

高阶思维培养视角下的逆向教学设计 ——以“生物的进化”单元为例

仵雨桐, 徐小颖*

扬州大学生物科学与技术学院, 江苏 扬州

收稿日期: 2025年8月26日; 录用日期: 2025年9月23日; 发布日期: 2025年9月30日

摘 要

本文以人教版高中生物学教材必修2《遗传与进化》“生物的进化”单元为例, 在高阶思维培养的视角下, 运用逆向教学模式、围绕核心概念, 按照“明确预期的学习目标、确定合适的评估证据、设计学习体验及教学”3个步骤进行教学设计。帮助学生逐步建构生物学概念, 培养高阶思维能力。教学过程和教学效果体现了目标、教学和评价的一致性。

关键词

生物进化, 高阶思维, 教学设计

Reverse Teaching Design from the Perspective of Cultivating Higher-Order Thinking Skills

—Taking the “Evolution of Life” Unit as an Example

Yutong Nai, Xiaoying Xu*

College of Bioscience and Biotechnology, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: August 26, 2025; accepted: September 23, 2025; published: September 30, 2025

Abstract

Taking the “Evolution of Life” unit from the compulsory textbook 2 “Genetics and Evolution” of high school biology published by People’s Education Press as an example, this paper designs teaching under

*通讯作者。

the perspective of cultivating high-order thinking. It employs a backward teaching model, focusing on core concepts, and follows three steps: “clarifying expected learning objectives, determining appropriate assessment evidence, and designing learning experiences and teaching”. This approach aims to help students gradually construct biological concepts and develop high-order thinking skills. The teaching process and outcomes demonstrate the consistency between goals, teaching, and evaluation.

Keywords

Evolution of Life, Higher-Order Thinking, Teaching Design

Copyright © 2025 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/>



1. 引言

高阶思维是指发生在较高认知水平层次上的心智活动或较高层次的认知能力，主要包括应用、分析、评价和创造能力。《普通高中生物学课程标准(2017 年版 2020 年修订)》在“学科核心素养”的科学思维部分明确提出：学生应能够基于生物学事实和证据运用归纳与概括、演绎与推理、模型与建模、批判性思维、创造性思维等方法，探讨、阐释生命现象及规律，审视或论证生物学社会议题[1]。其中的模型与建模、批判性思维和创造性思维等均与高阶思维能力的核心要素具有高度一致性。

1998 年，美国学者威金斯与麦克泰格提出“逆向设计”，逆向设计是“以始为终”的设计，强调学生对知识的理解。其主要流程包括“确定预期结果→确定评估证据→设计学习体验”。逆向教学设计以学习结果为导向，选择评价方式评估学习过程，最后依据学习目标组织学习内容并设计学习活动，三个阶段相互联系，体现教学评一致性的要求[2]。

本文以人教版高中生物学教材必修 2《遗传与进化》“生物的进化”单元为例，在深入研读《课程标准》与教材的基础上，全面分析学情，以单元情境为依托，围绕单元基本问题和表现性任务，设计一系列学生活动，尝试采用逆向设计组织教学，发展学生论证、分析等高阶思维能力。

2. 明确学习结果

Table 1. Expected outcomes of the “Evolution of Life” unit teaching
表 1. “生物的进化”单元教学预期结果

预期结果	高阶思维
应用现代生物进化理论及相关概念，举例说明种群内的某些可遗传变异将赋予个体在特定环境中的生存和繁殖优势、说明自然选择促进生物更好地适应特定的生存环境、解释生物的多样性和适应性的形成，形成进化与适应观。	应用
① 分析不同类型的证据，归纳和演绎生物界的统一性和差异性，认同当今生物具有共同祖先。 ② 基于事实、证据及生物进化理论，运用归纳与概括、演绎与推理、模型与建模的方法，选择文字、图示或模型对生物进化现象作出解释或预测。解释自然选择使得种群中适应特定环境的个体比例增加。 ③ 分析不同实例，说明物种的形成和灭绝过程中的主要事件及其意义，阐述变异、选择和隔离可导致新物种形成。	分析
利用生物进化理论对社会生活问题进行探讨，并提出减缓耐药性发展的建议，保护生物多样性的措施，形成合理使用抗生素、保护生物多样性从我做起的意识。	评价、创造

从期望学生理解的大概念出发, 采用逆向教学设计方法, 依据《课程标准》中的大概念、重要概念及次位概念, 并结合高阶思维能力要素, 确定预期结果(见表 1)。

基于预期结果, 本单元要思考的基本问题为: 生物是如何起源的? 多样性的生物是如何进化形成的? 通过本单元的学习, 学生需要掌握的重要知识和技能包括: 知识: ① 适应的概念、种群的概念、基因库和基因频率的概念、物种的概念、隔离的概念、生物多样性的概念。② 达尔文自然选择学说。③ 现代生物进化理论(物种形成理论、协同进化理论)。④ 生物多样性的价值和保护措施。技能: ① 学会构建模型(概念模型、数学模型、物理模型)。② 学会设计撰写研究报告并进行交流讨论、提出合理化建议。③ 学会设计海报并进行宣传。

3. 确定评估证据

基于本单元学生的预期理解, 需要进一步思考达到预期结果的证据是什么? 也就是如何评价学生的表现达到了预期的目标。逆向教学的评价方式是多元的, 要求教师在教学过程中以“评估者”的身份去思考, 如何用多种方式收集学生已理解的证据, 包括教师在学习期间对学生进行的正式和非正式的评价, 如随堂测验、口头提问、开放式问答题、表现性任务等。

Table 2. Performance task plan table for the “Evolution of Life” unit
表 2. “生物的进化” 单元表现性任务计划表

表现性任务 1	表现性任务 2	表现性任务 3
通过表现性任务, 我们需要评估哪些理解或目标?		
① 对生物进化和生物多样性的形成及其实质的理解。 ② 对单元学习的效果进行回顾、反思、总结。 ③ 小组合作、相互学习、交流共享。	① 微生物的培养、培养基的配制及无菌操作等知识。 ② 对真实案例进行分析、总结, 并应用自然选择学说对细菌的进化进行合理解释。 ③ 撰写研究报告。 ④ 提出减缓耐药性发展的建议或策略, 形成合理使用抗生素的意识。	① 生物多样性的含义、保护生物多样性的措施、生物多样性的价值。 ② 综合运用文字知识、图案进行海报设计创作。 ③ 形成保护生物多样性从我做起的意识。
表现性任务中学生需要展现何种品质(高阶思维)能够表明他达到预期的要求?		
对生物进化与生物多样性形成的理解能力、对知识之间的逻辑关系进行分析的能力、对自我学习效果的反思能力、合作交流、表达观点的能力	对资料进行分析的能力、应用自然选择学说进行解释的能力、对社会现象进行评价的能力、提出合理建议的创造能力	对生物多样性保护的理解能力、应用相关知识进行创造的能力
通过什么样的真实的表现性任务来证明学生的理解?		
作为小老师, 在本单元教学内容结束后, 对生物的进化重要概念构建模型, 小组合作形成单元概念图或思维导图, 以小组为单位进行汇报讲解, 使其他学生能够理解生物进化的过程和实质。	作为小研究者, 以小组形式对不同细菌耐药性的进化案例进行研究, 分析该案例中的进化过程, 包括耐药基因的变异等。在课堂上小组分享他们的案例研究成果, 讨论导致抗生素耐药性进化的主要因素, 并提出预防和控制策略。	作为小设计师, 以小组形式进行保护生物多样性原创海报的设计, 用于在校园或是社区进行宣传和展示。要求图文并茂、包含保护生物多样性的价值、措施等等, 创作形式不限, 可以手绘或是计算机制作, 兼具科学性与美观性。
学生的哪些作品和表现将为预期的理解提供证据?		
单元概念图或思维导图	案例研究报告	原创海报

在逆向教学模式下, 预期教学目标的达成需依托表现性任务来实现, 教学评价可在观察学生完成表

现性任务的过程中进行[3]。当大脑面对结构不良的真实情境性问题, 为了输出有效的问题解决方案, 便会迅速整合大脑中已储存的知识和信息, 形成新的知识结构以解决问题。高阶思维正是在这一过程中得以生成的[4]。因此, 本单元设置表现性任务计划表(表 2), 聚焦高阶思维的培养设计了三个表现性任务, 主要包括单元思维导图设计、基于真实情境的结核杆菌、金黄色葡萄球菌耐药性的出现和演变案例研究以及保护生物多样性原创海报设计。根据思维的生成机制, 学生的输出层次越高、输出表现越好则表明学生的思维层次越高[5], 教师可以依据学生在完成表现性任务过程中的具体表现来评价学生对于相关内容的理解, 同时过程中可以有效提升学生分析问题、运用知识解决实际问题、创造等高阶思维能力。

4. 设计学习体验

高阶思维不是自然发生的, 它是由问题引发的, 可见问题是高阶思维能力的最大源泉[6]。结合预期结果及评估证据, 本文以壮丽的生命画卷为整体情境, 围绕生物是如何起源的? 多样性的生物是如何进化形成的? 两个基本问题设置了本单元的两个大任务: 收集证据证明生物的起源以及构建以自然选择学说为核心的现代生物进化理论, 并据此确定了单元的关键问题及任务(见图 1)。

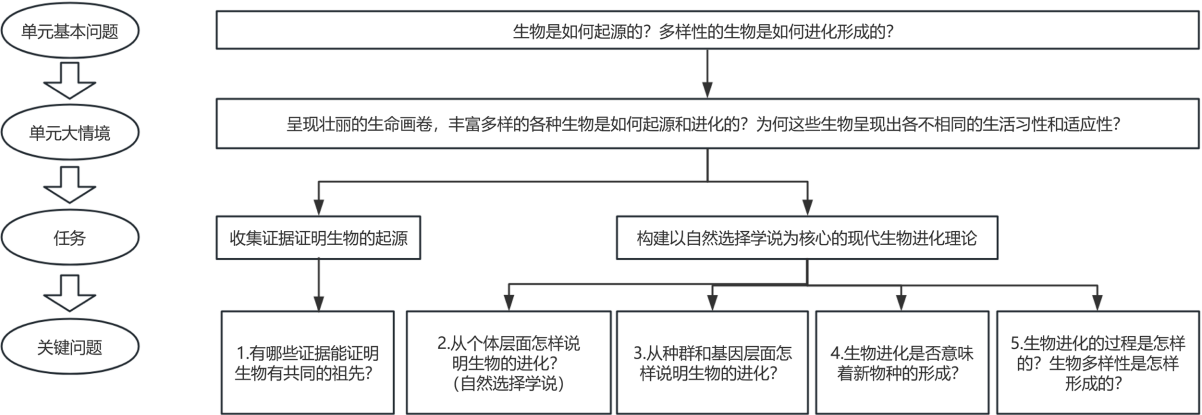


Figure 1. Framework for the teaching design of the “Evolution of Life” unit
图 1. “生物的进化” 单元教学设计框架

在进行学习活动设计时, 教师可以参考逆向设计中的 WHERETO 要素, 包括明确教学方向(W)、吸引学生(H)、探究和准备(E1)、反思和修订(R)、展示和评价(E2)、根据学生兴趣进行调整(T)以及组织活动参与性与有效性(O)。

关键问题 1: 有哪些证据能证明生物有共同的祖先?

活动 1-1: 收集证明生物有共同祖先的证据(E1, E2, R, O)。小组课前收集不同类型的证据资料(化石证据、比较解剖学证据、胚胎学证据、细胞和分子水平证据), 在课堂上展开论证活动, 探讨地球上现存的丰富多样的物种是由共同祖先长期进化形成的。

高阶思维指向: 通过收集资料并分析论证、提升分析能力, 以及对资料进行判断、评价的能力。

关键问题 2: 从个体层面怎样说明生物的进化?

活动 2-1: 构建达尔文自然选择学说概念模型(E1, E2)。“拉达交锋”——利用资料分析和引导性问题小组合作总结出拉马克的进化理论和达尔文的进化理论的观点, 评价拉马克进化学说并建构自然选择学说的概念模型。并运用自然选择学说解释长颈鹿、雷鸟、同一环境下不同形态的蝴蝶等实例适应的形成。

活动 2-2: 细菌对抗生素耐药性的进化案例研究(H, E2, T, O)。通过细菌进化的真实案例、探讨研究

进化的实际应用和影响。学生小组合作探究细菌(结核杆菌、金黄色葡萄球菌)对抗生素耐药性的进化案例,运用进化理论解释细菌耐药性的形成机制,并能提出减缓耐药性发展的建议或策略。形成案例研究报告,进行学生自评、小组互评。

高阶思维指向:在构建解释模型的过程中提升基于事实-进行推理-得出结论的能力以及对生物进化学说进行评价的批判性思维,同时通过案例研究活动对资料、数据进行分析、归纳、总结,并运用生物进化理论解决现实生活中的问题,能够提出合理、创新性建议和策略。

关键问题 3:从种群和基因层面怎样说明生物的进化?

活动 3-1:构建物理模型模拟探究自然环境对桦尺蠖种群体色的影响(E2, T, O, R)。运用黑白小纸片分别模拟深色和浅色桦尺蠖,黑白卡纸分别模拟污染后和未污染的环境,学生在较短时间内分别抓取不同颜色卡纸上的小纸片模拟食虫鸟捕获桦尺蠖的过程。通过模拟探究活动,学生理解自然选择直接作用的是生物的个体,是表型。但随着个体死亡,相关基因会通过生殖在群体中延续。因此,研究生物的进化必须深入到种群的基因组成。

活动 3-2:创设数字化情境从基因层面解释桦尺蠖“工业黑化”的现象(E1, E2)。学生学会计算桦尺蠖基因频率和基因型频率、分析基因频率保持不变的必备条件以及进化的实质,理解在自然选择的作用下,种群的基因频率会发生定向改变,导致生物性状朝着一定方向发展。

高阶思维指向:通过物理模型构建以及数字模型构建,提升分析数据、得出推论的能力。

关键问题 4:生物进化是否意味着新物种的形成?

活动 4-1:构建物种形成的模型(E1, T, O)。小组合作对加拉帕戈斯群岛上 13 种地雀形成过程故事排序,根据故事排序总结出隔离在物种形成中作用的概念模型,阐明地理隔离导致基因库差异较大,从而形成生殖隔离,导致新物种形成。

活动 4-2:修正隔离与物种形成的关系(H, E1, R)。呈现无籽西瓜的培育过程,探讨通过长期地理隔离而实现生殖隔离,是否是新物种形成的唯一方式,得出隔离是新物种形成的必要条件。

高阶思维指向:通过物种形成模型建构提高观察、分析和解决问题的能力,加强团结合作意识,运用隔离与物种形成的关系解决生活实际中的问题。

关键问题 5:生物进化的过程是怎样的?生物多样性是怎样形成的?

活动 5-1:构建协同进化概念模型(E1, E2)。基于协同进化的概念,通过讨论并填写学案上的解释模型框架,尝试论证长喙天蛾与长花距兰花协同进化的过程,并应用该模型演绎推理论证产毒兰花和能解毒昆虫的协同进化历程。

活动 5-2:构建生物多样性的形成概念模型(E1, E2, T, O)。学生自主阅读课文,然后小组根据协同进化理论分析地球生物多样性形成历程,构建出概念模型,认同生物多样性是协同进化的结果。

活动 5-3:布置表现性任务,小组合作制作一张保护生物多样性原创海报(E2, T, O),对海报设计进行自评、小组互评并以小组为单位在校园或社区进行“保护生物多样性”的宣传周活动。同时小组为单位对本单元内容形成单元概念图或思维导图(E2, T, O),在课堂展示,并对本单元学习进行学生自评、小组互评。

高阶思维指向:运用批判性思维判断协同进化与生物多样性的形成的关系、运用归纳与概括、演绎与推理等方法构建概念模型解释复杂生命现象、认同保护生物多样性的必要性,提出科学的保护措施、应用相关知识进行创造的能力。

5. 教学反思

在进行“生物的进化”章节教学时,学生往往关注零碎的知识点,而不能形成整体的知识框架,如

何发展学生的进化与适应观并在教学活动中提升分析、评价等高阶思维是上好本章节内容的重难点。进化与适应观为人们理解生命的历史、各种生物之间的关系提供了统一的准则, 将相关生物学知识构建成一个整体框架[7]。高阶思维是在问题解决的过程中实现的。逆向教学设计通过将评价前置, 在学习活动之前确定评价任务和评价标准, 在表现性任务的完成中有效提升学生的高阶思维; 单元教学过程中设计 WHERETO 要素, 将评价深度融入教学过程。评价任务包括传统测验、表现性任务等; 评价过程中设置教师评价、学生自评和学生互评, 评价方式多元。可见逆向教学设计理念与新课标所倡导的“素养为本”的教学理念不谋而合, 以始为终的教学设计, 有利于落实“教、学、评”一体化, 实现高阶思维培养与教学活动有机融合。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017 年版 2020 年修订) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [2] 侯开欣, 郑国萍. 基于核心素养的大单元逆向教学设计研究[J]. 教学与管理, 2024(6): 73-77.
- [3] 乐丽娜. 逆向教学中表现性任务的设计策略[J]. 中学生物教学, 2023(17): 16-19.
- [4] 王红, 黎燕, 张倩. 发展高阶思维要培养学生输出转化能力[J]. 人民教育, 2022(Z3): 95-97.
- [5] 王丽丽. 高阶思维培育视角下的深度教学——以“合理营养”为例[J]. 中学生物学, 2025, 41(3): 27-29.
- [6] 文双. 促进高中生高阶思维能力发展的生物学教学研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南师范大学, 2016.
- [7] 谭永平. 中学生物学课程在发展学生核心素养中的教育价值[J]. 生物学教学, 2016, 41(5): 20-22.