

# 生物学教学中概念转变常见问题的应对策略

## ——以“光合作用的研究历史”为例

陈烟兰 禹娜\* (华东师范大学教师教育学院 上海 200062)

**摘要** 本文例谈了生物学教学中概念转变的常见问题,提出了概念转变的起点—归因、弱转变—解构、强转变—建构等应对策略,以期在教学中逐步引导学生将前概念转化为科学概念。

**关键词** 概念转变 中学生物学 常见问题 前概念 光合作用

学生进入课堂前,在现实生活中长期积累了一些缺乏概括性和科学性的经验即为前概念<sup>[1]</sup>,它可能是与科学概念一致的零碎不成系统的知识,也可能是与科学概念相悖的观念。概念转变是指学生对新知识的学习,不是一种简单的知识重组,而是将其源于生活经验的前概念进行解构,与新知识同化或顺应,从而完善、丰富不成系统的前概念或改造错误的前概念,建构新的科学概念<sup>[2]</sup>。研究表明,大部分学生在课堂上经历了新知识的学习后,其脑海中依然存在前概念,没有发生概念转变<sup>[3]</sup>。本文例析了教学中概念转变的常见问题,并尝试在理论的指导下探讨应对策略。

### 1 教学中概念转变的常见问题

1.1 忽略学生的前概念 教学实践表明,如果不考虑学生的先前知识或观念,当教学结束后占据他们大脑的依然是前概念。以光合作用研究历史中的具体问题“种子长成为参天大树所需的物质主要来源于哪里?”为例,基于经验的认知,学生大多认为土壤或水是植物建造自身所需的全部原料<sup>[4]</sup>。课堂上,教师如果忽略了学生存在前概念的事实,从其他角度寻找教学策略(如选择采用具体的例子“水培植物没有土壤也可以生长”加以反驳),学生虽然理解并接受教师提供的例子,但学生头脑中的概念转变并不是在告知对错后就对错的取代错的<sup>[5]</sup>。因此毕业若干年后,面对同样的问题,仍会本能地回答“主要来源于土壤或水”。

1.2 全盘否定学生的前概念 与上述不同,虽然教师

resistance [J]. *Genome Research*, 2019, 29(9): 1442-1452.

[19] ZHENG Q, LIN J, HUANG J, et al. Reconstitution of UCP1 using CRISPR/Cas9 in the white adipose tissue of pigs decreases fat deposition and improves thermogenic capacity [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2017, 114(45): 9474-9482.

[20] FU Y, SANDER JD, REYON D, et al. Improving CRISPR-Cas nuclease specificity using truncated guide RNAs [J]. *Nature Biotechnology*, 2014, 32(3): 279-284.

[21] SHIN J, JIANG F, LIU J, et al. Disabling Cas9 by an anti-CRISPR DNA mimic [J]. *Science Advances*, 2017, 3(7): 1701620. ◊

意识到了学生存在前概念,且在课堂上也尝试制造前概念与科学概念的认知冲突,如教师通过向学生展示“比利时科学家赫尔蒙特(1642年)种植柳树前后5年,发现柳树增重74.47 kg,而土壤重量几乎不变”的实例,直接让学生接受“植物增重的主要原料不是土壤”的概念,教师未将前概念当作学习科学概念的起点,而是全盘否定学生的前概念。

1.3 忽视学生前概念背后的本体论 教师将学生的前概念作为学习科学概念的起点,如提到“土壤给植物提供矿质元素,其在植物体中的含量很少,无法构成植物重量的主要成分”。经生活的日积月累,学生早已产生对自然界中各种事物现象的看法<sup>[6]</sup>,形成的关于事物本质的认识,即为本体论。学生在这样基础上形成的前概念对科学概念的形成过程不断地产生干扰作用,比较顽固,难以转变为科学概念<sup>[5]</sup>,因此若教师意识不到学生前概念“植物增重主要来源于土壤”背后的本体论,即没有挖掘学生前概念形成的本质原因,学生也很难放弃自己的前概念<sup>[7]</sup>。

### 2 概念转变常见问题的应对策略

2.1 概念转变的起点—归因 由于生活直观经验的多元性,且个体认知的差异性,决定了学生前概念的多样性、复杂性<sup>[5]</sup>,教师由此很难顾全。因此当教师忽略了学生在生活中长期观察“植物生长在土壤里”形成的直观经验,而是提供例子反驳后直接得出结论“空气是植物增重的主要原料”,学生无法理解,无法与原有知识同化或顺应,导致其生硬地将“植物增重的原料主要来源于空气”等科学概念记住。但当回到生活实践中,很多学生并不使用所学的科学概念,仍回到原有的认识<sup>[5]</sup>。其实质在于记住了光合作用的相关概念,并将该概念贴在前概念的表面,没有实现同化或顺应。因此前概念和科学概念暂时共存于脑海中,等应付完考试,很快就会遗忘。建构主义的概念转变观认为应解构学生的前概念,并使其与科学概念对质,同化与顺应,不断地打破平衡、重新建立平衡<sup>[3]</sup>。因此,教师需要从观念上转变认识,重视学生的前概念是概念转变的开端。

针对前概念的多样性和复杂性上,教师可以通

过查阅文献、课前测试或与学生交流来诊断,明确前概念的问题所在,例如文献中提到的学生前概念“植物的根从土壤中获得养料并将其储藏在叶中”“用塑料袋套住植物无法进行光合作用”等<sup>[6]</sup>。再如在笔者曾经的一线教学实践中,通过与学科代表交流了解到了学生的前概念,例如“植物增重所需物质主要来源于肥料”“植物黑暗下不能进行暗反应”“只有绿色植物才能进行光合作用”等,通过分析这些前概念,笔者将它们分别归因为光合作用原料、暗反应条件、光反应条件等方面存在误解,据此采取有针对性的教学策略,最大程度地促进每个学生的概念转变。

**2.2 概念弱转变—解构** 教师有时在课堂上关注到了但全盘否定学生的前概念,并试图说服学生放弃脑海中的前概念,以接受正确的科学概念。强行要求学生一开始就像专家那样连贯地掌握科学概念,可学生毕竟不是专家,被迫按专家思维模式接受新的科学概念,很少能实现概念的转变。虽然一些有经验的教师会采取类比、举例等方法帮助学生强化对科学概念的理解记忆,但由于学生没有经历前概念的解构,很难深刻地将新接触到的科学概念与前概念同化或顺应。

狄塞萨(diSessa)曾提出“碎片知识”(knowledge in pieces)理论来解决这一现象,他认为学生的前概念是由许多碎片化、零散的知识组成,其中包含部分正确、合理的解释,在最近发展区间内,这些可作为新知的出发点,解构学生已有的零散知识,与新概念进行同化<sup>[7]</sup>。例如,针对“植物增重主要来源于土壤”的前概念,教师可以设计问题串“植物根尖有哪些结构”“根尖主要吸收土壤中的哪些成分”“回顾这些成分分别在植物的生长过程中各起什么作用”“秸秆燃烧时是什么物质在燃烧,剩下的灰烬主要含什么成分?”引导学生明白构成植物体干重的绝大部分物质是有机物,因此土壤不是植物增重的主要来源。此时,学生会产生“植物中的有机物来源于哪儿?”的疑问,为后续探究光合作用的产物作了铺垫。通过解构学生的前概念,从中筛选合理的知识,与学生的新知识同化,实现概念的弱转变。

**2.3 概念强转变—建构** 按照皮亚杰的观点,学生改变原有概念结构的主要机制是顺应<sup>[6]</sup>。所以当学生发生概念弱转变后,遇到一些复杂的“陷阱”题目依然会出错。米其林·齐等曾指出,只有学生前概念背后的本体论改变了,根本性的概念转变才会发生<sup>[7]</sup>。学生从小观察到土培植物只有移栽到土壤里并浇水才能存活,因而会形成土壤或水是植物增重主要来源的直观感受。因此教师可挖掘学生前概念背后的本体论,通过引入科学概念的发展史等,引导学生实现概念转变。例如:科学史 1(古希腊哲学家亚里士多德认为植物增

重完全来自土壤)和科学史 2(比利时科学家赫尔蒙特的柳树栽培实验使他认为:只有水分是建造植物体的原料)可以与学生的前概念产生共鸣;科学史 3(黑尔测量根吸收的水量与叶释放的水量后,认为除水外,还有空气中的某些物质参与)引起学生前概念的认知冲突,并提出疑问;此时,教师给学生创造亲自实践的机会,可通过小组合作找 5 个带叶的绿色植物小盆栽,遵循单一变量原则,阳光充足的条件下开展对照实验:  
①在含有不同浓度矿质元素的土壤中生长(一组在肥沃的土壤正常生长,一组在贫瘠的土壤正常生长);  
②在含有不同数量的二氧化碳空气中放置小盆栽(一组放在装有氢氧化钠(吸收二氧化碳)的玻璃罩中生长,一组放在装有清水的玻璃罩中生长,一组自然条件正常生长),学生小组利用课间持续观察情况一段时间;在实验前后称重土壤的重量、测量植物的长度等,最终就实验结果进行比较、讨论。

科学概念的发展史往往与学生生活经验下形成前概念的过程存在相似之处,通过引入早期的科学史可以让学生产生共情,提出疑问的过程暴露自己前概念背后的本体论,展示自己对“植物增重主要来源于土壤”的本质认识;教师再针对性地创造探究机会,让学生如同科学家般的经历探索过程,使脑海中“植物增重主要来源于土壤或水”的前概念与科学概念顺应后再吸收同化,建构新的科学概念,使最近发展区发生变动,重新达到平衡状态,从而发生概念的强转变,之后朝向上级的区间发展<sup>[2]</sup>。

[基金项目:上海高校“立德树人”人文社会科学重点研究基地(生命科学),No.2019 基 01-01-17;普通高中教材编制——生物学高中教材,No.2018ZR0130;上海高校“立德树人”人文社会科学重点研究基地(基础教育教材),No.2020 基 01-01-49; \* 通信作者]

#### 主要参考文献

- [1] 李高峰,刘恩山. “前科学概念”的术语和定义的综述[J]. 宁波大学学报(教育科学版), 2006, 28(6): 43-45.
- [2] 焦尔当,裴新宁. 变构模型——学习研究的新路径[M]. 北京: 教育科学出版社, 2010: 31-47.
- [3] 卢姗姗,毕华林. 概念转变理论的发展及面临的挑战[J]. 化学教育, 2016, 37(13): 1-4.
- [4] 刘恩山,曹保义. 普通高中生物学课程标准(2017年版)解读[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018: 20.
- [5] 罗莹,张墨雨. 科学概念转变教学的新视野与新思路[J]. 教育学报, 2018, 14(2): 49-53.
- [6] 袁维新. 生物教学中错误概念的诊断与矫治[J]. 课程·教材·教法, 2003(5): 46-50.
- [7] 高文. 学习科学的关键词[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2009: 173-197. ◆