

AI-powered Inquiry-Based Learning in Junior High School Biology: A Case Study of the ‘Heritage and Variation’ Unit

Qiuling Zhai

Jingshi Experimental School, Yancheng City, Yancheng, Jiangsu, 224000, China

Abstract

This paper explores the deep integration of artificial intelligence (AI) technology with the “Genetics and Variation” unit in junior high school biology education. Addressing challenges in traditional teaching such as conceptual confusion, limited hands-on experimentation, lack of personalized guidance, and monolithic assessment frameworks, the study analyzes the abstract nature of biological concepts, students’ concrete thinking patterns, experimental simulations, and foundational knowledge connections. Grounded in constructivist learning theory and situated cognition theory while aligning with biology curriculum standards, the paper systematically demonstrates AI’s application value in genetics education. It presents a comprehensive teaching case design encompassing contextual introduction, virtual simulations, conceptual development, practical applications, and multidimensional evaluation. Through examining real-world implementation challenges and strategic responses, the research provides actionable reference models for intelligent teaching reforms in junior high school biology education.

Keywords

artificial intelligence; junior high school biology; heredity and variation; teaching strategies

AI 赋能初中生物探究性学习——以“遗传与变异”单元为例

翟秋玲

盐城市京师实验学校, 中国·江苏盐城 224000

摘要

本文聚焦人工智能技术与初中生物“遗传与变异”单元的深度融合, 针对该单元概念抽象、学生具象思维为主、实验以观察模拟为主、知识体系侧重基础关联的特点, 破解传统教学中概念理解混淆、实验体验不足、个性化指导缺失、评价维度单一的困境。文章基于建构主义学习理论、情境认知理论, 结合初中生物课标要求, 系统阐述 AI 技术在初中遗传与变异教学中的应用价值, 设计涵盖情境导入、虚拟模拟、概念建构、基础应用与多维评价的完整教学案例, 并反思技术应用中的现实挑战与应对策略, 为初中生物智能教学改革提供可操作的内部交流参考范式。

关键词

人工智能; 初中生物; 遗传与变异; 教学策略

1 引言：时代背景、教学困境与 AI 赋能机遇探索

人工智能、大数据、虚拟现实等新一代信息技术正推动教育数字化转型,《义务教育生物学课程标准(2022年版)》明确要求聚焦核心素养培养, 引导学生通过直观感知、简单探究理解生命规律, 提升科学思维与实践能力。

初中生物“遗传与变异”是生命科学的基础内容, 涵盖生物的遗传现象、DNA 是主要遗传物质、基因控制性状、相对性状、生物变异的类型及应用等基础知识点。该单元教学面临三大核心困境：一是概念抽象且关联紧密, 染色体、

DNA、基因的层级关系、基因控制性状的简单原理等内容超出学生直观认知, 易形成理解误区；二是探究实验受限, 性状遗传的观察周期长、自然变异现象难捕捉, 性别决定、基因传递等过程无法直接观察, 传统实验多为验证性观察, 缺乏探究空间；三是评价方式固化, 传统纸笔测验侧重知识记忆, 难以全面评估学生的观察分析能力、简单实验设计能力与基础知识应用素养。

人工智能技术为破解这些困境提供了全新路径。AI 赋能初中生物教学并非简单的技术叠加, 而是通过搭建直观化学习环境、简化探究流程、创新互动形式, 适配初中学生的认知特点。虚拟现实/增强现实技术可构建可视化的微观场景, 让染色体、DNA 与基因的关系直观可感；智能教学系统能通过分析学生学习数据, 精准匹配初中阶段的认知节奏与基础重难点；AI 支撑的过程性评价可追踪简单探究全过

【作者简介】翟秋玲(1988-), 女, 中国江苏盐城人, 硕士, 中学一级教师, 从事水产养殖(动物营养方向)研究。

程,为个性化教学提供数据支撑。

本研究以初中“遗传与变异”单元为载体,探索AI技术与探究性学习的深度融合路径,设计贴合初中教学实际的教学方案,助力学生深化基础知识点理解、提升简单探究能力,为初中生物核心素养导向的教学改革提供内部交流的实践参考。

2 AI 赋能探究性学习的理论基础与核心价值

2.1 理论基础

AI 赋能初中生物探究性学习以建构主义学习理论、情境学习理论为核心支撑。

建构主义学习理论强调知识的主动建构,初中学生具象思维占优、自主探究能力处于基础阶段, AI 技术可作为基础“认知工具”与“支架”,提供通俗化的初中生物知识库(如常见性状遗传案例库、简单变异实例库)、简易数据处理工具(如性状遗传概率模拟计算器、观察数据统计表格)与基础引导模块(如探究思路简化提示、基础易错点辨析),支持学生开展简单深度探究。例如在性状遗传规律探究中, AI 无需直接给出结论,而是辅助学生模拟基因传递过程,引导其自主发现亲代与子代性状的关联,强化知识建构的深刻性。

情境学习理论认为知识的意义存在于具体应用情境中。初中“遗传与变异”单元与生活联系紧密, AI 技术可创设生活化的应用情境,如让学生化身“家庭性状调查员”,通过虚拟工具记录分析亲子间的相对性状;或模拟简单的作物性状改良场景,运用遗传知识选择合适亲本。这种沉浸式情境能让学生感受到知识的实用价值,激发学习动机,提升基础知识迁移能力。

2.2 核心价值

深化知识体系建构:初中遗传与变异知识以基础关联为主, AI 的可视化功能可将染色体、DNA、基因的层级关系、基因控制性状的简单过程等抽象内容具象化,帮助学生构建清晰的基础知识网络,破解概念混淆的难题。

提升基础探究能力: AI 可替代复杂的观察与数据整理过程,如长期性状观察、大规模数据统计等,让学生将精力集中于简单实验设计、现象观察、基础数据分析、结论总结等高阶思维活动,契合初中探究性学习的基础要求。

实现精准个性化教学:初中学生的认知水平、学习节奏差异显著, AI 通过分析学习数据,精准定位学生在基因与性状关系、变异类型判断、简单遗传现象解释等方面的痛点,提供基础巩固练习、通俗化答疑与针对性指导,助力每位学生达成初中阶段的学习目标。

3 “遗传与变异”单元教学现状剖析及 AI 整合切入点探究

3.1 初中教学现状痛点

知识层面:核心概念以基础关联为主,如遗传物质与性状的对应关系、变异类型与生活实例的关联,学生易陷入碎片化理解,难以形成系统性认知。

教学过程:仍以“教师讲授+验证性观察实验”为主,学生自主探究空间有限,难以深入理解遗传现象的本质;性别决定、基因传递等抽象过程缺乏直观体验,学生理解停留在理论记忆层面。

教学评价:以基础知识点记忆类考查为主,对观察记录的完整性、简单实验设计的合理性、基础知识应用的灵活性等核心素养的评价缺乏有效手段。

3.2 AI 技术整合切入点

化解概念抽象性:利用AR技术构建简易三维立体模型,直观展示DNA双螺旋结构、染色体与基因的位置关系、基因控制性状的简单流程,帮助学生厘清概念间的基础层级关系。

突破实验限制:搭建简易虚拟仿真实验室,支持人体常见相对性状调查、性别决定模拟、基因传递模拟、简单变异现象观察等探究活动,可灵活调整模拟条件、缩短观察周期,实时反馈模拟结果。

优化个性化学习:自适应学习平台根据学生知识掌握情况,动态调整学习内容,基础层聚焦染色体、DNA、基因的基础关系与遗传变异基本概念,进阶层侧重简单遗传现象解释与变异类型判断,拓展层引入航天育种、杂交育种的简单应用案例。

革新评价体系: AI 全程记录学生的虚拟实验操作步骤、观察记录完整性、练习完成情况等数据,从知识掌握、基础探究能力、思维品质、合作意识等维度生成个性化评价报告,为教学优化提供依据。

4 AI 赋能“遗传与变异”单元探究性学习的系统化案例设计

以初中“基因控制生物性状”为核心知识点,设计系统化探究性学习活动。

4.1 学习目标

知识与技能:理解DNA是主要的遗传物质,明确染色体、DNA与基因的基础关系,掌握相对性状的概念,能解释简单的遗传现象,了解遗传变异在生产生活中的基础应用。

过程与方法:经历“提出问题—设计方案—虚拟模拟—观察分析—得出结论—基础应用”的完整基础科学探究流程,提升简单实验设计、观察分析与知识迁移能力。

情感态度价值观:体会遗传变异知识在生活和农业生产中的实用价值,关注生物技术的基础应用,培养科学严谨的态度与社会责任意识。

4.2 活动准备

教师提前搭建AI虚拟生物实验平台(含性状遗传模拟模块、基因传递模拟模块)、AR基础模型库(DNA结构、染色体与基因关系模型)与自适应学习系统;学生需掌握生物的基本特征、细胞结构等前置知识,熟悉平板电脑、简易VR设备的操作方法。

4.3 活动流程

情境导入、问题生成: AI 平台播放“亲子间的相似与差异”短视频(如双眼皮、酒窝的遗传现象),智能助手提问:

“为什么子女会和父母有相似的性状？这些性状是通过什么传递的？”学生在讨论区交流初步思路，明确探究方向。

虚拟模拟与观察分析：学生进入虚拟实验室，自主选择“人体相对性状遗传”“基因传递模拟”两组任务。在相对性状遗传任务中，选择亲本的性状（如双眼皮/单眼皮），AI实时模拟子代的性状表现；在基因传递任务中，通过动画直观观察基因随配子从亲代传给子代的过程。AI助手针对性提示：“子代的性状与亲代有什么关联？基因在传递过程中发生了怎样的变化？”引导学生深入分析。

概念建构、规律总结：学生分组利用协同概念图工具，整合虚拟模拟观察结果与已有知识，构建“染色体—DNA—基因—性状”的基础知识网络。教师结合AI生成的班级易错点分析（如基因与DNA的关系混淆），引导学生完善概念图，明确基因控制生物性状的基本原理。

知识迁移、生活应用：AI系统根据学生探究表现推荐分层任务，基础任务为“调查家庭常见相对性状并解释遗传现象”，进阶任务为“判断生活中常见变异现象的类型”，拓展任务为“简述航天育种的基本原理与意义”。学生可通过虚拟平台验证自己的分析结果，强化知识应用。

多维度学习评价：AI系统整合虚拟实验操作数据、概念图完整性、任务完成质量等信息，从知识掌握、基础探究能力、合作精神、创新思维四个维度生成个人学习报告；教师结合课堂观察，给予针对性反馈与改进建议。

4.4 案例设计评析

本案例紧扣初中“遗传与变异”单元的教学重点与学生认知特点，AI技术深度融入探究全过程。通过生活化情境创设、简易虚拟模拟、个性化任务推送与多维评价，将基础知识学习、能力培养与素养提升有机结合，既破解了传统教学中实验体验不足、个性化指导缺失的问题，又贴合初中教材的内容体系。该设计模式可迁移至“生物的变异”“遗传变异在生产中的应用”等其他知识点，为初中生物抽象内容的教学提供内部交流参考。

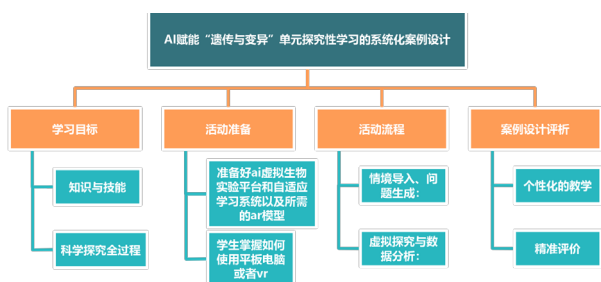


图1 AI赋能“遗传与变异”

5 AI赋能教学的现实挑战、伦理问题与未来方向

5.1 现实挑战与伦理问题

资源均衡性问题：优质AI教学软硬件的开发与维护成本较高，部分农村初中难以配备，可能加剧教育资源差距。

教师能力适配问题：AI与初中生物教学的深度融合，

要求教师具备基础的跨学科知识（学科教学+信息技术），并转变为学习引导者、数据分析师，对教师的专业素养提出一定要求。

数据安全风险：AI系统会收集学生的学习行为、探究成果等数据，如何保障数据安全、避免隐私泄露，是需要重视的问题。

5.2 未来发展方向

强化资源普惠性：推动校企合作，研发低成本、易操作的AI教学工具，建立区域资源共享平台，保障不同地区初中的资源可及性。

完善教师培训体系：构建针对性的教师培训课程，涵盖AI工具基础操作、初中生物适配性教学设计、简单数据解读等内容，助力教师适应角色转变。

规范数据安全标准：制定教育数据安全相关规范，明确数据收集、存储与使用的边界，保障学生隐私。

深化教学融合创新：结合初中生物课标更新与技术发展，持续优化AI教学案例，探索AI在简单遗传病案例分析、常见变异现象探究等场景的深度应用，实现技术与教学的协同发展。

6 结论

人工智能技术为初中生物“遗传与变异”单元的探究性学习提供了全新的发展路径。通过精准对接初中教学痛点，依托建构主义与情境学习理论，AI能够将抽象知识直观化、复杂实验简易化、教学指导个性化、评价体系多元化，有效支撑学生科学核心素养的培养。然而，技术应用仍面临资源均衡、教师能力、数据安全等多重挑战，需要教育研究者、实践者与技术开发者协同发力，不断优化解决方案。未来，随着技术的持续演进与教学理念的深化，AI将在构建智慧、高效、公平的初中生物课堂中发挥更重要的作用，助力培养适应未来社会发展的创新型人才。

参考文献

- [1] 尹文婷,刘静.《义务教育生物学课程标准(2022年版)》解读和实施建议[J].中学生物教学,2024,(23):4-6.DOI:CNKI:SUN:SA NG.0.2024-23-003.
- [2] 谭永平,睦衍波.中学生物学教学中科学思维培养存在的问题与解决对策[J].生物学教学,2025,50(09):5-8.
- [3] 祝智庭.智慧教育新发展:从翻转课堂到智慧课堂及智慧学习空间[J].开放教育研究,2016,22(01):18-26+49.DOI:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2016.01.002.
- [4] 孙蓓,官凤婷,余鹏彦.人工智能赋能高等教育数字化创新发展的路径和策略——基于广东省的实践[J].科技创新发展战略研究,2025,9(04):16-25.DOI:CNKI:SUN:KCFZ.0.2025-04-002.
- [5] 孙宇.人工智能时代高中生物学教师如何寻找专业发展新坐标[J].山西教育(管理),2025,(10):97-98.DOI:CNKI:SUN: SX JJ.0.2025-10-042.