

核心素养导向下初中生物课堂高效教学策略探究

冉晓林

扬州大学生物科学与技术学院, 江苏 扬州

收稿日期: 2026年9月12日; 录用日期: 2026年10月14日; 发布日期: 2026年10月20日

摘 要

随着《义务教育生物学课程标准(2022年版)》的全面实施, 初中生物教学从传统的知识灌输模式转向以核心素养为核心的育人模式。新课标明确提出生命观念、科学思维、探究实践、社会责任四大核心素养, 要求生物课堂立足学生认知规律, 优化教学方法, 构建高效、生动、生活化的生物课堂。当前初中生物教学中仍普遍存在教学模式固化、课堂趣味性不足、学生主体地位弱化、知识与生活脱节、探究教学流于形式等问题, 导致学生学习兴趣不高、知识理解浅显、综合素养提升缓慢。为切实提升初中生物课堂教学质量, 落实新课标育人要求, 本文结合初中生物学科特点与初中生认知特点, 分析现阶段生物课堂教学存在的突出问题, 从情境教学、探究教学、生活化教学、分层教学、课堂评价五个维度提出具体可行的高效教学策略, 并结合课堂教学实例展开实践论证, 旨在为初中生物一线教学提供参考, 助力学生生物核心素养全面发展。

关键词

核心素养, 初中生物, 新课标, 教学策略

Research on Efficient Teaching Strategies of Junior High School Biology Classroom Oriented by Core Literacy

Xiaolin Ran

College of Bioscience and Biotechnology, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: September 12, 2026; accepted: October 14, 2026; published: October 20, 2026

Abstract

With the full implementation of the Biology Curriculum Standards for Compulsory Education (2022 Edition), junior high school biology teaching has shifted from the traditional knowledge-instilling mode to a talent-cultivation mode centered on core literacy. The new curriculum standard clearly puts forward four core literacies: life concept, scientific thinking, inquiry-based practice and social responsibility. It requires biology classrooms to base on students' cognitive rules, optimize teaching methods, and build efficient, vivid and life-oriented biology classrooms. At present, common problems still exist in junior high school biology teaching, such as solidified teaching modes, insufficient classroom interest, weakened students' dominant position, disconnection between knowledge and daily life, and formalized inquiry teaching. These problems result in students' low learning interest, superficial understanding of knowledge and slow improvement of comprehensive literacy. To effectively improve the teaching quality of junior high school biology classrooms and fulfill the educational requirements of the new curriculum standard, this paper combines the subject characteristics of junior high school biology and the cognitive characteristics of junior high school students, analyzes the prominent problems in current biology classroom teaching, and puts forward feasible efficient teaching strategies from five dimensions: situational teaching, inquiry teaching, life-oriented teaching, layered teaching and classroom evaluation. Practical verification is carried out combined with classroom teaching cases, so as to provide references for frontline junior high school biology teaching and promote the all-round development of students' biology core literacy.

Keywords

Core Literacy, Junior High School Biology, New Curriculum Standard, Teaching Strategies

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

初中生物是义务教育阶段重要的自然科学基础学科，兼具知识性、趣味性、实践性与生活性，是学生认识生命现象、了解自然规律、树立科学观念、培养环保意识的关键课程。《义务教育生物学课程标准(2022年版)》明确提出生命观念、科学思维、探究实践、社会责任四大核心素养，为初中生物课堂教学指明了方向[1]。初中阶段的生物学习，不仅为学生高中生物深度学习奠定基础，更能帮助学生建立正确的生命认知、养成科学的思维方式、形成健康的生活习惯、树立人与自然和谐共生的理念[2]。

在新课标改革背景下，生物学科不再以知识点背诵、习题训练为唯一教学目标，更加注重学生综合能力与核心素养的培育，强调以学生为课堂主体，依托生活化场景、趣味化活动、实践性探究，让学生主动参与知识构建过程[3]。但在基层初中生物实际教学中，部分教师仍沿用传统应试教学思维，课堂以理论讲授为主，教学方法单一固化，忽视学生的学习兴趣与主观能动性，课堂氛围枯燥沉闷[4]。同时，部分课堂存在重理论、轻实践，重分数、轻素养的问题，探究课程敷衍化、生活化教学缺失、评价方式单一，导致学生只会机械记忆知识点，无法灵活运用生物知识解释生活现象、解决简单实际问题，严重制约了学生科学思维与综合素养的发展[5]。

基于以上教学现状，本文立足新课标核心素养要求，结合初中生物课堂教学实际，梳理教学痛点问题，探索适配初中学情的高效教学策略，构建趣味化、生活化、科学化、高效化的生物课堂，真正实现减

负增效、素养育人的教学目标。

2. 文献综述

自《义务教育生物学课程标准(2022 年版)》颁布以来,初中生物学教学改革围绕学科核心素养落地展开了一系列探索[1]。国内相关研究大体沿两条路径推进:一是课程与教学策略层面,探讨素养导向下初中生物课程建设、教学模式创新与教学评价的优化,如闫维彩从素养导向出发,探讨了初中生物课程建设与评价的衔接路径[2],范坤芳结合新课标要求提出了初中生物核心素养的渗透策略[6];二是具体素养维度层面,聚焦科学思维、批判性思维与探究能力的发展机制,如徐林丽将论证式教学引入初中生物课堂,探讨其发展学生科学思维的教学实践[5],陈欣、张倩倩以义务教育生物学课程为例,探索了批判性思维的培养路径[7],吕翠香立足科学思维发展提出了相应的教学与复习策略[8]。此外,探究式学习与生活化教学亦是研究热点,尹燕围绕新课标下初中生物实验教学的生活化实践展开研究[3],刘爱霞探讨了新课改背景下初中生物教学模式的创新路径[4]。

国外相关研究多从学习理论视角阐释课堂活动作用于学生认知的机制。维果茨基的社会建构主义理论强调,学习是学习者在社会互动中主动建构认知的过程,同伴间观点的碰撞会引发认知冲突,促使学习者审视并修正原有认知结构,从而发展推理与论证能力[9]。斯威勒等提出的认知负荷理论则从工作记忆容量有限的视角出发,指出教学设计应合理控制外在认知负荷,将复杂任务适当分解,为学习者进行深度加工预留认知资源[10][11]。

梳理现有文献可以发现,国内相关研究多侧重于教学策略的宏观罗列与经验总结,较充分地回答了“教什么、怎么教”的问题,但对教学活动作用于学生认知、进而提升批判性思维与论证能力的内在机制关注不足;教学案例描述偏于流程化,缺少课堂对话、学生作品等一手证据的支撑,教学反思的批判性亦有待加强。基于此,本文在系统梳理核心素养、生物教学策略与探究式学习研究进展的基础上,引入建构主义与认知负荷理论,阐释小组合作学习等策略促进科学思维发展的内在路径,并以初中生物《生态系统》一课为例,呈现课堂对话实录与学生作品,展开批判性教学反思,以期为初中生物核心素养课堂落地提供可借鉴的实践参考。

3. 新课标下初中生物核心素养的内涵与教学要求

3.1. 生命观念

生命观念是生物学科最基础、最核心的素养,指学生通过生物学习形成的对生命现象、生命特征、生命规律的基本认知。初中生物涵盖细胞结构、生物生殖、人体生理、生态环境、遗传变异等基础内容,旨在让学生认识生命的多样性、统一性与独特性,尊重生命、热爱生命,树立健康生活、珍爱生命的正确观念。

3.2. 科学思维

科学思维要求学生摆脱死记硬背的学习模式,学会运用对比、归纳、推理、分析、总结等思维方式,梳理生物知识逻辑,探究生命现象背后的规律,能够独立思考、辩证分析生物问题,形成严谨、客观的科学思维习惯。

3.3. 探究实践

生物学科是实践性极强的学科,新课标明确要求强化课堂探究活动。探究实践素养要求学生能够主动观察生物现象、提出探究问题、设计简单实验、分析实验现象、总结实验结论,在动手实践中提升观

察能力、动手能力与探究能力。

3.4. 社会责任

生物学科的社会责任素养，主要指学生依托所学知识，关注身体健康、生态保护、食品安全、卫生防疫等社会热点问题，树立环保意识、健康意识与公共责任意识，主动践行健康生活方式，积极参与生态保护实践。

4. 现阶段初中生物课堂教学存在的突出问题

4.1. 教学模式单一固化，课堂趣味性匮乏

初中生物知识点细碎、概念较多，部分教师为追赶教学进度、提升应试成绩，长期采用“教师讲授 + 学生记笔记 + 课后背诵刷题”的传统教学模式。整堂课以教师为中心，单向输出理论知识，缺乏互动设计与趣味拓展，课堂氛围沉闷枯燥。初中生处于思维活跃、好奇心强的阶段，枯燥的理论讲解难以吸引学生注意力，久而久之学生会产生厌学心理，被动接受知识，学习积极性与主动性严重不足，课堂学习效率低下。

4.2. 理论与生活脱节，知识应用能力薄弱

生物知识来源于生活、服务于生活，人体结构、新陈代谢、植物生长、生态环境、遗传现象等内容均与日常生活息息相关。但在实际教学中，很多教师局限于教材内容，照本宣科，缺乏生活化情境导入与生活案例拓展，没有将课本知识与学生日常所见、所感的生活现象结合起来。学生单纯记忆抽象的生物概念与理论，无法理解知识的实际意义，不能运用生物知识解释生活中的常见现象，出现“会背书、不会用、懂理论、不懂生活”的问题，知识内化效果差。

4.3. 探究教学流于形式，实践教学落实不足

新课标重点强调探究实践教学，但受课时紧张、实验器材有限、应试压力等因素影响，多数初中生物探究课程难以有效落实。部分教师直接跳过实验操作环节，以视频播放、口头讲解、板书演示代替学生动手探究；部分课堂的探究活动流程固定、缺乏开放性，学生按照教师预设步骤机械操作，没有独立思考、自主探究、试错分析的过程。形式化的探究教学无法锻炼学生的动手能力与探究思维，违背了素养教学的初衷。

4.4. 学生主体地位缺失，课堂互动性不足

传统生物课堂中，教师主导全程教学，教学设计、课堂节奏、知识输出全部由教师把控，学生只能被动跟随教学节奏，缺乏自主思考、主动提问、合作交流的空间。课堂提问多为简单的知识性提问，缺乏启发性、探究性问题，小组合作学习大多流于表面，分工不明确、讨论无重点，无法实现思维碰撞与互助学习，学生的主体价值无法体现。

4.5. 教学评价方式单一，忽视素养发展

目前多数初中生物课堂评价仍以纸笔测试成绩为核心标准，过度关注学生的考试分数、知识点掌握情况，忽视学生的课堂表现、探究能力、思维变化、学习态度与综合素养发展。单一的终结性评价无法全面反映学生的学习过程与成长变化，难以精准发现学生学习短板，无法针对性优化教学、引导学生成长，不利于学生长期的素养提升。

5. 核心素养导向下初中生物课堂高效教学策略

5.1. 创设生活化情境，激发学生学习兴趣

兴趣是学生主动学习的内在动力，针对初中生物课堂枯燥乏味的问题，教师可立足教材知识点，结合学生日常生活场景创设教学情境，将抽象的生物理论转化为直观、熟悉的生活现象，拉近学生与生物学科的距离，激发学生探究兴趣。

初中生物课堂教学可依托生活化场景开展新课导入工作，教师可结合日常见闻、健康常识及自然现象等学生熟悉的内容设计课堂导入环节，拉近学科知识与学生生活的距离。以初中生物核心知识点教学为例，在讲授《植物的光合作用与呼吸作用》相关内容时，教师可立足生活中常见的现象设疑，围绕“卧室绿植摆放过多不利于夜间休息”、“清晨林间空气质量较差”等大众熟知的生活常识抛出问题，启发学生自主探究现象背后的生物学逻辑。在《人体消化与吸收》的教学过程中，可结合细嚼慢咽、饭后静养等科学生活习惯展开讲解，关联人体消化器官的工作原理拆解知识点。而针对《传染病及其预防》的内容教学，则可结合日常生活中的流感防控、传染病传播特点等真实生活场景开展授课，让抽象的防疫知识具象化。

依托生活场景构建课堂导入情境，能够快速集中学生的课堂注意力，打破学生对生物学科“脱离生活、抽象难懂”的固有认知，让学生真切感知生物知识在日常生活中的应用价值。这种教学模式可有效调动学生的探究积极性，转变传统课堂中学生被动听讲、机械记忆的学习状态，引导学生主动参与课堂思考与知识探究，切实提升生物课堂的整体教学实效与学生课堂参与度。

5.2. 优化探究教学，落实探究实践素养

在初中生物教学体系中，探究式学习是培育学生学科核心素养的重要抓手。从社会建构主义视角看，科学概念并非由教师直接传递，而是学生在探究活动中基于证据主动建构的结果[9]。现阶段部分生物实验课堂存在流程固化、重形式轻实效的问题，难以真正启发学生思维。对此，教师应当立足班级学生的认知水平与知识储备，灵活优化实验教学形式，设计门槛低、可落地、开放性较高的探究活动，引导学生沉浸式参与科学探究的各个环节，逐步养成观察现象、提出疑问、大胆假设、动手验证、数据分析与归纳总结的完整思维链条。

针对课本中难度较低的基础性实验，教师不拘泥于标准化的繁琐操作流程，可适当删减次要步骤，聚焦实验核心探究逻辑，确保全体学生都能参与实操训练，真正落实学生的课堂主体地位。以《种子的萌发》实验教学为例，教师可指导学生自主搭建对照实验，围绕水分、温度、空气三大环境变量开展单一变量探究。学生在实操过程中持续观察种子的发育状态，整理汇总实验数据，通过多组结果对比，提炼出种子萌发所需的核心环境条件。整个教学过程以学生自主探究为主、教师启发引导为辅，教师通过针对性点拨，引导学生主动排查实验漏洞、分析数据偏差的成因、迭代优化实验设计，在实践训练中培育学生严谨求真的科学态度，切实提升其实操能力与探究思维。

为进一步拓宽探究学习的广度，教师可结合生活场景设计轻量化的课后探究任务，打破生物课堂的时空限制。学生可利用课余时间观察居家绿植的向光生长特性，持续记录身边各类动植物的生长规律与形态变化。这类生活化的探究实践，能够让生物知识跳出课本与课堂，融入学生的日常生活，在持续性的自主探究中稳步锤炼学生的观察能力与实践应用能力，实现学科素养的循序渐进提升。

5.3. 巧用多元教学手段，构建高效趣味课堂

随着信息化教学的普及，教师可依托多媒体课件、动画视频、实物教具、模型演示等多元教学手段，

丰富课堂形式，化解教学重难点。初中生物中细胞结构、血液循环、神经调节、遗传变异等知识点抽象难懂，单纯的文字讲解学生难以理解，利用动画视频动态演示生命活动过程，能够将抽象知识直观化、具象化，降低学生学习难度。

例如讲解《人体内物质的运输》时，利用动态动画演示体循环、肺循环的完整路径，清晰展示血液成分的变化，帮助学生快速理解重难点；讲解《认识细胞》时，利用细胞模型直观展示细胞膜、细胞核、叶绿体、线粒体的结构与功能，加深学生记忆。多元教学手段能够打破传统课堂的局限性，丰富课堂内容，提升课堂趣味性与直观性，大幅提升课堂教学效率。

5.4. 开展小组合作教学，凸显学生主体地位

新课标强调学生的课堂主体地位，教师需要改变单向讲授的教学模式，合理开展小组合作学习，给予学生自主思考、交流探讨、互助学习的空间。从学习理论看，小组合作学习是落实“科学思维”核心素养的有效载体。依据社会建构主义理论，知识并非由教师单向传递，而是学习者在社会互动中主动建构的结果[9]；当小组成员持有不同观点时，观点碰撞会引发认知冲突，学生被迫重新审视自身原有认知，并在举证、辩驳、论证的过程中发展批判性思维与论证能力。与此同时，依据认知负荷理论，复杂的探究任务会对学生有限的工作记忆容量造成较大负荷[10][11]，教师通过异质分组、明确角色分工，可将复杂任务分解为若干子任务，由不同成员分别承担资料收集、观察记录、逻辑归纳等工作，从而降低个体外在认知负荷，为学生进行深度推理预留认知资源。据此，教师应根据学生的学习基础、性格特点合理分组，明确小组分工，设置探究性、讨论性课堂问题，引导学生小组合作探究。

例如在《生态系统》教学中，设置“校园生态系统调查分析”讨论任务，让小组合作梳理校园内的生产者、消费者、分解者，分析校园生态系统的组成与稳定性，小组汇总结果后进行课堂展示交流。在合作探究过程中，学生能够主动思考、相互补充、相互启发，在交流中完善知识体系，锻炼合作能力与语言表达能力，真正实现以学生为主体的课堂教学。

5.5. 完善多元评价体系，助力学生素养成长

传统生物教学多采用单一的终结性考核方式，这种评价模式存在片面性，难以客观反映学生的真实学习状态与素养成长情况。为弥补这一教学评价短板，教师需要革新评价机制，搭建过程性考核与期末终结考核相辅相成的立体化评价框架，从多角度、多层次研判学生的知识掌握程度与学科核心素养发展水平。过程性评价贯穿日常教学全程，不再局限于纸笔测试，而是涵盖课堂互动表现、小组协作能力、生物实验实操规范度、课后作业完成成效以及课外自主探究的主动性等多项内容，重点追踪学生的学习态度转变、思维能力提升以及阶段性成长变化。而终结性评价则以单元阶段性检测、期末综合考试为主要载体，着重考察学生对学科基础知识、核心原理的理解与掌握情况，检验阶段性教学成果。

在评价主体层面，教学过程中可融合学生自我复盘、小组内部互评以及教师综合点评三种方式，打破单一教师评价的局限性，让评价结果更加公正、贴合学生实际学情。多元化的综合评价体系能够为教师教学提供精准的数据支撑，帮助教师精准定位不同学生的知识薄弱点与能力短板，据此开展分层授课与个性化答疑辅导，有效提升教学的针对性与有效性。与此同时，学生在自评与互评的过程中，能够清晰认知自身学习的优势与不足，主动开展针对性的查漏补缺，逐步克服学习畏难情绪、树立学科学习信心，最终实现学科知识夯实与综合素养提升的协同发展。

6. 初中生物课堂教学实践案例

本文以人教版初中生物《生态系统》一课为例，展示核心素养导向下完整的课堂教学实践，重点呈

现课堂对话实录与学生作品，并据此展开批判性教学反思。

6.1. 教学目标

知识目标：掌握生态系统的概念、组成成分，理解食物链和食物网的含义，了解生态系统的自动调节能力。

能力目标：通过小组探究、案例分析，提升学生观察分析、合作探究、归纳总结的能力。

素养目标：树立生物与环境相互依存的生命观念，增强生态保护的社会责任意识。

6.2. 教学过程

情境导入：结合校园绿植、花草昆虫等校园生态场景提问，引导学生思考生物与环境的关系，引出生态系统的概念。

新知探究：依托图片、视频素材，讲解生态系统的生产者、消费者、分解者三大组成部分，结合生活案例分析各成分的作用。

小组合作：以“校园生态系统”为主题，小组合作绘制校园食物网，分析生物之间的捕食关系。本环节围绕“生产者-消费者-分解者”的辨析与食物网的建构展开，课堂对话实录如下：

师：请各组展示你们绘制的校园食物网，并说明判断依据。

生1：我们组把校门口的香樟树作为生产者，蚜虫吃树叶，麻雀吃蚜虫，画成了一条“香樟-蚜虫-麻雀”的食物链。

生2：可是麻雀不一定只吃蚜虫，它还会啄食香樟的种子，那麻雀是不是同时出现在两条链里？

生3：对，食物链的起点必须是生产者，我们组一开始把蘑菇也画进去了，后来发现蘑菇是分解者，不能放进食物链。

生1：那我们把“香樟-蚜虫-麻雀”和“香樟-麻雀”两条链合并，就能得到一张食物网。

在学生提交的食物网绘制作品(见图1)中，出现了三类型问题：一是将分解者(蘑菇、腐生细菌等)误纳入食物链；二是只画出单条食物链而未整合为食物网；三是遗漏校园绿地中实际存在的某些营养环节。教师收集学生作品后在课堂上组织互评，引导学生依据“食物链起点须为生产者”“能量沿捕食关系单向流动”等标准辨析作品中的逻辑漏洞，实现“做中学、错中学”。

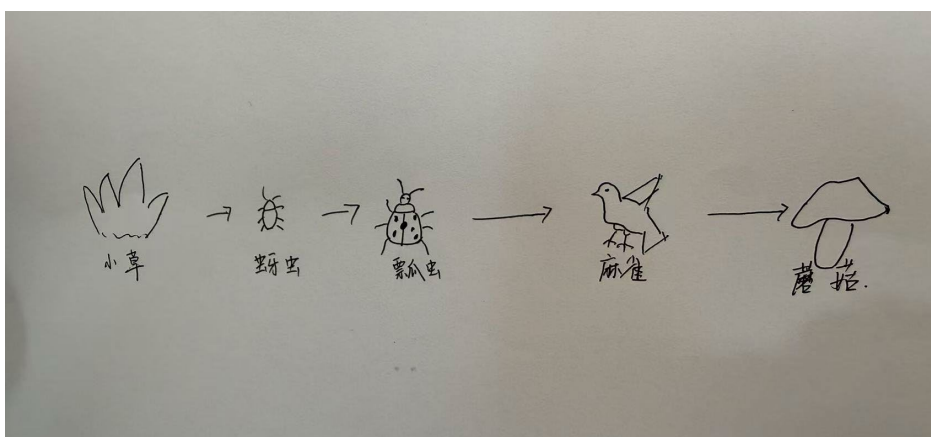


Figure 1. Student-drawn campus food web example

图1. 学生绘制校园食物网作品示例

拓展延伸：结合乱砍滥伐、环境污染等案例，分析人类活动对生态系统的破坏，讲解生态系统的自

动调节能力有限,引导学生树立环保意识。

课堂总结:师生共同梳理本节课知识点,构建完整知识框架,巩固课堂所学内容。

6.3. 教学反思

本节课以生活化情境导入,依托小组合作探究与案例拓开展教学,打破了传统理论讲授的模式。从课堂对话与学生作品看,认知冲突确实发生——当“麻雀是否同时出现在多条食物链”、“蘑菇能否放入食物链”等分歧出现时,学生需要调用已有概念、陈述判断依据并回应质疑,这一过程有效锻炼了科学思维中的论证与批判性思考能力,生命观念与社会责任素养得到初步落实。

但反思本课实施,仍存在明显不足。认知冲突的参与主体不均衡:课堂对话主要集中在少数思维活跃的学生之间,部分学困生存在“搭便车”现象,其观点未能充分表达,认知冲突对其思维的触动有限;讨论时间把控不够精准:当某组围绕食物网的分歧深入辩论时,容易挤占后续总结与知识提炼环节,导致部分学生未能完成从“冲突”到“同化、顺应”的完整建构;对学生作品的评价多聚焦于逻辑对错:对学生推理过程的追踪不足,过程性证据相对缺乏。

针对上述问题,后续教学可作如下改进:(1)建立小组角色轮换机制,确保每位成员在“记录员”“汇报员”“质疑员”等角色间轮流担任,提高学困生的参与深度;(2)设置限时研讨支架,为每个讨论议题限定时间并预留总结环节;(3)引入过程性评价量表,将“能否陈述判断依据”“能否回应质疑并修正观点”纳入观察要点,完整记录学生论证表达过程,从而更精准地追踪科学思维的发展轨迹。

7. 结语

在新课标核心素养育人背景下,初中生物教学必须突破传统应试教学的局限,立足学生认知规律与学科特点,转变教学理念、优化教学方法。通过创设生活化教学情境、优化课堂探究实践、丰富多元教学手段、落实学生主体地位、完善多元评价体系,构建趣味化、高效化、素养化的生物课堂。

高效的生物课堂不仅能够帮助学生扎实掌握生物基础知识、突破学习重难点,更能有效培养学生的科学思维、探究能力与生命观念,引导学生尊重生命、热爱自然、健康生活、践行环保,全面提升学生生物核心素养,真正实现立德树人、素养育人的义务教育终极目标。在今后的教学工作中,生物教师需要持续深耕课堂教学,不断探索创新教学模式,贴合新课标改革要求,持续提升初中生物课堂教学质量。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育生物学课程标准(2022年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 闫维彩. 素养导向的初中生物课程建设与评价[J]. 中国教育学刊, 2024(S2): 114-115.
- [3] 尹燕. 新课标下初中生物实验教学生活化实践研究[J]. 甘肃教育, 2024(6): 104-107.
- [4] 刘爱霞. 新课改背景下初中生物教学模式的创新研究[J]. 中国多媒体与网络教学学报(下旬刊), 2021(9): 185-186.
- [5] 徐林丽. 运用论证式教学发展初中生科学思维的教学实践[J]. 中国教育学刊, 2025(S2): 135-138.
- [6] 范坤芳. 新课标要求下初中生物核心素养渗透策略探究[J]. 考试周刊, 2023(52): 122-125.
- [7] 陈欣, 张倩倩. 批判性思维培养路径探索——以义务教育生物学课程为例[J]. 中学生物教学, 2023(13): 34-36.
- [8] 吕翠香. 促进“科学思维”发展的高三生物学复习策略[J]. 生物学教学, 2023, 48(6): 13-15.
- [9] Swe Dberg, R. (1980) Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. *Science & Society: A Journal of Marxist Thought and Analysis*, 44, 126-126. <https://doi.org/10.1177/003682378004400121>
- [10] Sweller, J. (1988) Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- [11] Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G. and Paas, F.G.W.C. (1998) Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296. <https://doi.org/10.1023/a:1022193728205>