

新版论证教学模式在科学课堂中的应用

——以中学生物学教学为例

●吴举宏*

摘要：让学科核心素养在教学中得到贯彻落实，是当前课堂教学研究的重大课题，对此，Grooms团队新版论证驱动探究（ADI）模型为教师提供了新的视角。该模型将论证引入课堂教学，有助于促进学生开展有意义学习、推动科学实践活动、提高学生思维品质。应用该论证教学模式的基本策略有：向科学家学习科学论证、在概念建构中运用科学论证、在拓展教材实验中自主论证、对社会事务进行科学论证，通过融合生命观念、科学思维、科学探究和社会责任教育，促进学生学科核心素养的全面发展。

关键词：生物学教学 ADI教学模式 科学论证 核心素养培育

中图分类号：G633 **文献标识码：**A **文章编号：**1672-6715（2022）18-0055-06

《普通高中生物学课程标准（2017年版2020年修订）》（以下简称“高中新课标”）明确将生命观念、科学思维、科学探究和社会责任作为生物学学科核心素养的四大组成部分。如何让学科核心素养在课堂教学中落地、落实？这是当前中学生物学教学研究迫切需要解决的重大课题。本文结合我国中学生物学教学实际，介绍美国新

版论证驱动探究（the Argument-Driven Inquiry, ADI）教学模式，并通过有关案例分析该教学模式在课堂教学中的应用策略及其对我国当前核心素养下的课堂教学改进的借鉴意义。

一、新版ADI论证教学模式

在美国大力倡导整合式教学的背景下，

* 吴举宏，教育部基础教育生物学教学指导委员会副主任委员，江苏省教育科学研究院教授，江苏省特级教师，江苏省首批教授级中学高级教师，江苏省“333 高层次人才培养工程”首批中青年科学技术带头人。

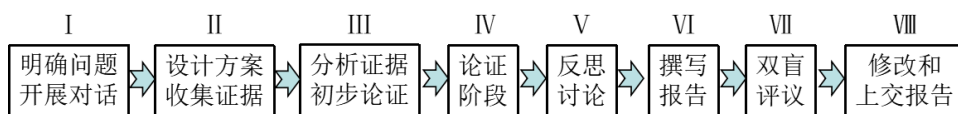


图1 新版ADI论证教学模式（有修改）

2008年Sampson等人提出了论证驱动探究模型（the Argument-Driven Inquiry, ADI）。经实证研究表明，ADI模型能够帮助中学生提高科学写作能力、论证写作技能和科学能力，有助于学生构建论点和参与论证^[1]。2012年，美国K-12科学教育框架强调论证教学的重要性在于：促进学生参与基于证据的论证活动，支持其对推理和实证证据的理解。美国新一代科学教育标准更明确指出，课堂教学应该围绕科学论证展开。为此，Grooms团队基于以前ADI模型的实证研究，对ADI模型进行了一定的调整和完善，提出新版ADI模型（图1）^[2]。

新版ADI论证教学模式大致可分为8个阶段：①明确问题（需要解决的新问题），开展对话（阶段Ⅰ）。教师明确需要学习的新知识并引导学生回忆和再现相关的旧知识，建立新旧知识之间的联系，导入将要开展的实验活动。②设计方案，收集证据（阶段Ⅱ）。以小组学习的方式，围绕研究的问题，设计探究方案，获取有关证据。教师需要重点引导和指导的方面有：你想获取哪些方面的证据？如何获取想要的证据？怎样保证证据的可靠性？等等。③分析证据，初步论证（阶段Ⅲ）。以小组为单位，列举和解

释证据，基于证据进行分析推理。④论证阶段（阶段Ⅳ）。小组发言人在全班呈现证据以及获取证据的过程，并代表小组基于证据进行科学论证，小组之间进行相互评判，指出评判对象所陈述内容的合理性和有效性，提出证据和论证所存在的不足及改进的建议。⑤反思讨论（阶段Ⅴ）。教师需要基于课程标准和课时目标，帮助学生消除小组间差异，及时修正获取证据的方案，补充证据的不足，确保各小组实现共同的教学目标。⑥撰写报告（阶段Ⅵ）。学生撰写探究报告，报告重点呈现探究的目的和方法、获取证据的过程和基于证据的推理论证，深入理解和论证核心概念及重要原理。教师要加强写作指导，督促学生独立完成报告。⑦双盲评议（阶段Ⅶ）。报告完成后，教师组织学生进行双盲评议，由学生依据教师提供的评议标准，评判和确定报告中的优点和不足。⑧修改和上交报告（阶段Ⅷ）。学生根据同伴评议所反馈的信息，修改和完善自己的报告并提交给教师。

笔者认为，教师在借鉴和应用新版ADI论证教学模式时，应充分考虑校情和学情，掌握其精髓，灵活设计和实施教学流程，不必也不能全盘照搬和机械复制。在上述8个阶

段中,以问题为中心,基于探究活动获取证据和丰富证据,基于证据进行推理和论证,并在反思、互动和互评中促进深入理解、深刻领悟和深度学习,这是教学中不可省略、不可轻视的重要环节。

二、新版ADl论证教学模式的应用策略

(一)向科学家学习科学论证

科学发展过程其实就是不断论证的过程,因此,科学发展史中充满了经典而精彩的论证故事。教师可以基于课程标准中规定的课程目标,从科学史中精心选择伟大发现的过程,带领学生重温科学发展的历史,重新演绎科学发现的过程,让学生向科学家学习如何获取科学证据、如何进行科学论证。

例如,教学“基因在染色体上”的内容时,可以参照下列教学流程:①教师呈现萨顿在研究蝗虫精子和卵细胞形成过程时的证据——大量实验表明基因和染色体存在着明显的平行关系;②通过列表梳理两者的平行关系,启发学生作出推论——基因可能位于染色体上;③教师介绍摩尔根的疑问和实验,特别是摩尔根通过实验而获得的证据—— F_2 中雌性个体全部是红眼,雄性个体中红眼、白眼个体各占一半;④让学生依据证据进行分析推理,得出初步结论——控制果蝇白眼的基因位于X染色体上,而Y染色体上没有相应的等位基因;⑤教师继续介绍测验实验方法,让学生独立推测摩尔根假说成立时测交

实验的结果;⑥组织学生将自己的推测结果与摩尔根测交实验实际结果进行比较,因两者完全一致,最终得出结论——基因在染色体上。

(二)在概念建构中运用科学论证

科学概念的形成和后续发展都是基于对无数客观存在的归纳与概括而建立的抽象认识,因此,可以说科学概念的形成过程就是科学论证的过程,科学概念的发展就是科学反复论证后的修正。在生物学概念学习中运用科学论证,是对概念形成过程的重新体验,同时,基于事实证据的阐释在学习心理上具有其他任何教学手段所无法比拟的深刻性和认同感。所谓证据,就是支持主张的客观事实。从来源上分析,证据有直接证据和间接证据之分;从条件上分析,证据又可分为自然条件下的证据、实验条件下的证据。在生物学概念学习中摆事实、讲道理,是对举证、论证最朴实无华、通俗易懂的表述。

例如,在学习“蒸腾作用”概念时,通过实验收集证据是获取直接证据的重要途径。这些途径有:①通过用透明塑料袋分别密封带叶、去叶枝条的对照实验,获得的证据是带叶组塑料袋内壁形成的水珠多,由此产生的推论是蒸腾作用与叶有关;②通过热水浸泡叶片实验,获得的证据是叶表面带有气泡,由此产生的推论是叶表面有气体散逸的孔;③通过在显微镜下观察叶表皮,获得的证据是叶表面有气孔,其他表皮细胞排列

紧密，由此产生的推论是气孔是水分散失的结构；④通过对浓蔗糖溶液、清水使叶保卫细胞失水、吸水的显微观察，获得的证据是细胞失水时气孔关闭、细胞吸水时气孔开张，由此可产生关于气孔开闭条件的推论。上述证据自然形成一条证据链，凭借这条证据链学生就能自主建构植物蒸腾作用的概念。

当然，因为学校条件和学生学习条件的限制，间接证据也是科学论证的主要支撑。例如，学习“DNA是主要的遗传物质”时，教师介绍的格里菲斯的肺炎链球菌转化实验、艾弗里的肺炎链球菌转化实验、赫尔希和蔡斯的噬菌体侵染细菌实验以及弗伦克尔·康拉特的烟草花叶病毒重建实验，都是前人所做的经典实验，学生可以通过文献研究法获得间接证据，从而建立相关科学概念。

（三）在拓展教材实验中自主论证

应用新版ADI论证教学模型，明确问题是教学的起点和基础。问题既可以由教师根据课程目标提出，也可以由学生从教材实验的质疑中产生或从实验活动的新发现中自主提出。学生根据问题，提出自己的主张，再沿着“设计→举证→论证”的路径进行自主论证式学习。

例如，学习“光合作用发生的条件”时，一般常用银边天竺葵做探究实验。在实验中，部分学生还是会对实验结论进行质

疑，他们提出的主张主要有：①银边天竺葵叶的“银边”部位产生的光合产物不是淀粉，而是葡萄糖、蔗糖等，因为光合产物不只是淀粉；②银边天竺葵叶的“银边”部位能发生光合作用而淀粉只不过被运输到绿色见光部位了。面对学生通过质疑而提出的新主张，教师应该予以鼓励和启发，由学生自主设计新方案，获取新证据。学生经过讨论和反思，一致认为天竺葵能否发生光合作用的直接证据应该在是否具有叶绿体（光合色素）上。然后学生对银边天竺葵叶的“银边”部位、绿色部位分别取材，分别在显微镜下观察“银边”部位、绿色部位细胞中是否具有叶绿体，再分别进行色素提取和分离，进一步丰富直接证据，从而否定自己先前的质疑和主张，并更加深刻领会和坚定认同教材给出的科学主张。

（四）对社会事务进行科学论证

高中新课标在论述“社会责任”时明确指出，社会责任是指基于生物学的认识，参与个人与社会事务的讨论，作出理性解释和判断，解决生产生活问题的担当和能力。教师在教学中需要积极引导学生高度关注社会事务，尽其所能地参与社会决策；以造福人类和肩负社会责任的态度和价值观，勇于提出自己的主张；运用科学思维方法和科学探究手段，获取和丰富大量翔实的证据，进行科学、合理、严谨的论证，并积极而广泛地向社会公众提出自己的主张；通过直接客观

的证据进行举证、佐证和论证，帮助社会公众辨别真伪科学、参与环境保护、崇尚健康生活，为提高公众参与社会决策水平贡献自己的力量。例如，教师可以以“安全食品的生产与社会信任的重建”为主线，设计并实施下列教学过程（图2）。

教师在应用新版ADI论证教学模式实施课堂教学时，借助图2中的教学案例，可以获取如下主要启示：①根据课程内容和实施条件，应灵活调整、合理安排课堂教学，不应教条而僵化地套用该教学模式；②对于学生不能获取的直接证据，教师通过实验演

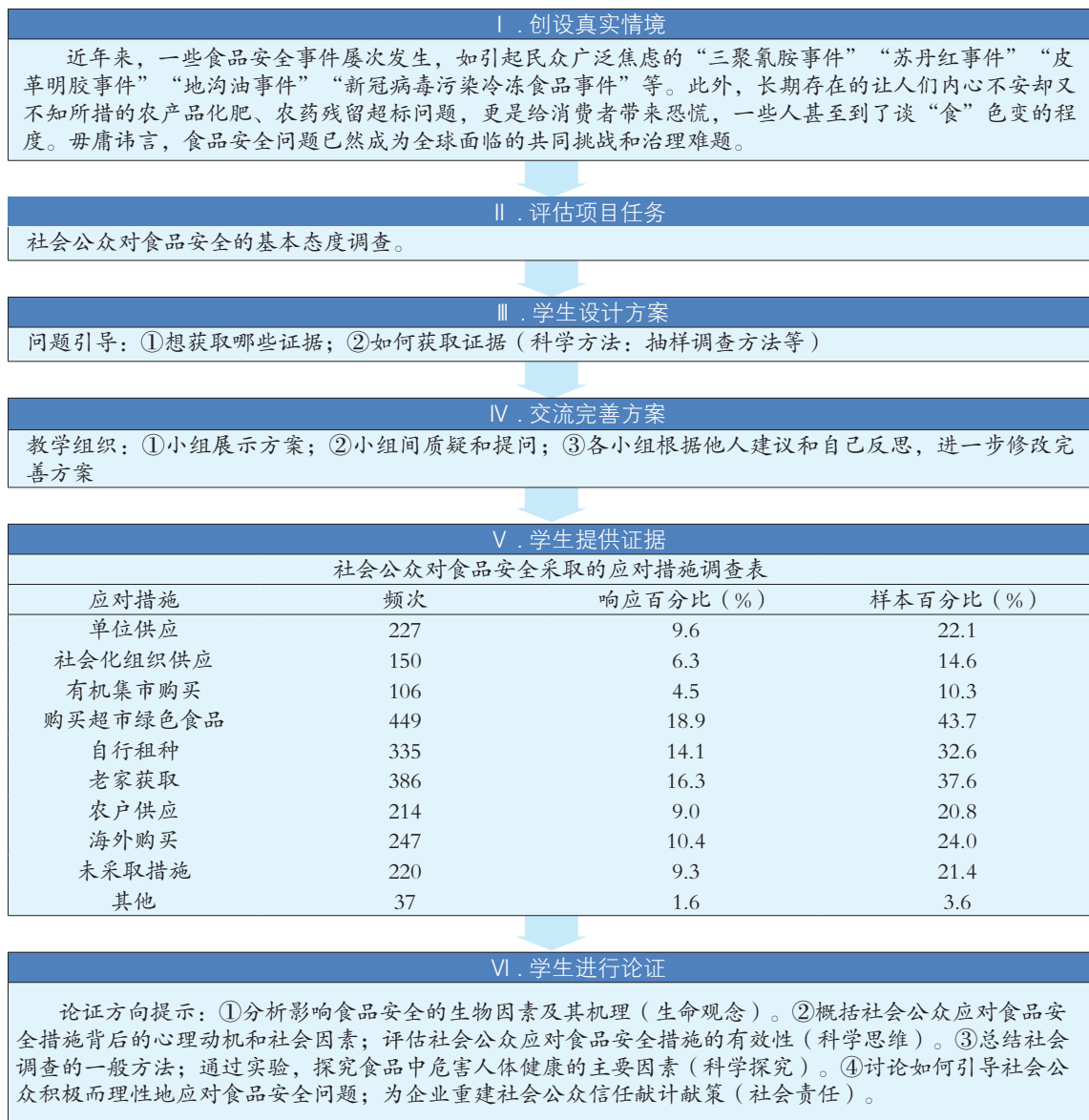


图2 “安全食品的生产与社会信任的重建”为主线的教学流程

示、文献呈现、图像播放等手段提供间接证据,同样可以应用该教学模式进行科学论证教学;③教师要加强问题设计、举证和论证指导,特别要加强指向学科核心素养的教学整体设计,要融会贯通,整体推进生命观念、科学思维、科学探究和社会责任的培育,使学生的学科核心素养能够全面而协调地发展。

三、新版ADI论证模式的教学意义

科学论证既能体现科学思维的特征,又是科学探究的核心,还能深化学生对科学概念的认识,培育其对社会的责任感,新版ADI论证模式为当前核心素养的教学提供了新的视角和可操作的实践路径。

在国际科学教育领域中,科学论证教学从20世纪80年代开始就得到重视和研究^[3]。随着研究的深入,科学课堂教学中新版ADI论证模式的教学意义得到了普遍认同,笔者将其归纳提炼如下:第一,论证能够促进学生学习的开展和学生认知、元认知能力的培养。第二,论证有利于推动科学实践活动,有助于学生体悟科学文化和实践活动的内涵。第三,论证能提高学生的思维品质,特别是有利于提升学生的批判性思维能力。第四,论证能够提高学生分析推理和互动交流的技能。第五,论证可以全面提高学生的科学素养。2013年美国新一代科学教育标准(Next Generation Science Standard, NGSS)进一步强调科学论证在科学教育中

的重要作用:科学论证是科学和科学课堂之间融通的桥梁,参与基于证据的科学论证并作出解释和构建模型,能够有效地帮助学生理解证据的力量、明晰推理的过程,从而认识到科学是一个根植于证据不断发展的知识体。

从我国基础教育发展学生核心素养的需要分析,新版ADI论证模式有利于改变学生的学习方式,有助于当前核心素养导向下的课堂教学改进。在中学生物学教学中,新版ADI论证模式是科学思维和科学探究教学的重要组成部分。同时,其有利于基于实证解释生物学相关事件和生命现象,从而形成生命观念;还有利于基于实证对个人与社会事务作出理性解释和判断,解决生产生活等现实问题,从而树立社会责任。更重要的是,新版ADI论证模式可以很好地融合生命观念、科学思维、科学探究和社会责任教育,防止学科核心素养被肢解或片面理解,使学生的生物学科核心素养得到综合、全面地发展。❖

参考文献:

[1][2]Sampson,V.& Walker,J. Learning to Write in the Undergraduate Chemistry Laboratory:The Impact of Argument-Driven Inquiry[J]. International Journal of Science Education,2012,34(10):1443-1485.

[3]弭尔,郭玉英.渗透式导向的两种科学论证教学模式述评[J].全球教育展望,2017,46(06):60-69.

(责任编辑 沈炯靓)