保每个项目都有一个明确且与教师提供的主题相关的问题,并且该问题能够在规定时间内通过创造性的解决方案得以解决。黑客松模式通常是短期高强度的活动,然而过短的时间可能会导致参与者依赖已有的技能,而不是学习新知识^[58]。因此,教师应根据学习目标合理安排时间,同时密切关注各团队的创造进度和推进方向,适当提供反馈和指导。在此过程中,可以引入 GAI 充当引导者、支持者的角色,为学习者提供技术支持、解答疑问、克服困难,引导学习者反思创造过程,鼓励学习者自主探索。最后的评价可以采用多样化的方式,如项目展示、同伴互评和自我反思等,引导学习者对创造过程进行全面复盘,总结收获与不足,并从同伴的反馈中获得新的启发。黑客松为学习者提供了灵活的学习环境和安全的实践平台^[59],不仅能够促进学习者掌握与主题相关的技术技能,还能有效培养学习者的创造力、协作能力和问题解决能力等软技能^[60]。

四、人工智能赋能科创教育的人机共创学习

人机共创学习模式强调以兴趣驱动学习,为学习者打造包含项目、兴趣、同伴和游戏四要素的“微世界”创新学习环境,遵循设计思维过程设计学习流程,并基于黑客松模式展开科创教育。本研究以一个人工智能赋能的科创课程作为典型案例来展示人机共创学习的设计新范式^[61]。这门课程名称叫“数字游戏开发”,要求学生利用谷歌开发的大语言模型“双子座”(Gemini),通过团队协作开发数字游戏。在该课程中,教师的引导、同伴的协作以及 GAI 的支持三者相辅相成,共同构建了一个高

效的人机共创学习系统,有效提高了学生的创造性思维、学习动机和自我效能感。根据构成要素,本研究将人机共创学习的典型案例的主要分析维度定为:项目主题、学习环境、学习过程和学习模式。

(一) 开放性、关联性主题驱动数字游戏开发

项目的任务情境是当前大众健康意识较低,学生需要设计一款数字游戏以提高不同人群的医疗保健意识。该项目主题允许学生根据个人兴趣选择创作的方向,例如游戏类型可以选择模拟类、闯关类、策略类等,目标人群可以是儿童、青少年、成年人与老年人等。这种开放的主题设置让学生能够在实际问题情境中找到自由探索的空间,从而提升学习者的参与感和主动性。同时,健康教育这一主题本身贴近学生的专业和生活,其跨学科的特点使得学生能够将自己的专业知识与游戏开发相结合,根据自己的兴趣和专业特长在游戏玩法设计、剧情设定、人物角色创建等环节找到合适的切入点,开发更为专业的数字游戏,增加创作过程中的创新性与个性化。此外,提升各群体的医疗保健意识是全世界关注的重要议题,课程设计紧扣这一社会问题,不仅赋予了课程深刻的现实意义,也使学生能够意识到自己的创作具有直接的社会影响力,从而增强学生学习的内在驱动力。这种内在驱动力有助于促使学生在创作过程中保持高度的积极性。

(二) 融合 4P 的创新学习环境设计

教师为学生构建了一个安全且充满创造力的“微世界”,融合了项目、兴趣、同伴和游戏四大核心要素。在整个项目过程中,学生有足够的时间利用 GAI 来探索问题、解决困难、设计方案、获得反馈并不断优化项目,GAI 的支持极大地降低了学生项目开发的阻力,而教师则以指导者的身份为学生提供适当的反馈。与 GAI 的合作激发了学生学习兴趣并增强了其内在动机,又因项目本身具有较强的现实意义,价值观的支撑能够帮助学生将最初探索的兴趣逐渐转为更加坚定的志趣。小组合作的模式让学生在共享资源和共同构建中相互学

习,而 GAI 作为学生的合作伙伴,能够为学生提供即时的反馈与建议,进一步促进协作与知识共享。学生通过开发数字游戏来解决健康教育问题,探索游戏设计的不同可能性,并通过不断实验、调整和优化来改进自己的设计,在构建的“微世界”中逐步实现了从“吸收”“结合”到“登台”的过程。

(三) 从确定问题到解决问题的数字游戏开发过程

学习过程遵循设计思维过程,分为确定问题和解决问题两个阶段,涵盖从精确构建问题框架到生成并实现创新设计方案。在确定问题阶段,学生利用 GAI 广泛收集并深入探索多方数据,分析不同人群在健康教育中的需求和难点,以及不同类型的人群对游戏类型的偏好等等,挖掘潜在问题。随着对问题的进一步探索,学生收敛思维,明确问题的具体框架与目标。在精准定义问题后,学生需要与同伴进行多次头脑风暴,在讨论互动中打破思维定式,生成多种可能的创意解决方案。随后,学生需要综合考量游戏的教育性、互动性和可行性等多方面因素,筛选并整合最具潜力的创意方案。在 GAI 的支持下,学生需要不断迭代优化游戏,根据测试结果调整游戏的难度、互动方式、用户界面等各个环节,确保游戏的教育性和可玩性。在整个过程中,GAI 能够整合丰富的资源,提供多样化的灵感来源,同时保留学生作为主体的最终决策权,有效提高学生的创新设计思维和问题解决能力。

(四) 黑客松模式下的数字游戏开发课程

基于黑客松模式,该课程要求学生在规定的时间内通过团队协作创作数字游戏,解决健康教育中的实际问题。项目任务本身具有明确的目标和评估标准,其紧迫性使得学生在课程中必须迅速进入创作状态,并集中资源和精力推动问题解决。在团队协作中,多元视角的互动交流促进知识的共建共享,成员们各展所长、分工明确,既能提高创造效率,又能确保每个成员都能在自己擅长的领域贡献最大价值。为了全面评价学生的创造力发展,除了采用传

统的项目展示和同伴互评对创作成果进行评分外,还可以利用多模态数据和学习分析技术,分析学习者的开放式探究路径^[62]、创意贡献和创新思维水平^[63]等关键指标,对创造性学习过程进行深入评价。例如,利用视频、音频等记录团队协作过程,对学生在创造过程中的话语元素进行编码,并利用认知网络分析等学习分析技术对这些话语元素及其连接进行建模和可视化,分析学生在与 GAI 协同创造的过程中创造力的发展情况。对创造性学习过程进行分析和评估,可以捕捉学习者与 GAI 协同创造的动态过程,从而更加全面地评估学生的创造力水平,为人工智能赋能的科创教育改革和优化提供科学依据。

五、结语

人工智能融入学校教育是教育改革与发展的趋势^[64]。科创教育作为一种以实践为导向、强调创新思维的教育模式,是培养智能时代下创新型人才的重要途径。然而,当前的科创教育在很大程度上仍依赖于传统教育模式,未能充分释放其潜力。为此,本研究基于智能时代的创造力内涵解析,立足对话理论、知识建构理论、建构主义理论和群体创新理论,构建了包含兴趣驱动的学习主题设计、4P 创造力环境设计要素、设计思维过程和黑客松学习模式的 GAI 赋能科创教育的学习模式。人机共创学习是面向未来教育的新图景,未来还需要进一步深化对人机共创学习设计的研究,包括交互设计、支架设计、多智能体设计和创新学习模式设计;在研发创设的人机共创学习环境中深入分析理解人机协作创新学习机制,利用如民族志的扎根研究方法对人机共创学习过程进行建模,揭示从计算机支持的协作学习到人工智能支持的协作学习的动态变化过程;也需要厘清影响人机共创的关键因素及其作用机制,在科创教育等真实学习场景中拓展人机共创学习新境界。

参考文献:

- [1] MAHMUD B, HONG G, FONG B. A study of human-AI

- symbiosis for creative work: recent developments and future directions in deep learning[J]. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications*, 2023, 20(2): 1-21.
- [2] WÓJCIK S, RULKIEWICZ A, PRUSZCZYK P, et al. Reshaping medical education: performance of ChatGPT on a PES medical examination[J]. *Cardiology Journal*, 2024, 31(3): 442-450.
- [3] FOWLER T, PULLEN S, BIRKETT L. Performance of ChatGPT and Bard on the official part 1 FRCOphth practice questions[J]. *British Journal of Ophthalmology*, 2024, 108(10): 1379-1383.
- [4] YU P, FANG C C, LIU X L, et al. Performance of ChatGPT on the Chinese postgraduate examination for clinical medicine: survey study[J]. *JMIR Medical Education*, 2024, 10: e48514.
- [5] SURAPANENI K M, RAJAJAGADEESAN A, GOUDHAMAN L, et al. Evaluating ChatGPT as a self-learning tool in medical biochemistry: a performance assessment in undergraduate medical university examination[J]. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 2024, 52(2): 237-248.
- [6] GOODINGS A J, KAJITANI S, CHHOR A, et al. Assessment of ChatGPT-4 in family medicine board examinations using advanced AI learning and analytical methods: observational study[J]. *JMIR Medical Education*, 2024, 10: e56128.
- [7] MENDONCA N C. Evaluating ChatGPT-4 vision on Brazil's national undergraduate computer science exam[J]. *ACM Transactions on Computing Education*, 2024, 24(3): 1-56.
- [8] RICHARDS M, WAUGH K, SLAYMAKER M, et al. Bob or bot: exploring ChatGPT's answers to university computer science assessment[J]. *ACM Transactions on Computing Education*, 2024, 24(1): 1-32.
- [9] BORDT S, VON LUXBURG U. ChatGPT participates in a computer science exam[DB/OL]. (2023-03-22) [2025-06-16]. <https://arxiv.org/abs/2303.09461>.
- [10] RODRIGUEZ-ECHEVERRIA R, GUTIERREZ J D, CONEJERO J M, et al. Analysis of ChatGPT performance in computer engineering exams[J]. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 2024, 19(1): 71-80.
- [11] GEERLING W, Dirk M G, WOOTEN J, et al. ChatGPT has aced the test of understanding in college economics: now what? [J]. *The American Economist*, 2023, 68(2): 233-245.
- [12] LUCKIN R. Nurturing human intelligence in the age of AI: rethinking education for the future[J]. *Development and Learning in Organizations*, 2025, 39(1): 1-4.
- [13] 柯政, 梁灿. 论应试教育与学生创造力培养之间的关系[J]. *华东师范大学学报(教育科学版)*, 2023(4): 72-82.
- [14] RESNICK M. Generative AI and creative learning: concerns, opportunities, and choices[EB/OL]. (2024-03-27) [2025-05-25]. <https://mit-genai.pubpub.org/pub/gj6eod3e/release/2>.
- [15] 中共中央国务院印发《中国教育现代化 2035》[N]. *人民日报*, 2019-02-24(1).
- [16] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[N]. *人民日报*, 2022-10-26(1).
- [17] 项华, 雷丽媛. 从科学知识传授走向科创教育[J]. *中小学信息技术教育*, 2022(8): 5-6.
- [18] 谭振兴, 项华, 刘佳. 科创教育与学科教育创新[J]. *中小学信息技术教育*, 2022(8): 7-9.
- [19] MUMFORD M D. *Handbook of organizational creativity* [M]. San Diego: Academic Press, 2012.
- [20] 周列, 丁晓东. 青少年科创教育的工程哲学之思[J]. *教育发展研究*, 2024(6): 10-17.
- [21] 于慧强, 符运杰. 推进区域科创教育, 培养科创“新一代”[J]. *中国信息技术教育*, 2024(23): 9-12.
- [22] 向小微, 周建中. 科教融合培养创新人才的实践、问题与建议[J]. *中国教育学刊*, 2022(10): 1-6, 54.
- [23] 艾兴, 赵瑞雪. 人机协同视域下的智能学习: 逻辑起点与表征形态[J]. *远程教育杂志*, 2020(1): 69-75.
- [24] 李海峰, 王伟. 人机学习共生体——论后人工智能教育时代基本学习形态之构建[J]. *远程教育杂志*, 2020(2): 46-55.
- [25] 秦丹, 张立新. 人机协同教学中的教师角色重构[J]. *电化教育研究*, 2020(11): 13-19.
- [26] 何文涛, 路璐, 周跃良, 等. 智能时代人机协同学习的本质特征与一般过程[J]. *中国远程教育*, 2023(3): 12-20.
- [27] GMEINER F, HOLSTEIN K, MARTELARO N. Team learning as a lens for designing human-AI co-creative systems [DB/OL]. (2022-07-06) [2025-06-15]. <https://arxiv.org/abs/2207.02996>.
- [28] WU Z H, JI D W, YU K W, et al. AI creativity and the human-AI co-creation model[C]// *Human-Computer Interaction: Theory, Methods and Tools*. Cham: Springer, 2021: 171-190.
- [29] CARBONELL-CARRERA C, SAORIN J L, MELIAN-DIAZ D, et al. Enhancing creative thinking in STEM with 3D CAD modelling[J]. *Sustainability*, 2019, 11(21): 6036.
- [30] BARRON F. The disposition toward originality[J]. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 1955, 51(3): 478-485.
- [31] RUNCO M A, JAEGER G J. The standard definition of creativity[J]. *Creativity Research Journal*, 2012, 24(1): 92-96.
- [32] KHARKHURIN A V. Creativity. 4in1: four-criterion construct of creativity[J]. *Creativity Research Journal*, 2014, 26(3): 338-352.
- [33] GRAMMENOS D, ANTONA M. Future designers: introdu-

- cing creativity, design thinking & design to children [J]. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2018, 16(2): 16-24.
- [34] GUILFORD J P. Creativity [J]. *American Psychologist*, 1950, 5(9): 444-454.
- [35] KAUFMAN J C, BEGHETTO R A. Beyond big and little: the four C model of creativity [J]. *Review of General Psychology*, 2009, 13(1): 1-12.
- [36] RESNICK M. *Lifelong kindergarten: cultivating creativity through projects, passion, peers, and play* [M]. Cambridge: MIT Press, 2017.
- [37] DEDE C, LIDWELL W. Developing a next-generation model for massive digital learning [J]. *Education Sciences*, 2023, 13(8): 845.
- [38] LUCKIN R. *Machine learning and human intelligence: the future of education for the 21st century* [M]. London: UCL Institute of Education Press, 2018.
- [39] PESCHL M F. Human innovation and the creative agency of the world in the age of generative AI [J]. *Possibility Studies & Society*, 2024, 2(1): 49-76.
- [40] DAI Y, LIU A, LIM C P. Reconceptualizing ChatGPT and generative AI as a student-driven innovation in higher education [J]. *Procedia CIRP*, 2023, 119(4): 84-90.
- [41] WEGERIF R. Towards a dialogic theory of how children learn to think [J]. *Thinking Skills and Creativity*, 2011, 6(3): 179-190.
- [42] WEGERIF R. Dialogue and teaching thinking with technology: opening, expanding and deepening the “inter-face” [M]// *Educational Dialogues*. London: Routledge, 2010: 316-334.
- [43] SARMIENTO J W, STAHL G. Group creativity in interaction: collaborative referencing, remembering, and bridging [J]. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2008, 24(5): 492-504.
- [44] STAHL G. *Group cognition: computer support for building collaborative knowledge* [M]. Penguin: MIT Press, 2006.
- [45] SAWYER R K. *Group creativity: music, theater, collaboration* [M]. New York: Psychology Press, 2014.
- [46] GROSSEN M. Methods for studying collaborative creativity: an original and adventurous blend [J]. *Thinking Skills and Creativity*, 2008, 3(3): 246-249.
- [47] SAWYER R K, HENRIKSEN D. *Explaining creativity: the science of human innovation* [M]. New York: Oxford University Press, 2024.
- [48] BEREITER C, SCARDAMALIA M. Knowledge building and knowledge creation: one concept, two hills to climb [M]// *Knowledge Creation in Education*. Singapore: Springer Singapore, 2014: 35-52.
- [49] BESTA M, MEMEDI F, ZHANG Z, et al. Demystifying chains, trees, and graphs of thoughts [DB/OL]. (2025-02-08) [2025-06-16]. <https://arxiv.org/abs/2401.14295>.
- [50] MIAO J, THONGPRAYOON C, SUPPADUNGSUK S, et al. Chain of thought utilization in large language models and application in nephrology [J]. *Medicina*, 2024, 60(1): 148.
- [51] PAPERT S. Computer-based microworlds as incubators for powerful ideas [M]// TAYLOR R. *The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee*. New York: Teacher's College Press, 1980: 203-210.
- [52] REZWANA J, MAHER M L. Designing creative AI partners with COFI: a framework for modeling interaction in human-AI co-creative systems [J]. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 2023, 30(5): 1-28.
- [53] VASCONCELOS D O. The new socio-spatial dimensions of creativity: theorising creative hybrid-places in the digital age [M]// *Routledge Companion to Creativity and the Built Environment*. New York: Routledge, 2024: 365-375.
- [54] CHAN T W, LOOI C K, CHEN W L, et al. Interest-driven creator theory: towards a theory of learning design for Asia in the twenty-first century [J]. *Journal of Computers in Education*, 2018, 5(4): 435-461.
- [55] TSCHIMMEL K. Design thinking as an effective toolkit for innovation [C]// *Proceedings of the XXIII ISPIM Conference*. Barcelona: ISPIM, 2012: 1-20.
- [56] SCHULTEN C, CHOUNTA I A. How do we learn in and from Hackathons? A systematic literature review [J]. *Education and Information Technologies*, 2024, 29(15): 20103-20134.
- [57] MENDES W, RICHARD A, TILLO T K, et al. Socio-technical constraints and affordances of virtual collaboration-a study of four online hackathons [J]. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 2022, 6(CSCW2): 1-28.
- [58] GAMA K, ALENCAR B, CALEGARIO F, et al. A hackathon methodology for undergraduate course projects [C]// *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. San Jose: IEEE, 2018: 1-9.
- [59] HARDIN C D. “Learning from mistakes is the best thing”: risk and persistence at Hackathons [C]// *Proceedings of the 21st Koli Calling International Conference on Computing Education Research*. New York: Association for Computing Machinery, 2021: 1-10.
- [60] NANDI A, MANDERNACH M. Hackathons as an informal learning platform [C]// *Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education*. New York: Association for Computing Machinery, 2016: 346-351.
- [61] HUANG H. Promoting students’ creative and design thinking with generative AI-supported co-regulated learning [J]. *Edu-*

- cational Technology & Society, 2024, 27(4):487-502.
- [62] REILLY J M, DEDE C. Differences in student trajectories via filtered time series analysis in an immersive virtual world [C]//Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge. New York : Association for Computing Machinery, 2019:130-134.
- [63] IRGENS G A, DABHOLKAR S, BAIN C, et al. Modeling and measuring high school students' computational thinking practices in science[J]. Journal of Science Education and Technology, 2020, 29(1):137-161.
- [64] 赵钱森, 戴祿祿. 数字化时代教师的数字风险及其规避路径[J]. 教师教育学报, 2024(5):40-48.

A New Realm of Human-AI Co-Creative Learning: AI Empowered Science and Innovation Education

WU Bian, HE Yutong

(Department of Educational Information Technology, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Science and innovation education is an important way to cultivate innovative talents. The rise of generative artificial intelligence provides an opportunity for empowering the education model of science and innovation education. This study deeply analyzes the connotation of creativity in the intelligent era, clarifies the differences and relationships between human creativity and AI creativity, and elaborates on a theoretical framework for creative learning, including dialog theory, group creativity theory, knowledge building theory and constructivism, thereby constructing a human-AI symbiosis for creative learning model empowered by AI for science and technology education. Under this model, the project theme should possess characteristics of interest, openness, relevance, sense of meaning, and value, driving interest-based human-AI co-creative learning. The design of the creativity-focused learning environment should be based on the 4P framework (Project, Passion, Peers, Play) to create a controllable and safe “micro-world” for learners. The learning process should follow the design thinking process, encompassing problem identification and problem-solving phases. Additionally, the learning model can refer to the hackathon model, completing specific creative tasks through teamwork in a short time. Finally, the study takes “Digital Game Production” as a case to analyze the practical application of this model in detail, aiming to provide a new path for the future human-AI co-creative learning model.

Key words: human-AI collaboration; creative learning; science and innovation education; generative artificial intelligence

责任编辑 李 玲