

项目制研究性学习模式在高校生物学实训教学中的实践

陶 向

四川师范大学生命科学学院, 四川 成都 610101

摘 要: 本文针对传统高校生物学实训教学中存在的学生被动参与、知识与实践脱节、创新能力培养不足等问题, 探索了项目制研究性学习 (Project-Based Research Learning, PBRL) 模式的应用与实践。该模式以真实的科研竞赛项目为载体, 引导学生经历“课题选择—文献调研—方案设计—实验探究—成果总结—竞赛答辩”的完整科研训练周期。通过数年的教学实践表明, 项目制研究性学习能极大激发学生的内在学习动机, 显著提升其文献检索与阅读、实验设计与操作、数据分析与处理、科研写作与答辩等综合科研素养和团队协作能力, 是培养生物学科创新人才的有效途径。本文详细阐述了该模式的组织实施流程、关键环节把控及所取得的成效, 并对其应用前景与改进方向进行了讨论。

关键词: 项目式学习; 研究性学习; 生物学实训; 教学改革; 创新创业大赛; 科研素养

0 引言

生命科学是前沿科学研究的活跃领域之一, 生物技术已成为促进未来科技发展的有效力量。2021 年国家发展改革委印发《“十四五”生物经济发展规划》, 明确要求做大做强生物经济。人才培养是高等学校的核心职能和根本任务。随着“新工科”“新医科”建设的深入推进, 社会对高等学校培养的生物科学领域人才的创新精神和实践能力提出了更高要求。生物学作为一门高度依赖实验的基础学科, 其本科教学中的实训环节是培养学生动手能力、科学思维和创新能力的核心阵地^[1]。然而, 传统的生物学实训教学多采用“预设食谱式”的实验模式, 即实验目的、步骤、预期结果均已预先设定, 学生只需按部就班地完成操作即可。这种模式虽有利于训练基础实验技能, 但严重束缚了学生的主观能动性, 使其难以体验真实的、充满不确定性的科研过程, 在发现问题、分析问题和解决问题等高阶思维能力的培养上存在明显短板。

如何打破这一困境, 将实训教学从“技能重复”提升到“思维创新”的层次, 成为当前高校生物学高层次人才培养的重要课题。项目式学习 (Project-Based Learning, PBL) 和研究性学习 (Inquiry-Based Learning, IBL) 是国际公认的两能够有效促进主动学习和深度学习的教学模式^[2]。项目式学习强调以学生为中心, 通过完成一个复杂的、真实的项目任务进行学习; 研究性学习则强调通过模拟科学家的研究过程来构建知识、发展技能^[3]。将二者融合, 形成项目制研究性学习 (PBRL) 模式, 并应用于生物学实训教学, 即以一个完整的科研项目

为驱动, 让学生在研究实践中学习, 在学习中进行创新, 是契合创新人才培养目标的有益尝试。

中国国际大学生创新大赛、大学生创新创业训练计划等学科竞赛为实施项目制研究性学习提供了绝佳的平台和载体。这些竞赛要求参赛者完整地经历一项科学研究的全过程, 其评价标准与 PBRL 的教学目标高度吻合。笔者作为指导老师, 多年来积极探索将学科竞赛与日常实训教学相融合, 构建了一套行之有效的项目制研究性学习实施方案, 并取得了丰硕的成果。本文旨在系统总结这一模式的应用实践, 以期对相关领域的教学改革提供参考。

1 项目制研究性学习模式的核心内涵与构建

1.1 核心内涵

项目制研究性学习模式的核心内涵是“以学生为主体, 以项目为驱动, 以研究为主线, 以竞赛为产出”。其根本目标是实现从“教”为中心向“学”为中心转变, 从“知识传授”向“能力培养”转变。(1) 以学生为主体: 教师角色从知识的灌输者转变为项目的设计者、资源的提供者和研究过程的引导者。学生成为项目的真正主人, 负责从“立项”到“结题”的全过程, 拥有充分的自主权和决策权。(2) 以项目为驱动: 学习过程围绕一个具体的、有挑战性的、源自真实科研情境的项目任务展开。该项目任务替代了传统的实验指导书, 成为学生主动获取知识、应用技能的核心动力。(3) 以研究为主线: 学习路径完全遵循科学研究的一般规律, 即提出问题、查阅文献、提出假说、设计实验、实施研究、分析数据、撰写论文、

交流展示,学生在此过程中亲身体验科学的探索性与不确定性。(4)以竞赛为产出:项目的最终成果以参加高水平学科竞赛为目标进行打造。这一明确且富有挑战性的目标,能够极大地激发学生的成就动机,并以竞赛的高标准倒逼研究过程和成果输出的高质量。

1.2 模式构建

基于上述内涵,我们构建的PBRL实施模型主要包括“项目设计—自主探究—深度指导—实践竞赛—反思提升”五个循环迭代的阶段。

(1)项目设计阶段(教师主导):教师结合自身学科背景、科研项目、学科前沿热点以及实验平台条件,设计若干个难度适中、可行性高、创新性强的备选科研课题。课题设计遵循“跳一跳,够得着”的原则,既具备一定的挑战性以激发兴趣,又确保学生通过努力能够完成。

(2)自主探究阶段(学生主体):学生自由组建3-5人的团队,自主选择课题。选定课题后,团队需独立进行文献检索与阅读,深入理解课题的国内外研究进展,并撰写详细的《项目任务书》。该任务书相当于一份微型的科研项目申请书,包括国内外研究进展、立项依据、拟解决的关键科学问题、研究内容与方法、技术路线、预期研究结果等,是学生将模糊想法转化为清晰研究方案的关键一步。(3)深度指导阶段(师生互动):教师对学生提交的任务书进行精细化批阅,重点关注其“立项依据”的逻辑性、“拟解决关键科学问题”的准确性、“研究方案”的可行性以及“技术路线”的合理性。随后,通过一对一指导,与学生团队进行反复、深入的讨论和论证,直至方案优化定型。此阶段是培养学生科研思维的核心环节。(4)实践竞赛阶段(学生主体,教师辅助):学生团队按照定稿的任务书开展实验研究。在此过程中,教师提供必要的平台和资源支持,及时帮助学生解决实验中遇到的技术难题;学生通过具体实验的开展、记录实验数据,体验科学研究的乐趣和魅力。研究完成后,学生整理数据、撰写研究报告或论文,准备竞赛材料。最终,以团队形式参加各类学科竞赛。(5)反思提升阶段(师生共评):无论竞赛结果如何,项目结束后都组织正式的总结会,学生团队总结成功经验与失败教训,教师则对整个项目的实施过程、学生的表现进行综合评价和反馈,形成闭环,为下一轮项目的改进提供依据。

2 实施过程中的关键环节与把控

2.1 课题设计:介于“指导”与“放开”之间

研究课题的质量直接决定了项目的成败。教师的课题设计不能天马行空,而是需要精心的考量。课题可以源于教师科研项目的子课题、文献阅读中的争议点、现有实验技术的创新性应用、或是面向实际应用的技术开发,但是实际实施的通常为来源于教师科研项目的子课题。研究课题兼顾科学性(有扎实的理论基础)、创新性(有别于简单重复)、可行性(在现有时间、经费、技术条件下可完成)和探索性(结果未知,有研究空间)。例如,“利用CRISPR-Cas9技术敲除HEK293T细胞中的某个基因并研究其功能”是一个好课题,但题目太大,涉及的内容太多太深,若改为“比较两种不同sgRNA设计策略在该基因敲除效率上的差异”,则更适合本科生团队。

2.2 任务书撰写:从“被动接受”到“主动设计”

撰写任务书是PBRL模式区别于传统实验的关键一步,是科研素养训练的重中之重。我们要求任务书必须包含:(1)立项依据与国内外研究进展:培养学生文献综述能力,要求他们不是简单罗列文献,而是评述现状,找出领域内的空白、争议或存在的问题,明确“为什么要做”,从而自然引出本项目的研究目的和意义。(2)拟解决的关键科学问题:训练学生提炼核心科学问题的能力,这是评判其是否真正理解课题深度的试金石。这部分内容对于本科生而言具有较大的挑战性,通常需要指导教师的深入指导。(3)研究内容、方法与技术路线:此部分是方案的核心。要求具体、详细,且具有足够的可操作性。例如,不能只写“采用PCR技术”,而需写明具体的引物序列、反应体系、退火温度等。确定好研究内容与研究方法后,绘制详细的技术路线图,通过技术路线图的绘制,学生团队能更好的理解各部分研究内容之间的逻辑关系。教师在此阶段的“精细修改”至关重要。批阅时,应使用提问和启发的方式,如“你提出的这个科学问题,通过你设计的实验内容能完全解答吗?”“这个实验方法的对照组设置是否合理?”“技术路线中的这一步如果失败,你的备用方案是什么?”。通过这种苏格拉底式的诘问,迫使学生的思考不断深化和细化。

2.3 实验探究:培养“抗挫折”能力

真实的科学研究必然伴随失败。在实验实施阶段,教师应敢于“放手”,允许学生犯错、经历失败。教师的角色是“安全网”和“启发者”,而非“救火队员”。这一过程中严格要求学生不定期汇报,教师定期检查进度。当实验失败时,不应直接给出答案,而应引导学生检查实

验记录、回顾操作细节、分析可能的原因,并设计“诊断性实验”来验证猜测,或者查阅文献,寻找解决方案或替代方案。这个过程虽然耗时,但却是培养学生发现问题、解决问题的能力和坚韧科研品格的最宝贵经历。

2.4 成果总结与竞赛答辩:完成科研“最后一公里”

研究成果的总结与表达是科研工作的重要组成部分。我们要求学生按照学术论文的格式撰写研究报告,并制作精美的PPT进行模拟答辩。教师在科研写作(逻辑、术语、写作规范、图表规范)和演讲汇报(重点突出、语言表达、时间控制)两方面给予专业指导。通过反复的模拟演练,学生的学术表达能力和自信心得到极大提升。

3 应用成效分析

经过多年实践,本项目制研究性学习模式在笔者所在院校的生物专业实训教学中取得了显著成效。以笔者为例,自实施该模式以来,所指导的本科生团队近5年累计获得全国大学生生命科学竞赛、互联网+高校主赛道、四川省大学生生物与环境科技创新大赛、四川省大学生化工设计竞赛等国、省级学科竞赛奖15项,大学生创新创业训练计划项目国家级2项、省级1项。这些奖项是对学生研究成果的直接肯定。

相较于传统教学模式,参与PBRL的学生在以下方面表现出明显优势:(1)信息获取与整合能力。为完成项目,学生必须主动、高效地检索和阅读大量中英文文献,并能从中提炼有用信息。(2)实验设计与创新能力。学生从“会做实验”变为“会设计实验”,能够针对科学问题独立构思研究方案。(3)解决问题与抗压能力。在应对实验失败和突发问题时,表现出更强的分析、思考和解决问题的能力,心理承受能力也更强。(4)团队协作与沟通能力:项目需要小组成员分工协作、频繁讨论,极大地锻炼了学生的团队精神和沟通技巧。(5)学术写作与表达能力:通过撰写任务书、研究论文和答辩准备,学生的学术写作水平和口头表达能力得到系统性训练。

PBRL模式也对教师提出了更高要求,促进了师生互动和教学相长。教师在指导过程中,能更深入地了解学生的思维特点和学习难点,从而反哺课堂教学。同时,学生的某些奇思妙想也可能为教师的科学研究提供新的视角,部分优秀项目甚至能发展成为教师科研课题的组成部分,形成良性循环。

4 讨论与反思

尽管项目制研究性学习模式优势明显,但在大规模推广应用中仍面临一些挑战。(1)对教师投入要求高:高质量的指导需要教师投入大量时间和精力,这与高校教师面临的科研、教学等多重压力存在一定矛盾。需要学校层面在绩效考核、工作量认定等方面给予政策倾斜。

(2)教学资源分配不均:项目开展需要充足的实验室空间、仪器设备和试剂耗材经费支持。如何保障更多学生,而不仅仅是少数优秀学生,都能享受到这类优质教学资源,是一个需要解决的现实问题。(3)评价体系的多元化:PBRL的成果是综合性的,传统的试卷考试难以衡量的,因此需建立一套过程性评价与终结性评价相结合、量化指标与质性评价相结合的综合评价体系,全面评估学生的知识、能力和素养提升。

5 结论

将项目制研究性学习融入高校生物学实训教学,是以学科竞赛为产出导向,对创新型人才培养模式的一次成功探索。它通过还原科研本色,让学生在以解决真实问题为目的的完整项目中,主动构建知识体系,深度训练科研思维,全面锤炼综合素养,有效解决了传统实训教学中理论与实践脱节、创新能力培养不足的痛点。实践证明,这是一种行之有效、值得推广的生物学科实训教学新模式,为培养适应未来社会发展需要的生物学科创新人才提供了坚实保障。

参考文献:

- [1] 张伟,王明钰,陈冬花,沈建霖,王美,时永香.以项目式实训为核心的生物科学拔尖学生培养模式探索[J].生物学杂志,2025,42(04):15-18.
- [2] Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- [3] Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational psychologist*, 42(2), 99-107.

作者简介:陶向(1985.7—),男,汉族,湖南株洲人,博士研究生,副研究员,植物病理学。