

凸显“解释-论证”的科学探究： 内涵、现实意义和实践策略

邓 阳 王后雄

摘要 科学探究是科学教育研究和实践中常谈常新的话题,但我国科学教学中关于科学探究的实践状况却不容乐观。解释和论证是科学探究中的核心实践,二者相互协同,体现了科学探究的本质。凸显“解释-论证”的科学探究具有改变基于逻辑实证主义、固定探究程式、探究结果定向、观察实验导向的科学探究等多重现实意义。通过援引国外典型的实施策略,进一步指出在突出论证的同时应特别注重科学语言的科学运用。

关键词 科学探究; “解释-论证”; 内涵; 现实意义; 实践策略

作者简介 邓 阳/华中师范大学化学教育研究所讲师 (武汉 430079)

王后雄/华中师范大学化学教育研究所所长 (武汉 430079)

自上世纪中叶起,各国科学教育一直努力践行着“基于探究的科学教学”这一基本理念。伴随着我国基础教育课程改革的逐步推进,科学教育对科学探究的重视也逐渐增强。然而在实践中,科学探究的落实并不十分乐观,往往存在着“程序性表演”的情况,即学生按部就班地完成科学探究中的各个步骤,墨守“菜谱式”的既定行为。为此,当代美国等发达国家科学教育者提出了科学实践的概念,通过凸显解释和论证这两种核心的科学实践来进一步丰富科学探究的内涵,解决现实中存在的问题。

一、解释和论证:科学探究中的核心实践

过去科学教育研究者一直努力尝试着从探究过程和步骤的角度对科学探究的内涵加以说明。比如我国《义务教育初中科学课程标准(2011年版)》中明确指出,科学探究主要包含“提出科学问题;进行猜想和假设;制定计划,设计实验;获取事实与证据;解释、检验与评价;表达与交流”这六个要素。虽然将探究过程细化有助于给师生提供科学探究的基本模式,但是一味地固守这些步骤无法让学生实质地参与与科学知识的建立、发展、完善有关的有意义活动。因此,必须跳出精细化的过程分析的樊篱,基于科学本质的视角,从核心科学实践的角度对科学探究进行再认识。

科学探究是对科学事实进行解释,形成主张,并且对各种主张进行论证的过程。因此解释和论证是科学探究中的核心实践。对解释和论证的认识,Osborne

和 Patterson(2011)认为,解释是基于不确定的科学事实对确定的科学事实所进行的意义阐释,也就是说用于解释的命题比描述待解释的事实的命题具有更少的确定性。待解释的事实常常来源于观察、规则或理论,所以待解释的事实常常被假设为真。比如,对恐龙灭绝这一科学事实的解释之一是气候变化。气候变化相对于恐龙灭绝来说,确定性较弱一些,因为人们都确信恐龙确实灭绝了,但是气候是否发生了变化则会受到一定的质疑。与解释相反,论证的目的是试图用确定的事实作为证据,来支持和辩护不确定的主张。所以论证的特征是逐渐增强确定性。在论证中,如果证据越明确、合理、可靠,越不受争议,那么就越具有较强的论证效果。比如,要论证恐龙灭绝时气候发生了变化这一不确定的主张,就需要利用确定的气候资料、地质资料等事实性证据作为支持。^[1]

在 Osborne 和 Patterson(2011)看来,论证和解释在本质上虽有明显的区别,但是二者又共同致力于科学知识的建构。关于这一点 Berland 和 McNeill(2012)有更相信的论述,他们认为解释和论证是互补的、相互协调的,都有助于科学意义的建构。对于解释来说,其意义建构的过程关注于发展对所研究的现象的理解,是科学家试图建立关于现象如何发生和为什么发生的意义的过程。但是,有时对一个现象产生意义时,可能会有多种解释。虽然有的解释可能是完全错误的或者根本就不是一个解释,但是,如果有其他可能成立的解释时,要判断其与现象的一致性、似真性和可理解性程度,解释就需要被争论。此时,科学家就需要基于事实性证据,使同行确信解释的质量。这就是论证。尽管如此,他们也不建议人们以一种规定的刻板方式看待解释和论证,即认为首先需要对事实建构解释,之后才能参与对解释的论证。他们指出,在科学书面文本中,解释和论证有一些明显的重叠:论证的主张是一个对事实的解释,而整个书面文本就又是一个论证,包含支持探索性主张的证据和理由。^[2]

基于 Osborne 和 Patterson(2011)与 Berland 和 McNeill(2012)的观点可以认为,解释和论证是科学探究中的核心实践,二者既在以建构科学知识为目的的科学探究中承担了不同功能,又相互协调,共同组成了科学探究的全貌。科学家在开展科学探究时,首先面对的是来源于科学事实的未知问题。在科学家尝试对未知问题加以解答或形成解决方案后,他们就利用已有知识进行推理,或利用观察和实验的方法,对问题进行解释,形成有待论证的主张。由于个体的认识角度、深度、范围可能不同,因此产生的主张是多样的,且主张之间还可能存在争议。这正体现出解释的过程是科学命题从确定到不确定的变化过程。不确定性的产生,为论证带来了基础,即有可能在后续论证中开展争论。随着论证的开展,科学家愈发通过观察和实验获得事实性的证据来支持自己主张,同时在争论中基于证据劝说他人信服自己的主张,使得主张的不确定性逐渐降低,最终形成具有共识性的科学知识。这也体现出论证的过程是科学命题从不确定到确定的变化过程。整个科学探究过程可以用图 1 进行概括。正如 Sandoval 和 Millwood 所说(2005),“解释的建构和评估需要核心的论证实践”。^[3]解释和论证虽然在本质上有所不同,但在实践中是互补、互促的:解释可以给论证提供对象,对某个