

教育硕士
学习丛书

Ed.M

(第二辑)

学科教师专业发展系列

丛书主编 楼世洲 朱旭东

科学课程与教学研究

◎ 蔡铁权 姜旭英 编著

Research
in Science Curriculum
and Teaching

教育硕士
学习丛书

Ed.M

(第二辑)

学科教师专业发展系列

丛书主编 楼世洲 朱旭东

科学课程与教学研究

◎ 蔡铁权 姜旭英 编著

Research
in Science Curriculum
and Teaching



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学课程与教学研究 / 蔡铁权, 姜旭英编著. —杭州:
浙江大学出版社, 2008. 8
ISBN 978-7-308-06210-7

I. 科… II. ①蔡…②姜… III. 科学知识—教学研究—
中学 IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 154297 号

科学课程与教学研究

蔡铁权 姜旭英 编著

责任编辑 沈国明
封面设计 刘依群
出版发行 浙江大学出版社
(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)
(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)
(网址: <http://www.zjupress.com>
<http://www.press.zju.edu.cn>)
电话: 0571—88925592, 88273066(传真)

排 版 杭州求是图文制作有限公司
印 刷 临安市曙光印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 19.25
字 数 480 千字
版 印 次 2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-06210-7
定 价 30.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

序 言

我国教师教育正处在一个急剧变革时期,从顶层的制度设计到具体的培养方案的实施都有赖于我们对教师专业发展的研究。在制度方面,教师教育学科制度是当前我国教师教育迫切需要建立的一个重要方面,这个制度包括教师教育的学位、学制、学历、专业、方向等内容,而教师教育的专业和方向制度将直接与教师专业发展问题相联系,如中等教师教育专业和方向包括中文、数学、外语、科学、社会科学等,那么如何培养这些学科的教师?如何设定这些学科的教师培养方案?培养什么角色的学科教师?研究型、学者型学科教师,还是实践—反思型的学科教师?制定培养方案是否要以教师专业发展的阶段理论为依据?这些问题都与学科教师专业发展紧密联系。

从国内外的研究现状中我们可以看到,教师专业发展研究提出了诸多理论,如教师专业发展阶段论、教师专业发展途径论、教师专业发展模式论、教师专业发展知识论,甚至涉及现代主义的教师专业发展观、后现代主义的教师专业发展观、女性主义的教师专业发展观、哈贝马斯批判理论的教师专业发展观、人本主义心理学的教师专业发展观……不一而足,但唯独没有深入探讨学科教师专业发展的理论。尽管学科教师专业发展理论从属于以上这些理论,但由于不同学科教师的知识构成、不同学科教师的能力需要、不同学科的学术文化影响、不同学科教师的思维差异普遍地存在于教师专业发展中,因此基于不同学科的教师专业发展研究成为梳理和构建教师专业发展理论的关键途径。

随着基础教育课程改革的不断深入,“教师与课程”的关系议题逐渐进入研究者的视野,而这种关系的一个重要方面就是教师专业发展与基础教育课程改革的关系。理论上探讨教师专业发展与基础教育课程改革的关系已经积累了很多研究成果,教师在课程改革中的重要性已成为普遍共识,课程改革对于教师专业发展的促进也得到了认可,但学科教师专业发展与各门学科课程改革关系的研究却有待进一步展开。如教师专业发展研究中普遍重视教师实践,但不同学科的教师实践在课程改革中的具体表现是不同的,需要我们深入到不同学科的课堂中去;基础教育课程改革提出的知识与能力、过程与方法、情感态度与价值观等学生发展目标如何要求教师专业发展中教师的知识、能力、情感、态度、价值观的发展,而所有这些发展将通过不同学科的教师发展才能实现。总之,探讨学科课程改革与不同学科教师专业发展的关系,能更深刻地揭示教师专业发展的规律,将有利于基础教育改革的实践推进,其实践价值重大。

目前我国教师专业发展的研究主要限于基本理论问题研究,一般性、普遍性的问题研究、国外研究成果的引进等方面,进入到学科领域的有影响的研究成果还不多见,而事实上只有通过不同学科的教师专业发展的研究才会更明确教师专业发展的规律,才会对不同学科的教师专业发展提供途径。如大量研究都提及专业学习共同体、行动研究、校本培训、校本研修等教师专业发展途径,但从不同学科的角度去讨论如何建立专业学习共同体、如何做

行动研究、如何建立校本研修制度等,还需要进一步展开。

事实上,有关学科教师专业发展的研究,从收集到的文献来看,主要基于教师专业发展研究开展的。1994年8月在上海召开的中国数学教育会议,国际数学教育委员会秘书长、丹麦罗斯基特大学的M.琼斯教授作了《论数学教师的培养》的大会报告。他认为高素质的数学教师应涵盖4个基本范畴:数学教师专业知识基础的构建;数学教师专业技能的娴熟;数学教师专业数学素养的形成与发展;数学教师专业情意的健全。此后,尽管由于每个人看问题角度和侧重点的不同,对于数学教师专业化的内涵问题的界定存在许多不同的理解和阐述,但大多数学者都将上述观点看做是界定数学教师专业化的主要标准。

由于我国科学课程的发展还处于初级阶段,相对其他专门学科,科学教师还存在一些不足,离教师专业发展的要求相距甚远,因此,我国并未提出科学教师专业化的定义或内涵、发展标准等一般性的原理,也还不能像英美等发达国家一样,提出科学教学专业化的发展标准。但是,我国正在努力培养科学教师,明确培养的指导思想 and 重点,提出对科学教师专业知能的一些要求,使科学教师像其他学科教师一样,积极向教师专业化迈进。要促进科学教师专业发展,研究主要集中在以下几个方面:(1)继续严格推行教师资格证书制度,并适当提高任职资格标准。(2)提高师范院校入学标准和毕业标准。(3)改革师范院校的课程设置。(4)推行教师教育的一体化。(5)重视教师继续教育中“校本培训”模式的重要地位。(6)进一步密切大学与中小学的联系。同时制定科学教师专业发展的一般标准,完善职前与职后一体化课程体系,促进科学教师的专业自主发展。

随着我国各级各类教育对外语学科教学的重视,外语教师教育及研究也进一步成为焦点。显然,对外语教师专业发展的研究是这一领域焦点中的焦点,因为这类研究在很大程度上牵涉国家外语教育政策规划、培养目标调整、教学大纲修订、课程设置、教材编写、教法实施,以及外语教师培养培训、资格标准认定和教师水平评价体系等。近年来外语教师及其培训问题已吸引越来越多的我国外语学术界研究者对它的关注。我国的外语教育目前主要有两个问题:一是学习周期长、效率低;二是师资质量不适应形势。构建我国小、中、大学英语教学“一条龙”新体系,调整和优化外语教师队伍和结构是提高教学质量的根本。2001年,在北京外国语大学召开的主题为“21世纪中国外语教育:理论与实践”的第三届中国英语教学国际研讨会上,师资培训就被列为重要论题之一。我国外语师资的培养目标是培养具有高度社会责任感、高尚的人格修养、完整的专业知识结构和知识运用能力以及丰富的教育心理学知识和教学法知识的外语教师。教师在职进修教育的课程应包括三方面的内容:外语理论与实践,语言学理论与外语学习理论,教育心理学理论与教学实践。

语文教师专业发展研究的成果表明,语文是一门综合性很强的学科,选材涉及政治、经济、科研、心理等多方面内容,这就要求语文教师必须多读书,广泛涉猎。专业图书是不可或缺的,文学名著、语言学、文学史、文学最新动态等也都是语文教师要阅读和关注的,是语文教师专业化的知识基础。语文教育的最大问题是主体的失落问题,而最严重的是语文教师自我主体的失落。作为人文教育工作者,语文教师应当提升人文素养;作为新一代的导引者,需要提高创新的能力;作为思想传播者,要增强语文教育的思想性。所以,语文教师的当务之急是提高自身的理论素养、情感素养和创新能力。在这种新观念的指导下,语文教师的专业化水平应体现在:(1)具有较强母语文化的人文精神,即中华民族的文化传统、价值标准、审美心理和人格魅力。具有既传统又现代的情感方式、思维方式、价值取向和审美趣味。

(2)必须具有较强的语文交际能力,即听说读写能力。语文教师应是一个具有一定文学素养、美学素养和较高文艺鉴赏水平的人。(3)必须具备一种旨在提高学生语文交际能力的课文分析和鉴赏的讲解能力。(4)必须具备较强的写作与说话的教学能力,即“导写”与“导读”能力。“在教学中研究,在研究中教学”是促进语文教师专业化发展的主要形式,行动研究是教师促进自身成长的最重要途径。行动研究以解决教学实际问题,提高教育质量为首要目标。研究的目的是指向教育行动的优化和行动者的理性直觉,旨在不断革新和改善教育行动。

从以上的相关研究的梳理中,我们可以看到,学科教师专业发展研究是教师教育研究中尚需努力的一个重要方向,尤其以学科教师专业发展为中心,基础教育课程改革和教师教育改革为两翼构建研究框架是未来教师教育研究中的一个重要内容。当前教师教育改革滞后于基础教育课程改革,众多的学术成果和政策报告都强调教师教育改革要适应基础教育课程改革。我们认为在教师教育制度变革过程中,尤其在进入大学逻辑去改革的时候,教师教育改革应该引领基础教育课程改革,但应以教师专业发展为核心。教师专业发展是基础教育改革的需要,教师教育改革也应以教师专业发展为目标之一,如此我们才能够找到三者之间的逻辑关系,构建研究的总体框架。基础教育课程改革是以学科为基础的,进入课程、教学领域去的时候,学科的重要性就彰显出来了,同样在教师教育改革过程中,进入具体教师培养的环节,主要以培养学科教师为主要目标,尽管在教师教育学科制度中教师教育的方向将以初中教师教育、中等教师教育、幼儿教师教育(这里主要是普通教育为对象)、特殊教师教育等专业为基础,但都无法脱离学科基础,因此学科教师专业发展的研究将是连接基础教育课程改革和教师教育改革的纽带。

基础教育课程改革提出知识与能力、过程与方法、情感态度与价值观的多维目标,而学科教师专业发展将以专业精神、专业理念、专业知识、专业能力、专业自主发展意识等为内涵,教师教育改革将围绕教师教育课程改革为中心,在大学逻辑中培养专业合格的未来教师 and 培训专业发展的在职教师。因此这里的基本假设是:没有专业合格的未来教师和获得专业发展的在职教师将无法满足基础教育课程改革,而学科教师专业发展的内涵在教师教育改革中得到贯彻和实施,将有效地提高未来教师和在职教师满足基础教育课程改革的能力。因此需要研究的问题是:学科教师专业发展与基础教育课程改革和教师教育改革之间有什么关系?学科教师专业发展在基础教育课程改革中发挥何种作用?教师教育改革如何以学科教师专业发展为依托?基于这些问题,在未来的研究中,可能需要展开以下几个方面的研究:

第一,学科教师专业发展与基础教育课程改革和教师教育改革的关系研究。在这方面的研究可以有教师专业知识与基础教育课程改革中的知识维度的关系,现代主义基础教育课程观,尤其是知识观与现代主义教师教育观,基础教育课程中知识标准与教师教育中的专业知识标准之间的关系,等等。

第二,学科教师专业发展的理论研究。其研究的内容可以是学科教师专业知识理论、学科教师专业能力理论、学科教师专业伦理理论、学科教师的实践知识理论、学科教师的专业自主理论等。

第三,学科教师专业发展与基础教育课程改革的相互作用研究。研究的内容主要是以学科教师专业理论为基础,研究教师专业知识、专业能力和专业伦理在基础教育课程改革中

科学课程与教学研究

的不同作用,尤其是学科教师教育的实践知识对基础教育课程的实施所具有的重要作用,学科教师教育的课堂反思能力对基础教育课程的教学效率所产生的作用等。

第四,学科教师专业发展在教师教育改革中的作用研究。研究的内容主要有:学科教师专业发展在教师教育课程标准制定中的作用、学科教师专业发展在未来教师培养的专业标准制定中的作用、学科教师专业发展在教师专业发展学校的建设中的作用等。

通过这些内容的研究,客观地揭示学科教师专业发展与基础教育课程改革和教师教育改革之间的关系。通过对三者之间的关系的研究,达到学科教师专业发展如何更好地促进基础教育课程改革,教师教育改革如何以学科教师专业发展为依据的目标。合理地构建出学科教师专业发展的理论框架,把研究涉及的学科分别进行理论构建,为实现第一个研究目标提供理论支撑。在研究过程中应主要以学科教师的实践知识为重点,分别探讨学科教师在实践知识方面的特殊性。根据学科教师专业发展研究的理论研究结果,尝试在基础教育课程改革中进行实践,探索学科教师专业发展对于基础教育课程改革的重要作用。在前面两个研究目标的基础上,通过建立教师专业发展学校,研究基础教育课程改革与教师教育改革之间的关系,为教师教育改革摸索出以学科教师专业发展为基础的实践模式。

以上是在学科教师专业发展系列丛书出版之际对学科教师专业发展研究的一些看法,本系列丛书也可以视为学科教师专业发展研究的一个初步尝试,重要的是它基于学科“课程与教学”视野来探讨,在研究中也初步得到了一些新的成果,这些成果对教师的专业发展会起到积极的作用。同时这种以“课程与教学”为核心对教学行为进行反思的研究范式,也会对我国教育硕士专业学位的课程体系改革产生积极的作用。

本系列丛书既是教育硕士课程和教学改革项目的成果,也是教育部普通高校人文社会科学重点研究基地北京师范大学教师教育研究中心重大研究课题“我国学科教师专业发展研究”的一项成果,希望丛书的出版能进一步拓展我国教师教育的研究领域。

全国教育硕士专业学位教育指导委员会主任
教育部普通高校人文社会科学重点研究基地:
北京师范大学教师教育研究中心主任

钟秉林

2008年6月

目 录

绪 论	(1)
第一章 科学教育概述	(4)
第一节 科学	(4)
第二节 科学观的演变	(10)
第三节 科学本质的范畴与内涵	(18)
第四节 科学教育	(24)
第二章 科学教育的新取向	(29)
第一节 HPS 与科学教育	(29)
第二节 STS 与科学教育	(44)
第三节 科学教育与人文教育	(52)
第三章 当代科学课程改革的历程与发展趋势	(64)
第一节 国际科学课程改革的三次浪潮	(64)
第二节 美国、英国的科学课程改革	(69)
第三节 我国的科学课程改革	(83)
第四节 国际科学课程改革的趋势	(93)
第四章 科学课程标准的解读与比较	(97)
第一节 《全日制义务教育科学(7~9 年级)课程标准(实验稿)》简介	(97)
第二节 国外科学课程标准简介	(107)
第三节 中美科学课程(教育)标准比较	(119)
第五章 科学教科书的编写与评价	(124)
第一节 科学教科书的编写	(124)
第二节 教科书的评价	(131)
第三节 科学教科书的评介	(140)

科学课程与教学研究

第六章 当代国外科学教学研究的重要议题·····	(161)
第一节 概念图与科学教学·····	(161)
第二节 概念转变的科学教学·····	(174)
第七章 科学实验教学研究的新视野·····	(188)
第一节 科学实验教学研究的途径与方式·····	(188)
第二节 DIS 在科学实验教学研究中的应用·····	(194)
第三节 V 形图与科学实验教学研究·····	(198)
第四节 综合性实验·····	(207)
第八章 科学课堂教学设计·····	(212)
第一节 教学设计概述·····	(212)
第二节 科学课堂教学设计·····	(216)
第三节 科学课堂教学设计案例·····	(230)
第九章 信息技术与科学教学的整合·····	(236)
第一节 信息技术与科学教学整合概述·····	(236)
第二节 信息技术与科学教学整合的策略·····	(239)
第十章 科学教学的评价·····	(257)
第一节 教学评价概述·····	(257)
第二节 科学教学评价的改革·····	(261)
第十一章 科学教育教师的专业成长·····	(277)
第一节 科学教育教师专业化概述·····	(277)
第二节 科学教师的专业素质·····	(280)
第三节 科学教师专业发展的途径和方法·····	(285)
后 记·····	(297)

绪 论

近代科学诞生于16—17世纪的西欧。但早在两千多年前,东西方都在为科学大厦的形成进行探索,都为现代科学的诞生作出了各自的贡献。由于种种原因,中国虽然具有悠久的文明史,也具有发达的古代科学技术,但是,近代科学却没有在中国诞生。中国科学近代化源于西方科学技术在中国的传播,或者说肇始于1582年意大利传教士利玛窦(Matteo Ricci)进入中国大地开始的我国明清之际的“西学东渐”。而中国近现代科学事业的真正发展则主要是在20世纪。

19世纪的欧洲,由于科学技术的发展,社会的变化,传统的古典教育受到了现代教育的冲击,科学教育开始进入学校教育系统。1860年,法国、瑞士将科学教育引入了学校教育,尤其是在英国著名学者赫胥黎(T. Huxley)和斯宾塞(J. Spencer)的积极倡导下,科学课程逐渐在学校课程中取得了合法的地位。我国在19世纪末20世纪初,随着科举制度的废止,新式学堂的数量迅速增加,到了20世纪20年代,中国现代化教育观念和教育制度初步形成,科学教育运动也得到了较为广泛的开展。^①

20世纪,世界科学教育不断改革,获得了巨大的进展,科学教育已占据了教育的核心地位。自20世纪80年代以来,世界科学课程改革经历着新的浪潮,综合科学课程在理论和实践上都有了很大的发展,对综合科学课程的研究进一步深化,到目前已经成为一种世界性的潮流。

受到世界科学课程改革浪潮的影响,我国综合科学课程的改革也在推进。1987年东北师大附中和其他几所学校率先进行实验。同时期,上海市教育局教研室成立了综合理科研究小组进行专题研究,并编写了实验教材《理科》,于1988年在上海市第一中学、时代中学、新场中学进行实验;1988年,浙江省开始进行初中综合科学课程改革,1993年9月,由浙江省自编的《自然科学》在浙江省所属的初中全面试验。2001年6月,《国务院关于基础教育课程改革与发展的决定》明确了“加快构建符合素质教育要求的基础教育课程体系”的任务。2002年教育部组织有关专家编写了《全日制义务教育科学(7~9年级)课程标准(实验稿)》,科学课程的实施迅速遍布全国,成为本次基础教育课程改革的一个亮点。

为了满足综合科学课程对教师的要求,目前越来越多的高等师范院校设立了科学教育专业,并已招收了科学课程与教学论的研究生和教育硕士。当前,国内有关科学课程与教学

^① 孙培青. 中国教育史[M]. 上海:华东师范大学出版社,2005. 326—390.

科学课程与教学研究

的教材虽然有袁运开、蔡铁权主编的《科学课程与教学论》等,但都是本科生教材,专门为教育硕士编写的科学课程与教学的教材目前还是空白。再加上当前指导教育硕士的导师大部分是学科研究的教师,对科学缺乏综合的了解,经常以单一学科教学的方式对科学专业教育硕士进行指导与教学,出现了一些偏差。由此,为教育硕士编写科学课程与教学的教材显得十分迫切。

本书立足于教育硕士的培养,力求具有国际视野、时代特色、立足本土行动,根据全面提高科学教师的科学素养、科学本质观、科学教学能力和科学教育研究的能力等目标,从科学教育的基本原理、科学课程、科学教学及科学教师专业发展四个方面编写,力求反映我国《全日制义务教育科学(7~9 年级)课程标准(实验稿)》的精神实质,既有科学教育理念的阐发,又有课程实施的论述、建议和科学教育的研究热点等内容,课程与教学相结合,理论与实践相联系。

本书分四部分,共十一章,其中第一部分科学教育的基本原理包括第 1、2 章;第二部分科学课程与教学包括第 3、4、5 章;第三部分科学教学包括 6、7、8、9、10 章;第四部分科学教师的专业发展为第 11 章。

(1)科学教育原理部分,主要论述了对科学和科学教育的基本理解以及科学教育的新取向。本书从科学的划界、科学观的演变以及科学本质的研究角度回答了什么是科学、什么是科学教育这一科学教育研究最根本的问题。

HPS 教育、STS 教育和人文教育是当前国内外科学教育研究的新取向。对这些新取向的了解与把握可帮助科学教师更好地理解科学、科学教育,更有效地将科学教育研究的新观点落实于具体的科学教学之中,促进科学教学质量的提升,提高每一位学生的科学素养。

(2)科学课程与教学部分,首先从科学课程的改革历程、发展趋势,科学课程标准以及科学教科书等方面对科学课程进行了阐释。在 20 世纪 50 年代以来的国际科学课程改革背景的基础上,对美国、英国等国家科学课程改革进行了系统的回顾与总结;从实践反思、比较和借鉴的角度,梳理了我国科学课程改革的历程;并以浙江省综合科学课程改革为例,剖析了我国自 20 世纪 80 年代中期以来,大陆地区科学课程改革试验的历史演变与实践经验;在此基础上,根据国内外科学课程改革的特点,分析了国际科学课程改革的趋势。

其次,本部分简明而又全面地介绍了教育部最新颁布的《全日制义务教育科学(7~9 年级)课程标准(实验稿)》的框架结构、培养目标、内容标准和特点等,并对美国《国家科学教育标准》、英国《国家科学教育课程标准》和澳大利亚《科学课程标准》进行了评价。从体系结构、基本思想、课程目标、内容标准、教学标准和评价标准等方面比较了我国《全日制义务教育科学(7~9 年级)课程标准(实验稿)》和美国《国家科学教育标准》,以帮助科学教师更好地理解我国科学课程标准的特点与意义。

再次,本部分从科学教科书编写的原则和编写体系的构建,介绍了我国科学教科书的编写;以教科书评价内容、标准及步骤分析为基础,分析了我国大陆地区的三套国家科学教材:浙江教育出版社版、华东师范大学出版社版和上海教育出版社版;并对《德国综合理科》(初中版)和当前日本使用的初中科学教科书进行了介绍。

(3)科学教学部分,对当前国外科学教学的重要议题、科学实验教学、科学课堂教学设计、信息技术与科学教学的整合、科学教学的评价等方面进行了全面阐述。介绍了当前国外科学教学的两个重要议题——概念图和概念转变教学。对国外科学教学研究成果的介绍和

分析,可为我国科学教学改革提供借鉴与指导。

科学实验教学研究是科学教学的一个重要组成部分,本书论述了科学实验教学研究的途径与方法,并从 DIS Lab、V 形图、综合性实验等方面介绍了科学实验教学研究的新视野。

科学课堂教学设计离不开教学设计的一般原理,而教学设计又以教学过程为依据,由此本部分从教学设计的一般原理、科学教学过程的特点出发,阐述了科学课堂教学设计。

信息技术的发展,极大地推动了教育改革的进程。实现信息技术与科学课程的整合,运用信息技术优化科学教学过程,提高教学质量,是科学教育现代化、信息化的必经之路。本部分从整合的原则到策略,都提出了较新的见解,为进一步的研究提供了线索。

根据《全日制义务教育科学(7~9 年级)课程标准(实验稿)》中的评价建议,本部分从科学教学评价的目的与原则、科学教学评价的方法、科学教学评价的内容、科学教学评价的工具与特征、科学教学评价的实施等方面分析了科学教学评价。科学教学评价是一个复杂的研究领域,又是科学教学研究的重要内容。

(4)科学课程的实施关键在教师。因此,本节第四部分对科学教师的专业化问题给予了较全面的阐释。从专业知识、专业技能和专业情意三方面阐述了科学教师的专业素质,提出科学教师可通过教龄研究、教学反思和专业合作等途径实现教师的专业发展,为教育硕士的专业化成长指出方向。

第一章 科学教育概述

本章教学目标

1. 概括科学、科学教育的内涵及特征。
2. 知道科学划界的不同标准。
3. 归纳科学观的演变过程,知道当代科学观的主要观点。
4. 列举理解科学本质的主要观点。

科学在 19 世纪中叶开始了全面的发展,在 20 世纪,科学与技术发展迅猛,成果辉煌。科学技术本身出现了深刻而广泛的革命,在科学技术的影响下,工业和农业生产、交通运输和通信、医疗卫生、文化艺术和教育等,都发生了根本的变化,并深刻地影响了人类的物质生活、思维方式、人的精神面貌以及人与人之间的相互关系。科学技术已成为对现代社会发展起决定作用的一种力量,成为现代人类文明的重要标志。

随着科学技术的突飞猛进,科学教育也越来越引起人们的重视,科学课程日益成为教育的核心课程之一。

第一节 科学

追问科学是什么,今天可能比以往任何时候都显得迫切。正如波塞尔(H. Poser)所说的:“自从有了科学,便同时有了对科学的思考。原因其实很简单:假如没有对科学的目的与方法的反省,没有对科学问题的特点与性质的质问,没有对科学中的解释的思考,没有对科学中提出的答案的可靠性及检验性的反思,我们便放弃了科学之所以为科学的核心内容。”^①

^① 汉斯·波塞尔著,李文潮译. 科学:什么是科学[M]. 北京:三联书店,2002. 序言.

一、科学的认识

科学,英文称为 Science,它源于拉丁语 scio(知识)。本意是关于自然万物的学问,即所谓“知”的学问,其含义是“知识”,更具体的是指关于自然的哲学原理和方法。后来,scio 逐步演化为 scientia(知识),最后演变为 science。语词的演化记录着人类认识的进步。中国古代没有“科学”一词,与之相当的是所谓“格致之学”。《礼记·大学》中说“致知在格物,物格而后知至”,其中的格物即是推究事物道理。

自 19 世纪以来,科学被定义为一种系统化的知识,被视为关于自然界、社会和思维的知识体系,至今我国的一些辞书亦沿用了这一定义。1989 年版的《辞海》还将科学规定为“关于自然、社会和思维的知识体系”。上述对于科学定义的着重点在于把科学视为一种知识体系,将科学的研究对象从“自然现象”扩展为“现实世界”。这种将科学定义为系统化、逻辑化的实证知识的看法,代表了 19 世纪以来的普通观点。

对此种定义取向,许多学者也表示了类似的看法。如罗素(B. A. W. Russell)把凡是诉诸人类的理性而不是诉诸权威的一切确切的知识,称为科学。“确切的知识”即关于有限领域的、具体对象的、一定程度精确的或有实证根据的知识,而不是靠信仰来支撑的知识。罗素所强调的是把科学知识 with 宗教知识严格地加以划分,把“从经验中来的知识”和“天启的知识”区别开来。

随着社会的进步和科技的发展,人们对于科学的认识也日趋深入。许多学者从科学认识论的角度提出,认为应该用动态的观点来解释科学,将科学看做是人类获取知识、探索自然的认识活动,是创造知识的过程。美国科学社会学家李克特(M. N. Richter)认为,科学是一种社会建制,科学是个体的认知发展在文化上的对应物,是文化发展的一种认知形式,也即“科学是一种文化过程”。^①

除了对科学过程的认识不断深入外,人们对于科学活动结果的认识也在不断丰富和扩展。杜威(J. Dewey)对科学的规定是:科学是一种工具,一种方法,一套知识体系。在杜威看来,在广泛的人文意义上,科学是一种手段和工具,在思维过程的意义上,科学是一种方法,在思维的结果上,科学是一种知识体系。

随着科学的进一步发展,人们发现,简单的科学概念已经不能反映出科学的真实面貌了。科学学的创始人贝尔纳(C. Bernard)指出:“科学在全部人类历史中确已发生如此重要的变化,以致无法下一个合适的定义。”贝尔纳在对科学进行了深入的研究后指出,完整意义上的科学至少包含五层含义:①科学是一种建制;②科学是一种方法;③科学是一种积累的知识传统;④科学是一种维持和发展生产的主要因素;⑤科学是一种重要的观念来源和精神因素,是构成我们诸信仰的最强大势力之一。^②

归纳起来,对科学的认识,首先,科学是人类特定的社会活动的成果,它表现为发展着的知识体系,这种知识体系在本质上是一种精神产品;其次,科学是人类特有的活动方式,是从事知识生产的人类的实践领域,它离不开独特的物质手段,但在本质上是一种精神的、智力的活动,是一种精神生产;再次,科学及其活动组成一种社会体制,是整个社会体制的一个重

① 小摩里斯·N. 李克特著. 科学是一种文化过程[M]. 北京:三联书店,1989. 30.

② 贝尔纳. 历史上的科学[M]. 北京:科学出版社,1983. 6-24.

科学课程与教学研究

要组成部分。作为社会体制,它是特定的科学思想、科学意识和科学方法的对象化、社会化,同时又是具体的科学思想、科学意识和科学方法进一步发展的客观社会基础;此外,科学是人类特有的文化方式和精神尺度,是科学方法、科学思想、科学意识和科学精神的有机统一。^①

二、科学的划界

最早提出科学划界标准的是逻辑经验主义的科学哲学家们。培根(F. Bacon)就曾思考过这一问题。孔德(A. Comte)改造了怀疑主义与不可知论,确立了实证主义原则,把科学的任务规定为收集和整理感性经验材料,而把客观自然界的存在等作为形而上学问题悬置起来不予理睬。他说,“从培根以来一切优秀的思想家都一再地指出,除了以观察到的事实为依据的知识以外,没有任何真正的知识”。^② 划分科学与伪科学的唯一依据就是依赖观察和实验所获得的经验事实,凡是能被经验证实的命题或理论就是科学,就是真理;反之就不是科学,不是真理。而且一切科学和真理都只能局限在经验的范围之内,经验是人类的认识能力和科学知识的真理性范围,否则,知识就失去根据。孔德的这一“证实原则”对于科学划界的积极意义是不容否认的,但其缺陷则是将经验绝对化,认为人的认识不能超越经验范围而达到普遍,这就使其划界原则从绝对的经验证实跌入形而上学。

由此,罗素在数理逻辑基础上,提出了一种新的理论检验和划界标准。维特根斯坦(L. Wittgenstein)基于“证实原则”,主要是从语言角度论述了真假标准问题。

自科学哲学诞生以来,关于科学划界的理论大致经历了四个阶段:逻辑主义的绝对经验标准——实用主义的相对标准——消解主义的没有标准——新实在论重建的多元标准。

(一)逻辑主义的绝对标准

所谓逻辑主义是指逻辑实证主义(Logical Positivism)和批判理性主义,因为它们都奉行逻辑和理性。绝对标准是指针对科学分界问题,前者的划界标准是“可证实性”,后者的标准是“可证伪性”。

1. 逻辑实证主义

逻辑实证主义又被称为逻辑经验主义(Logical Empiricism),亦即相对于英国传统检验主义的“新经验主义”,也相对于孔德的传统实证主义的“新实证主义”。

逻辑实证主义的代表有石里克(M. Schlick)、卡尔纳普(R. Carnap)、赖辛巴哈(H. Reichenbach)等。逻辑实证主义认为,科学理论是由有意义的命题组成的,而命题是否有意义,则在于是否能用逻辑分析和经验实证的方法确定其真假。如果一个命题能用逻辑分析的方法加以证明,或者能被经验证实,该命题就是有意义的;否则就是没有任何意义的。根据这样的标准,形而上学因为不能被经验所证实,所以就没有认识意义,而被拒斥到科学之外。但是这种划界标准是有很大缺陷的,由于证实原则本质上属归纳逻辑,而在单纯陈述的经验事实到有严格的普遍陈述形式的科学理论之间是没有必然逻辑通道的,这个缺陷为波普尔对实证主义的批判留下了足够的空间。^③

① 祝怀新. 科学教育导论[M]. 北京:中国环境科学出版社,2005. 94—95.

② 洪谦. 西方现代资产阶级哲学论著选辑[M]. 北京:商务印书馆,1964. 27.

③ 艾志强. 科学划界:从清晰到模糊[J]. 山东社会科学,2006,(12):15—18.

2. 批判理性主义

批判理性主义者波普尔(K. Popper)反对以前的归纳传统、证实原则、概率确认,而在理论检验上提出“经验证伪主义”。他认为,由于任何科学理论都是普遍命题或全称命题,而有限的经验所能证实的只是个别或单称命题,但个别无论如何都不能通过归纳上升为一般,因而经验也不能通过证明个别而证实一般,所以经验“证实原则”对于理论的检验和辩护来说,是一个缺乏逻辑根据而毫无意义的原则;它永远不能使科学理论摆脱假说或猜测的命运。

但波普尔认为,人们虽然不能利用经验来证实科学理论的普遍性和真理性,却可以通过经验证伪个别命题来否定理论的普遍性和真理性。人们在反驳理论的过程中,发现有一个经验事实与已有理论发生矛盾,就可以证明理论为假,从而否证了它。所以,理论验证不是逻辑证实,而是一个不断反驳和否证的过程。任何证实都是相对的,不是一劳永逸的,只存在暂时经受住严峻检验的确认。“衡量一种理论的科学地位的标准就在于它的可否认性,或可反驳性,或可检验性。”^①

(二)历史主义的相对标准

历史主义的兴起,使科学划界标准相对化。库恩(T. Kuhn)认为,波普尔的证伪原则,只注重理性分析,忽视了社会、历史和人的心理因素的作用。他认为一切科学理论都处于一定的科学范式(paradigm)中,范式的确立是科学发展趋于成熟的标志,也是划分科学与前科学或非科学的基本标准。然而,库恩认为,任何科学范式的形成和抛弃都决定于科学集体的集体心理信念,不同范式的拥护者在不同的世界里从事各自的事业。

拉卡托斯(I. Lakatos)以“科学研究纲领方法论”作为划界标准,把能不断预见新事实的理论看做是科学的,把不能预见新事实的理论看做是非科学的。在他的标准中,一方面体现了历史的观点,把理论看做是有一个历史过程的理论系列,把研究纲领区分为进化期和退化期,处于进化期是科学的,处于退化期是非科学的。“在一个进步的研究纲领中,理论导致发现迄今不为人们所知的新颖事实。相反,在退化的研究纲领中,理论只是为了适应已知的事实才构造出来的。”^②他认为科学与非科学的分界线是变动的,科学可以变为非科学,从而克服了逻辑主义对科学理论的静态的非历史观的缺陷。另一方面,又体现了逻辑的观点,把经验预见作为标准的内容,仍然把理论与经验事实的关系作为划界的基本因素,从而消除了库恩过分夸大社会学和心理学因素的缺陷。^③

(三)取消划界的消界论

费耶阿本德(P. K. Feyerabend)与众不同,他站在人道主义的立场上宣称:“科学与非科学的分离不仅是人为的,而且也不利于知识的进步。”^④费耶阿本德无限膨胀“观察渗透于理论”的观点,以至于完全否定了科学知识的客观性和实在性的本质。他把证伪主义的可反驳的方法论和库恩方法论中的相对主义因素推向极端,视科学为完全非理性的活动,甚至把科学等同于神话,彻底消解了科学与非科学的界限。^⑤人们称他的这种否定科学与非科学划

① K. 波普尔. 猜想与反驳[M]. 上海:上海译文出版社,1986. 37.

② T. 库恩. 科学研究纲领方法论[M]. 上海:上海译文出版社,1976. 7.

③ 刁生富,徐瑞萍. 科学的划界及其与伪科学的对立[J]. 学术研究,2002,(12):67-70.

④ 保罗·费耶阿本德著,周昌忠译. 反对方法[M]. 上海:上海译文出版社,1992. 266.

⑤ 孙思. 理性之魄:当代科学哲学中心问题[M]. 北京:人民出版社,2003. 91.

科学课程与教学研究

界的主张为科学与非科学的“消界论”。如果说历史主义的相对标准是对科学划界的弱化,那么到了费耶阿本德这里,科学与非科学已经没有区别了,更无所谓划界标准了。

在罗蒂(R. Rorty)所向往的后哲学文化中,科学崇拜也将失去市场,科学与非科学的其他学科之间的本质区别将不再存在。罗蒂主张消解(dissolve)而不是解决(resolve)科学划界问题。

(四)重建划界的多元标准

加拿大科学哲学家萨伽德(P. Thargard)和邦格(M. Bunge)力图通过多元标准来重建划界问题,并以此来揭露伪科学对科学和文化的危害。

萨伽德从逻辑、心理学和历史学相统一的角度给出一个科学与伪科学区分的多元划界标准:科学使用相互关联的思维方式,伪科学使用相似的思维方式;科学追求经验确证和否定,伪科学忽视经验因素;科学研究者关心理论的竞争,而伪科学对科学竞争不关心;科学采用一致并简单的理论,伪科学采用许多非简单的特设性假说;科学随着时代进步,伪科学则保守、停滞不前。萨伽德进一步指出:“科学与伪科学的分界基于它们相对立的不同侧面,包含在这些不同侧面中的特征是一个松散的标准,它们不是充分必要的条件,而只是提供区别好坏的方法。”

邦格认为,历史上的科学划界方案之所以难于让人信服,是因为大多数哲学家都试图以一元标准(一种特征)来划分科学与非科学。科学是一种复杂的现象,不可能只用一种特征来表明,伪科学也一样。判断是不是科学需要考察它的许多特征。他说:“我们判断一块金属是不是真金,除了看颜色和光泽之外,还要考察许多其他属性。同样,判断一个知识领域是不是科学也要考察它的许多特征。”为此,邦格提出了他所谓“精确的”多元划界模型。他把“知识领域”作为划界的单元,并把科学看做是一个特定的知识领域,这个领域应满足: $E=(C,S,D,G,F,B,P,K,A,M)$ 。其中E为特定的知识领域;C为确定知识的共同体;S为承认C地位的社会;D为E的论域;G为C的世界观;F为E的形式背景(逻辑和数学工具);B为特殊背景;P为问题组合;K为E所积累的特殊知识储备;A为C在对E提高上所抱的目的或目标;M为方法论体系或E中使用的方法。这些元素共有十二个方面的特征,满足了这些条件的知识领域才是科学,而任何不能满足上面所说的所有十二个条件的知识领域都将被称为非科学。邦格认为,只要精确区别于上述十个元素的特征以及它们的相互关联,就不难区别科学与非科学。

三、科学的特征

尽管科学哲学家在划界问题上还远远没有取得一致的意见,但可以看出,科学作为人类的一种活动,有其自身的规范和特征。给科学与伪科学各下一个完备的定义是永远不能令人满意的,但至少可以从一定的维度找出区分它们的基本特征。与伪科学相比,人们将科学的特征归纳如下。

(一)客观性

科学的研究对象和研究内容都是客观的,其研究结果——科学知识是人类通过对客观世界的认识而形成的相对正确的概念体系。科学的天职在于追求真理,科学必然以“真”作为评价标准。在真与其他因素之间,譬如“美”,科学自然选择真而不是美。