

# 数智教育背景下《生物化学》智慧课程混合式教学探索与思考

王琪琳, 黄会明, 刘 冉, 李 攀

聊城大学药学与食品工程学院, 山东 聊城

收稿日期: 2025年12月16日; 录用日期: 2026年1月14日; 发布日期: 2026年1月23日

## 摘 要

随着大数据、人工智能以及虚拟现实等技术在教育中的应用, 教学生态各要素发生了变化, 教学范式也进入数智化时代。数智教育背景下的混合式教学模式也必须发生相应的转变。基于现有混合式教与学的理念和实践, 需要进一步提升教学主体教师和学生的数智力; 基于国家级、省级一流课程等大数据, 结合课程培养目标设计多样态的课程教学资源、教学策略和手段等, 实现多维时空教学主体的数智融合, 发挥学生“学业”和教师“传道解惑”的功能, 促进数智教育背景下学生生物化学专业思维、数智素养和创新能力的提升。

## 关键词

数智教育, 生物化学, 人工智能, 混合式教学

# Exploration and Reflection on Blended Teaching of “Biochemistry” Smart Course under the Background of Digital-Intelligent Education

Qilin Wang, Huiming Huang, Ran Liu, Pan Li

School of Pharmaceutical Sciences and Food Engineering, Liaocheng University, Liaocheng Shandong

Received: December 16, 2025; accepted: January 14, 2026; published: January 23, 2026

## Abstract

With the application of technologies such as big data, artificial intelligence, and virtual reality in

**文章引用:** 王琪琳, 黄会明, 刘冉, 李攀. 数智教育背景下《生物化学》智慧课程混合式教学探索与思考[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 1570-1578. DOI: 10.12677/ae.2026.161213

education, various elements of the teaching ecosystem have undergone changes, and teaching paradigms have entered the era of digital intelligence. The blended teaching model in the context of digital-intelligent education must also undergo corresponding transformations. Building on existing concepts and practices of blended teaching and learning, it is essential to further enhance the digital-intelligent capabilities of both teachers and students as key agents in the teaching process. Leveraging big data from national and provincial first-class courses, diverse teaching resources, strategies, and methods should be designed in alignment with the curriculum's educational objectives. This will facilitate the digital-intelligent integration of teaching subjects across multiple dimensions of time and space, enabling students to excel in their "academic pursuits" and teachers to fulfill their roles of "imparting knowledge and resolving doubts". Ultimately, this approach aims to enhance students' professional thinking in biochemistry, digital intelligence literacy, and innovative abilities within the context of digital-intelligent education.

## Keywords

Digital-Intelligent Education, Biochemistry, Artificial Intelligence, Blended Teaching

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

大数据与人工智能的融合(即数智融合),现代信息技术与教育的融合,产生了数智教育。数智教育是指以大数据与人工智能技术为主要载体,培养学生的数字思维、数字素养与智算技能,能有效解决数智时代问题的数字能力为根本培养目标[1] [2]。数智教育通过大数据、AI 人工智能和多媒体手段,来实现教与学资源的获取、开放共享以及学习的交流协作,培养学生不仅具备专业领域的知识和技能,更需要数字思维、数字素养和运用智算技能创造性解决复杂问题的能力。数智教育不仅提供现代化的智慧教育手段和平台,还可以促进学习者的智慧广泛交流和可持续发展,促进学习者利用信息技术来支持学习和实践。在数智教育背景下,学生可以通过参与学习活动,如讨论、分享、创造等,来贯通线上和线下学习行为。教师则以电子资源为载体进行互动教学,并与智慧云平台连接,实现数据存储、在线备课、辅导等功能,为学生碎片化学习和个性化学习提供强力支持。

生物化学作为与生命科学有关的主干基础课程,在学生后续专业课程学习及研究中起着重要的作用。因此,在大数据、人工智能 AI 与教育不断融合的大背景下,如何结合专业特点和混合式教学模式,利用数智化教学手段进行生物化学混合式教学探索是一个非常值得重视的问题。

## 2. 数智教育背景下《生物化学》教学需求

《生物化学》是生命科学领域的专业基础课,以生物化学作为先修课程的专业课多达十几门。因此,生物化学教学质量对于后续专业课的教学以及应用型创新人才培养具有重要作用。特别是随着互联网信息、大数据以及人工智能 AI 的快速发展,专业课教学不仅要激发学生自主学习和创新应用能力,还要提升学生的数字思维、数字素养以及思辨能力。基于大数据和 AI 人工智能提供的海量信息,如何有效形成目标信息、提高信息处理和批判性运用能力,助力学习成果的获得和有效解决实际问题,授课教师和学生才能更好地面向未来的发展。

另外,《生物化学》课程内容涉及众多的分子结构、理化反应等,面对化学基础比较薄弱或者没有

选科化学的学生,如何激发弱势学生在数智教育背景下的学习兴趣和积极性;面对化学知识基础参差不齐的学情,如何选取合适的教学内容和教学策略开展教学活动,又能遵循数智教育背景下学生个性发展的迫切需要;同时,在教学过程中加强科技伦理教育,有机融入课程思政,进行生物化学课程思政“一体化”建设等,都是新高考改革+数智教育背景下生物化学混合式教学亟待解决的重要问题。因此,在数智教育背景下,生物化学混合式教学设计也正变得越来越重要。

### 3. 数智教育背景下《生物化学》教学改革

在数智教育背景下,基于《生物化学》混合式教学,主要从以下几个方面着手进行改革设计。

#### 3.1. 教学内容

国家级、省级线上和混合式一流课程的建设,给整个高等教育提供了丰富的教、学资源大数据。面对如此丰富的生物化学教学资源,根据授课班级学情和教材进行教学内容的选择、整合及优化非常重要;同时对于学生的自主学习能力以及有效资源信息的选择也是一个挑战,特别是化学基础比较薄弱的学生。生物化学与多种学科联系密切,知识点众多、概念抽象、代谢途径多且复杂。在教学内容设计时,把基础理论知识按照相互之间的内在联系进行重构,然后以重点概念如等电点或者关键物质如丙氨酸、谷氨酸、天冬氨酸、6-磷酸葡萄糖、乙酰辅酶A等作为知识点串联起来形成线,形成“基于问题”的探究式问题,发布在智慧课程平台。学生通过深度学习,在四大模块内容、四大类物质之间形成知识网,搭建知识图谱[3]-[5],学生在知识图谱中根据自己对知识的掌握情况去增强补弱。此外,结合生活和生产实践以及实际应用情况,在智慧课程设计与实验有关的教学模块,强化学生的实践应用和分析能力。

#### 3.2. 教学方式

在数智教育背景下,基于大数据和AI人工智能,学生非常容易获取相关内容知识,但是对知识的内在联系、深度理解以及应用可能存在空白或者不足,这就需要授课教师加以引导、启发。在课前、课中和课后的混合式教学环节中,基于教学内容改革和教学重难点内容,如何设计学生需要“深度思考”的问题非常重要,以便促进学生深度学习并给予解决方案。在数智教育背景下,教师的角色应该从课堂的“授业”进一步转变为向学生“问业”,使得教学生态的主体角色发生相应的转变,为数智教育背景下学生的学习行为和学习结果提供帮助,发挥“传道解惑”功能,才能进一步提升学生的专业能力和数智力。

另外,基于网络智慧教学平台,授课教师结合学校课时安排,需要对教学材料、进度安排、课程通知、学习测试、拓展资料等进行深度建设,而不是课堂的泛泛讲授以及“课前+课中+课后”三段式模式,真正做到“以学为中心”和“以教为督导”。

#### 3.3. 评价体系

教学内容以及教学方式的改革,必须伴随相应教学评价体系的建立,才能够公平、公正、准确评价学生的学生成效。传统的评价体系往往只关注学生的知识掌握程度,忽略了学生的能力培养。在数智教育背景下,基于智慧教育平台,建立多元化、立体化的评价体系,既包括对学生知识掌握程度的评价,也包括能力培养方面的评价[6]。通过过程性、综合性评价等多维方式,全面评价学生的学习效果并进一步反馈教学设计。

### 4. 《生物化学》智慧教学的综合设计

数智教育是指在教学过程中广泛应用数字技术和智能化系统,以提升教学效果和学生学习体验的一种教育模式。在智慧树已经建立《生物化学》智慧课程平台。依托智慧校园数字化平台建设,在课程建

设中利用数智技术,开展教学模式创新,以 OBE 教学理念为指引,充分利用反向设计原则,重新构建课程资源和新问题。把挖掘、提炼和转化的优质教学资源有效地融入到教学中,引入特色课程思政进行一体化内容建设。应用智慧树平台智能数据对学情进行采集与智能分析,对课堂数据深度挖掘,从而实现教师精准的教、学生精准的学,助力教学的高效开展。

基于人工智能 AI+ 教育,在混合式课前课中课后进行综合设计,包括课前异步自主学习、课堂同步交互学习、课后异步提高学习和提升拓展创新思维(图 1)。

**课前异步自主学习:**首先在智慧平台布置学习任务,明确学习重点,上传教学课件、视频图片以及辅助学习资源;讨论区提问。学生根据自身需求通过知识点碎片化学习,梳理内容框架和知识难点。学习任务和讨论区提问,设置过关环节,即在学习任务和讨论区,有效提出问题,才可以继续后面的作业训练和考试测评,并获得相应赋分。收集学生学习数据并进行大数据分析。

**课堂同步交互学习:**增强教师(HI)角色塑造,把控学期课程内容主客观数据。基于课前学习数据,分析学生行为,把控教学活动,如在课堂教师通过答疑、点评、指导解决学生疑难问题;拆分合并重难点教学内容,通过案例式、项目式、讨论式学习任务等,注重师/生交互,生/生交互,乃至师/生/机交互,相互思维启迪,建立共同探讨的学习方式;学生进行小测、抢答、作业互评,检测目标达成情况。

**课后异步提高学习:**建立思维导图,进行主题讨论和实际问题分析,查缺补漏;建立课程专属智能体,基于 DeepSeek 大模型,探索有效的线上学习讨论方式,引导学生学会学习和深度思考。利用 AI 增强学情分析,动态调整教学计划;对学生自动归集错题,生成个性化学习路径。

**提升拓展创新思维:**根据学习数据查找并推送合适的文献,设计适合线上开展的测试内容和方式,进行课程阶段性总结,建立个性化学习方式。

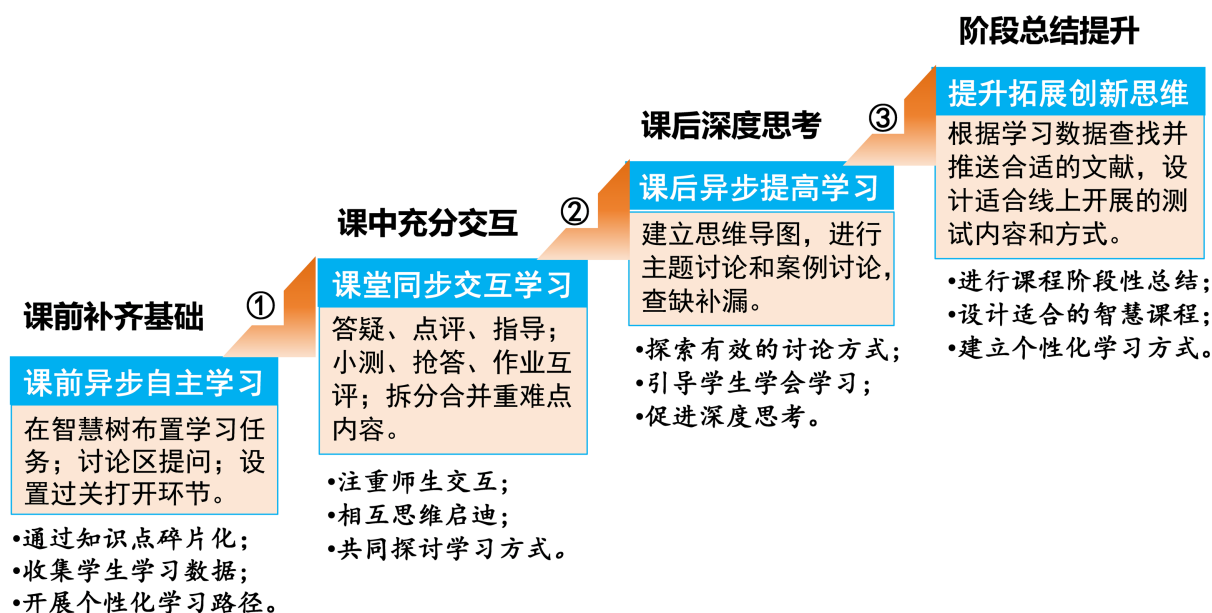


Figure 1. Intelligent instructional design for biochemistry

图 1. 生物化学智慧教学设计

#### 4.1. 生物化学智慧教学设计的实践应用

在核苷酸代谢这一章的内容中,特殊核苷酸的合成与抗代谢物涉及的内容和知识点比较多,并与临床实践结合紧密。基于智慧课程混合式教学:

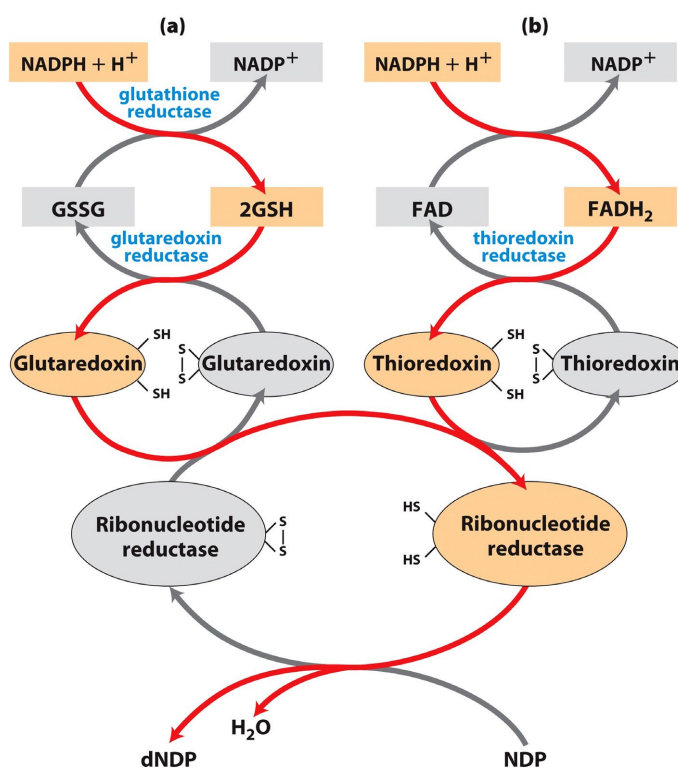
**课前**，布置学习任务：

- (1) 网络查询叶酸抗代谢物的典型代表和实际应用。
- (2) 网络查询 Lesch-Nyhan 综合症的发病机制与症状。

**课中**

(1) 基于四氢叶酸在嘌呤核苷酸从头合成、胸腺嘧啶核苷酸合成中参与携带一碳单位，把不同章节内与四氢叶酸(叶酸)的内容进行整合。比如酶的竞争性抑制、磺胺类药物抑制二氢叶酸合成酶、叶酸抗代谢物氨基(甲)喋呤抑制二氢叶酸还原酶、别嘌呤醇抑制黄嘌呤氧化酶和尿酸的合成，建立知识网络和思政元素模块内容，使知识系统化，帮助学生建立生物化学学习思维；通过叶酸抗代谢物的设计，培养学生的专业创新思维。

(2) 脱氧核苷酸和胸苷酸的合成，都需要 NADPH 提供还原力。二磷酸核苷还原酶催化核苷酸变成脱氧核苷酸，需要硫氧还蛋白(谷氧还蛋白)作为辅助因子提供还原力 H，与戊糖结构上 2'-氧结合。硫氧还蛋白(谷氧还蛋白)自身两个半胱氨酸巯基被氧化，最后由 NADPH 提供氢再被还原。二磷酸核苷还原酶的催化机制如图 2，谷胱甘肽、硫氧还蛋白(谷氧还蛋白)及其还原酶、二磷酸核苷还原酶都涉及半胱氨酸。



Ref. 《Lehinger Principle of biochemistry》。

**Figure 2.** Catalytic mechanism of nucleoside diphosphate reductase

**图 2.** 二磷酸核苷还原酶的催化机制

为了进一步强化理解半胱氨酸的功能，在教学设计中，基于 AI 应用，通过小组 TBL 教学，学生讨论蛋白质结构中半胱氨酸的重要作用。

基于 AI 快速查阅学习讨论，教师与学生进行互动总结(图 3)，学生可以对一学期内有关的重点内容进行有效掌握。深刻理解半胱氨酸参与形成二硫键，参与酶的亲核催化，结合金属离子、参与氧化还原调节、还可以为酰基提供结合位点，如 ACP 酰基载体蛋白、CoA-SH 等。



作用	机制	生物学意义
形成二硫键	两个巯基氧化形成共价二硫键	稳定蛋白质三级和四级结构，增强其稳定性
酶的催化中心	巯基作为亲核试剂或参与氧化还原	直接参与催化反应，是许多酶的核心残基
结合金属离子	硫原子与金属离子配位	形成结构模体（如锌指）或功能中心（如铁硫簇）
氧化还原调节	巯基发生可逆的氧化修饰	作为细胞氧化还原状态的传感器，调控信号通路
提供结合位点	巯基与其他分子共价或非共价结合	介导蛋白质-小分子相互作用，是药物设计的重要靶点

Figure 3. Key roles of cysteine in protein structure  
图 3. 蛋白质结构中半胱氨酸的重要作用

通过该部分内容学习，学生可以深刻认识到，尽管生物化学知识点比较多，善于总结并利用有效的学习工具，可以获得很好的学习效果。但是在利用 AI 工具时，要有批判质疑精神。

(3) Lesch-Nyhan 综合征案例分析(CBL/PBL 教学)。

嘌呤核苷酸的补救合成途径中，次黄嘌呤 - 鸟嘌呤磷酸核糖转移酶(HGPRT)是一种关键酶。如果患者先天性缺乏补救途径中的次黄嘌呤 - 鸟嘌呤磷酸核糖转移酶(HGPRT)，会导致 Lesch-Nyhan 综合征。该遗传性疾病是一种与 X 染色体连锁的隐性遗传代谢病，不但与鸟嘌呤和次黄嘌呤回收途径的障碍有关，还涉及到嘌呤核苷酸的从头合成与调控、尿酸的合成以及痛风的发生及治疗，内容比较复杂，不容易掌握。因此在教学设计中，基于学生数智能力的培养，学生先利用 AI 网络查询 Lesch-Nyhan 综合征的发病机制与症状，课中进行案例讨论分析(图 4)。

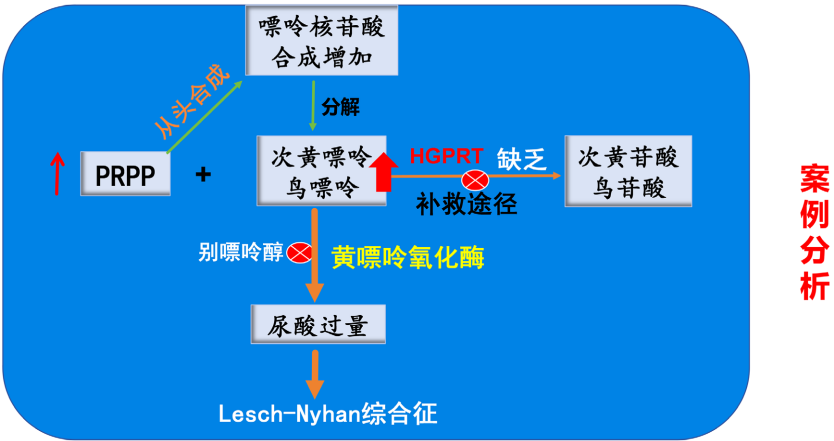


Figure 4. Case analysis of Lesch-Nyhan syndrome  
图 4. Lesch-Nyhan 综合征案例分析

基于课前 AI 网络查询和课中的案例分析，学生深刻理解核苷酸的分解代谢与合成代谢、从头合成与补救途径之间的精密调控。

课后，为了强化所学知识，锻炼学生对基础理论的实际运用，并与其他专业学科的学习打下基础，布置相关的综合分析作业，并上传到生物化学智慧课程(图 5)。学生根据智慧课程的课前学习任务、作业、小练习以及课前、课中和课后的各种小测验，建立自己的个性化学期作业库。

### 作业思考：

1. 为便于筛选经抗原免疫的B细胞和肿瘤细胞的融合细胞，选用次黄嘌呤-鸟嘌呤磷酸核糖转移酶缺陷（HGPRT<sup>-</sup>）的肿瘤细胞和正常B细胞融合后在HAT（次黄嘌呤-氨基蝶呤-胞苷）选择培养基中培养，此时只有融合细胞才能生长和繁殖，请解释选择原理。
2. 上传到智慧课程作业部分
3. 完成线上小练习

Figure 5. Homework assignment on Lesch-Nyhan syndrome case analysis

图 5. Lesch-Nyhan 综合征案例的课后作业布置

## 4.2. 生物化学数智教学改革实践内容

如上所述，在生物化学教学改革中，通过教学内容的整合与重点突出，强化学生解决问题的能力。此外，通过启发式、类比以及案例式等教学方式的探索与实践[5]，提高学生提出创新性问题的能力，基于 AI 共同促进学习成果质量的提升。通过理论联系实际，类比迁移所学知识，强化巩固学习效果。同时，注重模块内、模块间知识点的归纳、总结与关联，使学生能够建立生物化学中“结构与功能”的高度统一性、物质转化与利用的辩证统一与“经济原则”等基本思维观，为整个学科内容的学习建立科学思维观[6] [7]。在生物化学教学改革中，着力进行：

(1) 基于在智慧树翻转课堂作业环节的个性化学期报告作业任务，培养学生提出生化问题的能力，结合学院学校的创新创业，网络检索是否能开展项目研究，提升信息检索和综合分析应用能力。

(2) 学习任务布置探究式问题，培养学生网络信息检索能力，并努力解决课程学习中疑难问题，并拓展课程学习内容。

(3) 结合个人学期报告及教师反馈，提升学生对专业信息的敏感性，并能进行信息捕捉、分析判断，形成有价值的解决问题的方案。

(4) 利用现代教育平台，课程团队之间进行教学教研资源分享、经验交流、督导听课，共同提高。

数智教育与生物化学教学改革的结合，可以帮助教师更好地理解学生的学习情况，实现精准教学。通过数据分析，可以形成学生学情画像，从而让教师能够针对学生的个体差异进行个性化教学设计。同时，数智教育也可以帮助教师将最新的科学研究成果融入教学内容中，使学生能够接触到最前沿的知识。

## 4.3. 生物化学教学数智教育的作用

数智化教学资源的应用是数智教育的重要组成部分。在生物化学教学中，可以通过数字化技术提供丰富的教学、学习资源，国家级、省级一流课程、虚拟仿真生化实验、生物化学实验视频、模拟实验软件等。这些资源不仅能够丰富教学内容，还能够创新教学方式，启迪学生智慧，使课堂更加生动有趣。例如，通过视频或者动画来演示蛋白质的抽象空间结构的形成，呈现难以发现的生物现象。数智化教学资源还能够强化实践与探索能力的培养，通过数字化资源，学生可以参与虚拟实验、模拟实践等活动，提高实践与探索能力。

(1) 课程教学成效的提高

数智化教学资源的使用可以提高教学效率。通过大数据、AI 人工智能等教师可以在网络教学平台进

行课件制作和教学管理。同时,数字化资源的智能化特点,还可以帮助教师进行教学辅助和学生个性化指导,便于集中管理。这样不仅能够让教师有更多的时间和精力专注于教学设计和学生指导,也能够让学生在更加高效智慧的教学环境中学习和成长,《生物化学》智慧课程平台提供了坚实的平台。

### (2) 个性化教学的实现

根据学生的不同需求和水平,数智教育能够逐渐实现个性化教学。教师可以根据学生的学习情况,选择合适的数字化资源进行辅助教学,从而满足学生的不同需求,对学生学习效果进行跟踪反馈,提高教学效果。学生不再受到时间和空间的限制,能够随时随地学习生化知识。数智教育可以帮助教师记录学生的学习过程,进行实时监控和评估,为个性化辅导提供更多的数据支持。

### (3) 教师“数智力”的提升

在数智化教学中,提升教师的“数智力”是实现数智教育的关键。教师需要具备一定的技术应用能力,才能充分利用数字化资源进行教学和学习,提高课程教学效率。教师的“数智力”主要包括合理有效及批判性地处理、分析和应用多模态数据的能力,科学、创新地且符合伦理地融合使用人工智能(AI)技术的能力。通过提升教师的“数智力”,可以更好地推动生物化学数智教育的发展,提高教学质量和达成教学成效,为因材施教、学生人尽其才的智慧教育奠定基础。

总的来说,数智教育在生物化学教学中的应用可以提供丰富的教学、学习资源,实现学生的个性化教学和跨时空教学;但是需要不断提升教师 and 学生的“数智力”,才能更好地匹配数智化教学中教和学的“双向奔赴”和提升,更好地适应数字化、智能化时代的学习、工作和生活所需的能力。

## 5. 数字教育背景下教师数字赋能的思考

在数智化时代,人工智能、大数据以及虚拟现实等技术,可将真实课堂环境与虚拟数字环境进行有效融合,帮助教师获得理想的课堂效果和教学成效。但是,这一效果的实现,需以教师的技术胜任力为基础,无法仅靠外在的技术支撑来实现。因此,教师在数智化环境中需要不断地进行自我学习调节,对不同教学学情、学习证据进行分析,创新性提出问题并解决问题等。因此,给数智化教育赋予“新”能力变得非常重要。

在数智化教育背景下,数智技术可以辅助教师对教学内容进行解构,比如根据课程标准与教材挖掘出教学的重难点、生成教学目标等;利用多样化的线上资源与手段帮助教师整合教学内容;诠释资源所承载的必备知识、思维方式与价值观念等。帮助教师对教、学进行多元交互评价,进而形成人工智能对话系统等数智化技术产物。教师可通过数智技术辅助超越传统课堂的时空限制的教与学,丰富教、学材料以及优化教学资源等呈现方式。学生则可以利用技术进行间接性学习;也根据个性化需求获取大量学习资源。目前,数智化教育已能够依据学生个性化需求,为教师教学提供丰富教学材料和海量数据支持。

但是,在教学实践中,由于数智技术的快速发展,也存在对数字技术与产品本身功能与效果的质疑。比如,在教学设计中,人工智能作为新兴事物进入课堂是否会导致学生注意力分散;学生是否沉迷于电子产品营造的虚幻中,影响学习效果,使得学生获取的知识碎片化而不系统;数智技术因不具备传统教师的感染力与情感投入,是否会导致学生缺少情感激励、德育浸润等育人功效。因而会产生对新技术的抵触或者过度依赖,因而在教学中达不到有效利用而赋予“新”能力的成长。

另外,就教师本身而言,大数据和 AI 人工智能源源不断涌现的新技术、新平台,可以为教师提供过载的资源与信息。但是在目前技术条件下,数智教育提供的信息或者资源缺乏基于教学内容的精炼与筛选,提供资源的知识准确性与教学匹配性等方面也存在问题。基于上述问题,教师需要从各种类型的技术信息中,整合贴近自身教学风格、符合学生认知水平、适合课程内容特征以及培养目标的资源或者组合,给有限的教学学时以及教学科研双重任务的教师增添了业务负担和技术负担。在现实生活中,技术



的更新与迭代速度远快于人的发展,引发了人与技术之间的脱节和隔阂。但是又基于教学需要,担心自己无法跟上技术更新速度和落后于学生,难以实现职业发展与追求,教师还必须面对并处理海量技术信息,需要不断学习和更新知识。

在数智化时代,教师面临着前所未有的挑战。如何把握教育数智化转型的机遇,如何增强技术“新”胜任力并谋求新的职业发展,并找寻数智教育时代教师技术适应新路径与新方法,提升技术伦理素养,是目前教师以及教师队伍建设的重点[8][9]。

## 6. 总结

教学有法,教无定法。不同时代和不同教育模式下,教学有法体现了不同专业学科的教学有一定的教学规律可循;而教无定法则表示不同的教师基于当前的实际情境和学情,在开展教育教学活动中进行灵活的实施,体现教师的教学个性。在当前浩瀚的学习资源背景下以及智慧化的多样化的技术工具加持下,混合式教学设计具有较大的灵活性和自由度,可以更好地培养学生个性发展,个性化教学将会成为未来重要的教学方式。

基于大数据和 AI 智能的网络教学、学习与课堂教学是相对独立的教学空间,所以“以学生为中心”所开展的个性化以及教学成效评价,不仅要分析教学的共性表现,还要关注教师的个性化教学行为,真正实现数智化教育时代个性的培养特点,发挥生物化学混合式教学中教与学主体的最大价值。在数智教育背景下,学与教的时空场域都得到拓展,非正式学习和正式学习模式成为主流学习方式,伴随而来的线上教学与线下课堂混合式教学,乃至智慧课程的设计与融合,可能使得学生的个性化学习和教师的个性化教学得以体现,真正实现因材施教。

## 基金项目

2024 年聊城大学课程思政示范课程建设项目《生物化学》;2025 年聊城大学智慧课程培育课程《生物化学》;2025 年度聊城大学研究生教改项目:AI 技术赋能的研究生《高级生物化学》“两教一学”教学探索与实践;2026 年聊城大学“五位一体”课程建设项目《生物化学》;山东省混合式一流课程《生物化学》。

## 参考文献

- [1] 陈永堂,艾兴.数智化教学生态的内涵、特征与实践要求[J].学术探索,2024(7):148-156.
- [2] 赵磊磊,赢萍丽,付天祯.数智化时代教师技术焦虑的现象学观照[J].教育研究与实验,2024(2):102-113.
- [3] 王琪琳,陈路.三种酮酸与四大类物质代谢的关系[J].生命的化学,2019,39(3):616-622.
- [4] 王琪琳,冀芦沙.基于丙氨酸的蛋白质氨基酸结构的教学方法[J].生命的化学,2017,37(4):645-650.
- [5] 王琪琳,王圣惠,黄会明,等.类比法在生物化学的分子结构教学中的应用[J].生命的化学,2024,44(6):1117-1124.
- [6] 范丽娟,佟辉.创新混合式教学在生物化学重组 DNA 技术(基因工程)教学中的应用[J].生命的化学,2023,43(11):1796-1803.
- [7] 王琪琳.小议生物化学混合式金课之教学方法[J].生命的化学,2020,40(5):794-798.
- [8] 卞立红,张琦,宁德利,等.基于 OBE 理念的应用型大学生物化学课程混合式教学探索与实践[J].黑龙江农业科学,2023(3):98-103.
- [9] 史影,章骥,史锋,等.生物化学实验线上线下混合式教学建设与实践[J].生物工程学报,2023,39(3):1260-1268.