

基于 BOPPPS-POE 模式的高中生物学实验探究教学策略

张静榆 陈珊珊 徐碧林*

黄冈师范学院 生物与农业资源学院

DOI:10.32629/mef.v9i2.19141

[摘要] 高中生物学课程标准将科学探究纳入核心素养体系,人教版必修一“分子与细胞”模块实验探究内容丰富,是培养学生科学探究能力的重要载体。本文梳理人教版必修一实验式探究内容,融合 BOPPPS 教学模式与 POE 策略,构建以培养制定与实施计划能力为核心的 BOPPPS-POE 实验探究教学框架,并以《探究植物细胞的吸水和失水》为例开展具体教学设计,通过多维度评价检验策略实效。在此基础上,分析该策略的实践价值与应用优化,旨在为生物教学实践提供理论支持和实践指导。

[关键词] BOPPPS; POE; 高中生物学; 实验探究; 科学探究

中图分类号: K826.15 **文献标识码:** A

Teaching Strategies for Inquiry-Based High School Biology Experiments Based on the BOPPPS-POE Model

Jingyu Zhang Shanshan Chen Bilin Xu*

College of Biology and Agricultural Resources, Huanggang Normal University

[Abstract] The high school biology curriculum standards incorporate scientific inquiry into the core competency framework. The experimental inquiry content in the “Molecules and Cells” module of the People's Education Press Compulsory Course I is rich and serves as a vital vehicle for cultivating students' scientific inquiry abilities. This paper systematizes the experimental inquiry content in People's Education Press Compulsory Module I, integrating the BOPPPS teaching model with the POE strategy to construct a BOPPPS-POE experimental inquiry teaching framework centered on cultivating students' ability to formulate and implement plans. Using “Investigating Water Absorption and Loss in Plant Cells” as an example, it develops specific instructional designs and evaluates the strategy's effectiveness through multidimensional assessment. Building upon this foundation, the paper analyzes the practical value and application reflections of this strategy, aiming to provide theoretical support and practical guidance for biology teaching practice.

[Key words] BOPPPS; POE; High School Biology; Experimental Inquiry; Scientific Inquiry

引言

普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)中将科学探究纳入核心素养体系,不仅要求学生掌握理论知识,更要求学生通过实验、观察与探究活动,深入理解生命现象与规律^[1]。人教版必修一“分子与细胞”模块蕴含丰富的实验探究内容,分布于细胞结构观察、物质跨膜运输、酶促反应、光合作用与细胞呼吸等核心知识领域,是培养学生实验探究能力的基础载体。当前高中生物学实验式探究教学中存在学生多按教材步骤机械操作、缺乏实验计划设计主动性,对实验变量控制、方案优化思考不足等问题;教师在教学中也出现缺乏教学的结构化框架,难以将能力培养落到实处的难题。BOPPPS教学模式以前测、导入、目标、参与式学习、后测、总结为核心环节,具有闭环性、可操作、可测量的特点,该环节体现了教学互动与反馈

的核心特点^[2]。POE策略以“预测—观察—解释”为逻辑主线,与实验式探究的完整流程高度契合^[3]。基于建构主义学习理论,BOPPPS的闭环教学环节与POE的探究逻辑形成互补,既保障课堂结构的系统性,又契合学生的认知规律,这种融合逻辑为二者的结合提供了坚实的理论支撑。将二者融合构建BOPPPS-POE实验探究教学策略,能够为实验式探究教学提供结构化支架,针对性培养学生的制定与实施计划能力,有效解决当前实验教学的痛点。基于上述分析,本文进一步构建BOPPPS-POE融合教学策略,并结合具体实验开展教学设计,为高中生物学实验探究教学提供实践参考。

1 人教版必修一实验式探究内容分析

1.1 人教版必修一实验式探究内容梳理

实验式探究是以实验活动为核心载体,通过结果预测、方案

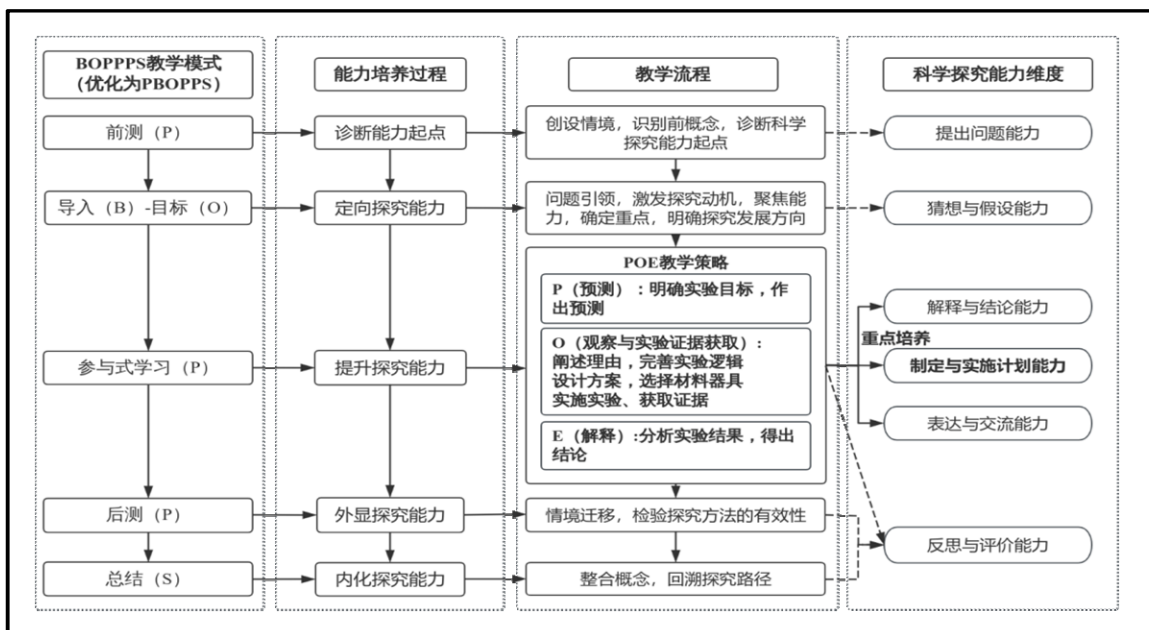


图 2-1 基于 BOPPPS-POE 模式的实验探究教学流程

设计与实施、结果分析解释形成科学结论的探究路径^[4],其核心认知任务体现在三个维度:实验前基于已有知识对结果作出合理预测,并将预测转化为可操作的实验方案;实验中按方案规范实施操作、精准获取实验数据与现象;实验后对结果进行科学分析与解释,检验预测并形成结论。

人教版必修一“分子与细胞”模块的实验式探究内容覆盖多个知识板块,包括使用高倍显微镜观察几种细胞、检测生物组织中的糖类脂肪和蛋白质、探究植物细胞的吸水和失水、比较过氧化氢在不同条件下的分解、探究酵母菌细胞呼吸的方式等。此类探究内容均具有操作步骤多、变量关系复杂、结果依赖过程规范性的特征,对学生的实验计划设计、变量控制、操作实施能力提出了较高要求,具体内容梳理详见表1-1。

表1-1 人教版必修一教材中“实验式探究”内容梳理

探究路径	章节	节标题	教学内容	
实验式探究	第一章第二节	细胞的多样性和统一性	使用高倍显微镜观察几种细胞	
	第二章第一节	细胞中的元素和化合物	检测生物组织中的糖类脂肪和蛋白质	
	第三章第三节	细胞核的结构和功能	细胞核的功能	
	第四章第一节	被动运输	渗透现象实验	探究植物细胞的吸水和失水
			细胞液的浓度测定	胞吞与胞吐
	第四章第二节	主动运输与胞吞、胞吐	胞吞与胞吐	
	第五章第一节	降低化学反应活化能的酶	比较过氧化氢在不同条件下的分解	
	第五章第三节	细胞呼吸的原理和应用	影响酶活性的条件	探究酵母菌细胞呼吸的方式
			探究酵母菌细胞呼吸的方式	
	第五章第四节	光合作用与能量转化——捕获光能的色素和结构	绿叶中色素的提取和分离	
	第五章第四节	光合作用与能量转化——光合作用的原理和应用	探究环境因素对光合作用强度的影响	探究植物与环境因素
			探究植物与环境因素	二氧化碳浓度增加对植物光合作用速率产生影响
第六章第一节	细胞的增殖	观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂		

1.2 实验式探究的能力培养分析

实验探究作为科学探究素养培育的核心实践载体,其完整过程内在融合、全程贯穿科学探究能力的六大核心维度。探究活动始于提出问题,确立研究指向,基于已有认知与经验形成猜想与假设,奠定实验设计逻辑基础;学生通过制定与实施计划,将预设转化为具体实证过程,完成现象观察与数据采集。例如在“绿叶中色素的提取和分离”实验中,“制定与实施计划”维度体现为学生设计提取溶剂、分离方法的过程;进而依托实证结果展开分析推理,形成解释与结论。该实验中“解释与结论”维度则体现为对色素带形成原因的分析;探究中还需通过反思与评价,审视方案漏洞、误差来源与探究效率,保障实验的科学性与严谨性;最终,借助表达与交流梳理思路、呈现成果,在互动中完善探究认知。六大能力维度并非割裂的独立环节,而是相互衔接、有机渗透于实验探究的全过程,共同支撑起完整、规范且具备深度的科学探究活动。

在实验探究教学过程中,制定与实施计划能力是支撑实验式探究活动顺利开展的关键能力,直接决定实验方案的可行性、实施过程的规范性,以及实验数据的质量和实验结论的科学性。高一学生已具备基础的生物学知识和简单的实验操作技能,但实验设计时易忽视变量控制,缺乏对照实验的设计意识,例如在探究细胞失水时,常混淆自变量与无关变量,误将“溶液浓度”设为无关变量;实验实施中重操作、轻思考,对实验步骤的逻辑关联性理解不足;出现实验问题时难以快速调整方案。因此,实验式探究教学的核心诉求,是通过结构化的教学策略,引导学生完整经历“设计—实施—反思”的实验过程,强化计划制订与

执行的意识,在其他能力协同发展的基础上,重点培养科学探究中的能力之一——制定与实施计划的能力。

2 BOPPPS-POE实验探究策略核心框架的构建

基于上述实验式探究内容与能力培养需求,本文进一步构建BOPPPS-POE融合教学策略。BOPPPS-POE实验探究策略以培养制定与实施计划能力为核心目标,将POE的“预测—观察—解释”逻辑嵌入BOPPPS模式的六个环节,形成“课前诊断一定向探究—核心探究—能力迁移—总结内化”的实验教学框架,各环节的功能与操作要点紧密围绕计划制定与实施能力的培养展开,实现“环节有目标、步步有训练”。

在该策略框架中,将BOPPPS教学模式的前测环节提前,用于诊断学生的前概念与实验探究能力起点,明确学生在计划制定方面的薄弱点;导入—目标环节创设真实情境,激发探究动机,明确实验探究的目标与能力培养指向;参与式学习环节是核心,完整融入POE的“预测—观察—解释”,预测阶段引导学生提出实验猜想并阐述依据,为实验计划设计奠定基础,观察阶段分为方案设计与实验实施,重点培养学生的计划制定与实施能力,解释阶段引导学生分析实验现象,反思实验计划与实施中的问题;后测环节设置情境迁移任务,检验学生的实验计划设计能力;总结环节梳理实验探究路径与知识体系,反思实验计划制定与实施的全过程,实现能力的内化。具体流程见图2-1。

3 BOPPPS-POE实验探究策略的具体教学设计

《探究植物细胞的吸水和失水》是人教版必修一第四章“被动运输”中的核心实验式探究内容,是学生理解植物细胞渗透作用的重要载体,该实验涉及实验方案设计、变量控制、显微操作、现象分析等多个环节,是培养学生制定与实施计划能力的典型素材。本文基于BOPPPS-POE策略开展该实验的教学设计。

3.1 前测：创设情境，识别前概念，诊断探究起点

教师引导学生回顾植物细胞结构与渗透作用原理,提出问题:“植物细胞有细胞壁和液泡,它在清水和蔗糖溶液中会如何变化?原生质层是否相当于半透膜?”学生结合已有知识参与讨论,形成初步猜想。设计意图为诊断学生对渗透作用、植物细胞结构的前概念,识别学生在实验猜想与逻辑推理方面的能力起点,为后续实验计划设计搭建新旧知识的桥梁。

3.2 导入—目标：问题引领，明确探究方向

教师展示白菜加盐出水、菜摊洒水保鲜、施肥过多烧苗等生活现象,提出问题:“这些现象与水分进出植物细胞有关吗?水分如何进出植物细胞?”引导学生发现问题,师生共同确定探究目标:概述植物细胞吸水失水原理、设计并完成探究实验、分析现象得出结论。设计意图为创设真实的生活情境,激发学生的探究动机,明确实验探究的目标与能力培养指向,让学生清晰认识到“实验要做什么、为何而做”。

3.3 参与式学习：融合POE策略培养制定与实施计划能力

此环节融入POE的“预测—观察—解释”三个阶段,聚焦学生制定与实施计划能力的培养。

预测阶段:教师提出问题:如果把洋葱表皮细胞分别放入

清水和30%蔗糖溶液中,预测会发生变化并说明理由。学生基于已有知识作出预测并阐述理由,形成实验猜想。设计意图为以预测驱动实验设计,让学生明确实验验证的方向,为实验计划设计奠定基础。

观察阶段:分为方案设计与实验实施两个子环节,是培养计划制定与实施能力的关键。方案设计环节,教师播放临时装片制作、引流法操作的视频,通过递进式问题引导学生明确实验步骤,随后提供“自变量—因变量—对照—观察指标—记录方式”的结构化支架,引导学生小组讨论,确定实验材料、变量、对照方式与操作步骤,在工作单中完成实验方案设计,并阐述材料与器具选择的理由。实验实施环节,学生以小组为单位开展实验,教师巡视指导,重点关注学生的实验操作规范性与变量控制,引导学生及时记录实验现象,若发现实验问题需修正方案并记录原因。设计意图为通过结构化支架帮助学生完善实验逻辑,将猜想转化为可操作的实验计划,培养计划制定能力;通过“方案执行—问题修正—继续实施”的过程,强化学生的计划实施能力与问题解决能力。

解释阶段:教师引导学生基于实验证据分析现象,完成三个层次的解释:首先结合洋葱表皮、黑藻叶片的实验现象,解释质壁分离的本质是原生质层与细胞壁的分层;进而对比2%、3%、4%、5%、10%NaCl溶液的实验结果,解释外界溶液浓度对植物细胞吸水失水的影响,总结细胞的渗透压调节极限;最后播放6%KNO₃溶液中质壁分离自动复原的视频,引导学生解释异常现象的机制。学生结合实验证据进行逻辑推理,形成科学解释,并反思实验计划设计与实施中的问题。设计意图为让学生结合实验证据分析现象,实现“现象描述”向“机制解释”的转变,同时通过反思实验过程,进一步深化对实验计划制定与实施的理解。

3.4 后测：情境迁移，检验计划设计能力

教师设置迁移情境:“冬天很多植物叶片会卷曲、萎蔫,猜测是由于失水导致细胞质壁分离,请迁移知识设计能验证这个观点的实验。”要求学生以小组为单位,在实验设计表中写出“问题—变量—对照—证据指标”。设计意图为通过新的情境任务,检验学生的实验计划设计能力,实现制定与实施计划能力的迁移,让学生在新问题中运用所学的实验探究方法。

3.5 总结：回溯路径，内化探究能力

教师引导学生进行知识归纳,梳理质壁分离的本质、渗透压与植物细胞吸水失水的关系、细胞的渗透压调节极限;再引导学生探究反思,通过三个问题引导学生回顾实验过程:“我验证了什么问题?我用什么方法获取证据?我得出什么结论/学到了什么实验设计方法?”学生整理思路,完成反思总结。设计意图为整合实验知识体系,回溯实验探究路径,让学生将具体的实验操作上升为实验计划设计与实施的方法意识,实现制定与实施计划能力的内化。

4 BOPPPS-POE策略的实践评价

在教学实践中,教师可采用多维度的评价方式,立足“教学

—学习—评价”一致性原则,构建了覆盖学习结果、过程与体验的完整评价体系:通过专属实验探究教学的学习工作单外化学学生探究思路与计划制定、实施过程;同时借助分级明确的PTA表现性评价量表实时记录课堂探究中的关键行为表现,再结合分层选取学生的访谈捕捉真实学习体验与反馈。评价工具相互补充、彼此印证,检验BOPPPS-POE策略在培养学生制定与实施计划能力方面的实效,又为教学过程的优化提供了精准依据,形成了科学闭环的评价机制。

5 实践价值与应用反思

5.1 实践价值

BOPPPS-POE策略将实验计划的制定与实施能力培养融入教学全过程,形成从设计到实施、从反思到迁移的探究能力培养路径,有效破解该能力培养虚化的问题;同时打破传统实验教学中教师主导、学生被动操作的模式,以情境与问题驱动学生自主设计、实施与分析实验,真正凸显学生的探究主体地位;该策略契合《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》中“实验教学应突出学生主体地位”的要求^[5],为“科学探究”核心素养的落地提供了可复制的范式,还为教师提供了结构化、可操作的实验教学框架,既保障教学的系统性与规范性,也能适配学生差异开展分层教学,为实验式探究的落地提供了可行范式。

5.2 应用反思

在实际运用策略中,需关注结构化支架的梯度设计,依据学生认知水平逐步设计支架;应重视实验过程中的真实问题生成,以引导性提问替代直接告知,让学生在自主修正方案、规范操作中提升探究与反思能力;同时要强化小组合作的分工与交流,确保全员深度参与探究全过程,在组内协作与组间互评中完善实验设计、提升探究实效。

6 结论

BOPPPS教学模式与POE策略的二者融合,从课堂结构与探究逻辑层面支撑实验教学,有效解决当前探究教学中能力培养虚化、过程缺乏结构化等问题。该策略引导学生较为完整经历探究历程,促进学生主动设计实验,在培养制定与实施计划能力方面表现出积极作用。该策略可为高中生物学不同教学情境中的实验探究提供参考,教师可结合实验内容与学生学情灵活调整与实施,为发展学生生物学核心素养提供有效途径。

【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]李爽,付丽.国内高校BOPPPS教学模式发展研究综述[J].林区教学,2020(02):19-22.

[3]付丽霞.“POE”教学策略在高中生物学实验教学中的实践研究[D].四川师范大学,2019.

[4]徐茂颖.基于核心素养的高中生物教学的实践研究[D].四川师范大学,2018.

[5]赵占良,谭永平.聚焦学科核心素养,彰显教材育人价值——普通高中生物学教材修订的总体思路[J].课程.教材.教法,2020,40(01):82-89.

作者简介:

张静榆(1999--),女,汉族,福建云霄人,硕士研究生,方向:教学策略研究。

陈珊珊(2002--),女,汉族,四川宜宾人,硕士研究生,方向:教学策略研究。

*通讯作者:

徐碧林(1986--),女,汉族,湖北黄冈人,博士研究生,副教授,方向:教学策略研究。