

物理模型在高中生物学教学中的运用

——以“基因指导蛋白质的合成”第二课时为例

方欣茹¹, 王琦¹, 胡选萍¹, 何萍², 顾东升³

¹陕西理工大学生物科学与工程学院, 陕西 汉中

²汉中市汉台区第八中学, 陕西 汉中

³勉县武侯中学, 陕西 汉中

收稿日期: 2024年9月13日; 录用日期: 2024年10月11日; 发布日期: 2024年10月22日

摘要

在高中生物学的教学中应用物理模型有利于培养学生核心素养, 满足高中生物学的教育改革和教学实践。因此, 在高中生物学的日常教学中, 应注重物理模型在教学中的合理使用, 通过教材课标双挖掘、学情分析、教学准备等等, 利用丰富教学资源, 设计教学活动, 奋力促进学生发展科学思维及动手实践能力。

关键词

物理模型, 基因表达, 生物学教学, 高中生物学

The Application of Physical Model in High School Biology Teaching

—Taking the Second Class of “Gene Guiding Protein Synthesis” as an Example

Xinru Fang¹, Qi Wang¹, Xuanping Hu¹, Ping He², Dongsheng Gu³

¹School of Biological Science and Engineering, Shaanxi University of Technology, Hanzhong Shaanxi

²No. 8 Middle School, Hantai District, Hanzhong Shaanxi

³Mianxian Wuhou Middle School, Hanzhong Shaanxi

Received: Sep. 13th, 2024; accepted: Oct. 11th, 2024; published: Oct. 22nd, 2024

Abstract

The application of physical model in the teaching of biology in high school is conducive to cultivating

students' core literacy and satisfying the educational reform and teaching practice of biology in high school. Therefore, in the daily teaching of biology in senior high school, we should pay attention to the rational use of physical model in teaching, make use of rich teaching resources, design teaching activities, and strive to promote the development of students' scientific thinking and practical ability through the double mining of textbook and course standard, learning situation analysis, teaching preparation, etc.

Keywords

Physical Model, Gene Expression, Biology Teaching, High School Biology

Copyright © 2024 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

鉴于高中生物学人教版《必修2·遗传与进化》一书中讲述“基因指导蛋白质合成”的单元，涉及的知识点既深奥又富于动态变化性，所以在授课过程中教师常常利用视频与PPT相结合的方式，提升学习材料的形象性。但这种方式注重教师的主导地位，学生过分依赖教师的讲解。于是在授课过程中，教师需灵活使用教学技巧，辅助学生积极形成概念理解[1]。

奥苏贝尔曾阐述：“所谓有意义的学习，就是把新获取的知识与学习者大脑中已有的相关知识构建起一种本质性的、非人为的联系。”[2]如果想要学生们把新概念融合进他们已建立的概念体系，则需在教育者的指引下，新旧概念之间进行恰当的连接。本节内容正契合于此种认知规律，与学生早先掌握的“基因本质”知识体系形成联系，通过运用物理模型辅助教学，进行恰当的指引和连接，有助于学生构建起完善的概念框架。

2. 物理模型的概念及其在生物学教学中的价值

新课标倡导运用模型和建模手段来精确解释生物学概念，并培养学生的科学思维[3]。在生物科学的研究范畴中，常用模型大致可归类为三个类型：物理模型、概念模型和数学模型[4]。物理模型是根据相似性原则制作的，它们通过放大或缩小真实物体的尺寸来模拟其形态，并在状态变化上与原型保持一致，从而再现对象的某些功能和特性。在构建物理模型时，重要的是要识别出模型中具体的结构，确保其名称和术语的规范使用，并进行知识的转化和扩展，理解各个模型在知识体系中阐述的问题。建立模型使学生能够更为轻松地掌握生物学知识，建立系统观念，有效培养科学思维。

结合生物学科的特色，学生在学习时需要重点用到物理模型的包含了静态模型和动态模型两种，可以为学生在不同场景下了解生物现象提供不同的帮助。教师要深入分析教学内容，引导学生应用恰当的模式，帮助学生更高效地掌握生物知识。

2.1. 用静态物理模型，发挥学生学习能动性

在生物教学中，教师要引导学生掌握一些静态的知识，包括染色体的概念、光合作用的概念等，因此对学生的记忆力有着一定的要求。如果教师要求学生用死记硬背的方式记忆，很容易导致学生对生物学习产生枯燥乏味的印象，也容易导致学生出现思维僵化的问题。因此在教学中，教师可以结合学生的记忆需求，组织学生展开静态物理模型的制作，将原本抽象的概念以直观生动的方式呈现出来。而且让学生动手

制作模型能够使学生的思维受到锻炼，自然而然地增强学生的记忆力，从而辅助学生完成知识的记忆[5]。

2.2. 用动态物理模型，提高学生对生物原理的认知能力

在高中生物教学中，需要学生掌握一些动态的生命现象，包括光合作用的各个阶段分别会产生哪些产物、物质是如何进出细胞的、细胞的分化过程等。针对这些生物现象，只让学生运用死记硬背的方式是难以让学生真正理解生物现象的本质，并且也会对学生的高效做题造成阻碍。因此，在实际的教学中，教师可以使用动态的物理模型帮助学生真正理解这些生命现象，提升学生对科学现象的理解水平并且激发学生的学习兴趣，让学生带着充足的兴趣分析动态模型中蕴含的科学原理[6]。

3. 物理模型在“基因指导蛋白质的合成”中的应用教学设计思路

3.1. 教材课标双挖掘

这一课来源于人教版 2019 年版高中生物必修二课本《遗传与进化》的第四单元第一节，涉及转录与翻译这两项重要概念，紧承“基因的本质”，并为接下来的“基因控制性状”做铺垫。本节课的重点是阐述 DNA 分子中的遗传物质经由 RNA 导向合成蛋白质，进而显现生物的各种性状；难点是理解遗传密码的破译过程及翻译过程。学生需要通过掌握 DNA 的双螺旋模型、复制、转录和翻译等生命科学基本过程，来阐释物质、能量与信息交流的一致性和细胞内构造及其功能的协调性。他们能够依据具体的生物学事实，运用归纳总结和演绎推理等思维方法，深入理解遗传信息传递等相关概念的本质。

3.2. 学情分析定目标

该章节教学面向的是高中一年级的学生群体，这些学生具备较高的求知欲望，并且思考能力亦展现出了一定程度的成长。因此，教师可以层层设计探索问题，激发学生主动思考的欲望，在引导学生在发现问题、解决问题、构建知识体系的过程中培养科学思维素养。

结合课标中的生物学科核心素养将本节课的课程目标设置如下：

- (1) 阅读分析教材中的图文和模拟实验，能理解转录和翻译过程。
- (2) 掌握突破遗传信息密码的技巧，增强归纳抽象和逻辑推演的技能。
- (3) 根据地球上几乎全部生命都共同使用一套密码子的事实，初步形成生物进化观。

3.3. 教学准备要全面

为使教学过程直观易懂，学生经历实践操作达到教学目标，教师需采用相关物理模型演示微观复杂的动态转录、翻译过程。

准备的材料有：彩色硬卡纸、马克笔、剪刀、透明胶带、尖角塑料片等。用卡纸、马克笔、剪刀制作五种核苷酸，用核苷酸制作 DNA 和含有起始密码子序列的 mRNA (长度至少有 18 个碱基)，并制作核糖体、若干与 mRNA 密码子配对的 tRNA 和若干匹配的氨基酸，用胶带模拟 RNA 聚合酶，用尖角塑料片模拟 DNA 解旋酶。

在教学中，构建模型时不仅要考虑原型主体的特点，还要与教材内容紧密结合并适当进行知识的拓展，促进学生迁移能力。

3.4. 教学实践重学生

3.4.1. 物理模型复习导入，由静态到动态——引出翻译的概念

教师给学生小组分发上述材料，让学生复习模拟转录的过程。动手操作活动有助于学生将“转录”中各个概念有机地联系起来，建立起一个正确、完整、动态的知识体系，并克服单一感官刺激的局限性。

该体系不仅包含了转录过程的基本步骤，还包括了与 DNA 复制、翻译和蛋白质合成等相关联的概念。通过这种方式，学生能够更好地理解和记忆转录过程，提高学习效果，为后续的学习打下坚实的基础。随后引出 mRNA 如何控制蛋白质的合成这一问题。

3.4.2. 回顾科学探索历程，培养思维——遗传密码的破译

研究合成蛋白质的过程首先要解决的问题是 mRNA 中的碱基与氨基酸是怎样的对应关系。如何确定某种氨基酸对应哪些碱基？教师可以采用边给资料边提问的方式，请学生仔细翻阅材料并深思。

材料 1：1954 年伽莫夫在《自然》杂志上首次提出了 3 个碱基编码 1 个氨基酸的猜想。

材料 2：在 1961 年，克里克通过实验探究了 T4 噬菌体基因中碱基变化对蛋白质编码的影响。他发现，替换 1 或 2 个碱基通常会导致无法形成正确的蛋白质，而替换 3 个碱基则能够生成正常的蛋白质。

材料 3：尼伦伯格和马太通过实验用仅含有尿嘧啶(U)的 RNA 序列并置入多个不同的氨基酸到加入了去除了 DNA 和 mRNA 的细胞提取物的不同试管中，最终，在添加了苯丙氨酸的试管中，发现形成了以苯丙氨酸为单位的长肽链，这一发现明确了 UUU 为编码苯丙氨酸的密码子。

提问：试管中加入的细胞提取液要除去 DNA 和 mRNA 的原因是什么？如何通过实验确定 AAA、GGG 和 CCC 是哪种氨基酸的密码子？

材料 4：在 1966 年，霍拉纳合成了一个由 A 和 C 核苷酸交替排列形成的长链 RNA，表示为(AC)_n，其合成的蛋白质是由苏氨酸和组氨酸组成的多聚体。接着使用了另一个人工合成的(CAA)_n 作为模板，他发现，根据这个模板合成的蛋白质包括三种不同的多聚体，分别只含有苏氨酸、天冬酰胺或谷氨酰胺。

提问：苏氨酸的密码子是什么？组氨酸的密码子是什么？

材料 5：在接下来的五六年中，科学家们继续探索蛋白质的体外合成方法，并通过不断优化实验技术，最终解开了 64 个遗传密码子的秘密，并编制出了完整的密码子表。

运用物理模型，突破难点——遗传信息的翻译过程

教师播放“翻译”过程的视频，请学生注意观察几个要点：翻译的场所在哪里？模板是什么？氨基酸如何到达核糖体？视频播放结束后，用 PPT 展示翻译的流程图，引导学生给翻译下一个定义。学生观看视频、图片后分组讨论回答以上问题。接着要求他们借助手边的道具：核糖体、tRNA 以及氨基酸等物质，实践仿真翻译过程，通过实际动手实验并演示讲解多肽链是如何形成的。在学生的演示中，生生互评，不断补充。教师提示学生重点关注以下几点：① 在确保翻译准确性的过程中，“碱基互补配对原则”扮演着怎样的关键角色？② 在翻译过程中，哪个部分在移动，并且为什么每次移动的距离是三个碱基单位？③ 核糖体的主要职责是什么？能否根据多肽链合成时产生的水分子数量来估算基因或 mRNA 中的碱基数量？学生完成堂上反馈补充。

教师演示多聚合核糖体的结构模型和两种不等长的肽链，同时在模型上清晰地注明“5'端”与“3'端”。邀请一位同学到讲台前，让其正确地将这两肽链安置于核糖体的指定位置。随后，各小组对该同学的操作进行探讨。在进行评述之后，教师讲解多聚合核糖体的存在显著提升了翻译作用的效率，并使得单个 mRNA 模版能够在较短时间内批量生产出同类型的肽链或者蛋白质。

4. 小结

物理模型应用于高中生物学教学中有利于提高学生对生物课程的学习兴趣、促进学生对生物学知识的理解与运用、增强学生之间合作交流能力。学生通过亲自动手建构模型，能够主动解决学习中所遇困难，自信心与满足感更强，也更愿意与老师和同学进行交流，逐步完成知识的内化。在授课过程中，教师运用物理模型能够激发学生的感知力，缩短学生对于新知识做出初步响应和认识的时长，进而促进学生更深刻地把握知识架构，为知识的运用与剖析搭建稳固的基础。通过制作与课程内容相关的物理模型，

并让学生在细胞层面进行实践操作,采用动态的方式来解决课程中流程性知识体系带来的教学挑战。

基金项目

陕西理工大学研究生教育教学改革项目(SLGYJG2418); 陕西理工大学教育科研项目(JYYJ2023-09)。

参考文献

- [1] 张学良. 高中生物学教学中模型建构的研究与应用——以减数分裂为例[J]. 中学生物教学, 2021(24): 22-23.
- [2] 高晓瑞, 李陆军. 奥苏泊尔认知理论对有效教学的启示[J]. 山西财经大学学报, 2012, 34(S2): 113.
- [3] 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: 4-5.
- [4] 施问华. 生物模型的分类特点及构建方法[J]. 中学生物学, 2007(7): 41-42+48.
- [5] 徐玉送, 兰瑛. 模型与建模思维在研究高中生物遗传规律中的应用——以教学基因分离定律为例[J]. 广西教育, 2022(17): 131-134.
- [6] 周慧. 浅谈模型建构在高中生物教学中的有效应用[J]. 智力, 2023(22): 168-171.