



例谈国外生物学教科书中关于科学本质的内容及其启示

人民教育出版社生物室 北京(100081) 包春莹

摘要 国际科学教育界对科学本质(NOS)重要性的认识越来越深入,对它也越来越重视。国外很多生物学教科书都将科学本质融入其中。通过介绍一些国外教科书呈现科学本质的做法,希望能对我国高中生物学教科书的编写及相关内容的教学有所启发和帮助。

关键词 科学本质;生物学;国外教科书;科学素养

文章编号 1005-2259(2017)6-0004-04

1 科学本质的界定

目前我国正在进行高中课标修订工作,这次修订明确了要基于学生发展核心素养来建构各科课程,并要求深入思考学科的本质,突出各科的育人价值。生物学科属于科学课程,而科学教育的中心目标是科学素养。早在2002年,我国国务院就颁布了《全民科学素养行动计划》,其目标是到2049年中华人民共和国成立100周年时“人人具备科学素养”。科学本质(the nature of science,简称NOS)已经被科学教育工作者广泛地认为是科学素养的重要组成部分。

不同的研究者或研究机构对于科学本质的界定是不一样的。例如,以Chiappetta为代表的学者们指出,广义的科学本质应该包括“科学知识、科学探究、科学思维、科学与技术和社会的关系”4个组成要素;而《2061计划——面向全体美国人的科学》则从科学世界观、科学探究活动和科学事业3个方面来阐述它的多个内涵;还有学者认为科学本质是哲学、历史、社会和心理科学相互交互的研究领域,有12个方面的内涵。国际文凭组织(International Baccalaureate Organization,简称IBO)则从“什么是科学,什么是科学探索”“领悟科学”“科学的客观性”“科学的人文性”和“科学素养和大众对科学的认识”5个部分对科学本质进行了全面描述,并认为“科学的本质”应强调证据和数据的重要性,而且数据处理的原则和方法(如数据相关性的判断,误差和不确定性、精确度和准确度的定义及其区别,随机误差和系统误差的关系及判断

依据,重复测量和大量读取数据能增强数据的可靠性等)也是非常重要的^[1]。即使科学教育界对科学本质的界定不一致,但大家的基本认识还是相对趋同的:科学是科学知识、科学方法和科学精神的有机整体。

教科书作为最重要的一种教育资源,它对科学本质的重视程度和呈现方式都会明显影响该目标在教学中的实施。调查显示,大部分教师认为,影响他们实施科学本质教育的主要因素是教育资源或材料的缺乏,其次是教学策略和科学本质教育知识的欠缺^[2]。探讨教科书中科学本质的呈现无疑能促进我国教科书在本主题的改进。

2 国际科学教育界对NOS的重视

2.1 教科书指导层面

美国、加拿大等国都对“科学本质”的教育提出了明确要求。台湾、香港及上海等地,也同样将科学本质列为理科学习领域中的一项科学素养^[3]。例如,美国科学促进协会(AAAS)的《2061计划——面向全体美国人的科学》的第一章为“科学的本质”,美国《国家科学教育标准》在整个文件中都强调对科学本质理解的重要性,《下一代科学教育标准》也是专章介绍科学的本质。这些文件在国际上具有引领作用。

我国的《普通高中生物课程标准(实验)》也将“科学的本质”作为明确要求,分别在课程目标、内容标准、实施建议等部分出现了4次,如“认识科学的本质,理解科学、技术、社会的相互关系,以及人与自然的相互关系,逐步形成科学的世界观和价值观”“学

作者简介:包春莹(1975—),女,博士研究生学历,编审,E-mail:baocy@pep.com.cn



习细胞的发现、细胞学说的建立和发展,有助于学生对科学过程和本质的理解”“加强学科间的横向联系,有利于学生理解科学的本质、科学的思想方法和统一的科学概念和过程,建立科学的自然观,逐步形成正确的世界观”等。但是,该文件并没有将其内涵及要求具体化。

IBO 为高中生提供了一个国际化学习项目,明确提出:所有科学课程均有共同的主旨,即科学本质,旨在提高学生的科学素养。该组织认为“科学的本质”应当是科学教育的本质部分,它只有在被明确整合到科学课程中时才能得到充分的理解和重视。

2.2 教科书层面

在各国政府或团体的相关文件及其精神的引领下,教科书编写者陆续将关于科学本质的内容在教科书中凸显出来,科学教育工作者也积极地参与到对教科书中科学本质的研究中来。

Lee 等的研究表明,从科学本质的 4 个主题(科学作为一种知识体系,科学作为一种研究方法,科学作为一种思维方式,科学、技术和社会)来看,大多数韩国高中科学教科书合理均衡地体现了科学本质;而所研究的美国高中生物教科书只有部分即在第一章体现了这 4 大主题(有些在后面章节体现)^[4]。根据泰国国家课程 B. E. 2551 框架编写的供泰国高中生使用的生物教科书,则很少关注科学的本质^[5];南非的生命科学和生物学教科书,过多地关注了科学知识,很少关注科学本质的其他方面^[6]。更有对土耳其使用最广泛的 5 套中学生物学教科书的研究表明,科学被描述为事实的堆积,教科书的作者没有很好地理解科学的本质,因此传达出一些错误的东西,而且关于科学本质的很多重要方面都被忽略掉了^[7]。以上这些研究表明,各国教科书对科学本质的关注及呈现状况是不平衡的。另外,对比 20 世纪 90 年代和 2000 年以后出版的教科书中有关科学本质的研究发现,20 世纪 90 年代的科学教科书约有 70% 的科学知识、20% 的科学探究、5% 的科学思维和大约 5% 的 STS (科学·技术·社会)。2000 年以后,科学知识大约占 50%,科学探究大约占 40%,科学思维和 STS 一直保持少于 10%^[8]。Lee 对 4 本美国教科书的定量和定性研究表明,大多数教科书的作者都试图让学生通过调查和像科学家一样思考的过程来传达关于科学本质的观点^[9]。

对于关注科学本质较多的教科书,不同的作者表达科学本质的方式是不相同的。笔者翻阅了 2010 年

以后出版的一些国外教科书,发现有些教科书将科学的本质作为栏目来介绍,有些教科书安排有“科学的本质”一节,甚至还有将“科学的本质”作为开篇第一章来详细介绍的。由麦格劳·希尔集团于 2013 年出版的生物学第 11 版(AP 版)教材安排了“科学的本质”栏目,详细介绍了发生在科学史上的一些事件,以此突出科学的本质,下面笔者要详细介绍的培生集团出版的 IB 用书也是这样处理的。圣智集团于 2016 年出版的生物学(生命的统一性和多样性)、麦格劳·希尔集团于 2011 年出版的生物学第 9 版则都安排了“科学的本质”一节。而培生集团于 2013 年、2014 年出版的生物学(不同的作者团队),莱斯大学于 2013 年出版的生物学则通过在开篇第一章详细介绍“科学过程”来突出科学的本质。由剑桥大学出版社于 2014 年出版的供非生物专业类大学生阅读的生物学(Biology for the informed citizen)第一章就是科学的本质,教科书通过一个典型的案例——产褥热,详细讲述了科学家是如何进行调查、科学是如何进行工作、什么是假设、科学的基本特征、科学思考方式与其他思考方式的不同、科学与伪科学等的不同,同时插入“生活应用”“科学家速写——科赫”“验证假说和科学证据”“与技术的联系”等栏目,这些栏目的内容也都集中于科学的本质。

3 IB 生物学教科书 NOS 栏目介绍

由培生集团出版的国际高中毕业考试(IB)生物学用书是根据 IBO 提出的考试要求编写的,分标准版和高级版(2014 年第 2 版)。根据高中毕业考试大纲,应该包括 3 个部分的内容:核心内容(要求所有学生学习)、补充资料(供高级水平学生学习)和选修内容(提供多个选修主题,每个学生需要选择 1 个主题)。高级版包括 15 章:(1)细胞;(2)分子生物学;(3)遗传学;(4)生态学;(5)进化和生物多样性;(6)人类生理学;(7)核酸;(8)代谢、细胞呼吸和光合作用;(9)植物生物学;(10)遗传学和进化;(11)动物生理学;(12)神经生物学和行为;(13)生物技术和生物信息学;(14)生态学和保护生物学;(15)人类生理学(与第 6 章具有不同的内容)。第 1~11 章为核心内容和补充资料;第 12~15 章为选修主题。

本书有一个叫作 NOS 的栏目,编者希望通过这个栏目,让学生在整個学习过程中都能思考科学知识的本质和科学过程,从整个学科的宏观角度思考科学的研究方法、某项科学成果的可信度、人为因素对科学研究的影响等。教科书在每一节至少给出 1 个例



子,这些例子可以丰富学生对生物学的理解。

全书15章一共安排了约140个NOS栏目,位于旁栏的有90多个(大多数通过实例来说明),位于正文中的有40多个。旁栏中的NOS栏目多是简短的描述,正文中的NOS栏目是对同一节中旁栏里NOS栏目给的实例所做的详细描述,以引发学生更深入的思考,或者是由相同的例子表达出关于科学本质的不同内涵。例如,旁栏的一个NOS栏目给出了威廉·哈维推翻由古希腊哲学家盖伦建立的人体血液运动的理论,由此说明“一个理论可被另一个理论取代”;

而正文中的NOS栏目又用大篇幅详述了这一过程,强化了这一观点,同时还突出了科学家改变周围人所坚信的理论是多么的困难。再如,讲到科学家团体之间的合作,旁栏给的例子是不同学科的科学家对于学习和记忆的研究,正文中的NOS栏目用同一事件突出了使用更简单的动物模型对于研究记忆和学习这一复杂问题的优势。

笔者统计了旁栏中给出具体例子的NOS栏目,以期对国内教科书编写及教学素材的选择提供启发和参考(表1)。

表1 IB生物学教科书旁栏中的NOS栏目(部分)

NOS主题	出现频次	例子(仅提供2个)
科学与技术(或仪器)等的互动	14	<ul style="list-style-type: none"> ^{14}C 自显影技术使卡尔文阐明了碳固定的途径 激光扫描显微镜的发明使研究者能更深入地理解生物膜的结构
用模型表示真实的世界	10	<ul style="list-style-type: none"> 透析管可用于模拟肠道吸收 种群增长曲线图及多种曲线图是数学模型
寻找范式、趋势和差异	9	<ul style="list-style-type: none"> 脊椎动物的上肢骨虽然存在差异,但基本结构是共同的 越来越多的证据表明,环境因素可以导致表观遗传变化
需要评估与科研相关的风险	8	<ul style="list-style-type: none"> 当除草剂抗性基因逃逸到环境中去后有什么潜在影响? 在使用生物防治之前,需要严格进行实验来控制风险
实验设计	6	<ul style="list-style-type: none"> 在渗透实验中,精确地定量测量是必需的 随机取样可减少误差,避免偏见
科学家团体间的合作	6	<ul style="list-style-type: none"> 科学家使用双命名法去描述物种而不是使用许多不同的名称 科学家需要与其他机构进行合作,如与政府、非政府机构的合作
旧理论可被新理论取代,但往往会遭到质疑	5	<ul style="list-style-type: none"> 威廉·哈维推翻了的由古希腊哲学家盖伦建立的人体血液运动理论 坏血病曾被认为是人类特异性的,因为在实验室里诱导鼠类坏血病都失败了
需要评价与科学研究相关的伦理问题	4	<ul style="list-style-type: none"> 在呼吸计实验中使用无脊椎动物会牵扯伦理问题 詹纳为小男孩接种牛痘疫苗虽然成功了,但这样的实验在今天看来是缺乏伦理视角及安全测试的
用理论解释自然现象	4	<ul style="list-style-type: none"> 水分子间的氢键形成理论可以解释水的性质 能量流的概念可以解释食物链的长度是有限的
需要为科学理论(或假说)获取证据	4	<ul style="list-style-type: none"> DNA半保留复制的证据 某种鸟类的迁移行为假说需要证据
意外发现在科学中很普遍	3	<ul style="list-style-type: none"> 细胞周期蛋白的发现 弗莱明发现青霉素
科学需要仔细观察和记录	3	<ul style="list-style-type: none"> 富兰克林的X-衍射图为DNA双螺旋结构的发现提供了关键证据 孟德尔对实验数据的详细记录

除了上表列出的科学本质的内涵,该教科书还就“评价主张”“需要将科学主张公布于众”“科学家进行讨论时需要开放的态度”“需要考虑信息(来源)选择的偏见性”“需要对特定现象保持好奇心”等具体观点各给出了1~2个实例。

4 启示

(1)关于科学本质的内涵,不同研究者或机构列出的原则相对都比较抽象,在实际教学过程中不容易操作,所以,应当在课程标准这一层次将其细化,建立

科学本质的内容框架,对其包括哪些具体方面进行仔细解读。只有这样,才能既可以对教科书的编写提供思路,又可以指导一线教学。

(2)即使在课程标准没有将科学本质细化的情况下,教科书编写者也应该将科学本质的内涵牢记于心,将其作为选择一些事实性材料的依据,这样才能将科学本质潜移默化地渗透于教科书中。

(3)关于科学本质内容的呈现方式,可以采用隐性渗透与显性相结合的方式。例如,前面提到的一些



让学生学习真实的生物学

——以“物质运输的器官——血管”一节为例

山东省东营市教育科学研究院(257091) 杨守菊

摘要 实际生活是教育的中心,生物学教学必须关注学生的现实生活,让教学具有生活意义。以“物质运输的器官——血管”一节为例,从用真实的学习材料、让学生经历真实的学习过程、为了真实生活而学3个层面,有效地在“教材世界”与“生活世界”之间架起一座桥梁,让学生学习真实的生物学。

关键词 生物学教学;教材世界;生活世界;真实

文章编号 1005-2259(2017)6-0007-04

我国著名的教育家陶行知曾提到:“生活即教育”“没有生活做中心的教育是死教育”。实际生活是教育的中心,教育要通过生活才能产生力量。“教育即生活”也是杜威终生践履的教育哲学命题,这一命题的真谛在于教育应体现生活、生长和发展的价值,建构一种美好生活,直接参与儿童的生长过程。课堂教学是学校教育的基本途径。教学活动是一种特殊的生活过程,教学活动必须关注学生的现实生活,让教学具有生活意义,使生活具有教学价值。正如特级教师曹永鸣说过的一句话:“课堂是生活,是教

教科书,有的将其作为单独一章,有的将其作为单独一节,有些是以旁栏小栏目的形式进行显性化处理。还可以以“资料分析”“思考与讨论”“批判性思维”等栏目的形式提出一些与科学本质有关的问题,引发学生开展批判性思考或辩论。

(4)关于反映科学本质内涵的具体例子的选择,可以采用发达国家生物学教科书中普遍采用的典型例子,或呈现原汁原味的科学史,或描述科学在实际生活中的运用,或从国际理解的角度介绍相关内容。上文提到IB生物学中的例子可以给我们提供一些参考。

参考文献

- [1] 徐祖辉,蒋皓. 国际文凭课程(IBDP)中的“科学的本质”介评[J]. 化学教育,2016(2):92-96.
- [2] 田春风,郭玉英. 高中物理教学中科学本质教育的现状与建议:基于对一些教师的调查研究[J]. 课程·教材·教法,2010(3):45-49.
- [3] 包春莹.“探究南瓜种子”案例分享:以科学探究为载体对学生进行科学本质教育[J]. 中学生物教学,2016(5):29-31.

师、学生无法躲藏和回避的生活。它的第一要义是真实,第二要义是真实,第三要义还是真实。”^[1]生物学作为自然科学的一门基础学科,相较于其他学科更接近于人类认识和实践的实际,与人类生活息息相关,因此,我们要让生物学教学回归学生的生活,融入学生的生活,让学生学习真实的生物学。

1 学习真实的生物学

教育需要融入生活,才具有生命活力。生活本身就是—个五彩斑斓的大课堂,课堂教学的过程是学生日常生活的重要组成部分,生活中的素材又是重要的

- [4] Lee, Y. H. Comparative analysis of the presentation of the nature of science in U. S. High school biology and Korea high school science textbooks[J]. National Teacher Education Journal,2014(2):11-20.
- [5] Chaisri, A. Thathong, K. The nature of science represented in Thai biology textbooks under the topic of evolution[J]. Social and Behavioral Sciences,2014(116):621-626.
- [6] Ramnarain, U. and Padayachee, K. A comparative analysis of South African Life Sciences and Biology textbooks for inclusion of the nature of science[J]. South African Journal of Education,2015(1):1-8.
- [7] Irez, S. Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks[J]. Science Education,2009(3):422-427.
- [8] 牛波. 中美高中生物学教科书科学本质表征的比较研究[D]. 上海:华东师范大学,2015.
- [9] Lee, Y. H. A mixed-methods analysis of the presentation about the nature of science (NOS) in high school biology textbooks: using both quantitative and qualitative analysis[J]. National Teacher Education Journal,2013(1):85-101. ▲