

国际基础教育中科学本质教育研究及启示^①

王秀红¹, 历晶²

(1.东北师范大学,吉林 长春 130024; 2.长春师范大学,吉林 长春 130032)

摘要:自19世纪末以来,有关科学本质的教育一直或隐或显地存在于科学教育中,并在发展中逐渐清晰其内涵和内容,即从知识、过程和事业三个方面理解科学。相关研究给我国带来许多启示:以提高国民科学素养为根本目标的我国科学教育中更要重视科学本质教育,科学教学中要重视科学探究、科学史的运用,引入适合的哲学问题以及多样化的联系社会等策略,开展科学本质教育。

关键词:科学本质教育;历史发展;研究现状;启示

中图分类号:G649.21 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5485(2013)08-0119-04

科学本质教育在国际科学教育中有着悠久的历史。科学的本质问题源于哲学,其观点一直支配着科学教育的方向。近年来,国际科学教育界越来越重视科学本质的教育,了解国外理科课程中科学本质教育的历史和研究现状,将对我国科学课程中的科学本质教育具有重要的启示。

一、国际科学本质教育的发展及其内涵

(一)国际科学本质教育的历史发展

我们可以从几个著名的历史片断中追寻“科学的本质”教育在具体的科学教育实践中的发展脉络。早在19世纪末,英国化学家阿姆斯特朗在大力倡导科学教育时就强调要帮助学生理解科学的本质。不过,对他来说科学的本质主要体现于科学方法中^[1]。与阿姆斯特朗类似,著名教育家杜威也曾指出了解科学方法比获得科学知识更加重要。20世纪60年代的理科教育现代化运动时期,人们把学科结构等同于科学的本质。著名教育家布鲁纳、施瓦布、鲁滨逊等人都极力倡导教师与学生理解学科的结构。鲁滨逊在《科学的本质与教学》(The Nature of

Science and Science Teaching)一书中首次向科学教育者提供了当时的科学哲学观,描述了各种学科中科学本质的观点,并建议将科学本质融入到科学教学中。^[2]

科学本质教育的做法还体现在科学教学中对科学史的重视。科南特(J.B.Conant)1946年在耶鲁进行他的著名演讲(Terry lecture)时,主张所有的学生应在研究历史的背景下理解科学的特征。卢瑟福等人主编的《哈佛设计物理》(Harvard Project Physics)以及施瓦布负责编写的《生物科学课程研究》都试图通过在正式的科学课程中融入科学史帮助学生更深刻地理解科学。^[3]

尽管如此,上述这些努力并没有正式提及我们现在所谓的科学本质教育的概念。20世纪初,美国“科学与数学教师协会”(Central Association of Science and Math Teachers)在1907年发表的报告中提及了科学本质教育。^[4]之后,1960年美国国家教育研究会明确地将我们今天所谓的科学的本质陈述为科学教学的一个主要目的,它指出:“科学教学有两个主要的目的,一个是科学的知识,另一个是进

^①基金项目:全国教育科学规划教育部重点课题“我国科学课程实施经验研究”(DHA090171);全国教育科学“十一五”规划2010年度立项课题“农村基础教育信息化绩效评估体系构建及应用研究”(BCA100097)。

作者简介:王秀红(1964-),女,山东诸城人,东北师范大学化学学院教授,博士生导师,主要从事理科课程与教学论研究;历晶(1979-),女,黑龙江安达人,长春师范学院化学学院讲师,东北师范大学教育学部博士生,主要从事化学课程与教学论研究。

取的事业。……科学不是一堆孤立的、综合的事实堆积……一个学生应该学习有关科学知识特征的一些知识,知道知识是如何发展的,以及它们是如何被使用的。”

到了20世纪70年代,科学教育界开始明确地定义科学本质,如美国国家教育中心将科学知识描述为暂定的、公共的(共同分享)、可重复的、人文性的、历史性的、独特的、内部一致的、经验性的。20世纪80年代,科学哲学、科学社会学等学科的新成果进入科学本质教育的范围,科学教育者也开始重视心理因素如观察的理论负载性、人类想象和创造在科学解释中的作用,以及社会因素对科学产生过程的影响。20世纪90年代,美国科学促进会从科学观、科学探究和科学事业三方面描述科学的本质;美国科学教育标准中强调科学论断的历史性、暂定性、经验性、逻辑性、证实性,也强调个人、社会、文化观念与知识产生过程的密切相关性。同时,这些对科学本质的描述也先后进入多个国家的科学课程标准之中。

经过几十年的不懈努力,科学本质教育开始引起了科学教育界的普遍关注,如今理解科学的本质明确成为科学教育的目标之一。例如,英国的科学教育协会(Association for Science Education, ASE)在1983年的课程改革草案中曾提到:“学生应该对科学原理及理论的历史发展有一些基本的了解。”1996年颁布的美国国家科学课程标准中已经将科学的本质作为一项明确的课程内容,并对不同阶段的学生对科学本质应达到的认识程度提出了具体的目标要求。而我国新一轮的科学课程改革中也要求提高学生对科学本质的认识,以提高学生的科学素养。

(二)国际科学本质教育的基本内涵

在科学教育中,科学的本质是典型的涉及科学社会学和科学认识论方面的概念,是指如何理解作为一种认知途径的科学,以及内隐于科学知识发展过程中的价值观和信念。^[5]

笼统地说,科学课程中的科学本质教育就是在学生学习具体的科学知识过程中培养他们对科学的理解力,具体包括理解科学知识的性质、科学探究的过程以及科学事业的特征三个主要方面,从而形成合适的科学本质观。^[6]

需要强调的是,在科学本质教育的主题内,理解科学知识的性质不是只传授作为结果的知识本身,而更关注知识的生成过程。理解科学的过程也不是简单地让学生经历科学探究的过程,或单纯教会方法技能。科学的过程是关于提出问题、收集数据、做出解释、得出结论等方面的活动,而对科学过程的理解则是涉及隐含于过程中的认识论问题,是对科学活动过程理性思考的结果。理解科学事业是从作为一项社会事业的角度理解科学,了解科学事业的基本运作情况,了解科学家进行工作的标准与约束力,知道科学与社会、文化是相互影响的等。

二、国际科学本质教育的基本内容

关于科学本质的观念是暂定性的和动态性的,这些观念会随着科学的发展和关于科学本质的系统思维的发展而改变。尽管不少国家的科学教育标准中已经对科学本质教育的目标和内容作了具体阐释,但研究者对“哪些观念适合学生理解”的探讨仍在继续。Osborne等人曾对相关专家进行了关于“学校理科课程中应该包括哪些有关科学本质方面的观念”的调查,结果显示9个主题能在专家中达成一致^[7]。而这个结果与McComas等人总结的美、加、英、澳等8个国家的科学教育文件后得出的科学本质的共识有很大程度上的相似性,具体见表1。

表1:科学本质教育内容一致性的对比

| McComas对8个国家科学课程标准的对比结果 | Osborne等人的调查结果 |
|-------------------------|-------------------|
| 科学知识是暂定的 | 科学与确定性 |
| 科学依赖经验证据 | 数据的分析与解释 |
| 科学家要求可重复性的、真实的报告 | 科学方法与批判性验证 |
| 科学试图解释现象 | 假设与预测 |
| 科学家有创造性 | 科学的创造性 科学与提出问题 |
| 科学是社会文化传统的一部分 | 科学知识发展过程中的合作与协作 |
| 科学在技术领域起重要作用 | 科学与技术 |
| 科学观念受它所处的历史与社会环境的影响 | 科学知识的历史发展 |
| 并不存在一个一成不变的作科学的方式 | 科学思维的多样性 |

美国科学促进会在其制定的“2061计划——面向所有美国人的科学”中,从科学世界观、科学探究和科学事业三个方面对科学的本质进行了阐述,具

体见表2。

表2:科学的本质

| 基本成分 | 科学的本质 |
|-----------|------------------------|
| 科学 世界观 | 世界是可以被认知的 |
| | 科学不能为所有的问题提供完整的答案 |
| | 科学知识具有暂时性和发展性,科学理念是可变的 |
| 科学 探究 | 科学需要证据 |
| | 科学是逻辑与想象的结合 |
| | 科学能进行解释和预见 |
| | 科学家需要明辨是非,避免偏见 |
| | 科学反对权威 |
| 科学 事业 | 科学是一项复杂的社会活动 |
| | 科学分为不同学科 |
| | 科学研究中需遵守道德规范 |
| | 科学家在参与公共事务时,既是科学家也是公民 |

从表1和表2中我们可以看出,国际科学教育主要重视引导学生正确认识科学知识的性质、科学探究的过程以及科学事业的特征,从而形成合适的科学本质观。

三、国际科学本质教育对我国科学教育的启示

(一)我国科学教育应重视有关科学本质的教育

我国由于在以往科学教育中忽视了有关科学本质的教育,中学科学教育中存在着一个不容忽视的现象,即学生学了不少科学知识,也同时掌握不少科学技能或方法,尤其是解题方法,但由于缺乏对科学本质特征的理解和认识,学生头脑中还是没有“科学”,不能很好地回答有关科学是什么、科学能做什么等有关科学本质特征的问题,造成了学生现代科学素养关键部分的缺失,以至于对一些迷信、伪科学和反科学现象也无法识别。^[8]当前我国的科学教育仍然面对着两个尴尬的现实:我国学生缺乏创新性和怀疑精神;我国公民的科学素养水平远远低于发达国家。教育界大力呼吁改革科学教育就因为我们的教育并没有让学生学到真正的科学、完整的科学,而要达到这个目的首先要让学生全面地认识科学,认识科学的本质。

科学课程改革以提高未来公民的科学素养为根本宗旨,而要实现这个目标就不可忽略科学本质教育。理解科学的本质不仅是科学素养目标的基本成分,更为全面实现科学素养目标提供支持和保证。通过前文对国际科学本质教育内涵及基本内容

的分析不难看出,理解科学的本质有助于学生更深刻地理解和运用科学知识。一个关注科学本质教育的课程或教学过程,不能只看重知识是什么的结果,它会更关注“知识是如何产生的,为什么它是有价值的”这样的问题。理解科学的本质也有助于学生更恰当地学习和运用科学方法。因为理解科学的方法是科学本质教育的重要方面,关注科学本质教育的教学过程不能仅满足于学生掌握基本的方法技能,更应该让其了解科学方法在科学研究中的意义、作用、运用规则等观念。同时,理解科学的本质也将有助于学生领悟科学精神,因为科学精神的形成正是在科学真理探索过程中,在对科学本质的认识不断深化的过程中孕育起来的。

(二)教学中要重视科学探究的过程、重视科学史的运用

人们对科学本质的认识来源于对科学发展历史和科学家探索过程的深入思考,科学史和学生的科学探究过程是理解科学本质的最好背景。一个只重结论的课程和教学过程是无法实现科学本质教育的,学生应该经历科学探究的过程,而探究的过程又应该包括这样一种活动:学生感受到在特定的历史条件下科学家所面临的困惑和探索的过程。教师需要精心选择科学史案例,引导学生对其中蕴含的科学本质特征进行更直接的反思和讨论,当学生认同了某些特征后,这些特征就会自然地出现在学生自己的探究活动中;同样,引导学生更科学地探究,不断反思或讨论自己和同伴的探究过程及遇到的问题,也能让他们体验到科学的本质特点。

(三)适当引入适合学生水平的哲学问题

科学的本质是一个涉及哲学与认识论方面的问题,在理科教学中引入一些哲学问题并不是希望教师像科学哲学家那样与学生讨论深奥的科学的思辨,而只是期望教师能够了解并关注课堂上出现的一些“浅显”的科学本质方面的哲学问题。澳大利亚学者马修斯(Matthews)认为,“任何一个理科课堂上,哲学问题无处不在。因为任何理科课堂教学都会涉及到这样一些术语:定律、解释、真理、证实、观察、证据,任何一个科学教师都有可能遇到学生问这样的问题:既然没有人能看见原子,为什么我们仍能画出原子图呢?当教师在理科课堂上遇到这些术语和问题,当他们停下来问一问它们是什么意思,考

虑一下正确使用它们的条件时,哲学就出现了”。^[9]教师和学生应当问一问哲学家们经常问的问题:你所指的是什么意思?你是如何知道的?对这些问题的思考与分析无疑会使学生更深刻地理解科学。

(四)联系生活、联系社会的角度应该多样化

新课程大力倡导科学课程的学习要与社会、生活紧密联系,许多教师往往把这种联系局限在科学知识上,注意从学生的生活经验出发引出知识的学习,注意将所学习的科学知识应用于实际生活解决个人、社会中的实际问题等。比如,学习了酸碱盐,让学生思考如何除去水壶内的水垢;学习了燃烧的条件,要知道消防员如何灭火;等等。这种联系是重要的也是必要的,但我们应该看到科学在社会中的作用不尽体现在科学知识的运用上,同时科学也让人们学会用一种理性的思维习惯思考、认识和解决问题,这种理性来自于对科学本质的思考和认识。为此,科学教学中应该在更广阔的范围内联系社会,包括科学探究的方法和对科学本质的理解在社会、生活中的运用。

总之,科学本质问题是科学教育不可或缺的教育主题,也是国际科学教育研究领域的前沿性课题。我们应该积极借鉴国外的先进理论,并在充分认识到科学本质教育意义的基础上,结合我国基础教育的实际情况,继续探索更适合我国国情的科学本质教育策略,促进学生正确科学本质观的形成。

参考文献:

[1]丁邦平.HPS与科学课程改革[J].比较教育

研究,2000,(6):6-9.

[2][3]W.Mccomas.The nature of science in science education;rationales and strategies [EB/OL].
http://140.127.40.6.

[4]Central Association of Science and Mathematics Teacher.A consideration of the principles that should determine the courses in biology in the secondary schools[J]. School Science and Mathematics, 1907,(7):241-247.

[5]Lederman,N.G.Students'and teachers' conceptions of the nature of science;a review of the research[J].Journal of Research in Science Teaching, 1992,(29):331-359.

[6]郭玉英.从传统到现代——综合科学课程的发展[M].北京:北京师范大学出版社,2002:74-75.

[7]J.Osbore,Sue Collins,Mary Ratchliffe,et al. What“ideas-about-science”should be taught in school science? A Delphi Study of the expert community[J]. Journal of Research in Science Teaching,2003,(40): 692-720.

[8]项红专.论科学本质的教育[J].科技导报, 2002,(11):35-37.

[9]Michael R Matthews.In Defense of Modest Goals When teaching about the Nature of Science[J]. Journal of Research in Science Teaching,1998,(35): 161-174.

(责任编辑:李作章;责任校对:徐治中)

Research and Inspiration about Nature of Science Education for International Basic Education

WANG Xiuhong¹, LI Jing²

(1.Northeast Normal University, Changchun Jilin 130024;

2.Changchun Normal University, Changchun Jilin 130032)

Abstract: Since the end of the 19th century, about the nature of science(NOS) education has been existed in science education either explicitly or implicitly.With the development of the NOS education ,we have gradually cleared the connotation and understanding of science;from the three aspects of the knowledge, processes,and career.The related outcomes revealed to us that we should pay more attention to the NOS education in our country to improve the national scientific literacy which is a fundamental goal of science education. In science teaching, we can carry out the NOS education through emphasis on scientific inquiry, the use of the history of science, the introduction of a suitable philosophical issues and a variety of contact with science Knowledge and social and other strategies.

Key words: nature of science education;history development;survey of international research; inspiration