

库伯体验学习圈理论在培养高中生物科学探究能力中的应用

——以《DNA的复制》为例

刘一诺¹, 郭宇然²

¹赤峰学院化学与生命科学学院, 内蒙古 赤峰

²赤峰市红旗中学, 内蒙古 赤峰

收稿日期: 2025年6月27日; 录用日期: 2025年7月24日; 发布日期: 2025年7月31日

摘 要

基于库伯体验学习圈理论的教学活动能充分发掘学生已有经验并螺旋式上升以构建知识体系, 科学探究能力是生物学核心素养的重要组成, 基于二者内在一致性, 其有机结合对培养学生科学探究能力具有指导意义。本文以“体验学习圈”理论为依据, 从具体体验、反思观察、抽象概括和主动应用四个环节对高中生物《DNA的复制》进行教学设计, 以期在教学中有效提升学生生物学科学探究能力。

关键词

库伯体验学习圈, 《DNA的复制》, 科学探究能力

The Application of Kolb's Experiential Learning Cycle to Improve High School Students Scientific Inquiry Ability

—A Teaching Design on *DNA Replication*

Yinuo Liu¹, Yuran Guo²

¹School of Chemistry and Life Sciences, Chifeng University, Chifeng Inner Mongolia

²Chifeng Hongqi High School, Chifeng Inner Mongolia

Received: Jun. 27th, 2025; accepted: Jul. 24th, 2025; published: Jul. 31st, 2025

文章引用: 刘一诺, 郭宇然. 库伯体验学习圈理论在培养高中生物科学探究能力中的应用[J]. 教育进展, 2025, 15(7): 1580-1586. DOI: 10.12677/ae.2025.1571390

Abstract

It had been confirmed that Kolb's experiential learning cycle can extremely expose students' experiences to construct knowledge system step by step, scientific inquiry ability is one significant part of biological core competence in high school, according to the conformance of Kolb's learning cycle and scientific inquiry ability, they can promote high school students' ability of scientific inquiry. Based on the theory of "experiential learning cycle", this article is a teaching design of *DNA Replication* from four perspectives: concrete experience, reflective observation, abstract generalization, and active application, focusing on improving students' scientific inquiry ability.

Keywords

Kolb's Experiential Learning Cycle, *DNA Replication*, Scientific Inquiry Ability

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/>



Open Access

1. 引言

《普通高中生物学课程标准(2017年版 2020年修订)》中明确提出聚焦生物学核心素养。科学探究能力是高中生物学核心素养之一,且科学探究能力的培养会间接影响生命观念和社会责任素养的落实,高中生物教学应注重培养学生科学探究能力。目前高中生物知识分为宏观和微观两部分,必修模块微观知识占比大,且不同地区实验条件不尽相同,微观内容对于学生相对抽象,因此教材知识与学生认知之间存在一定距离。目前大部分学校和教师生物学课堂教学主要以教师输出学生理解为主。

学生进行抽象知识学习时,通常以已有经验和知识为支架,通过对比等方法在新、旧经验间建立联系,帮助完成新知识构建。因此针对抽象知识,教学时教师可创设情境,充分利用学生已有经验,体验科学家发现知识的思维过程,学生主动探究获取知识。基于这一认识,体验学习能高效利用学生已有知识经验,对学生学习具有指导意义。本文尝试将“体验学习圈”理论应用于高中生物教学,以期培养、提升学生生物学科学探究能力。

2. 关于体验学习圈

体验学习最初发源于杜威的经验学习。体验学习理论被普遍应用后伴随着批评和质疑,大卫库伯意识到体验学习需要理论指导。在系统研究勒温的行动研究与实验室训练模式、杜威的经验中心学习模式、皮亚杰的学习与认知发展模式等各种学习理论与策略后,库伯创造性地提出“体验学习圈”理论,将体验学习程序化和科学化[1]。

库伯认为学习过程可分成四个阶段,两个维度。四个阶段分别是具体体验、反思观察、抽象概括和行动应用。具体体验是学生与环境交互获得的初步感知,不仅是实际经验,也包括学生进入学习情境时,带有的关于此次学习的主观想法;反思观察是学生通过观察,经过思考提出更深入的问题;抽象概括是学生将具体的经验抽象成便于交流的概括性理论;主动实践是学生从具体体验抽离,在新情境下应用理论,在实践中检验、丰富理论的过程。

体验学习圈理论的两个维度是具体体验-抽象概括的理解维度和反思观察-主动实践的转换维度(如下图1所示)。在理解维度,学生从具体体验中领悟到带有情感的感觉,从具体体验中感知到事物本质

则需要经历抽象概括阶段。在转换维度，具体体验对反思观察产生前摄影响，反思观察总结出的经验又对主动应用起指导作用。因此学习者不是单纯停留在体验，而是通过体验进行反思和观察形成结论，并在新情境下应用检测结论[2]。体验学习圈不是单次循环的平面结构，而是螺旋上升的发展过程[1]，即学生在主动检验的过程中产生新的具体体验，并开始新一轮体验学习圈。

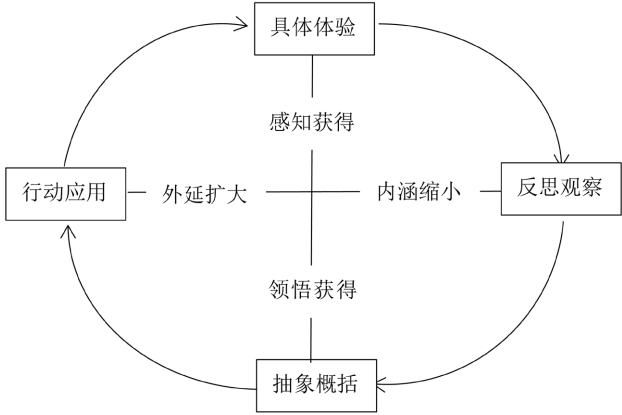


Figure 1. David Kolb's "experiential learning cycle"
图 1. 大卫库伯的“体验学习圈”

3. 通过体验学习圈培养科学探究能力

体验学习圈理论与科学探究能力培养内在的一致性。《普通高中生物学课程标准(2017 年版 2020 年修订)》，将高中生物学科学探究能力分解为提出问题的能力、假设与猜想的能力、设计方案的能力、实施方案的能力、解释与结论的能力和反思与交流的能力[3]。“体验学习圈”理论的四个学习阶段，即具体体验、反思观察、抽象概括和行动应用，大卫库伯在著作中将体验学习圈四环节与科学研究过程相结合[1]，库伯认为从具体体验阶段到反思观察阶段需要经历的科学研究过程是与事实比较和区分不同问题，与事实比较和区分不同问题对应科学探究能力培养的反思与交流的能力和提出问题的能力；从反思观察阶段到抽象概括阶段需要经历的科学研究过程是选择问题和考虑方案，选择问题和考虑方案对应科学探究能力培养的提出问题的能力和设计方案的能力；从抽象概括阶段到行动应用阶段需要经历的科学研究过程是估计结果和选择方案，估计结果和选择方案对应科学探究能力培养的假设与猜想的能力和设计方案的能力；从行动应用阶段到具体体验阶段需要经历的科学研究过程是执行方案和选择一个模式或目的，执行方案和选择一个模式或目的对应科学探究能力培养的实施方案的能力和解释与结论的能力(如下图 2 所示)。

4. 体验学习圈在培养学生科学探究能力中的应用

《DNA 的复制》在高中生物必修二占重要地位，是从分子水平揭示生物遗传变异的基础和中心法则的重要步骤。本文应用“体验学习圈”理论，从具体体验、反思观察、抽象概括和行动应用四个阶段，体验学习圈一、体验学习圈二和体验学习圈三的三个水平对必修二第三章第三节《DNA 的复制》进行教学设计，以期培养高中生生物学科学探究能力。

4.1. 具体体验真情景

生物知识可分为宏观知识和微观知识。当教授微观知识时，教师可从学生具体体验出发，帮助学生将切身经验与微观知识建立联系；教师补充资料背景，让学生有支架进行思考，在新、旧知识间搭建

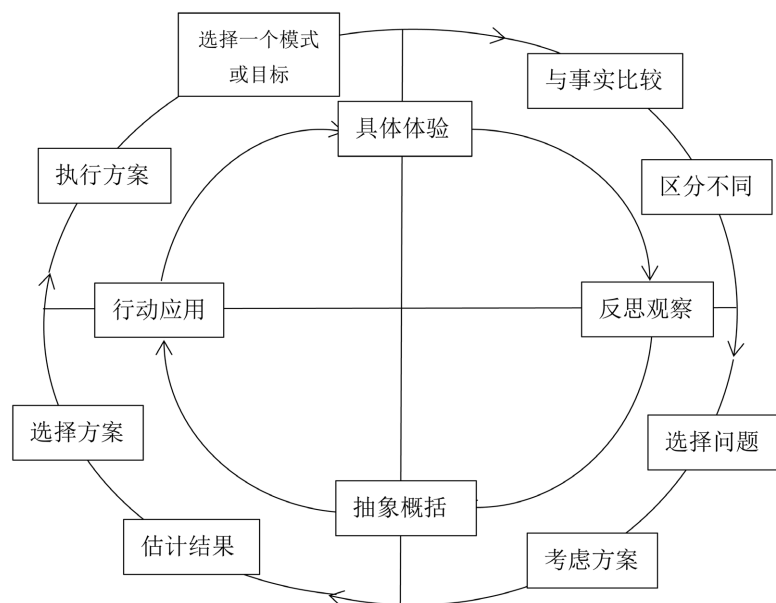


Figure 2. Kolb's experiential learning cycle and the process of scientific inquiry
图 2. 库伯体验学习圈与科学探究过程

支架, 辅助学生构建知识框架, 增加知识记忆点。

4.1.1. 情境 1: 导入 DNA 复制

小组合作, 学生动手拼接 DNA 双螺旋模型; 学生观察模型并回答问题: 1. DNA 的结构特点。2. DNA 分子由哪几部分组成。

设计意图: 一, 充分发掘学生已有学习体验, 将旧知识 DNA 结构与新知识建立联系。教师引导学生回忆已有知识 DNA 结构、DNA 各部分组成部分的名称, 从 DNA 组成推测复制所需原料。二, 锻炼学生动手能力、语言表述能力, 发展学生思维。从 DNA 结构推测 DNA 复制阶段, 复制方式。

4.1.2. 情境 2: “证明 DNA 复制方式的实验”实验原理

教师给出资料, 提供背景知识。将同位素标记法与密度梯度离心法联系起来, 启发学生概括出含有 ^{15}N 和 ^{14}N 的 DNA 的区别。

资料 1: ^{14}N 在自然界分布广泛, 如果在培养细菌的培养液中加入 ^{15}N , ^{15}N 会被细菌吸收用于脱氧核糖核苷酸合成, 进一步用于细菌 DNA 复制。

资料 2: Cs 是重金属, 将 CsCl 溶液离心后, 从上到下形成连续的 CsCl 密度梯度, 不同密度物质会停留在 CsCl 溶液不同密度的相应位置。

设计意图: 将学生已有知识即同位素标记法和 DNA 结构、DNA 复制联系起来, 可用同位素示踪法标记 DNA 以区别母链和子链。启发学生整理出证明 DNA 复制方式的实验原理, 画出不同复制方式 DNA 分布图。

4.1.3. 情境 3: 体内 DNA 复制与体外 DNA 扩增

播放视频: PCR 扩增 DNA 的原理和过程动画视频, 请学生总结 PCR 原理和阶段。

设计意图: 一, 将 DNA 复制与学生实际生活相联系, 充分调动其学生兴趣。新冠病毒流行期间核酸检测采样与学生生活密切相关, 但学生只熟悉采样过程, 对于后续如何体外扩增 DNA 缺少了解。二, 将 DNA 体内复制与体外扩增联系并对比, 增加知识记忆点, 为后续选修学习打下基础。

4.2. 反思观察留余地

反思观察阶段, 是学生依据已有经验对具体体验做出解释, 整合已有经验的过程。通常学生很难独自充分发掘已有经验, 因此反思观察阶段教师可以采取小组合作等方式引导学生互相交流, 思维碰撞, 或教师设置循序渐进的问题串, 引导学生有方向地逐步深入思考。在整个阶段, 教师是学生学习的“引领者”而非知识的“传授者”[4]。教师切忌直接将答案输出给学生, 需给学生留时间思考, 让学生体会科学知识发展的过程, 科学家思维转变过程。以第二个体验学习圈为例, 学生在必修一的《细胞器之间的分工与合作》中分泌蛋白合成、《光合作用与能量转化》中卡尔文循环均接触过同位素标记法, 但易形成思维定式, 将同位素标记法和检测放射性联系起来, 区分放射性同位素和非放射性同位素, 因此, 教师可以补充密度梯度离心的实验原理背景资料, 提示《光合作用与能量转化》中应用同位素进行的实验, 引导学生思考的方向即重新回归同位素的定义。

4.3. 抽象概括重思维

抽象概括是具体体验和反思观察两阶段的思维整理和概括上升, 是从分析事物表面到剖析本质和起源, 将知识抽象概括成便于交流的理论的过程[1]。此阶段, 教师要以学生为主体, 给学生思考的时间, 让学生从具体体验和反思观察阶段中抽象出本质的概括, 主动完成知识构建, 同时要鼓励学生勇于尝试, 积极表现自己。首先, 教师可以组织学生交流讨论, 让学生有机会充分表达自身观点并在交流中捕获有效信息, 学生概括时完善自身表述, 然后教师纠正学生语言表述。其次, 引导学生使用生物学专业术语, 规范表达。如第二个体验学习圈中, 教师采用小组讨论和提问的形式, 通过第一个体验学习圈中学生提出的 DNA 复制方式猜想、资料补充和提问环节, 引导学生概括出“证明 DNA 复制方式的实验”实验原理, 是学生主动构建出知识的过程而非教师直给, 锻炼学生思维和语言表达能力, 获取有效信息的能力。

4.4. 创新应用深理解

体验学习圈的学习循环模型不是一个圆圈式结构, 而是一个螺旋上升的过程, 在连续不断、层层递进的螺旋式学习中不断获得新的认识[1]。DNA 复制是微观理论知识, 受实验条件制约难以直观重复科学家的实验, 将实验展示给学生。因此教师可以根据知识, 设计模型, 让学生动手参与模型拼接, 使微观抽象的知识宏观直观化; 或应用原理和生活及实验常见材料, 设计创新小实验, 让学生观察实验现象, 体会实验原理。例如在体验学习圈一中, 将小组合作拼接 DNA 结构模型的活动贯穿整个阶段, 学生以动手加观察模型为具体体验, 又以 DNA 模型结构和组成为基础, 概括推测复制的阶段和原料, 活动即复习已有知识又使学生对 DNA 的立体结构有深刻认识。本学习圈中学生明确 DNA 原料、阶段, 推测复制方式, 初步建立 DNA 复制的框架, 锻炼学生提出问题的能力和假设与猜想的能力以及动手能力。体验学习圈二中, 以生活中常见材料, 蜂蜜、油、水、红色导线、蓝色导线和烧杯设计 DNA 复制密度梯度离心模拟实验。将学生抽象概括出的“证明 DNA 复制方式的实验”实验原理进行应用, 将知识从理论层面外延至应用, 避免学生对知识死记硬背。本学习圈中学生演绎推理不同 DNA 复制方式的实验结果, 掌握“证明 DNA 复制方式的实验”实验原理, 锻炼设计方案的能力、实施方案的能力和反思交流的能力。体验学习圈三中, 播放教师进行 PCR 体外扩增 DNA 实验的视频, 请学生对比书本上体内 DNA 复制过程, 比较体内、体外 DNA 复制的异同。本学习圈中学生通过第一个体验学习圈的认识及阅读课本, 掌握体内 DNA 复制的具体过程, 锻炼提出问题的能力和反思交流的能力。

三个体验学习圈, 学生的经验层层递进, 锻炼提升科学探究能力的各个方面(见下表 1)。在完成整节课内容学习后, 教师可布置相应章节习题作业和活动作业, 习题作业有助于检测学生对实验和知识点的掌握, 梳理细节知识。活动作业如回家再次自己动手操作“DNA 复制密度梯度离心模拟实验”, 有助于

学生加深理解, 培养生物学学习兴趣。

Table 1. Experiential learning cycle of “DNA replication”
表 1. “DNA 的复制”的体验学习圈

具体体验	反思观察	抽象概括	行动应用	学习圈	科学探究能力
情境 1: 导入 DNA 复制	提问: 1. DNA 有什么结构特点? 2. DNA 分子由哪几部分组成? 3. 判断: ATP 是合成 DNA 的原料。	学生: 1. 准确描述 DNA 分子结构特点和分子组成。 2. 推测 DNA 复制阶段和原料准确概括。推测 3. 推测 DNA 复制方式。	活动 1: 小组合作拼接 DNA 结构模型。	第一个学习圈: 让学生熟悉 DNA 的结构和组成; 由 DNA 结构推测 DNA 复制的阶段; 由 DNA 组成推测复制原料。	提出问题的能力 假设与猜想的能力
情境 2: “证明 DNA 复制方式的实验”实验原理	提问: 如何区分含有 15N 和 14N 的 DNA。	学生: 1. 如何区分子链和母链。 2. 整理出实验原理。 3. 描述不同复制方式的实验结果, 画出示意图。	活动 2: 提供材料进行模拟实验- DNA 复制密度梯度离心模拟实验	第二个学习圈: 引导学生掌握“探究 DNA 复制方式实验”的原理, 让学生动手应用身边的材料模拟 DNA 复制密度梯度离心实验, 加深实验原理理解。	设计方案的能力 实施方案的能力 反思交流的能力
情境 3: 体内 DNA 复制与体外 DNA 扩增	提问: 1. PCR 的阶段、原理和原料。 2. 推测生物体内 DNA 复制的阶段和原料。	学生: 1. 概括体内 DNA 复制的阶段、原料。 2. 完整概括 DNA 复制过程。 3. 对比体外 PCR 扩增和体内 DNA 复制区别。	活动 3: 学生观看视频, 教师讲解实验。教师进行 PCR 体外扩增 DNA 实验。	第三个学习圈: 综合第一个学习圈, 学习体内扩增 DNA 的过程。对比视频资料体外扩增 DNA 的方式, 比较体内体外区别。	提出问题的能力 反思交流的能力

本课程设计充分挖掘学生已有经验, 依据大卫库伯的“体验学习圈”理论, 为学生创设探究 DNA 复制的多种情境, 引导学生思考方向, 在主动检测环节发现新问题、检验及深化所学理论, 使知识由抽象微观转变为宏观直观, 使学生由体验者转变为实践者。

5. 结束语

上述以《DNA 的复制》为例, 阐述“体验学习圈”理论内涵和在实际教学中的应用。每个人在进入学习情境时, 都或多或少带有关于此次学习的主观想法[1], 因此应用“体验学习圈”理论进行教学设计时, 要创设情境以调动学生多种感官, 充分发掘学生已有体验。但是不能机械地照搬理论, 即强调学习必须从具体体验开始, 再依照顺序完整呈现具体体验、反思观察、抽象概括和行动四个阶段, 而是应把握“体验学习圈”真正内涵, 视学习者情况而定, 体验学习圈可以从四阶段的任意阶段开始。同样, 只要有需要, 在一堂课中, 可以多次看到体验学习的四个阶段[5]。

参考文献

[1] D·A·库伯. 体验学习: 让体验成为学习和发展的源泉[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2008.
[2] 石雷山. 库伯的体验学习观及其在课堂教学中的应用[J]. 中小学教师培训, 2009(1): 44-46.

- [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] 胡杨, 王后雄. “体验学习圈”在化学核心概念教学中的应用——以“氧化还原反应”为例[J]. 化学教学, 2019(10): 43-49.
- [5] 石雷山. 库伯的体验学习观及其在课堂教学中的应用[J]. 中小学教师培训, 2009(1): 44-46.