

基于思维导图的科学史教学设计 ——以“DNA是主要的遗传物质”为例

刘红月，杜秀菊

聊城大学农业与生物学院，山东 聊城

收稿日期：2024年7月18日；录用日期：2024年8月27日；发布日期：2024年9月5日

摘要

思维导图作为一种思维可视化工具可充分发挥科学史教学的育人价值。本文以人教版高中生物学必修二“DNA是主要的遗传物质”为例，以思维导图为教学辅助工具，通过围绕探究遗传物质本质的教学主线，采用问题驱动等教学方法，开展教学活动，阐述基于思维导图的科学史教学设计过程。

关键词

科学史教学，思维导图，DNA是主要的遗传物质，教学设计

Mind Map-Based Teaching Design for the History of Science

—Taking the Example of “DNA Is the Main Genetic Material”

Hongyue Liu, Xiuju Du

College of Agriculture and Biology, Liaocheng University, Liaocheng Shandong

Received: Jul. 18th, 2024; accepted: Aug. 27th, 2024; published: Sep. 5th, 2024

Abstract

As a mental visualization tool, mind maps can give full play to the educational value of science history teaching. This paper takes “DNA is the main genetic material” of the second compulsory course of high school biology of the People’s Education Edition as an example, takes mind map as a teaching aid, and carries out teaching activities through the main line of teaching around exploring the nature of genetic material, and adopts problem-driven teaching methods to elaborate the teaching design process of history of science based on mind map.

Keywords

Teaching the History of Science, Mind Mapping, DNA Is the Main Genetic Material, Instructional

Design

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/>



Open Access

1. 引言

思维导图是依据左右脑分工和协作的原理开发的一种充分发挥左右脑潜能的思维工具，它是围绕中心主题向外发散，形成发散的网状结构，与大脑的信息传递方式类似，是大脑放射性思维的外在呈现方式。思维导图巧妙地将文字、符号、图形等有机地结合在一起，充分发挥左右脑潜能，提高记忆效果和发展思维，可见思维导图充分体现了“以学生为主体、以教师为主导”的建构主义思想[1]。

《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》提出：科学是一个发展的过程，学习生物科学史能使学生沿着科学家探索生物世界的道路，理解科学的本质和科学的研究思路和方法，学习科学家献身科学的精神，这对提高学生的生物学学科核心素养是很有意义的[2]。在生物学科学史教学中运用思维导图，可以帮助学生直观感受科学发展过程，培养其科学探究能力和科学精神，实现深度学习，促进学科核心素养的提升[3]。

2. 基于思维导图的科学史教学设计思路

在生物学科学史教学中，教师可以引导学生以科学史思维导图为抓手，合作学习科学的发生发展过程。在讲解每个经典实验时，以小组为单位借助思维导图对实验进行剖析总结，绘制此实验的初步思维导图，教师在此基础上点拨讲解，学生自主完善思维导图，最终形成关于主题中心词的知识体系。将思维导图应用于科学史教学，既清晰地呈现科学的过程和方法，又系统地体现了知识的内在逻辑。

3. 基于思维导图的科学史教学案例

以人教版高中生物学“遗传与进化”模块中的“DNA是主要的遗传物质”为例，阐述基于思维导图的科学史教学设计的具体过程。

3.1. 基于教材、学情分析确定教学内容

“DNA是主要的遗传物质”内容是按照对遗传物质的探索历程编排的，主要由探索遗传物质本质的三个经典实验构成。学生从本节内容开始将进入遗传的分子基础的学习，此时，学生已具备“DNA是遗传物质”的基本概念，但不清楚DNA是主要的遗传物质及其探索过程。

3.2. 基于学科核心素养确定教学目标

基于教材和学情分析，并结合新课程标准的要求“概述多数生物的基因是DNA分子的功能片段，有些病毒的基因在RNA分子上”[2]，围绕学科核心素养制定教学目标(见表1)。

Table 1. The goal of the teaching is that “DNA is the main genetic material”

表1. “DNA是主要的遗传物质”的教学目标

维度	具体描述
生命观念	阐述遗传物质可能具有的特点，加强对结构与功能观的认识

续表

科学思维	阐述 DNA 是主要遗传物质的探索过程、方法和原理
科学探究	阐述证明 DNA 是主要遗传物质的相关实验思路，概述遗传物质本质
社会责任	认同对遗传物质本质的认识是不断发展的，科学与技术是相互支持和促进的

3.3. 基于思维导图设计教学过程

3.3.1. 情境导入，激发兴趣

学生已经具备 DNA 是遗传物质等前概念。因此教师可以以“通过 DNA 比对确定抗美援朝烈士身份”的视频作导入，提出问题：为什么通过 DNA 比对确定烈士身份？科学家又是如何发现 DNA 是遗传物质？教师由此引出本节课主题，即思维导图的中心词——DNA 是遗传物质。

设计意图：从学生原有知识经验出发，呈现 DNA 比对确定烈士身份视频，不仅可以激发学生学习动机，让学生带着问题进入课堂，还可以对学生进行爱国主义教育，培养学生的爱国情怀。

3.3.2. 剖析实验，归纳总结

1) 肺炎链球菌的转化实验

首先，教师利用科学史思维导图(见图 1)进行整体引导，学生以小组为单位、以科学史思维导图为抓手，自主学习教材内容，讨论并构建初步的思维导图[4]。在此期间，教师适时指导。讨论结束后，教师以学生建构的初步思维导图为载体，提出一系列有逻辑关系的问题，引发学生对实验的进一步思考和理解：第 1、2 组实验对比说明什么？第 2、3 组实验对比说明什么？加热致死的原理是什么？为什么 R 型细菌和加热致死的 S 型细菌混合注射到小鼠体内，却能引发小鼠死亡呢？在死亡小鼠体内分离的 S 型活细菌从何而来？从而引出格里菲斯的实验结论：加热致死的 S 型细菌含有某种物质，可以使 R 型活细菌转化为 S 型活细菌，并将该物质称为转化因子[5]。教师补充强调该实验并未证明转化因子究竟是什么物质；学生自主完善此实验的思维导图(见图 2)。

教师引导学生思考如何设计实验证明转化因子是什么物质，学生很容易想到将组成 S 型细菌的物质分别提取，加入有 R 型活细菌的培养基进行判断。教师补充：当时分离提纯技术不成熟导致在分离过程中会带有其他物质，是否存在其他有效的方法呢？接着播放《艾弗里的肺炎链球菌体外转化实验》的视频，学生再次以小组为单位对此实验进行剖析总结，绘制此实验的初步思维导图，教师以思维导图为载体，对思维导图中知识点随机提问：艾弗里的实验设计思路是什么？如何判断 R 型细菌转化为 S 型细菌？培养基中只有 R 型活细菌，说明了什么？艾弗里的此实验可以得出什么结论[6]。学生自主完善此实验的思维导图(见图 3)。

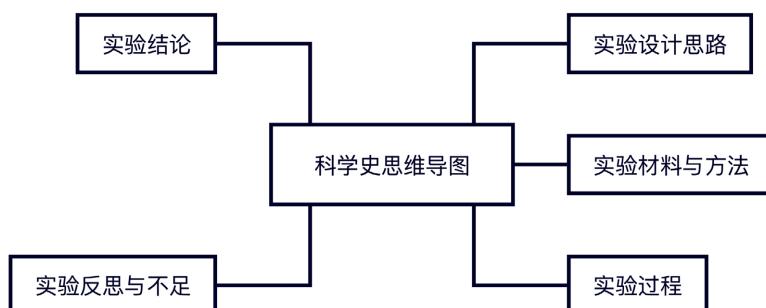
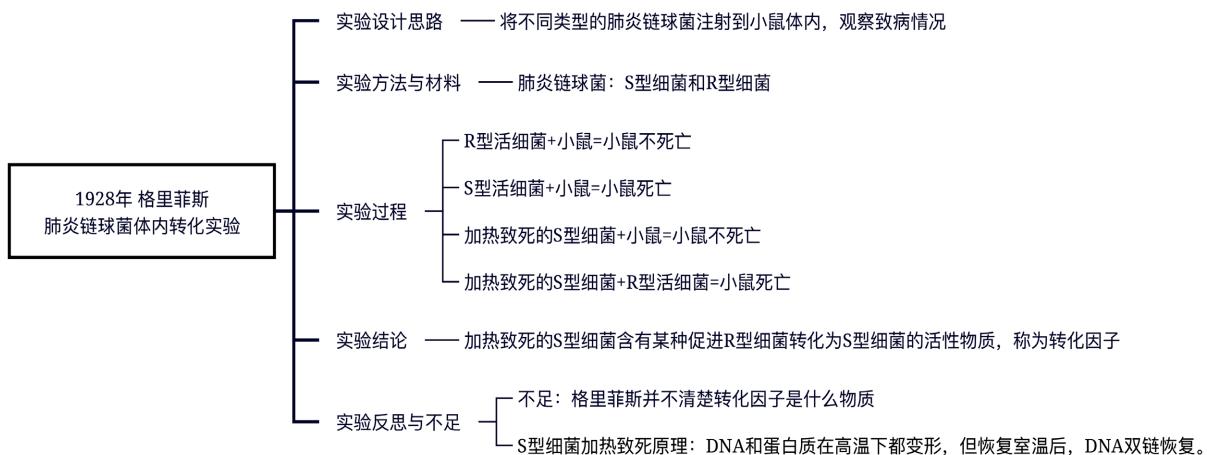
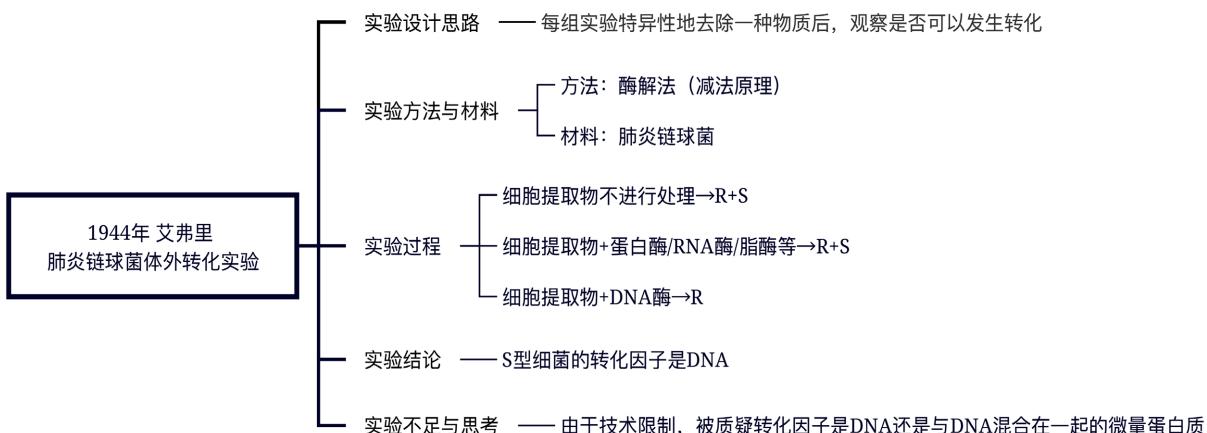


Figure 1. Mind map of history of science

图 1. 科学史思维导图

**Figure 2.** Mind map of *in vivo* transformation experiment for *Streptococcus pneumoniae***图2.** 肺炎链球菌体内转化实验思维导图**Figure 3.** Mind map of *in vitro* transformation experiment for *Streptococcus pneumoniae***图3.** 肺炎链球菌体外转化实验思维导图

设计意图：通过科学史思维导图，给学生提供一个剖析实验的抓手，自主学习教材内容，组内合作完成实验的思维导图，教师通过提出一系列问题，有效地驱动学生对实验的进一步思考和理解，发展学生的科学思维，提高自主合作探究的能力。

2) 噬菌体侵染细菌的实验

教师补充：科学界普遍认为蛋白质是遗传物质，而且艾弗里提取的DNA仍伴有微量的蛋白质，因此不能完全证明DNA是遗传物质。由此引出了解决这一争议的噬菌体侵染大肠杆菌实验，为形成DNA是遗传物质的认识扫清了障碍。

教师通过模型对T2噬菌体结构及其侵染过程作补充后提问：T2噬菌体如何控制合成子代噬菌体？学生提出三种可能假设。教师引导学生自主学习教材内容，小组讨论以下问题并完成此部分思维导图：用什么方法追踪蛋白质和DNA的行为？如何标记？本实验中，搅拌、离心的目的是什么？小组合作利用模型探究三种假设的实验结果，并请小组代表上台展示，教师播放《噬菌体侵染大肠杆菌》的视频，请学生回答：赫尔希和蔡斯的实验结果支持哪一种假说？实际实验结果和模拟结果有无差异？如何解释这种差异？并完善此实验的思维导图(见图4)。

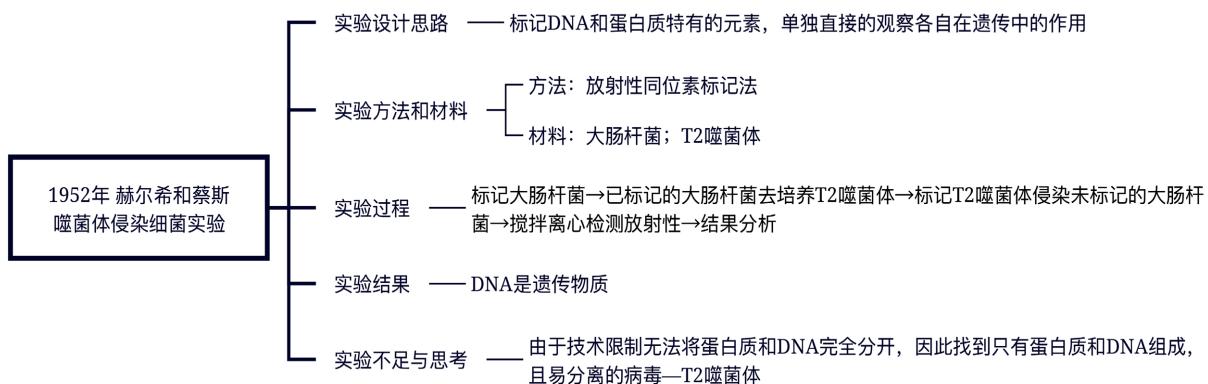


Figure 4. Mind map of bacteriophage infection bacterial experiment

图 4. 噬菌体侵染细菌实验思维导图

设计意图：此实验是本节内容的重难点，学生理解较为困难。采用假说 - 演绎法引领学生利用教具模拟侵染过程，通过一系列问题促进学生思考和掌握知识，同时有效锻炼学生的科学思维和科学探究能力，培养科学探究兴趣，形成系统的知识框架。

3.3.3. 学以致用，重构概念

教师呈现烟草花叶病毒(简称 TMV)的资料和模型，提出问题：所有生物的遗传物质都是 DNA 吗？烟草花叶病毒的遗传物质是什么？学生讨论如何设计实验证明哪一种是烟草花叶病毒的遗传物质？学生很容易想到将烟草花叶病毒的蛋白质和 RNA 分别感染烟草，观察烟草是否患病，并用蛋白酶和 RNA 酶进行进一步验证。教师呈现康拉特实验过程，学生自主完善此实验的思维导图(见图 5)，进一步重构“DNA 是主要的遗传物质”的重要概念，修改思维导图的中心词为“DNA 是主要的遗传物质”。

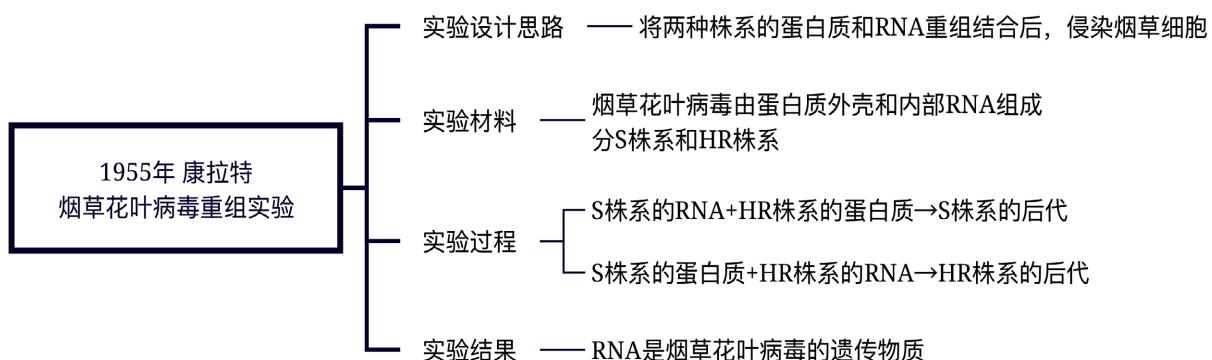


Figure 5. Mind map of tobacco mosaic virus recombination experiment

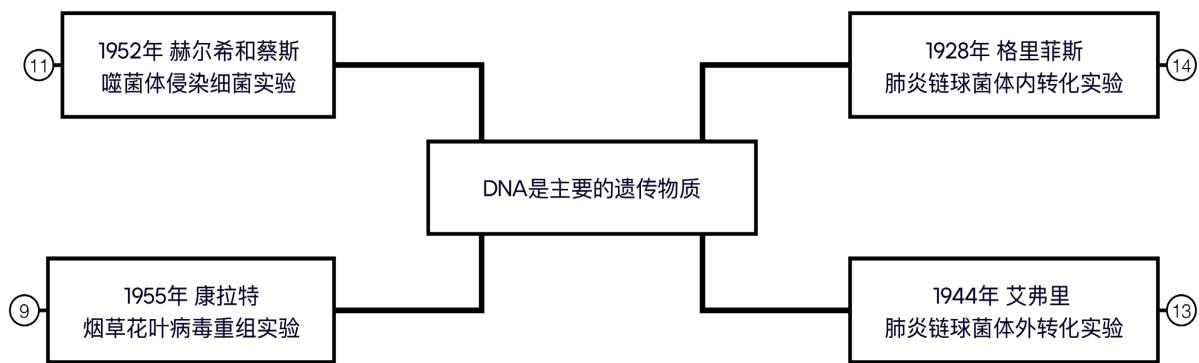
图 5. 烟草花叶病毒重组实验思维导图

设计意图：引发学生思考，活跃学生思维，重构 DNA 是主要的遗传物质这一重要概念，体会实验设计思路和方法，提高迁移应用能力。

3.3.4. 以图做结，归纳课本

根据各个经典实验的思维导图，学生自主完成本节思维导图的绘制(见图 6)。

设计意图：以师生共同完善的每个经典实验的思维导图为抓手，让学生亲自去建构本节知识网络，充分落实学生为主体、教师为主导的教学理念。

**Figure 6.** Mind map of “DNA is the main genetic material”**图 6.** “DNA 是主要遗传物质”思维导图

3.3.5. 课后习题，能力提升

教师呈现资料：20世纪50年代，巴布亚新几内亚爆发库鲁病，感染者出现面部呆滞，不自主抽搐等神经性疾病症状，美国科学家盖杜谢克进行研究发现：此病毒可以跨物种进行传播。他为了确定此病是否由病毒引起，做了对照实验：第一组用辐射对患者的脑组织进行照射，将其中的细菌和病毒等全部杀死后注入黑猩猩体内。第二组重复第一组实验操作外，还用特殊蛋白酶将蛋白质变性，再注入到黑猩猩体内。结果表明：仅第一组黑猩猩换库鲁病。教师提问：使人患库鲁病的是什么物质？这种蛋白质被称为阮病毒(阮毒体)，既然阮病毒只有蛋白质构成，那它如何在宿主体内繁殖呢？请同学课下查阅相关文献书籍并绘制思维导图。

设计意图：学生通过了解阮病毒实验过程，加深对“减法原理”和“酶解法”的理解。通过课下收集资料的实践性学习活动，促进学生的自主学习、拓展知识、培养信息处理能力和团队合作能力，同时激发他们的兴趣和创造力，引导学生建立更全面的知识框架。

4. 基于思维导图的科学史教学设计反思

学生普遍存在“DNA是所有生物的遗传物质”等错误概念，且本节内容是按照探索遗传物质本质展开的，因此基于思维导图对“DNA是主要遗传物质”进行教学设计，学生直观感受科学家探究历程的同时，形成“DNA是主要的遗传物质”这一核心概念，既调动学生学习主动性，也调动学生进行思维碰撞，在分析知识的过程中，达成对知识的深度理解和建构系统的知识框架，同时在科学思维、科学方法和科学精神方面都受到启迪。

将思维导图运用于生物学科学史教学中，能够帮助学生更直观地理解科学知识的发展路径和科学家的思维过程，增强他们的记忆和理解效果。因此，在新课程、新高考视角下，将思维导图引入高中课堂中，既有利于学生将繁杂琐碎的知识建构为结构化的知识体系以提升学习效果，也促进了学科核心素养的提升，实现深度学习。

参考文献

- [1] 印宝军. 运用思维导图优化高考生物复习的实践研究[D]: [硕士学位论文]. 苏州: 苏州大学, 2014.
- [2] 中国中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017年版 2022年修订) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2022: 60-61.
- [3] 梅诗琦, 李先明. 思维导图助力高中生物学单元整体教学——以“体液调节”单元为例[J]. 中学生物教学, 2023(26): 38-41.
- [4] 潘龙龙, 辛光珠. 基于思维导图的“能量之源——光与光合作用”(第二课时)的教学设计[J]. 生物学教学, 2018,

- 43(9): 36-38.
- [5] 生物课程教材研究开发中心. 普通高中教科书 生物学 必修2《遗传与进化》[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019: 43.
- [6] 年福琪, 桑灿. 问题驱动模式在高中生物科学史教学中的应用——以“DNA 是主要的遗传物质”一节为例[J]. 中学生物教学, 2023(16): 49-51.