

“五动”课堂理念下“PCR是获取目的基因的主要方法”教学设计

梁静静

上海市崇明中学, 上海

收稿日期: 2026年4月15日; 录用日期: 2026年5月13日; 发布日期: 2026年5月21日

摘要

本文基于“五动”课堂教学模式, 以沪科版高中生物“PCR是获取目的基因的主要方法”为教学内容, 开展针对性的教学设计与实践。教学过程中以“人胰岛素的开发制造”真实情境为线索, 提出“体外如何获取目的基因”这一个关键问题, 通过复习体内DNA复制知识搭建学习阶梯, 将理论分析与建模活动有机结合, 同时借助多元互动提升课堂参与度, 并以多维度反思活动强化学生元认知能力。实践表明, 该模式能将抽象的PCR原理与过程转化为学生可感知、可操作、可深度思考的教学活动, 有效促进学科核心素养的落地, 实现学科育人。

关键词

“五动”课堂, PCR技术, 建模, 高中生物

Instructional Design on “PCR as the Main Method for Obtaining Target Genes” Based on the “Five-Activities” Classroom Concept

Jingjing Liang

Shanghai Chongming Middle School, Shanghai

Received: April 15, 2026; accepted: May 13, 2026; published: May 21, 2026

Abstract

Based on the “Five Activities” teaching model, this paper carries out targeted instructional design and practice, taking “PCR as the Main Method for Obtaining Target Genes” from the Shanghai

Science and Technology Edition high school biology textbook as the teaching content. With the authentic situation of “the manufacturing of human insulin” as the clues, the teaching process puts forward the key question of “how to obtain target genes *in vitro*”. By reviewing the knowledge of *in vivo* DNA replication, a learning scaffold is constructed, theoretical analysis is organically integrated with modeling activities, classroom participation is enhanced through diversified interactions, and students’ metacognitive abilities are strengthened by means of multi-dimensional reflective activities. Practice results indicate that this model can transform the abstract principles and processes of PCR into perceptible, operable and in-depth thinking teaching activities for students, effectively promote the implementation of core disciplinary competencies, and realize subject-based education.

Keywords

“Five Activities” Teaching Model, PCR Technology, Modeling, High School Biology

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

“五动”课堂教学是以“学为中心、素养导向”为目标，聚焦“价值驱动、内容联动、思维触动、师生互动、反思能动”五大维度展开教学设计与实施的课堂教学模式[1]。该模式摒弃单向知识传递的传统教学模式，强调教师角色从讲授者向引导者、探究协助者转变，突出学生的课堂主体地位，引导学生在课堂中主动参与、深度思考、自主建构。同时以学科知识的内在逻辑为纽带，串联价值引领、知识整合、思维培养、互动探究与反思提升等教学环节，实现知识传授、能力培养与素养培育的有机统一，是推动学科核心素养真正落地、提升学科教学实效的重要实践路径。

“PCR 技术的基本原理”是高中生物选修 3 教材“基因工程”模块的核心内容，也是高考高频考点之一[2]。这部分内容在教学过程中一直存在原理微观、过程抽象、条件复杂、实验教学难以常态化开展等教学难点。当前 PCR 教学多以教师讲授、概念构图、视频演示、试题解析等传统教学方法为主，也有教师通过虚拟仿真实验展开教学，但受设备与技术手段的限制难以推广。本文以“PCR 是获取目的基因的主要方法”为教学内容，融合“五动”课堂教学理念开展教学设计并实践，为破解 PCR 教学难点、优化高中生物技术原理类教学提供可复制、可推广的教学范式。

2. 教材分析及设计思路

“PCR 是获取目的基因的主要方法”选自沪科版高中生物学教材选修 3《生物技术与工程》第 3 章《基因工程》中第 2 节《基因工程是一种重组 DNA 技术》第 2 目。对应《课程标准》次位概念 5.1.3 “阐明基因工程的基本操作程序主要包括目的基因的获取、基因表达载体的构建、目的基因导入受体细胞和目的基因及其表达产物的检测鉴定等步骤”[3]。PCR 过程比较微观、抽象，给学生的学习造成一定障碍；同时，引物设计涉及 DNA 的方向性，学生有机化学基础薄弱进一步加大了学习难度；加之我校实验室设备目前无法满足开设 PCR 实验。因此，将理论教学具象化、系统化成为本节教学的关键。“五动课堂”的教学模式以学生为主体、强调主动探究，高度契合 PCR 技术基本原理教学的痛点。通过创设真实情境、设计阶梯式问题、开展探究建模活动，能够有效破解教学难点，推动学生从知识识记向素养能力提升转变。

3. 教学目标

1. 通过与细胞内 DNA 复制的类比推理, 阐明 PCR 的原理和所需条件, 构建知识间的逻辑关联。
2. 通过模拟 PCR 扩增人胰岛素基因的建模活动, 阐明 PCR 的基本过程, 培养模型与建模思维。
3. 结合 PCR 技术的生产实践应用, 感悟生物技术的实践价值, 增强生物学科的应用意识。

4. 教学准备

模拟“PCR 复制人胰岛素基因的过程”的建模学习单、剪刀、双面胶等

5. 教学过程

5.1. 价值驱动：锚定素养目标，创设真实情境

课堂教学的“价值驱动”有助于激发学生的学习动机, 明确学习意义。本节教学过程中教师结合糖尿病患者对胰岛素的临床需求, 创设“人胰岛素的开发制造”这一真实生产情境, 展示基因工程规模化生产人胰岛素的流程示意图。在此基础上提出核心问题: “基因工程生产人胰岛素的关键是获取目的基因, 体外如何高效、快速扩增人胰岛素基因?” 引导学生从“解决问题”的角度切入学习, 让学生明确本节课的学习意义, 将知识学习与社会需求、生物技术发展相联结, 激发学生主动探究的内在动力, 实现“见价值、育素养”的教学导向。

5.2. 内容联动：衔接新旧知识，构建知识体系

PCR 技术的本质是体外 DNA 的特异性扩增, 与学生在必修 2《遗传与进化》中所学的 DNA 分子结构、DNA 半保留复制知识紧密相关。教学中以学生已掌握的体内 DNA 复制相关内容为基础搭建学习阶梯, 依托这一知识关联实现新旧内容的有效联动, 帮助学生降低新知接受难度, 逐步构建完整的知识体系。教学过程中, 教师先播放体内 DNA 复制过程的视频资料, 带领学生回顾 DNA 半保留复制的过程, 明确参与体内 DNA 复制的各类物质及其具体作用; 随后结合教材图示, 引导学生完成“细胞内 DNA 复制与体外 PCR 扩增条件”对比表格, 通过逐一分析、判断体外 PCR 扩增是否需要对应物质, 让学生在旧知迁移中初步感知 PCR 扩增的反应条件, 实现新旧知识的自然衔接与体系化建构。

5.3. 思维触动：开展探究建模，实现深度学习

PCR 技术的原理是本节的重难点, 但其过程微观抽象, 引物设计涉及 DNA 方向性等知识, 且受实验室设备条件限制, 无法开展 PCR 实操实验。基于此, 教学中以探究建模为抓手触动学生科学思维, 推动深度学习真实发生。教师以纸质材料为载体, 为学生提供人胰岛素基因部分序列(图 1)、4 条备选引物(图 2)、dNTP、DNA 聚合酶、箭头、双面胶等建模素材, 引导学生以小组为单位开展“模拟 PCR 扩增人胰岛素基因”探究活动[4]。学生结合 PCR 基本程序的图示资料, 在建模学习单上搭建不同阶段的 DNA 分子结构, 完整模拟了 95℃ 高温下 DNA 双链解旋、55℃~68℃ 下特异性引物(引物 2、3)与模板结合、72℃ 左右酶促延伸合成子链的全过程(图 3)。学生在建模中主动思考并辨析引物如何选择、探究温度对氢键的影响, 将微观反应转化为直观、可视的建模操作, 既深化了对 PCR 原理的理解, 又提升了模型与建模的科学思维能力, 实现了深度学习。

5.4. 师生互动：多元互动交流，提升课堂参与度

《普通高中生物学课程标准(2017 年版 2025 年修订)》明确提出教学评价需融合自评、互评与教师评价, 客观反映学生发展情况[3]。“五动”课堂的师生互动理念, 要求教师从讲授者转变为课堂引导者与

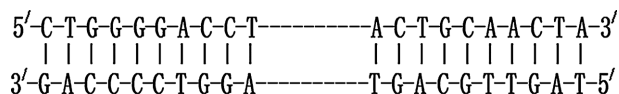


Figure 1. Partial sequence of human insulin gene

图 1. 人胰岛素基因部分序列

引物 1: 3'-G-A-C-C-C-5'

引物 2: 3'-T-T-G-A-T-5'

引物 3: 5'-C-T-G-G-G-3'

引物 4: 5'-A-A-C-T-A-3'

Figure 2. Primer sequence

图 2. 引物序列

程序	DNA 分子 (人胰岛素基因) 结构变化	条件
(1) 变性	$ \begin{array}{c} 5'-\text{C-T-G-G-G-G-A-C-C-T}-----\text{A-C-T-G-C-A-A-C-T-A}-3' \\ 3'-\text{G-A-C-C-C-C-T-G-G-A}-----\text{T-G-A-C-G-T-T-G-A-T}-5' \end{array} $	温度: 95℃
(2) 退火	$ \begin{array}{c} 5'-\text{C-T-G-G-G-G-A-C-C-T}-----\text{A-C-T-G-C-A-A-C-T-A}-3' \\ \text{引物 2: } 3'-\text{T-T-G-A-T}-5' \\ 3'-\text{G-A-C-C-C-C-T-G-G-A}-----\text{T-G-A-C-G-T-T-G-A-T}-5' \\ \text{引物 3: } 5'-\text{C-T-G-G-G}-3' \end{array} $	温度: 55~68℃ 两条引物 (引物 2 和引物 3)
(3) 聚合	$ \begin{array}{c} 3'-\text{G-A-C-C-C-C-T-G-G-A}-----\text{T-G-A-C-G-T-T-G-A-T}-5' \\ \text{引物 2: } 3'-\text{T-T-G-A-T}-5' \\ 5'-\text{C-T-G-G-G-G-A-C-C-T}-----\text{A-C-T-G-C-A-A-C-T-A}-3' \\ \text{引物 3: } 5'-\text{C-T-G-G-G}-3' \\ 3'-\text{G-A-C-C-C-C-T-G-G-A}-----\text{T-G-A-C-G-T-T-G-A-T}-5' \\ \text{引物 2: } 3'-\text{T-T-G-A-T}-5' \\ 5'-\text{C-T-G-G-G-G-A-C-C-T}-----\text{A-C-T-G-C-A-A-C-T-A}-3' \\ \text{引物 3: } 5'-\text{C-T-G-G-G}-3' \end{array} $	温度: 75℃左右 耐高温 DNA 聚合酶 4 种 dNTP

Figure 3. Student modeling works

图 3. 学生建模作品

协助者, 通过优化课堂对话提升学生课堂参与度。本节教学中采用“教师引导、生生协作、全班共享”的多元师生互动模式, 有效提升了学生的课堂参与度。建模活动前, 教师结合学生对 PCR 条件的认知疑问, 以“引物与目的基因的结合位点如何确定”等问题设问互动, 启发建模思路, 提高建模的成功率。建模过程中, 教师深入各小组巡回指导, 针对引物选择、化学键理解等认知偏差一对一点拨引导; 小组内成员分工协作、讨论辨析, 共同解决实操问题。建模完成后, 组织成果展示互动, 各小组分享探究发现, 其他小组提问质疑、补充交流, 教师在关键节点总结升华, 梳理 PCR 核心逻辑、纠正共性错误。多元互动打破了单向知识传递模式, 让学生深度参与课堂思考与实践, 既有效突破教学难点, 又激活课堂氛围, 切实提升学生的课堂参与度与合作探究能力。

5.5. 反思能动：强化元认知，促进自主学习

元认知的核心是对学习全过程的反思与自我监控[5]。本节教学立足“五动”课堂“反思能动”的核心要求, 以强化学生元认知为抓手, 引导学生自主梳理、复盘得失, 实现从“学会”到“会学”的转变, 切实培育学生自主学习能力。教学中围绕知识建构、模型建模、拓展应用、反思能动四个维度设计分层递进的反思问题(表 1), 将元认知训练贯穿 PCR 教学整个过程。通过多维度、全链条的反思活动, 帮助学生主动把控学习节奏, 逐步形成自主探究、复盘总结的学习能力, 真正落实自主学习素养的培育。

Table 1. Reflective question design table for classroom teaching based on metacognitive training**表 1.** 基于元认知训练的课堂反思问题设计表

反思维度	问题	对应教学环节	元认知训练落点
知识建构	1. 类比体内 DNA 复制, 推理体外 PCR 扩增需要的条件。 2. 结合 PCR 的基本程序, 说明温度变化分别引发了 DNA 分子的哪些变化?	PCR 原理与条件讲授	引导学生主动关联旧知, 建构新知, 深化知识体系的完整性
模型建模	1. 建模过程中, 你是如何从备选引物中筛选出有效引物的? 引物选择的依据是什么? 2. 你在建模中遇到了哪些难点? 如何解决? 3. 若选错引物(如引物 1、2), 会对 PCR 扩增结果产生什么影响?	PCR 基本程序与探究建模活动	引导学生反思操作疏漏, 在纠错中深化对引物特异性、DNA 链方向性等难点的理解
拓展应用	1. 画图梳理 PCR 获得目标产物的轮次。 2. PCR 技术在基因工程、疾病检测、法医鉴定等领域有哪些具体应用? 请举例说明。	PCR 应用拓展与课后延伸	引导学生迁移知识、联结理论与实践, 反思知识的应用价值, 提升科学探究与创新能力
反思能动	1. 本节课的学习你有哪些收获? 仍存在哪些疑惑? 2. 本节课的学习难点是什么? 你是否已经完全理解? 仍存在哪些困惑?	课堂小结与课后反思	引导学生自我监控学习过程, 明确学习短板, 养成自主反思的习惯

6. 教学实践反思与体会

6.1. 具象化教学破解抽象教学难点

PCR 技术的微观性与抽象性是本节教学的难点, 通过“五动”课堂教学模式, 将抽象的 PCR 原理与过程转化为学生可感知、可操作、可深度思考的教学活动, 让学科知识成为学生解决问题的实用工具, 使素养培育自然融入知识学习过程中。本节教学中的亮点是“模拟 PCR 扩增人胰岛素基因”的建模活动, 通过引物选择与模型搭建, 将发生于试管中难以观察的微观过程直观呈现, 相较于直接观看 PCR 扩增的视频资料, 模型搭建成功实现了教学方式从“教师单向讲解”到“学生主动探究”的转变, 充分凸显了以“学为中心”的教学理念, 让学生在动手实践中真正理解知识本质。

6.2. 知识深度联结培育核心素养

本节教学紧扣 PCR 技术与体内 DNA 复制的内在逻辑关联, 以学生必修阶段的 DNA 分子结构、半保留复制等旧知为基础, 通过内容联动搭建学习阶梯, 让学生在类比推理、归纳总结中厘清体外 PCR 与体内 DNA 复制的异同, 实现了分子生物学知识的系统化联结与建构。教学以“人胰岛素的开发制造”真实情境贯穿整个教学过程, 将知识学习与生物技术实践深度融合, 在思维触动、师生互动、反思能动的层层推进中, 让学生不仅掌握 PCR 技术的原理与过程, 更在建模探究、合作交流中提升模型与建模、科学推理等科学思维能力, 同时感悟生物技术的社会价值, 树立正确的生命观念。

6.3. 教学实施的不足与改进方向

本次教学仍存在两处有待优化的地方: 一是受实验室设备条件限制, 无法开展 PCR 真实实操实验, 仅通过纸质建模模拟扩增过程, 学生缺乏对 PCR 技术实际操作流程、仪器使用的直观体验, 对知识的实践应用感知不够深入; 二是部分学生对 DNA 方向性的基础认知仍有偏差, 成为引物选择探究的思维阻碍, 导致该环节的推理进度较慢, 影响了部分小组的建模效率。针对以上问题, 后续教学将从两方面改进: 其一, 借助生物虚拟仿真实验平台, 为学生补充 PCR 实操的虚拟体验, 让学生直观感受反应条件设

置、仪器操作等实际流程，弥补实体实验的缺失；其二，在课前增加 DNA 方向性等基础知识点的复习与检测，通过简单的预习任务夯实知识基础，为课堂探究做好充分铺垫，提升教学效率。

参考文献

- [1] 李建生. 基于单元学程案的“五动”课堂模式研究[J]. 教学月刊·中学版(教学管理), 2025(9): 75-80.
- [2] 陈国, 龚一富. 例析几种与 PCR 技术应用相关的教学疑难点[J]. 中学生物学, 2022, 38(12): 3-6.
- [3] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物课程标准(2017 年版 2025 年修订) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2025.
- [4] 王海霞. 基于深度学习的“基因工程的基本操作程序”教学设计[J]. 中学生物学, 2023, 39(6): 94-96.
- [5] 牛栌薇, 解伏菊, 王东峰, 等. 中学生地理深度学习能力提升的元认知策略研究[J]. 中学地理教学参考, 2026(2): 37-40.