

基于PBL模式的科学推理教学实践

——以“绿色植物与生物圈的水循环”为例

尹导群

广东省深圳市宝安区孝德学校

摘要：PBL模式是基于问题的教学策略，科学推理是科学思维的核心。培养学生基于真实问题情境，运用科学思维解决问题的能力，是新课标的核心素养之一。以“绿色植物与生物圈的水循环”为例，创设问题情境，运用科学推理进行教学实践，发展学生的科学思维。

关键词：PBL模式；科学推理；教学实践；初中生物学

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.06.036

《义务教育生物学课程标准（2022年版）》中明确指出，要培养学生的学科核心素养，就要培养学生基于真实的生物学问题情境，运用比较、分析、归纳、推理等科学思维方式多角度、辩证地分析问题，并对问题作出理性解释和判断的能力。

PBL模式是基于问题的学习（Problem-Based learning）的简称，它既是一种学习方式，也是一种有效的教学策略。不同学者对PBL模式的定义不同，但均认同该模式的核心是问题，通过问题情境的创设，在同伴的帮助以及教师的指引下，促进学生完成知识的主动建构^[1]。知识建构和问题解决，需要运用分析、综合等科学思维方式。科学推理是科学思维方式的核心^[2]。胡卫平教授将科学推理定义为由一个判断推出另一个判断的思维形式。科学研究中的科学推理，逻辑上可分为归纳推理、演绎推理和类比推理，形式上包括组合推理、相关推理、因果推理等^[3]。PBL模式是一种以问题为导向的教学模式，而科学推理的过程就是基于证据和逻辑，对问题进行推理和验证的过程，与PBL模式的契合度非常高。

我国教学研究中，PBL模式在物理、数学、化学等学科教学中运用较多，在生物学教学的研究较少，且主要停留在理论层面。科学推理的研究则聚焦于科学推理能力的培养和教学策略的探索，并向物理、化学、生物学等多个学科渗透^[5]。在探讨不同教学模式对学生科学推理能力的影响研究方面，主要集中在探究式教学模式、问题拓展探究模式、情境认知教学模式，关于PBL模式在科学推理方面的研究较少。2023年，有学者开展了基于PBL模式在高中生物学教学中培养学生科学推理

能力的研究^[4]，取得一定成效，但PBL模式在初中生物学教学中的实践较少。下文是以人教版七年级上册“绿色植物与生物圈的水循环”一节为例，在PBL模式下运用科学推理进行教学实践。

一、PBL模式下的科学推理教学流程

将PBL模式的“指向问题的教学”特征与科学推理有效结合，制定出符合此节内容的教学流程：情境创设导出总问题——问题系列驱动理脉络——小组合作探究解问题——知识框架梳理建概念，如图1所示。

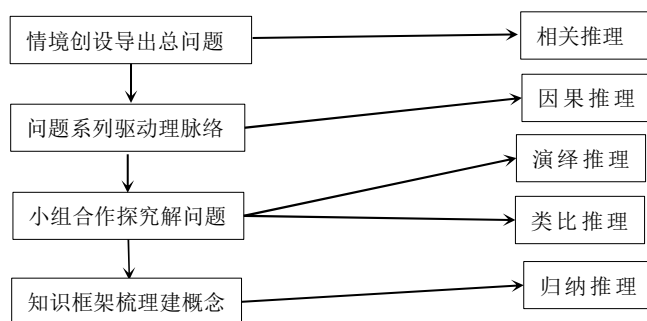


图1 PBL模式下的科学推理教学流程图

二、PBL模式下科学推理教学实践

（一）情境创设导出总问题

播放视频：用透明塑料袋罩住自然界中的芭蕉叶片，塑料袋内壁有大量水珠出现。随后展示自制的、用透明塑料袋罩住带根芹菜茎和叶的实验装置，学生观察塑料袋内壁的现象，发现塑料袋内壁也出现水珠。学生讨论得出密封塑料袋内的水珠主要来自植物的叶。以视频与演示实验展示，从大自然现象过度到实验现象，创设了共同的问题情境，提出本节总问题：植物叶中的水分从哪里来？又是怎么出去的？

学生根据透明塑料袋内部出现水珠的现象，寻找与

此现象相关的植物器官，结合实验装置，提出总问题。此过程运用了相关推理。相关推理是通过某种现象对事物之间关系的推理，其核心思维过程是根据问题情境中的现象，找出其中包含的不同事件，分析各事件之间的相互联系，推理得出是否具有相关性。

（二）问题系列驱动理脉络

总问题需要细化成问题系列来驱动。根据总问题的两个方面，叶中水分的“来”龙“去”脉，将总问题分解成数个驱动问题：叶中的水分从哪里来？怎样到达叶？水分到达叶柄后，通过哪个结构运输至叶的各部位？水分到达各部位后，通过什么结构散失到空气中？这个结构是如何控制水分散失的？

驱动问题的设计是螺旋上升的，学生须先解决上一个问题，得出结论，才能推进下一个问题。前一个问题的结果是后一个问题的因，以此构成了因果关系。学生在驱动问题引领下，通过小组合作，运用因果推理的科学思维方式，逐步解决问题，无形中发展了科学思维能力。

（三）小组合作探究解问题

1. 科学推理解“来龙”

将总问题“叶中的水分从哪里来”分解成两个驱动问题“从哪里来”与“怎样到达叶片”。在驱动问题引导下，学生通过观察导入部分的自制实验装置，结合前知“根尖结构与功能”，顺利推导出结论：叶中的水分来自根尖成熟区的吸收。根尖吸收的水分如何运输至叶呢？学生提出假设：植物茎内有结构可以将水分运输至叶。小组合作设计实验进行验证，如将芹菜、绿萝等带叶的茎插入有颜色的水中，一段时间后，解剖茎并观察其中是否有结构被染色。学生通过解剖教师提前准备的被红墨水染色的芹菜茎，肉眼即可观察茎中有长条状结构被染色，且往叶方向延伸；体视显微镜下观察染色结构，结合前概念“输导组织的类型”，判断此结构为导管。至此，学生完成了对总问题“叶中的水分从哪里来”的解答，形成了“水分通过根尖成熟区吸收，再由茎中导管运输至叶”的知识脉络。

此过程中，学生在已有的旧知识或前概念基础上，作出假设，通过设计和观察实验现象，遵循严格的逻辑思维，基于假设对实验结果进行分析，得出新的判断或结论，即是对演绎推理的运用。演绎推理可从三个角

度进行阐述：从逻辑学角度，演绎推理是已知前提与未知结论之间存在某种联系的推理，由一般性的前提推出个别结论的过程。从心理学角度，演绎推理既是构建相关概念模型来表征特殊情况，通过模型来进行的相关推理，也是一个合乎逻辑的证明过程。从认识论方面，演绎推理就是从一般到特殊的认知思维过程^[6]。不管从哪个角度，演绎推理的核心是一致的，即从一般性的前提出发，基于一定的逻辑规则，运用数学推导或者理论推演的方式获得个别结论或陈述，从而搭建起新旧知识之间的桥梁。

2. 科学推理解“去脉”

围绕叶片的结构和功能将总问题“叶片中的水分怎么出去”分解成数个驱动问题，学生在问题系列的引导下通过小组合作进行实验观察或探究，得出结论，解决问题。

（1）学生将制作的“绿萝叶片横切临时装片”置于显微镜下观察，与教材112页图3-29叶片的结构示意图进行对比，基于对前概念“输导组织”的认知，推导出“叶柄处的水分通过叶脉中的输导组织运输至各部位”的结论。

此过程将实物图与结构模式图进行对比，寻找和辨认两者中的相似之处，运用了类比推理思维方式。

（2）叶各部位的水分通过什么结构散失呢？学生根据水分蒸发现象作出假设：水分从叶表皮处散失。依据植物中的水分是以水蒸气（气体）形式散失，往叶片中注入空气，空气散失的部位就是水蒸气散失部位的原理，设计注射空气实验。将注射器针头从非洲茉莉的叶柄处插入叶脉内，再将叶片浸入水中向其内注入空气，可观察到叶表面有气泡冒出。推导出结论：叶中水分从叶表皮处散失。

（3）叶表皮各处均能散失水分吗？学生再撕取水鬼蕉叶表皮，制成表皮细胞临时装片。显微镜下观察到紧密排列的表皮细胞以及微张或闭合的气孔（图2）。根据表皮细胞和气孔在叶表皮上的排列特点，推断水分散失的结构是气孔。

（4）气孔如何控制水分散失呢？由于光学显微镜下无法观测到气孔开闭的微小变化，学生自制气孔模型演示气孔状态。该模型利用长条形的绿色气球、听诊器的Y型接管、老式水银血压计的充气阀与连接管制作而

成(图3)。利用充气阀向气球中充气使其膨胀导致两者间空隙增大,模拟保卫细胞吸水时的气孔张开状态;拧松阀门使气球放气导致两者间的空隙减小直至消失,模拟保卫细胞失水时的气孔关闭状态。至此,学生解答了总问题“叶中的水分怎么出去”,构建了“水分由叶脉运输至叶各部位,再通过叶表皮上的气孔散失。气孔的开闭状态通过保卫细胞的吸水和失水进行调控”的知识脉络。

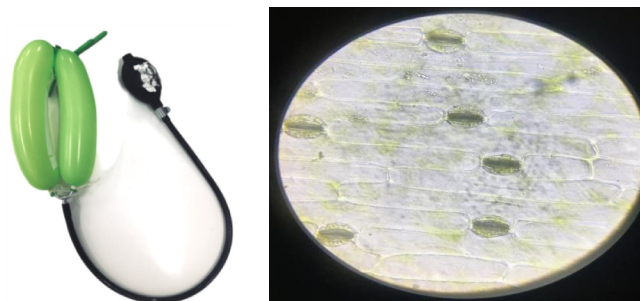


图2 自制气孔模型图 图3 水鬼蕉叶表皮临时装片显微观察结构图

上述两个实验均基于前概念进行假设,通过实验观察或探究,遵循逻辑思维,推导出新的判断或结论,运用了演绎推理思维方式。自制气孔模型则是将不可见的微观动态转化为具体的直观呈现,运用了演绎推理的模型建构。

(四) 知识框架梳理建概念

学生理清了叶中水分的来龙去脉,通过小组合作,共同梳理知识框架,理解植物参与生物圈水循环的途径,构建重要概念蒸腾作用。知识框架如图4所示:

学生通过小组合作,将解决驱动问题过程中得出的实验结论进行梳理,建立起知识之间的联系;通过理清植物体内水分的来龙去脉,理解植物参与生物圈水循环的途径,构建蒸腾作用这一重要概念。此过程运用了归纳推理的科学思维方式。归纳推理是从认识研究个别事物到总结、概括一般性规律的推断过程。

三、PBL模式下科学推理教学反思

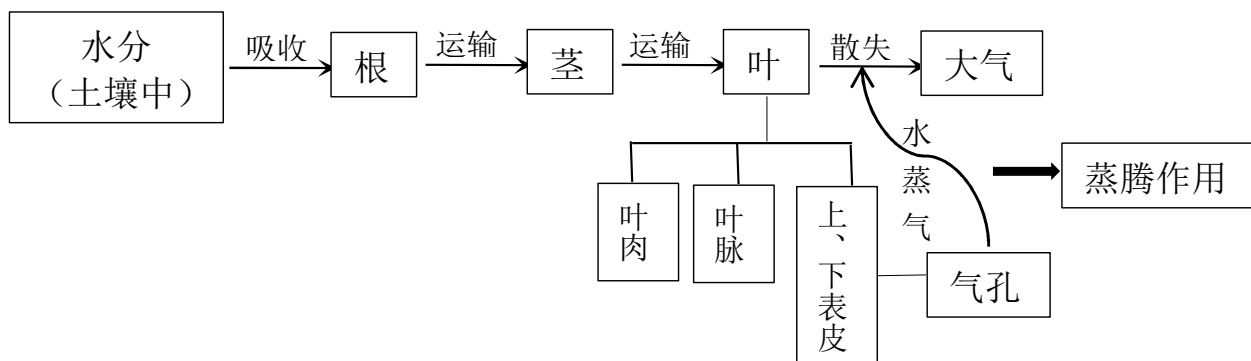


图4 植物叶片中水分的来龙去脉概念图

本次教学实践是在PBL模式下运用科学推理进行初中生物学教学的一次探索。从课堂教学效果、学生运用科学推理完成实验的情况分析,本次实践对于提高教学效率、激发学生兴趣、提升学生解决问题的能力均有一定效果。若要继续探索该模式在初中生物学教学实践中的有效性,应设计系列课例进行较长时间的实践,并针对科学推理能力的发展设计相应的评价量表,进行较大样本的对比研究,才能进行数据统计与分析。

参考文献

[1] 刘蕴莹. PBL教学法在高中数学课堂教学中的实践研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2023.
 [2] 胡卫平. 基于核心素养的科学学业质量测评[J]. 中国考试, 2016(8): 23-25.

[3] 胡卫平. 物理学科核心素养的建构[J]. 中学物理教学参考, 2017(13): 1-3.

[4] 肖晓婷. PBL教学模式在高中生物学教学中培养学生科学推理能力的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2023.

[5] 王佳宁, 周雨青, 叶兆宁, 李姣姣. 我国科学推理研究的演进历程——基于2001-2020年CNKI文献的可视化分析[J]. 科教导刊, 2022(09): 28-30+72.

[6] 杨小龙. 基于演绎推理能力培养的高中物理概念教学模式建构研究[D]. 伊宁: 伊犁师范大学, 2023.

作者简介: 尹导群(1986年-), 女, 汉族, 湖南省涟源人, 广东省深圳市宝安区孝德学校, 中学一级教师, 研究生、硕士, 研究方向: 初中生物教育教学。