

基于结构化知识网络的《细胞生物学》 智慧教学

高丽丽 张淑静 秦洁 庞秋香

山东理工大学, 山东 淄博 255000

摘要: 随着教育数字化转型持续深化, 智慧教育为《细胞生物学》课程的教学革新提供了关键支撑。作为生命科学及生物医药领域的核心基础课程, 《细胞生物学》在夯实学生专业根基、培育科学素养与提升创新能力方面具有不可替代的作用。然而, 该课程内容具有高度微观性、多尺度性与强逻辑关联性, 而传统教学模式普遍存在知识抽象难解、概念间逻辑链断裂、内容碎片化等问题, 致使学生面临理解困难、知识迁移乏力与课堂参与度低等现实挑战。本文立足智慧教育理念, 围绕课程知识图谱构建、动态资源整合、混合式教学模式创新及评价体系重构四个维度, 提出系统性教学改革路径。具体包括: 依托结构化知识图谱构建层次清晰的知识网络, 强化知识点之间的功能耦合与调控层级关系; 整合多元化数字资源, 借助人工智能与大数据技术实现个性化学习支持; 融合BOPPPS与PBL双驱动教学模式, 推动“线上智能辅助-线下深度研讨”协同育人; 建立覆盖课前-课中-课后的全过程、多主体、多维度评价机制。本研究旨在探索可复制、可推广的细胞生物学智慧教育实施范式, 为生命科学类课程的教学现代化提供理论参考与实践依据。

关键词: 智慧教育; 细胞生物学; 结构化知识网络; 评价体系; 混合式教学模式

0 引言

当前, 以人工智能、大数据和云计算为代表的新一代信息技术迅猛发展, 正深刻重塑高等教育生态。智慧教育作为教育数字化转型的核心形态, 已成为推进高校教学高质量发展的战略方向。《细胞生物学》作为生命科学及生物医药类专业的主干基础课, 在本科人才培养体系中承担着构建学科认知框架、训练科学思维方法、激发科研探究意识的重要使命。然而, 受限于其内容的抽象性、微观性与复杂性, 加之传统单向灌输式教学方式难以有效呈现知识间的内在逻辑关联, 课程长期面临“知识碎片化、理解表层化、应用脱节化”的结构性困境, 学生普遍反映“概念难记、机制难懂、联系难建、迁移难行”, 亟需依托结构化知识网络重构教学逻辑, 构建以学生为中心、以能力为导向、以技术为支撑的新型智慧教育体系。

1 构建《细胞生物学》智慧教育体系的必要性

1.1 《细胞生物学》课程的学科地位与育人价值

《细胞生物学》以细胞结构与功能为核心主线, 从分子、亚细胞、细胞整体等多个尺度, 系统阐释细胞增殖、分化、衰老、凋亡、自噬、信号转导、物质运输及能量代谢等基本生命活动规律, 兼具前沿性、系统性、交叉性与实践性特征。作为现代生物学的基石学科, 该课程不仅是生命科学及生物医药领域等专业群的知识枢纽, 更是贯通基础理论与临床转化、科研

创新与产业应用的关键接口。其教学成效直接影响学生后续专业课程的学习质量、科研训练的思维起点以及职业发展的核心竞争力。尤其在“新工科”“新医科”建设背景下, 《细胞生物学》教学更肩负着培养具备跨学科视野、复杂问题求解能力与原始创新潜质的拔尖人才战略任务。

1.2 课程内容的复杂性、微观性及其教学适配困境

《细胞生物学》涵盖大量微观的动态过程(如囊泡运输、细胞骨架组装)与多层次调控网络(如细胞周期检查点、凋亡信号级联), 涉及众多结构功能各异且互作关系复杂的生物大分子(如G蛋白偶联受体、黏着蛋白)与通路模块。它们具有显著的非线性、时序性与空间依赖性特征, 但传统教学常将其简化为静态图示或线性流程, 弱化了知识节点间的因果链与功能耦合关系, 导致学生难以建立系统性认知。此外, 课程内容与日常生活及真实科研场景存在明显距离, 易被感知为“脱离现实的抽象符号”, 削弱了学术价值认同与学习内驱力。同时, 传统课程教学在前沿应用衔接、学生能力培养等方面也存在明显短板, 难以完全适配大学教育重要目标——培养拔尖创新人才。依托结构化知识网络图谱可以将这些知识模块化、可视化, 更加清晰地展现内容间的关系, 显著提升知识表征的系统性与可理解性; 依托智慧教学平台开展多模态教学, 则有助于弥合理论抽象性与认知具象性之间的鸿沟。

1.3 智慧教育体系契合新时代高等教育发展需求

人工智能与大数据技术的成熟应用,为破解个性化学习支持不足、教学反馈滞后、资源供需错配等难题提供了可行路径。近年来,“互联网+教育”与“教育大数据”政策持续推进,混合式教学模式已逐步成为高校课程改革的主流范式^{[1][2]}。2018年《教育信息化2.0行动计划》明确将人工智能定位为驱动教育系统性变革的“内生变量”;2025年九部门联合发布的《关于加快推进教育数字化的意见》进一步强调,须推动知识图谱、能力图谱与教材体系深度融合,构建智能化课程新生态^[3]。已有实践表明,虚拟现实(VR)、三维建模与AI生成式工具可有效增强微观过程的可视化程度与交互沉浸感^[4]。然而,现有尝试多聚焦单一技术应用,尚未形成以结构化知识网络为底层支撑、覆盖“教-学-评-管”全链条的系统性解决方案。智慧教育体系下,知识图谱、问题图谱与能力图谱深度协同发力,为复杂情境中的推理训练与知识迁移应用筑牢支撑^[5];融合学习行为数据的多维分析,更能精准描摹学生认知发展路径,智能动态推荐个性化学习方案,从而有效提升教学效能与育人质量。

2 构建《细胞生物学》智慧教育体系的实施路径与策略

2.1 教师角色的转变与能力提升

在智慧教育体系中,教师的角色需要从传统意义上的知识传递者转变为学生学习的引导者和促进者。这种转变不仅是对教育理念的革新,也是对教师适应信息技术驱动教育新常态提出的更高要求。教师需要在课堂中扮演更为多元的角色,成为学生学习过程中的设计者、支持者和评价者,同时负责引导学生主动探索、提升学习兴趣,并培养科学思维与实践能力。为此,必须加强对教师的信息化教学能力的提升,鼓励教师掌握和应用现代教育技术,如基于智慧教学平台的实时互动功能以及线上线下混合式教学设计。此外,教师还需注重智能化设备操作、虚拟实验平台应用等实践能力的培养,使教师能够灵活运用多种工具与技术,快速适应智慧教育的新环境,从而更好地实现教学质量的全面提升。

2.2 建立覆盖核心知识体系的专业知识图谱,关联跨课程知识点。

依据细胞生命活动的功能逻辑,将课程知识体系解构并重组为四大模块:“认识与操作细胞”“细胞的内外交涉”“细胞的物流系统”“细胞的生命历程”,实现从经验性描述向功能化归类的跃迁。随后,依托教材、经典文献与前沿研究成果,精准提取核心知识点,依据其空

间定位、功能耦合与调控层级等多维关系进行结构化关联,形成“点-线-网”式知识拓扑结构。此外,还要注重跨学科模块的有效整合,串联分子生物学、生物化学与遗传学等关联学科知识节点,构建跨学科知识图谱,通过横向(学科间关系)与纵向(知识体系深度)两个维度推动学生对课程内容的深刻理解和升华,使学生能够在专业学习中形成全面的知识体系,深入掌握细胞生物学的理论与实践,提升知识迁移及综合运用能力,最终将课程学习转化为持续的科学探索动力。例如:以“细胞分化”为核心脉络,通过知识图谱可层级化串联核心知识点:细胞的生命历程→细胞分化→干细胞→特性→自我更新→有丝分裂→细胞周期调控;同时构建跨维度关联路径:干细胞→特性→定向分化→基因选择性表达→基因表达调控→转录因子。在讲解核心内容时,借助该关联图谱,不仅能精准回溯细胞生物学前置基础知识点(细胞周期调控的分子机制),还能无缝衔接分子生物学跨学科知识(基因选择性表达的调控逻辑),更可结合诱导多能干细胞(iPS细胞)主导的再生医学临床案例(如组织修复、疾病模型构建),将分散的理论知识、跨学科内容与前沿应用场景深度融合,实现知识的体系化整合、跨域迁移与实践赋能,助力学生构建“理论-关联-应用”的完整认知链条。

2.3 构建动态学习资料库,实现线上线下资源一体化整合

为实现从静态知识存储到动态认知诊断的转变,筛选适配于知识点的教学资源,将每一项资源与知识点精准匹配,随后依托现有的智慧教学平台如学习通、雨课堂等整合微视频、交互式动画、思政案例库、开放科学数据集与前沿综述文献等多元化数字资源,组建支持个性化学习的弹性知识包。同时,通过挖掘学生的学习行为数据,结合知识网络不断优化与改进教学资源内容,将教学资源动态化。此外,为培养学生高阶思维和跨学科知识迁移能力,系统挖掘与课程知识点高度契合的生活现象、临床病例、公共卫生事件及科研突破(如阿尔茨海默病中的囊泡运输障碍、新冠感染中的ACE2介导的膜融合机制),构建结构化“问题图谱”,使抽象知识获得可感知、可讨论、可验证的情境锚点。通过案例与知识链的关联,引导学生开展深入的分析与推理,培养其综合处理信息的能力,并帮助学生构建多维度的学习评估体系,从而更全面地反映学习效果和知识掌握情况。

2.4 融合多样化教学方式

为了打造“线上智能辅助-线下深度研讨”融合的教学环境,推动知识图谱、问题图谱和思政图谱的动态交互,课程采用BOPPPS+PBL

双教学模式,通过对教学链条中的课前预习、课中研讨、课后巩固的全流程设计,高效调动教师引导与学生自主学习的双向互动,全面激发学生自主学习能力和科学探究精神,达到能力和价值双向提升。BOPPPS教学模式从导入环节激发学生兴趣起,经目标环节明确量化目标、前测环节诊断学情,到参与式学习环节开展互动活动促进知识理解,再由后测环节检验学习效果,最后总结环节总结重点并衔接后续学习。将PBL模式融入至BOPPPS的参与式学习环节,学生经小组合作整合资源分享解决方案,教师将学习目标巧妙融入阶梯式问题中(干细胞的特征是?干细胞定向分化的本质原因是?基因差异性表达的调控机理是?),最后通过反思评估方案、提炼成果,培养了学生的批判性思维、跨学科整合以及实践能力。教学模式涵盖课前精准化学情分析与预习资源推送,课中基于问题驱动的深度学习与思政引领,课后结合线上平台的多维度成效评估和持续优化机制。新型智慧教育模式对学生知识掌握、能力提升及价值塑造具有显著促进作用。

2.5 评价体系改进

传统教学仍以单向讲授为主,辅以浅层问答式互动,缺乏多元协同、任务驱动与反思性对话机制,易导致学生注意力涣散与认知倦怠。为了激发学生学习主动性和潜能,课程改革构建了“三评价四结合”的多元化课程考核评价体系。具体而言,考核覆盖课前、课中、课后三个阶段,采用线上与线下相结合、学生教师相结合(学生自评-学生互评-教师评价),同时兼顾标准化评价与非标准化创新性评价,以及过程性评价与终结性评价的平衡。该评价体系强化了过程掌控与增值评价,关注学生高阶能力的培养,并融入数智化技术助力课程管

理与评价。通过多层次、多维度的评价方式,帮助老师掌握动态学情,帮助学生清晰了解自身的学习发展轨迹,同时推动其主动探索与深度学习能力的提升。课堂中致力于构建“评价牵引-师生共建-同伴互促”的良性课堂循环,强调知识在互动协商中生成、能力在协同实践中提升。例如,实施团队挑战式项目学习,智慧教学平台发布小组学习任务,如“反胃、烧心等发病机制解析与抑酸药物靶点对接”“电影《我不是药神》中靶向药的神秘面纱”“如何帮助庞贝症患者延长寿命”,要求小组借助AI完成资料查找、文献检索、知识点关联,并通过公开汇报与班级评议完成成果输出,系统锤炼科研素养、协作能力与学术表达力,显著提升课堂参与深度与知识内化质量。

3 结语

在数字化教育浪潮下,构建基于结构化知识图谱和智慧教学平台的《细胞生物学》智慧教育体系是适应新时代大学教育发展需求的有力举措。通过强化教师能力、绘制知识图谱、创新教学模式以及构建多元评价体系,不仅能有效解决传统教学中的知识碎片化、抽象性及参与度低等问题,还能够激发学生自主学习的兴趣与能力,培养他们的批判性思维、创新能力和实践素养。同时,本课程体系注重知识传授与价值引领的有机统一,涵养学生科学精神与家国情怀,为生命科学领域的拔尖创新人才培养提供了重要契机。未来,随着人工智能与教育深度融合的不断推进,应进一步探索基于智慧教育的个性化学习模式和多学科协同育人的创新路径,为推动教育现代化与人才全面发展作出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 刘慧,王成武,蔡江东,等.线上线下混合式“金课”建设探索——以应用型高校钢结构课程为例[J].大学教育,2020,(7):73-75.
- [2] 李兵,张云霞,杨明生.“互联网+教育”背景下细胞生物学混合式教学探究——以周口师范学院为例[J].河南教育(高教),2025,(04):92-93.
- [3] 李泉,刘丹青,何金科.生成式AI工具在医学细胞生物学课程教学中的应用潜力与挑战研究[J].信息与电脑,2025,37(01):23-25.
- [4] 张磊.基于新兴技术的细胞生物学课程教学改革探索——虚拟现实、增强现实、3D打印、互联网+的应用[J].山西大同大学学报(自然科学版),2024,40(06):90-94.
- [5] 李小翠,胡启平.细胞生物学知识图谱的建设与实践[J].基础医学教育,2025,27(05):399-403.

作者简介:高丽丽(1987.09—),女,汉族,山西省吕梁市,博士研究生,讲师,研究方向:无脊椎动物组织再生和干细胞调控机制探究。

项目信息:本文系山东省教育厅山东省本科教学改革项目《地方高校“以学生为中心”的教学范式改革探索与实践》(项目编号:Z2022054)的阶段性成果。