

# 生物学核心素养视角下的科学探究

杨 铭 刘恩山\*

(北京师范大学生命科学院 北京 100875)

**摘要** 2017版《普通高中生物学课程标准》将培养学生的生物学核心素养作为课程宗旨,对课堂教学和教师专业发展提出了新的要求。科学探究是生物学核心素养中的组成部分,也是生物学课程展示其自然科学属性的重要标志。科学探究进入我国高中生物学课程已经有10多年的时间,成为高中生物学课堂教学改革的焦点。这一改革的方向在新课程中将保持不变并予以高度重视。充分认识科学探究的重要性、进一步加深对科学探究的理解、在使用探究教学策略中全面发展学生的学科核心素养,是生物学教师在落实课程标准中面对的具体任务和挑战。

**关键词** 科学探究 核心素养 课程标准 高中生物学

中国图书分类号:G633.91 文献标识码:A

《普通高中生物学课程标准》明确将生物学核心素养作为课程宗旨,指出“生命观念”“科学探究”“理性思维”和“社会责任”是本学科核心素养的基本组成。科学探究的重要作用 and 地位再次受到高度重视,始于世纪之初的生物学教学改革方向得到保持和加强。进一步加深对科学探究的认识、从学科核心素养的角度全面提高探究教学的效率,是落实课程标准要求的关键。

## 1 科学探究在中、外理科课程中均得到高度重视的原因

从孩童时候开始,人们就会困惑于一些自然现

象。这种与生俱来的好奇心产生强烈的求知或探索欲望,正是自然科学产生和发展的动因。人们提出问题并寻求答案的过程,既满足好奇心,也是认识物质和生命世界的探索过程及发现新知识的途径。

正是由于儿童具有寻求周围世界含义和理解的天然倾向,科学教育应增强学习者对周围世界的好奇、欣赏和探询<sup>[1]</sup>。在生物学及理科课程中,学生不仅应掌握科学知识,还应学会利用他们对知识的理解开展科学探究,从而认识自然世界<sup>[2]</sup>。基于这样的认识,国内、外科学课程的研究和设计人员都在基础教育理科课程中将科学探究置于重要地位。

(NPHP)、Meckel Syndrome (MKS)、Senior - Lohen Syndrome (SNLS)、Sensenbrenne-Joubert Syndrome (JBTS)、Alstrom Syndrome (ALSM)、Usher Syndrome (USH)、Liber Congenited Amaurosis (LCA)、Short-rib polydactyly syndrome (SRPS)、Ellis van Creveld Syndrome (EVC)、Kartageners Syndrome (KS)。

目前,对鞭毛、纤毛和微绒毛功能的研究还处在初期阶段,以上介绍的也只是其中的部分例子,许多问题还没有答案,但是从已经获得的研究结果来看,从领鞭毛虫继承下来的鞭毛和微绒毛,以及由鞭毛演变成的纤毛,包括动纤毛和静纤毛,在动物身上发挥的作用远超出人们的想象。就在你看这篇文章的时候,眼睛内的静纤毛就在不停地

工作,身体各处的动纤毛、静纤毛和微绒毛也在发挥各自的作用,从而使人们得以正常生活和工作。所以应该像对待细胞的其他细胞器一样,对身体内的鞭毛、纤毛和微绒毛给以足够的重视。

## 主要参考文献

- [1] Gardiner M B. The importance of being cilia. *HHMI Bulletin*, 2008,18(2):32.
- [2] Satir P, Pedersen L B. The primary cilia at a glance. *Journal of Cell Biology*, 2010(123):499.
- [3] Babu D, Roy S. Left-right asymmetry: cilia stir up new surprise in the node. *Open Biology*, 2013(3):130052.
- [4] Bisgrove B W, Yost H J. The roles of cilia in development disorders and disease. *Development*, 2006(133):4131.

(完)

(E-mail:qinszhu@yahoo.com)

\* 通信作者

美国国家研究理事会 1996 年公布的《国家科学教育标准》中详细阐明了科学探究教与学的主要组成部分, 强调各学段所有年级的学生都应有机会进行科学探究, 并培养其探究性思维和探究性活动的能力<sup>[3]</sup>。

我国《基础教育课程改革纲要(试行)》明确提出, 要在教学过程中培养学生的独立性和自主性, 引导学生质疑、调查和探究<sup>[4]</sup>。教育部在新世纪之初颁布的各门自然学科的课程标准也要求开展以探究为核心的教学<sup>[5]</sup>。例如, 2003 年教育部公布的《普通高中生物课程标准(试验稿)》明确提出, 高中生物学课程的核心任务是在义务教育的基础上进一步提高学生的生物学素养, 将“倡导探究性学习”作为课程理念, 建议教师运用以探究为核心的多样化教学方式, 推进学生在动手和动脑的学习活动中全面达成课程目标<sup>[6]</sup>。

当今, 各国都将科学探究放在科学课程的核心地位, 科学探究在今后的科学教育中也会对教学目标的实现起到决定性作用。

## 2 深入理解科学探究

科学并不是静止的, 科学理论是与支持它的证据有关的, 因而当新的证据出现时, 理论可以改变。科学是人类活动的产物, 包含了人的创造性和想象力, 以及收集数据、解释数据以获取证据的过程<sup>[1]</sup>。科学探究是科学工作的核心和基本范式。

学生在学校学习科学也应以活动的方式进行, 这种活动是一种包括学生本人参与的实践活动——他们亲历发现过程, 将新的经验与过去的经验相联系, 这不仅能给他们带来激情和快乐, 而且能通过主动探究增加他们的知识<sup>[1]</sup>。科学探究也被认为是学习科学的有效途径。

科学探究是指科学知识发展的方法和活动。根据美国国家科学教育标准(NRC, 1996), 科学探究包括观察, 提出问题, 查阅书籍或其他信息确认已有信息, 设计观察方案, 根据实验证据修正已有信息, 使用工具收集、分析和解释数据, 提出答案, 解释和预测, 与别人交流结果等。科学探究需要检验假设, 使用批判性思维和逻辑思维, 并评价多种解释<sup>[3]</sup>。

科学探究是指科学家通过研究所得的证据了解自然界并作出解释的多种方法。科学探究也指学生获取知识、理解科学概念、理解科学家如何工作的学习活动<sup>[7]</sup>。如此描述科学需要摆脱将科

学看作仅仅是知识积累的观点, 而需要理解科学本质, 即科学概念的发展过程和价值<sup>[7]</sup>。

真实的科学探究是科学家在科学研究中进行的。拜比(Bybee)指出科学探究包括 3 个方面的意思, ①科学探究开展的方法; ②科学探究的本质; ③科学教学的方法<sup>[8]</sup>。

库恩(Kuhn)认为科学探究分为 3 个阶段, 分别是探究、分析和推理。在真实的科学探究全部过程中, 探究过程是最重要的阶段。学生会在此阶段发现活动的意义。若想开展有意义的科学探究活动, 必须让学生相信有些值得发现的知识, 且这些知识与他们已经知道的知识不同, 他们参与探究活动的目的是为了发现这些知识, 并与他们已经知道的知识相结合<sup>[9]</sup>。分析是指收集到证据之后检验和解释证据<sup>[9]</sup>。推理是根据已有的证据针对提出的问题给出答案<sup>[9]</sup>。

科学探究是一种学习方式, 它涉及探索自然或物质世界的过程, 在寻求新的理解的过程中, 它促使人们提出问题, 获得证据并对这些证据进行严格的检验。科学教育中的科学探究应尽可能反映科学研究工作的真实情况<sup>[10]</sup>。

作为生物学核心素养, 科学探究是指学生能针对有价值的问题、疑问、难题或想法进行研究、基于好奇与困惑理解生命世界和构建知识的意愿和能力。

## 3 从生物学核心素养的视角理解科学探究

从 20 世纪 50 年代开始, 科学探究就在众多国家的科学课程中加以推广, 被普遍认为是培养学生科学素养的有效策略。科学探究对于学生掌握科学概念, 参与科学实践, 理解科学本质, 成为独立的思考者和学习者都有重要作用。

### 3.1 科学探究帮助学生理解科学概念

科学探究重视学生本能的学习冲动, 探究的过程可为学生提供学习所需的直接反馈和亲身体验, 使他们能形成新的、持久的对外部世界的理解<sup>[10]</sup>。在生物学课程中, 学生“对外部世界的理解”主要聚焦在对本学科重要概念的理解和掌握。因此, 科学探究是学生生物学课程中不可或缺的部分。

参与科学探究有助于学生理解科学知识的发展过程, 直接参与科学探究过程可让学生认同多种用于研究、建模和解释世界的方法, 还可让学生更好地理解科学知识, 并深刻地体现在学生的世界观中<sup>[11]</sup>。在课堂教学中开展科学探究, 要帮助

学生建立生物学观点和重要概念,促进学习效率的提高与概念理解的深化。在生物学课程中,科学探究既是学习内容又是学习方式。我国《义务教育初中生物学课程标准》将科学探究作为一个内容主题,具体描述了学生需要掌握的关于科学探究的概念,是科学探究作为学习内容的典型体现。这样的认识和做法在国外课程中也较为常见。作为一种主动学习的方式,科学探究不仅能帮助学生构建生物学知识,也促进他们对科学探究的理解。

**3.2 科学探究是科学实践的重要部分** 科学是解释世界的方式。科学教育的重要部分就是让学生学会科学和工程学实践,以及培养基本的科学概念<sup>[2]</sup>。同时,受过教育的公民应理解科学发现的过程<sup>[2]</sup>。在生物学课堂上安排适当的科学探究,可让学生很好地理解科学家的实践,包括确定变量,观察现象,设计实验、观察方案、收集数据方案,构建工具,参与实地调查等多种过程<sup>[11]</sup>,让他们亲身体验科学家是如何探究世界的。当今科学教育广泛使用“科学实践”的术语,其内涵完全包容了科学探究的内容,并加入了工程学实践的要素。

作为一种学习成果,科学探究渗透了生命科学工作范式和工程学设计的习惯,学生一旦掌握,将会在这2类实践活动中变得富有活力,包括更深入地理解科学知识,以及对于科学、技术、工程学和数学(STEM)事业有积极的认知和参与。如今,创新驱动着社会高速前进,创新意识和实践能力是对STEM领域的工作人员的基本要求。能够了解并开展科学探究是学生创新精神和创造能力的标志性学习成果,对于他们日后步入社会有着重要的作用。

**3.3 科学探究有助于学生理解科学本质** 高中生物学课程标准中提出了关于发展学生科学本质观的建议。要实现这个要求,教师需要在教学中帮助学生认识和理解科学本质<sup>[9]</sup>。

理解科学本质是科学素养的基本内容之一,也是许多国家在基础教育理科课程中的要求。科学本质是指科学知识的价值和固有的假设,包括科学研究的影响和局限等。美国国家科学教育标准在这一方面提出了明确的要求,包括学生应理解科学是什么,科学能解决什么问题,科学对文化有什么贡献。

科学本质的知识属性是科学哲学的范畴,如果以简单的讲授方式授课,学生常难以理解。采用

科学探究的方式,可使学生体验亲历发现的快乐,并开始了解科学活动的本质、科学的威力和局限性<sup>[11]</sup>;在探究活动的讨论和反思环节,也是让学生理解科学本质的学习形式<sup>[12]</sup>。科学探究已被认为是科学本质教学的有效策略。

**3.4 科学探究让学生成为独立的思考者、学习者**  
主动的学习者是成功的学习者。探究学习是生物学课程中具有标志性的主动学习方式。科学探究活动让学生学会如何学习,掌握探究技能的学生可为自己的学习负责,他们选择最希望研究的问题开展研究然后寻找答案<sup>[9]</sup>。

在探究学习中,生物学教师要帮助学生成为真正懂得思考的人,能自主地为自己的问题寻求答案。科学探究策略优于其他传统讲授方式,因为它让学生参与到对真实现象的真实研究中,并在获取新知识的过程中发展他们的智力技能。

#### 4 在生物学课堂中开展科学探究教学

在生物学课堂开展科学探究教学不同于教授-演示的教学方式,在教学过程中需要结合多种策略和技能。科学探究的教学也不是遵循既定的步骤,按部就班地展开工作的固定套路,相反,它是一个非线性的过程,鼓励学生提出真正的科学问题。课堂上,学生所有假设性的回答都受到重视并经过严格的实践研究。基于这样的思路,提出如下建议。

**4.1 让学生拥有适度的自主权,动脑、动手相结合** 探究教学的课堂管理属性是以学生为中心,即学生要有更多的机会和时间参与思考、观察、动手、记录和交流等活动。这样,教师在探究教学过程中应允许学生拥有适度的自主权,让学生有机会接触他们感兴趣的问题,并寻找合适的途径解答这些问题,有机会表达和交流。但这并不意味着每个学生都从自己的问题出发进行工作或独立地进行科学探究。富有成效的探究活动也可由全班学生就同一个问题开展探究活动,或是分小组探究不同的问题。在每个环节的时间安排上,教师也要收放有度。

在探究式教学活动设计的环节中,教师应明确规划让学生掌握什么科学概念,允许学生探究活动的不同和多样,承认对于同一个问题可能存在多种解决方法<sup>[10]</sup>。

在教学实践中,有的教师认为“生物学是实验科学,生物学教学要强化动手实验”。这样的认识

和表述本身并无不妥,但如果将“动手”等同于“实验”就可能出现偏差。因为,强调动手并不总能保证科学教学的有效性,强调动手的学习活动不一定是探究活动。在探究活动中,学生应有机会提出自己的问题,计划、设计并开展科学探究活动从而回答其中的一些问题,有充足的时间思考问题、互相交流,以发展他们的概念并为自己的发现辩护<sup>[10]</sup>。通过动手、动脑相结合,解决问题促进生物学概念形成是课堂探究学习的关键。

4.2 教师发挥积极的促进作用 生物学教师要有意识地设计和实施课堂上的科学探究活动,并提供必要的课堂环境和良好氛围。

教师在探究式课堂教学中起积极的促进作用。作为促进者或向导,教师要精心确定一系列“大概概念”作为概念性知识的框架,学生可基于这一框架开展科学探究活动。这种概念性知识的框架是指导学生深入学习科学概念的基础<sup>[10]</sup>,也是教师在备课中充分准备和授课中应注意把控的要点。

教师应创造丰富的教学资源环境,学生在这种环境中学会如何组织和利用学习材料。教师还要营造一个能促进学生参与探究的课堂氛围、校园文化和社区支持的环境,使学生能在这种环境中以小组或大组的形式进行合作,积极参与对话并学会尊重别人的看法,同时也能够得到其他教师、家长和社区的认可。

4.3 对科学探究进行评价 在科学探究活动中,学生的工作记录和由教师作出的评价结果都能成为了解学生学习情况的基础<sup>[10]</sup>。

教师应针对学生在探究活动中的表现进行评价,例如测量、观察、实验设计、问题解决等。学生在思维和推理技能方面所达到的水平也应成为评价的内容,即学生是否得到了有效的结论、是否选择了恰当的方法、是否认识到自然界具有规律性等。此外,评价学生对科学概念、科学内容的理解也很重要<sup>[10]</sup>。

4.4 为教师提供多方面的支持 在开展探究教学和探究学习过程中,政府、学校、教师及家庭都扮演着重要的角色。因此,期待生物学课程标准在课堂中落实、教师能有效地进行科学探究教学,除了教师应作出改变,也需要各方面的支持和改变<sup>[13]</sup>。具体包括:

- 为教师提供针对科学探究教学的高质量专业发展课程;

- 政策的帮助和支持;
- 提供多种教学材料和设备;
- 让父母和社会公众意识到科学探究的重要性;
- 在各个学科推广科学探究作为教学方式和解决问题的方法<sup>[13]</sup>。

通过科学探究开展生物学教学需要新的教学手段,教师和社会、学校、家庭都必须承担起相应的职责。只有通过政策的鼓励和支持、家庭的认可和协助、学校提供必要的教学材料和设备、教师的精心设计和引导,科学探究教学才可能在生物学课堂得以顺利实施。只有成功地开展科学探究教学,才能让学生真正理解、认同、主动参与到生物学课程的学习中,发展学生的生物学核心素养。

#### 主要参考文献

- [1] 温·哈伦. 科学教育的原则和大概概念. 韦钰,译. 北京:科学普及出版社,2011.
- [2] NGSS Lead States. Next-Generation Science Standards: For states, by states. Washington, DC: The National Academies Press, 2013.
- [3] National Research Council. National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press, 1996.
- [4] 中华人民共和国教育部. 基础教育课程改革纲要(试行). 中国教育报,2001-7-27.
- [5] 徐学福. 科学探究与探究教学. 课程·教材·教法, 2002(12):20.
- [6] 刘恩山. 《普通高中生物课程标准》的设计思路和主要特点. 生物学通报,2003,38(5):28.
- [7] Akerson V L, Hanuscin D L. Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. Journal of Research in Science Teaching,2007,44(5):653.
- [8] Bybee R. Teaching science as inquiry.// Inquiring into inquiry learning and teaching in science. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 2000.
- [9] Kuhn, D. Education for thinking. London: Harvard University Press, 2005.
- [10] 美国国家科学基金会. 探究:小学科学教学的思想、观点与策略. 罗星凯,李萍昌,吴娴,等,译. 北京:人民教育出版社, 2003.
- [11] National Research Council. A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting conceptions, and core ideas. Washington, DC: National Academies Press, 2012.
- [12] Schwartz R S, Lederman N G, Crawford B A. Developing views of nature of science in an authentic context:An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. Science Education, 2004, 88(4):610.
- [13] National Research Council. Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning. Washington, DC: National Academies Press, 2000.

(E-mail:liues@bnu.edu.cn)