

科学思维培养的生物学史项目式学习实施策略

——以“光合作用”为例

杨玉凤¹ 徐君驰²

1 黄冈师范学院 2 黄冈师范学院生物与农业资源学院

DOI:10.12238/mef.v7i8.9069

[摘要] 生物科学史呈现了科学家的研究思路、运用到的科学原理和科学方法,为学生科学思维的培养提供了良好的素材。在实际生物学课堂中,大多数教师通过讲授的方式来教授生物科学史,留给学生独立思考的机会较少,未能充分发挥生物科学史对学生科学思维培养的教育价值。将项目式学习融入生物科学史教学中,充分发挥学生主体性,或许是培养学生科学思维的有效路径。结合项目式学习和生物科学史的特点,构建“以史为线,策划项目内容,为科学思维的发展做准备——以史为基,实施项目内容,培养科学思维——以史为本,进行项目展评,体现科学思维”三个教学策略,为生物科学史教学和科学思维的培养提供新的方法。

[关键词] 科学思维; 生物科学史; 项目式学习; 光合作用

中图分类号: G633.91 文献标识码: A

Project-based learning and implementation strategy of biological science history developed by scientific thinking

---Take "photosynthesis", for example

Yufeng Yang¹ Junchi Xu²

1 Huanggang Normal University

2 School of Biology and Agricultural Resources, Huanggang Normal University

[Abstract] The history of biological science presents the research ideas of scientists, the scientific principles and scientific methods applied, and provides a good material for the cultivation of students' scientific thinking. In the actual biology class, most teachers teach the history of biological science by teaching, leaving students with less opportunities to think independently, and failing to give full play to the educational value of the history of biological science to the cultivation of students' scientific thinking. It may be an effective way to cultivate students' scientific thinking to integrate project learning into the teaching of biological science history and give full play to students' subjectivity. Combined with the characteristics of project learning and the history of biological science, build "history as the line, planning project content, prepare for the development of scientific thinking —— history based, the implementation of the project content, cultivate scientific thinking —— based on history, project review, reflect scientific thinking" three teaching strategies, for new methods of biological science teaching and the cultivation of scientific thinking.

[Key words] scientific thinking; history of biological science; project-based learning; photosynthesis

前言

科学史具有独特的教育价值,是科学思维的一种再现,具备视角独特、内涵丰富、指向明确、思维精炼的特点,是纯知识性文本无法比拟的重要的教学资源^[1]。然而在实际生物学课堂中,由于课时紧张,多数教师仍采用传统讲授的方法来教授科学史

内容。虽然教师在课堂上带领学生分析科学史材料,但留给学生独立思考的时间较少,无法发挥学生主体性,未能充分挖掘科学史在培养学生科学思维方面的教育价值。

项目式学习源于美国著名教育家杜威的“做中学”理念,由克伯屈的设计教学法演变而来。其核心是以建构主义为导向,

强调学生为解决实际问题的主导地位,借助小组分工配置任务角色,运用真实体验、探究方式以及跨学科知识进行决策制定。学生须持续推进探索、反思、调整与评价^[2]。实施项目式学习,不仅可以提高学生解决问题的能力,而且学生在收集信息,制定方案过程中有利于培养和外显化科学思维。

因此将项目式学习融入科学史教学中,或许能够充分发挥科学史的教育价值,促进学生科学思维的发展。项目式学习分为项目策划、项目实施和项目展评三个阶段^[3],将其与科学史内容结合促进学生科学思维发展的策略如下。

1 以史为线,策划项目内容,为科学思维的发展做准备

1.1 基于科学史和课程标准,确立项目主题

项目式学习开展的首要任务是确立好主题,须基于课程标准、教学内容和学生经验^[4]。普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)在实施建议中指出要注重生物科学史和科学本质的学习^[5]。生物科学史是科学家探索生命现象的历史,其中包含了科学家的研究思路、试验过程及科学方法。通过学习和分析这些科学史实,学生的科学思维能力可得到极大锻炼。光合作用的研究历程中,蕴含着丰富的科学史,学生在初中已经学习了部分探索历程,如学习了V. Helmont的柳树称重实验,第一次用定量的方法证明植物生长的营养来自水。在高中进一步学习了R. Hill、S. Ruben和M. Kamen等人证明光合作用释放的O₂来源于水的实验。从宏观到微观,从具体到抽象,学生在分析科学史材料过程中,可感悟众多科学家的科学精神,形成尊重事实和证据、崇尚严谨和务实的求知态度。这些科学史材料都是培养学生科学思维的良好素材。结合科学史内容,笔者将本项目的主题确立为“光合作用”。

1.2 精选科学史,拆解项目内容

光合作用的发展历程中科学史材料众多,既要参考教材提供的科学史材料,又不能局限于教材。因此在教材的基础上可以适当增加一些科学史素材,以保证知识的连贯性,从而促进学生思维的发展和知识体系的构建。笔者参考2019年人教版的内容划分,将光合作用的科学史内容拆解为三个子项目,并为每个子项目设置驱动性问题,从而引发学生对概念的思考和探索。

2 以史为基,实施项目内容,培养科学思维

生物学中一些重要概念的形成是前人科学思维的产物,科学思维既重视概念形成的结果,也关注概念形成的过程^[6],科学史中展示了前人研究的具体过程,学生在学习这些研究的历史进程中通过分析、归纳、概括等方法,其科学思维能力可以得到有效提升。在项目实施过程中,教师要充分利用科学史材料发展学生的科学思维。

2.1 合理组织科学史,培养归纳与概括思维

归纳与概括思维是指在个别或特殊案例中通过分析、综合发现一般的推理形式和思维方式的一种常见的科学思维方法。生物科学史蕴含丰富的科学方法和研究思路,学生在学习过程中可感悟实验设计的巧妙之处,将归纳概括运用到实际生活中,

获得解决实际问题的思维习惯和能力。教师要合理组织科学史材料,引导学生自主分析,归纳概括事物的一般规律。

例如教师将S. Ruben和M. Kamen的实验与M. Calvin的实验进行对比,引导学生分析各自的实验过程,并得出相应的实验结论,教师提问:他们的实验都应用到了什么科学方法,学生可以很快得出都应用到了同位素标记法,通过分析归纳可以得出同位素标记法的用途是:用于追踪物质的运行和变化规律,从而概括出科学方法的用途。

2.2 再现探索情境,培养演绎与推理思维

科学知识的生成和演变,是一个不断探索和验证的过程,脱离探索的生物学教学难有实践价值,科学发现一般都经历了假说、演绎和推理等一系列思维过程^[7]。演绎与推理思维是指学生在探索情境中通过推理的方式,在一般中发现个别的推理形式和思维方式。科学史材料中众多科学家的实验过程是无法复制的,因此教师在教学过程中可以运用简易装置,模拟科学家的探索过程,让学生在科学探究中,重走科学家的探索之路,学生通过分析、演绎、推理等过程构建生物学概念。

例如在学习希尔反应时,让学生先自主阅读R. Hill的实验过程:希尔在只有H₂O无CO₂的离体叶绿体悬浮液中加入铁盐或其他氧化剂,光照条件下发现有O₂的释放。教师提问:如何严格控制无CO₂的实验条件?可以运用哪些氧化剂?学生小组合作课后查阅资料,最终选定运用注射器来控制无CO₂的实验环境,可以选择2,6-二氯酚、草酸铁等作为氧化剂,教师及时补充,帮助学生完善实验方案,最终确定合适的装置和材料进行实验。

2.3 结合建模方法,培养模型与建模思维

模型是针对某种特定目的,对认知对象进行精炼和概括性描述的方法,其表述既可定性亦可定量。多数情况下,模型构建需借助具体实物或其他可视化工具,或采用特定符号形式来表达^[8]。通过建构模型的方法,发展学生的模型与建模思维。

例如学生学习完光合作用的基本原理后,通过构建物理模型的方法,整体把握光合作用基本原理的整个过程。通过使用身边常见的简易装置,如运用卡纸片标注NADPH、ATP、C₃、C₅等物质,运用废弃塑料桶表示叶绿体的内外膜,构建光合作用原理的物理模型,使学生直观清晰的回顾光合作用原理的基本内容。除此以外,学生还可以运用概念模型来建构生物学概念。例如以时间为轴,以O₂的来源、碳的转移、NADPH和ATP的生成三个模块来构建概念模型。

2.4 提供认知冲突,培养批判性思维

批判性思维是指通过质疑和批判,获取新的认识和概念的一种思维方式。生物学发展的历史是科学家不断推翻前人的结论,建立新的认知的历史,在推翻过程中,并非对前人观点的全盘接受或否定,而是既有继承,又有创新。科学发现之旅,是曲折且螺旋上升的,在发现的过程中,离不开质疑与猜想,也离不开批判性思维的引领。在教学过程中,提供“认知冲突”是发展学生批判性思维的强有力手段。

例如P. Mitchell发表化学渗透理论,解释ATP的形成机制是

由于H⁺势能为ATP的合成提供动力,教师提问:如果你是当时的科学家你认同P. Mitchell的理论吗?如果不认同你会怎么证明呢?从而引导学生设计实验方案进行探究。接着向学生展示Jagendorf的具体实验过程,并说明Jagendorf刚开始也不信服这一理论,通过实验验证P. Mitchell的理论成立后,成为化学渗透理论坚实的拥护者,从而为这一理论的成立提供了坚实的后盾。通过学习科学家们的“认知冲突”,并设计实验方案,亲历探究过程,培养学生不畏权威,敢于质疑的批判性思维。

2.5适当迁移拓展,培养创造性思维

创造性思维是一种具有开创意义的思维活动,要求学生能够将所学知识迁移到新的情境中,解决新的问题的一种思维方式。在实施项目式学习时,教师可以引导学生根据科学史材料,挖掘其中的资源并与现代生产生活相联系,实现知识的实践应用,解决实际生产问题。

例如,在深入理解光合作用原理后,教师适度延伸Decker, Zetlitch, Tolbert对光呼吸代谢途径的研究。待学生掌握后,教师提出问题:如何抑制光呼吸,以提升粮食作物产量?随后,学生依据所提供情境,小组探讨,并通过课下查阅资料,制定增产策略。从而将理论与农业实践相结合,让学生明确科学、技术与社会之间是密不可分的。

3 以史为本,进行项目展评,体现科学思维

3.1公开项目成果

项目式学习结束后需要学生展示具体的作品、产品、报告等。成果的展示需要指向驱动性问题,并且具有思维的真实性,即作品的呈现需要体现学生在其中的思考方式和解决问题的方式^[9]。公开成果包括两类,即制作或呈现的实体产品和阐述产品设计理念及过程的文本,例如学生在项目式学习过程中制作的光合作用原理的物理模型就属于实物类产品,实验设计方案和概念图等属于文本类产品。学生在进行成果展示时要具体说明其制作的过程及制作理念,要明确表达出其所运用到的思维,并且明确小组分工,将任务划分到每一个小组成员的头上。

3.2进行全程评价

项目式学习的评价既包含表现性的评价也包括纸笔测试类的评价,在评价过程中将两者结合共同监测学生的思维发展情况^[9]。例如在项目实施前,教师可以通过纸笔测验来了解学生对初中阶段光合作用部分内容的掌握情况、现有的科学思维水平等,以便进一步规划项目。在项目实施过程中,教师重点关注学生是否运用了一定的思维方式解决问题,是否能够将所学知识迁移到新的情境中解决现实中的问题,教师在这一过程中要及时引导学生在持续迭代的活动中运用高阶思维解决问题。在成

果展览时,要重点关注学生是否能够准确表达解决问题过程中所运用到的思维方式。除此以外,项目式学习还需采用过程性和终结性评价策略及多元主体参与的评价方式并将评价贯穿全程,使学生在持续的评价中发展迁移能力,运用多种思维解决新情境中遇到的问题。

4 结束语

综上所述,在项目式学习的框架下,生物科学史成为了一条贯穿始终的主线,它如同一条蜿蜒曲折的河流,引领着学生穿梭于生命的奥秘之间。而项目实践,则是这一学习旅程中的实战演练场。尤为重要的是,项目式学习还具备一种动态调整与持续改进的机制。总之,以生物科学史为主线、项目式学习为载体的教学模式,是一种集科学性、实践性、创新性于一体的新型教学模式。它不仅能够有效地培养学生的科学思维,提升他们的核心素养,还能够为学生未来的学习与发展奠定坚实的基础。

【参考文献】

- [1]王怡丰.融入科学史实走近科学思维[J].中学生物教学,2023,(09):37-38.
- [2]姚菲.“关键事件”嵌入初中生物学项目式学习的优化路径——以“呼吸运动”为例[J].中学生物教学,2021,(22):26-29.
- [3]孟湘莲.融入项目化学习的初中科学史教学探析——以“温度计”教学为例[J].中学物理,2020,38(22):38-41.
- [4]侯肖,胡久华.在常规课堂教学中实施项目式学习——以化学教学为例[J].教育学报,2016(4):6.
- [5]普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)[M].人民教育出版社,中华人民共和国教育部,2020:60-61.
- [6]吴成军.生物学学科核心素养的教学与评价[M].上海:华东师范大学出版社,2020:262-273.
- [7]佛丽,丁帅,董晶晶.中学生物学教学中科学思维能力的培养——以“分子与细胞”模块的生物科学史为例[J].中学生物教学,2023,(14):29-32.
- [8]沈宗健,钱俊瑞.指向核心素养的生物学科学思维培养策略例析[J].中学生物教学,2023,(29):16-19.
- [9]夏雪梅.PBL项目化学习设计:学习素养视角下的国际与本土实践[M].北京:教育科学出版社,2021:104-125.

作者简介:

杨玉凤(1999--),女,瑶族,湖南江华人,学科教学(生物)在读硕士研究生。

徐君驰(1982--),男,汉族,湖北红安人,博士,副教授、硕士生导师,研究方向为中学生物学教学。