

Kexue Jiaoxue Gailun

科学教学概论

——建构主义观点

袁维新 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

科学教学概论

——建构主义观点

袁维新 著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书以建构主义为指导思想,以当代最新的科学教学理论为基础,以我国中小学科学教学的发展现实为依据,全面论述了基础科学教学中诸如科学本质、科学素质、概念转变、科学探究、学习环、概念图等当代国际科学教学理论研究的前沿问题;同时,书中运用大量教学案例来阐明如何培养学生的科学过程技能以及如何实施基于建构主义的科学教学模式和教学策略。因此,本书不仅探讨了科学教学中一系列重大理论问题及其研究的最新成果,也提供了大量可操作的教学模式与策略。

本书可作为高等师范院校科学教育专业的教材,也可作为科学新课程教师的培训教材和理科本科生和研究生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

科学教学概论:建构主义观点/袁维新著. —徐州:中国矿业大学出版社,2007.3

ISBN 978 - 7 - 81107 - 584 - 7

I. 科… II. 袁… III. 高等学校—教学研究 IV. G642.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 019557 号

书 名 科学教学概论——建构主义观点

著 者 袁维新

责任编辑 关湘雯

责任校对 张海平

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×960 1/16 印张 21 字数 410 千字

版次印次 2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

定 价 38.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

• 1 •



第四节 促进概念转变的教学策略	(100)
第五章 科学探究	(109)
本章概要	(109)
第一节 科学探究教学的形成与发展	(110)
第二节 科学探究性教学的含义及要素	(113)
第三节 科学探究的基本特征与教育价值	(116)
第四节 影响科学探究性学习的心理因素	(121)
第五节 开展科学探究应处理好的几个关系	(125)
第六节 科学探究教学模式与教学案例	(130)
第七节 科学探究教学模式的反思与批判	(136)
第六章 科学过程技能	(146)
本章概要	(146)
第一节 科学过程技能概述	(147)
第二节 科学过程技能的培养	(149)
第三节 几种主要过程技能及其培养	(153)
第七章 科学实验	(171)
本章概要	(171)
第一节 科学实验概述	(172)
第二节 基于建构主义的科学实验教学观	(176)
第三节 探究性实验教学	(181)
第四节 验证性实验教学	(187)
第五节 演示实验教学	(192)
第六节 V形图与科学实验教学	(199)
第八章 科学教学模式	(204)
本章概要	(204)
第一节 教学模式概述	(205)
第二节 做中学模式	(208)
第三节 学习环模式	(219)
第四节 HPS 教学模式	(234)



第九章 科学教学策略.....	(241)
本章概要.....	(241)
第一节 教学策略概述.....	(242)
第二节 合作学习策略.....	(246)
第三节 情境学习策略.....	(252)
第四节 问题解决学习策略.....	(258)
第五节 概念图策略.....	(263)
第十章 科学教学评价.....	(272)
本章概要.....	(272)
第一节 科学教学评价概述.....	(273)
第二节 科学教学评价的内容与标准.....	(277)
第三节 科学教学评价的方法.....	(280)
第十一章 科学教师的素质与专业发展.....	(294)
本章概要.....	(294)
第一节 科学教师的素质研究.....	(295)
第二节 科学教师的素质结构.....	(302)
第三节 职前科学教师的专业发展.....	(305)
第四节 在职科学教师的专业发展.....	(311)
后记.....	(326)



引言 建构主义科学教学研究概述

20 世纪 80 年代以来,建构主义在我国科学教学领域中逐渐流行起来。人们普遍认为,建构主义代表了当代科学教学的“范式转变”。建构主义促使人们对科学知识、科学学习和科学教学的本质进行了重新认识,由此导致了科学知识观、科学学习观和科学教学观的深刻变化,推动了科学教学模式、教学策略的改变,建构主义科学教学已经成为当代科学教学的主流范式。当前,开展建构主义科学教学研究,就是要帮助科学教师理解建构主义对科学教学的意义。在《科学教学概论——建构主义观点》这本书中,我们重点分析了建构主义科学教学的原理、模式和策略,以帮助科学教师学会如何进行建构主义科学教学。

一、开展建构主义科学教学研究的背景

近年来,建构主义在国内外科学教育界引起人们广泛的注意,进而推动了科学课程与教学的改革。1997 年《科学与教育》杂志的第 6 卷第 1~2 期以“科学教育中的哲学与建构主义”为主题结集出版了专刊,从哲学角度讨论了建构主义及其对科学教育的意义与影响。近年来,国际上大量关于建构主义与科学教育改革的专著如雨后春笋,如美国著名的建构主义学者冯·格拉塞斯菲尔德(Von Glasersfeld)主编的《教育中的建构主义》,马修斯著述的《建构主义与新西兰的科学教育》,杜宾(K. Tobin)主编、美国促进科学协会出版的《科学教育中的建构主义实践》,斯特弗(L. Steffe)等人主编的《教育中的建构主义》,等等。这些专著和其他更多的散见于教育期刊上有关建构主义与科学教育的论文,极大地促进了建构主义作为科学教育理论(乃至一般的学习理论)的传播,使其成为面向 21 世纪科学教育改革的主流理论。尤其值得我们关注的是,1996 年美国出版的《国家科学教育标准》——美国有史以来第一个全国科学教育的纲领性文件——就是以建构主义理论为其指导思想的。除美国外,以建构主义理论为指导的课程与教学改革、科学教学评价改革以及相应的教师教育改革在许多国家也都正在展开。例如在德国,基尔大学科学教育研究所杜伊特(R. Duit)博士倡导用建构主义理论改革科学教育;在新西兰,20 世纪 90 年代中小学科学课程就是以建构主义理论为指导编写的;在英国,利兹大学的科学教育研究中心多年来一直在研究如何把建构主义理论用于科学教学改革中。



科学教育中的建构主义问题近年来一直受到国内外学者的高度关注,国外的杜伊特、波斯纳(Posner)、修森(Hewson)、德赖弗(Driver)以及国内丁邦平、梁平、侯新杰等都对此进行了深入的研究。

(1) 关于错误概念及其概念转变的研究。杜伊特最早研究了错误概念的起源与类型。波斯纳通过自己的观察与研究,结合皮亚杰的理论,提出了概念转变学习模型,后来,又进一步提出了概念生态的概念。

(2) 关于科学教学中的建构主义方法的研究。纳斯鲍姆和诺维克(Nassbaum & Novick)根据建构主义思想,提出了促进学生错误概念转变的概念转变学习的三步教学策略。德赖弗借助于概念转变模型作为设计建构主义教学的基础,提出了概念转变学习的建构主义教学模式。孟克和奥斯本(M. Monk & J. Osborne)在总结科学教育的历史经验的基础上,借鉴建构主义理论,提出了把科学史、科学哲学和科学社会学内容融合到科学教育中的新的教学模式,即HPS教学模式。诺瓦克根据奥苏贝尔的意义学习和概念同化理论开发了概念图策略。

(3) 国内科学教育研究的视野和关注点。国内学者在引进、介绍国外建构主义理论的同时,也提出了自己的观点。侯新杰强调科学知识是个体与社会建构的。梁平论述了建构主义科学学习观、科学教学观。丁邦平提出了建构式科学教学的若干原则,包括创设探究性情境、开展合作学习等。徐斌艳分析了激进建构主义对科学教育的挑战,包括重视学生的前概念、教学中应嵌入学生的知识,开发学生的主体经验等。张红霞认为在应用建构主义原理发展学生自主性的同时,应防止激进建构主义的负面影响。于海波等分析了科学文化的建构属性,提出了科学学习方式转变的问题。

综上所述,无论在国外还是国内,建构主义都是在科学教育领域中被讨论的热门话题。但是,国内科学教育研究者目前主要侧重于引进、评介国外关于科学教育中的建构主义的研究成果,缺少结合国内实际的本土化研究,更没有形成比较系统的关于建构主义科学教学的理论体系和操作系统,为此,需要从以下几方面进一步研究:(1) 基于建构主义的科学目标的研究;(2) 基于建构主义的科学学习方式、机制与策略的研究;(3) 基于建构主义的科学概念学习的研究;(4) 基于建构主义的科学教学观的研究;(5) 基于建构主义的科学教学模式、策略的研究;(6) 基于建构主义的科学教学评价的研究。本书是对上述问题研究成果的总结。

二、开展建构主义科学教学研究的目的是意义

1. 建构主义推动了科学教学的理论研究
建构主义推动科学教学理论研究的一个重要案例就是关于前概念的研究。



早在 20 世纪 70 年代,西方从事科学教学研究的学者经过大量研究后发现,学生学习科学的过程中存在大量的前概念。随着建构主义引入科学教育,人们逐步认识到,学生学习科学概念的过程,是一个由前概念向科学概念转变的过程。据此,人们把概念转变学习看做是一条最基本最重要的建构主义理科学习与教学策略。在理科教育中,建构主义最主要的特征体现在学生的概念变化上。更通俗地说,建构主义着重阐述了在学习或知识的建构过程中学生的前概念与科学概念之间的相互关系和作用。^[1]因此,对学生的前概念尤其是错误概念向科学概念的转变的研究已成为近 20 年来国际科学教育研究的热点。总的来说,这些研究结果与建构主义的主张基本一致,这些研究结果主要有:(1) 学生在学习科学课程之前存在着前概念,这些前概念就是在正式学习科学课程之前学生对自然界的事物与现象持有的个人的一些看法或想法;(2) 关于科学的前概念普遍存在于不同年级、性别、国家、种族的学生中,前概念采用传统的教学方法是难以转变的;(3) 学生的前概念和错误概念来源多种多样;(4) 学生的前概念对科学概念的学习产生重大影响;(5) 学生对自然界现象的解释常与从前一些科学家所提出的过时的理论相似,因此,学生学习科学概念的过程有时类似于科学史上的“范式转变”。所有这些研究成果,对于我国大多数中小学科学教师来说,还是很陌生的,更谈不上将这些研究成果运用于教学实践。

2. 建构主义促进了国际科学教育改革

科学教学中建构主义的兴起与人们对传统科学教学的反思与改革的需要也是分不开的。一直以来,科学教学由于过于注重知识的传授、事实的记忆、技能的反复演练,使许多学生害怕、厌恶、逃避科学学科。建构主义理念引入科学教学实践中,不仅为科学教学改革提供了重要的理论基础,而且为科学教学提供了许多切合实际的教学策略与教学方法,诸如做中学、学习环模式、概念转变学习模式、情境学习、合作学习等。20 世纪 80 年代以来,国际科学教育改革的浪潮再次激荡。1985 年,美国科学促进会提出了一个跨世纪的科学教育改革计划——“2061 计划”。该协会组织了由 26 名杰出的科学家和教育家组成的专家组,研究涉及从幼儿园到高中的学生应该掌握的科学技术“知识、能力和思维习惯”。1989 年提出了一份研究报告,即《普及科学——美国 2061 计划》。在此基础上,1994 年提出了《科学素质的基准》,1996 年制定了《国家科学教育标准》。这一系列有关科学教育改革文件的一个重要理论基础就是建构主义,它们指明了美国科学教育的改革方向,在国际上产生了极大的影响。

3. 开展建构主义科学教学研究是我国科学课程改革的迫切需要

20 世纪以来,科学技术的迅猛发展,一方面促进了经济的繁荣,推动了社会的进步,另一方面也产生了生态恶化、资源枯竭等一系列负面问题。人类的生存



与发展面临各种困境。面对这一挑战,培养有高度科学素养的人才,对于一个国家的重要性是不言而喻的。必须承认,我国目前的国民科学素养,远远适应不了新世纪的发展要求,在很多领域,中国缺乏世界级一流人才,尤其在科学研究与技术开发领域更为突出。这就对中国的教育提出了严峻的挑战,如何大力发展中国的科学教育,如何尽快提高全体国民的科学素养,如何富有成效地培养一大批具有创新精神、创新意识和创新能力的新人,这是摆在我们面前必须尽快解决的艰巨任务,中国的教育必须迎接这一挑战。基于此,教育部制定的《全日制义务教育科学(7~9 年级)课程标准》(实验稿),提出了科学课程的核心理念和总的课程目标就是提高学生的科学素养,旨在指导科学教育的改革,培养新一代创新人才,促进我国科技、经济和社会的发展,实现我国跨世纪发展的战略目标。

为了贯彻全面提高每一个学生的科学素养的教育目标,自 2000 年起,我国启动了中小学科学课程改革,这次改革冲击了传统的科学教育模式,从而引起科学教育领域前所未有的深刻变化。在教育部领导下,我国先后编制出版了全日制义务教育《科学》(7~9 年级课程标准(实验稿)和几套《科学》实验教材。2001 年在全国 38 个国家级实验区开展《科学》课程标准的实验工作。从 2004 年秋季开始,全国有 1000 多万小学生使用《科学》教材,200 万中学生使用《科学》教材。到 2005 年秋季已在全国小学普遍开设《科学》课程。要适应新课程改革的需要,就必须极大地开拓我国科学教师的视野,就必须对传统的科学教育模式、观念进行批判与反思,就必须使广大中小学科学教师(包括职前和在职)具备现代科学教育理念和科学教学的实施策略和方法——建构主义的科学教育理念与教学方法。本书撰写的目的正是为了满足这次新课改中科学教师教育与科学课程实施的需要。本书是一本论述建构主义科学教学的理论与实践的专著,所阐述的观点正是为了帮助科学教师正确理解科学的本质,掌握基于建构主义的科学教育观及科学教学策略、模式和评价等。

三、建构主义运用于我国科学教学的本土化问题

1. 建构主义理论运用于我国科学教学的适切性问题

建构主义作为一种认识论,对于反思我国传统的科学知识观、科学学习观、科学课程观和科学教学观,进而重建新的科学教学观和科学教学模式起了推动作用。在建构主义理论运用到我国基础科学教育改革的过程中,一直存在颇多争议,争议的焦点是,这种“舶来品”到底是否适合我国基础教育的改革?也就是建构主义运用于科学教学的适切性问题。

首先,建构主义过分强调知识的相对性,否定客观世界的真实性,与我国正统的马克思主义哲学观是相对立的。建构主义认为,知识不是对现实的纯粹客观的反映,它只不过是人们对客观世界的一种解释、假设或假说,它不是问题的



最终答案。知识不可能以实体的形式存在于个体之外,尽管通过语言赋予了知识一定的外在形式,并且获得了较为普遍的认同,但这并不意味着学习者对这种知识有同样的理解,真正的理解只能是由学习者自身基于自己的经验背景而建构起来的。取决于特定情况下的学习活动过程,人类获得的知识完全是自己建构的结果。

在上述建构主义知识观的指导下,极易造成过分强调非理性学习,轻视理性学习的现象。因为建构主义极端地反对学习中的抽象和概括,反对教授一般知识和间接经验,盲目地追求真实情境和亲身体验,要求学生在学习过程中要用探索法、发现法去建构知识的意义。这样,通过学习者自身建构知识的意义在很大程度上会带有一定的片面性、不连贯性,甚至还会出现知识断层,最终会导致学生轻视知识学习的倾向。与此同时,许多中小学教师在运用这一理论时,认识上还没有到位,比较容易忽视教学目标和以此为导向的整个教学过程的设计,一味地追求情景创设。课堂教学容易出现情景创设热,并将情景创设作为教学设计的核心。尽管整个课堂教学看起来很热闹,但学生却不一定掌握教学重点、难点内容,结果是舍本逐末、本末倒置。事实上,并不是所有的知识都能通过情景的创设而顺利实现意义的建构。学习者印象较深的往往只是那些易于建构或者能够建构的知识。因此,我们在运用建构主义时如果一味地模仿诸如支架式教学、抛锚式教学和随机进入教学等过分主张真实性的情境设计的教学方法,而抛弃传统的抽象、简化的问题设计方法,就会陷入轻视科学知识、书本知识和系统知识的自然主义泥潭。^[2]

其次,建构主义过分强调师生关系平等与合作的一面,与我国的传统文化与价值观不太协调。建构主义理论要求教师与学生的角色都发生重大变化,建构主义认为,知识是学生主动建构的,教师不是现成知识的拥有者与传授者,而是学生学习的促进者、指导者和合作者。^[3]这就是说,在学生的学习过程中,教师指导学生建构知识,而不是将知识转移到学生的头脑中。教师从传统的知识传递者与拥有者一下子变成一个学生学习活动的参与者与合作者。对于大多数教师而言,这种角色转换绝非易事,因为前者意味着教师是权威,后者意味着师生关系的平等,在我国传统的等级观念和师道尊严的社会,这种转换无疑是一种严峻的挑战。因为,在建构主义科学教学观和教学模式中,教师不仅要精通教学内容,掌握更多的知识,而且还要掌握更多更新的技能,掌握新的基于建构主义的教学策略,从而获得新的课程实施的能力,更重要的是,教师还要放下“师道尊严”的架子,构建民主、平等、合作的课堂教学“文化生态”,创设融洽和谐的学习氛围。这对于早已习惯于传统教学方法、师生关系模式和说教者角色的教师来说,将是十分困难的。



2. 建构主义理论运用于我国科学教学的适应性问题

如前所述,建构主义运用于我国科学教学目前还存在一些不和谐、不协调的方面,尤其是在教育价值观、教师观、评价观等方面。如在目前的教师、家长甚至学生自己的心目中,考上重点大学的学生是好学生,考不上大学的学生是差学生,升学率高的学校是好学校,升学率不高的学校是差学校,学生的考试成绩和名次是评价一个学生或一所学校的主要标准。这种考试制度和评价标准与建构主义思想是格格不入的。我国的学生已经适应了教师的讲授式教学方式,缺乏建构主义教学所要求的学生的建构学习心向和建构学习能力;建构主义所要求的教学环境设计和教学条件目前也很难达到。所以,建构主义理论在我国科学教学中的运用将有一个长期的适应过程。这种适应过程包括三个方面:一是改变我国传统的科学教学观、价值观和教育制度,改善学校的教学条件,为建构主义教学思想在我国生根、发芽、成长提供适宜的土壤。二是建构主义理论本身的发展。建构主义要在中国的科学教学实践中通过解决具体问题而不断丰富自身的理论,从而对我国的科学教学实践的指导更具实效性。三是建构主义教学思想与我国的科学教学实践的结合需要一个不断“磨合”的过程,以达到相互适应的目的。一方面,根据我国科学教学实践改进与发展这种理论;另一方面,根据这种理论的长处,取其长为我所用,改革我国科学教学中的弊端,提高科学教学的质量。^[4]

四、建构主义运用于我国科学教学的局限性问题

1. 建构主义理论本身的局限性

首先,建构主义强调探究性学习,强调对知识意义的自主建构,在一定程度上忽视了对知识的系统学习。因为并不是所有的知识都需要或都能够通过情境的创设而顺利实现意义建构的。也就是说,有些知识并不需要通过意义建构进行学习,如具体内容知识和常识性知识的学习,并不需要建构学生就能领会。一般来说,对结构不良领域的知识适宜采用建构性学习,对结构良好领域的知识采用传统的教学方式效率更高。换句话说,建构主义教学方式不是万能的,单纯采用建构主义教学方式,容易忽视那些无需建构就能领会的知识。这样,学习者通过自主建构学到的知识在很大程度上会带有一定的片面性和不连贯性,从而不利于学生系统地掌握知识。

其次,建构主义主张目标自由的评价,反对为评价设立明确的标准,导致评价缺乏可行性。建构主义认为教学评价标准是不确定的及自由的。因为人是以自己的经验为基础来建构事实和解释现实的,个人的经验世界是用我们自己的头脑创建的,由于个人的经验以及对经验的信念不同,于是我们对外部世界的理解也各不相同。按照建构主义的知识观,课本知识是一种关于各种现象的较为



可靠的假设,科学知识包含真理性,但不是绝对正确的最终答案,它只是对现实的一种更可靠的解释,最重要的是,这些知识在被个体接受之前,它对个体来说是毫无权威可言的。所以,当按照建构主义思想对学习进行评价时,其评价标准是模糊的甚至是缺失评价标准的,这样,就可能导致学生最终难以建构清晰的意义,在教学中难以操作,教学也很容易流于形式。另一方面,与建构主义的教学评价相比,传统的标准参照的客观主义的教学评价并不适合对建构主义环境中的学习的评价。总之,学习评价问题是目前建构主义学习理论受到质疑最多的一个问题。

2. 建构主义运用于我国科学教学实践中的局限性

建构主义运用在科学教学实践中需要依赖多种条件,如教育信息技术、学习情境设计、教师素质和学生特点等,目前我国多数学校还不具备这些条件,这就限制了建构主义教学理论的推广和运用。

建构主义教学模式多数需要教育信息技术的支持。如抛锚式教学模式就是以技术为基础的一种教学范型。它需要利用影像等作为“锚”为教学提供一个可以依靠的背景。又如随机通达教学需要用多媒体交互技术(光盘、超文本)为学习者提供复杂的和结构不良的学习环境。建构主义是在与信息技术和多媒体技术的互动中产生的。珀金斯认为建构主义学习环境由五个要素构成:① 信息库。包括教科书、百科全书、录像带和光盘等。② 符号簿。指建构和处理符号与语言的媒介,包括学生的笔记本、索引卡片、文字处理器、信息库程序等。③ 表现场所。指表现、观察和控制事件的地方,主要是教学的模拟环境。④ 建构工具包。用于帮助学生寻找信息、完成认知操作、实现某种设想等。实验室设备是最常用的工具包,而计算机扩展了工具包的种类。⑤ 任务管理者。指环境中确定任务、提供指导、反馈和方向改变的那些成分,这些控制和管理的职责主要由学生来承担。^[5]珀金斯认为,根据是否具有这五种要素,学习环境可分成“贫乏”的学习环境和“丰富”的学习环境。建构主义教学需要丰富的学习环境,但是由于种种原因,目前我国绝大多数学校环境还属于典型的“贫乏”的学习环境,这必然会给建构主义教学理论的实施带来巨大困难。

建构主义教学的实施主要靠教师与学生,但是我国的教师与学生并没有做好这方面的准备。一是教师的角色转变问题。实施建构主义教学,需要教师由传统的知识传递者转变为学生知识建构的协助者与合作者,对于绝大多数教师而言,这种角色转变绝非易事。二是教师在实施建构主义教学时,必须掌握开展建构主义教学的策略和方法。比如,如何选择既符合教学内容又贴近学生生活现实的真实任务,如何设计具体的教学策略,如何为学生提供知识建构的“支架”和解决问题的方法,如何在意义建构中与学生共同探讨和适时交流,等等。这些



都是教师在实施建构主义教学中必须面对的挑战。三是学生也面临一个角色转换问题。由于受传统教学模式的影响,我国的学生习惯于被动接受知识,让学生从一个被动的知识接受者转变成一个知识的主动建构者,绝不是一件简单的事。因为建构主义教学往往具有较高水平的、复杂的学习目标定位,它强调学习者的主动参与和自主与合作建构,学习者必须具有自主探究、独立思考的学习能力,目前我国学生在这方面还有很大欠缺。这也对学生提出了严峻的挑战。

五、本书的主要内容及其结构框架

本书的主要内容及结构如下图:

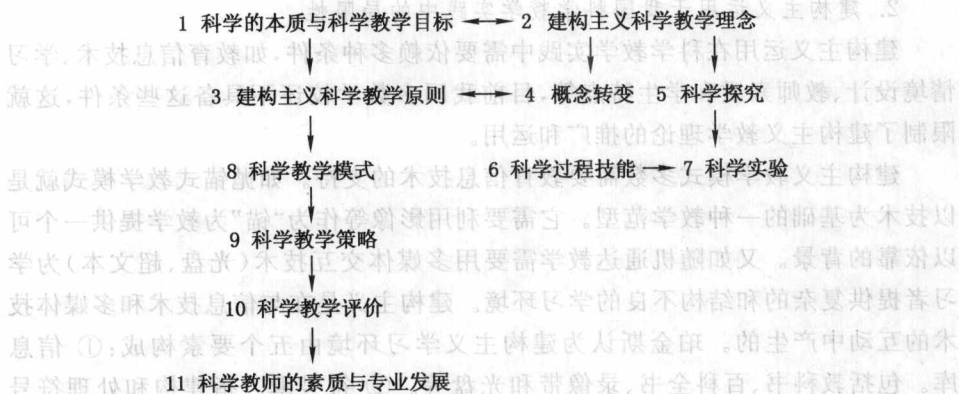


图 0-1 《科学教学概论——建构主义观点》一书结构框架图

参考文献

- [1] Duit R. The constructivist view in science education—what it has to offer and what should not be expected from it. <http://www.if.ufrgs.br/pubic/ensino/N1/3artigo.htm>, 2001—07—18/2002—12—15.
- [2] 滕飞,赵琼.追问建构主义在基础教育课程改革中的适切性.教育科学研究,2005(6):9.
- [3] 张春莉.从建构主义观点论课堂教学评价.教育研究,2002,(7):37~41.
- [4] 刘万伦.建构主义教学思想及其在我国本土化.比较教育研究,2005,(7):7~11.
- [5] Perkins, D N(1991). Technology needs constructivism:do they make a marriage? Educational Technology,3,18~23.



第一章 科学的本质与科学教学目标

本章概要

☆ 科学本质观是人们对于科学本质的看法,它是影响科学教学改革的重要理论基础。

☆ 建构主义认为:(1)科学是探究自然界的“思考”方式;(2)科学是一种“探究”的方式;(3)科学知识是暂时的和动态性的。

☆ 科学本质可以从科学世界观、科学方法和科学事业三个层面来理解。

☆ 科学本质教育有利于学生形成正确的科学观,有利于学生体验科学的方法与过程,有利于培养学生的批判精神,有利于培养学生的科学情感。

☆ 科学素养应被看做社会公民应具有的最基本的对于科学技术的理解;提高学生的科学素养是科学教育的主要目标。

☆ 我国新课标从“面向全体学生”、“立足学生发展”、“体现科学本质”、“突出科学探究”和“反映当代科学成果”四个方面界定“全面提高学生的科学素养”。

☆ 科学素养不只是科学知识一个方面,还涉及科学观、科学方法以及对科学、技术与社会关系的理解。

☆ 为了提高学生的科学素养,必须改革科学知识教学,加强科学过程技能训练,加强科学精神培养,加强科学本质、科学史和 STS 教育。

…… 什么是科学的本质?科学教学的目标是什么?为什么要加强科学本质教育?科学的本质与科学教学目标有什么关系?这些科学教学的根本问题是本章要讨论的内容,也是以后各章的基础和前提。

…… 近年来,国际科学教育界越来越重视科学本质的教育,认为这是提高学生的科学素养的核心。美国在 1996 年颁发的国家科学教育课程标准中明确地将科学本质的相关理念放进课程标准中。另外,英国的科学教育协会在 1983 年的课程改革草案中也提到“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”。我国新颁布的科学课程标准也强调学生必须领悟科学的本质。因此,科学教师有必要在科学教学中促进学生对科学本质的了解,以达成科学教育的总目标。^[1]但是,对科学本质及其教育价值的研究一直没有引起我国基础科学教育界



的重视,因此,当前我国基础科学教育改革迫切需要人们重新认识科学的本质及其教育价值,并采取有效对策加强科学本质教育,以提升学生的科学素养。

本章主要讨论科学本质的含义与教育价值,进而阐明科学教学的目的——培养学生的科学素养等问题。

第一节 科学的本质

一、科学本质观的转型

科学本质观是人们对于科学本质的看法,它是影响科学教学改革的重要理论基础。科学本质观历来受到哲学观点的影响。随着学术的进步,人们对科学本质认识不断深化,目前,正经历着由传统的逻辑实证主义科学本质观向建构主义科学本质观的转型过程。

传统的科学本质观受到逻辑实证主义的影响,认为科学的本质是科学知识,最多再加上方法。逻辑实证主义认为,知识来自于纯粹客观的观察,再经由所谓的科学方法得到科学知识或理论,其中所谓的科学方法就是培根(Francis)的归纳法,整个科学研究的过程,就是先以开放的眼光观察自然现象,通过归纳获得某些规则,进而在头脑中形成某种假说,再收集资料验证假说,若假说成立就变成科学知识。所以只要完全遵循上述的过程,所产生的知识就可称为科学知识。由于科学知识形成过程被认为相当客观,而且它是对自然界的本质的真实的描述,因此是极不易改变的,故科学知识被视为绝对客观的真理。^[2]同时,因为每一种科学知识都被视为真理,因此,科学知识的增长就意味着真理不断地累积。^[3]

由于视科学知识为客观真理,人们自然把知识及其结构看做是科学的本质。正如布鲁纳在《教育过程》一书中指出的:一门学科的课程是由其基本原理赋予学科结构的,应当以这些基本原理的最基本的理解为目标决定其课程。未能弄清知识领域的广泛的基本结构情境而教授具体课程和技能,在某种意义上是不经济的。^[4]此外,鲁宾逊(J. T. Robinson)也把科学本质看做是科学概念和知识结构。他认为,在美国经历了科学课程改革后,学校里充满着科学工具以及包装精美的练习材料。让学生积极进行实验活动并给他们提供充分的阅读材料……不再有啥问题。然而,他认为科学课程改革必须回答以下两个问题:(1)学生进行了这些活动、阅读并讨论了所读的材料后,是否真正提高了对科学的理解?(2)科学本质的内容能够被确定,以便为选择和组织纳入科学课程的材料提供指导?^[5]

逻辑实证主义认为科学知识是通过科学方法获得的,所谓科学方法主要是指科学发现的归纳模式,这一模式可分为四个阶段:收集有关研究对象的全部事



实,对这些事实加以分析、比较和归类,从这些事实中抽离出普遍性原理(假说)以及在事实中重新检验已经提出的假说。这是人们公认的科学方法,而且可适用于任何学科领域的研究。基于这种认识,人们很自然地认为科学的本质主要体现于科学方法之中。因此,科学教育必须重视科学方法教学。这种思想在维斯特威(R. Westaway)写的一本论述科学方法教学的书中得到充分体现。在他看来,一个成功的理科教师应当是这样的人:他知道自己所教学科……读了大量其他学科方面的书籍……知道如何教学……能够流畅的表达……擅长操作……精于逻辑,具有哲学家的气质……熟悉科学史,能够与一群孩子一起坐下来给他们讲解有关天才科学家,如伽利略、牛顿、法拉第和达尔文的观察和判断误差、他们的生活和工作。不仅如此,他还是一个热情洋溢的人,对自己独立的工作满怀信心。^[6]

现代的科学本质观受到建构主义的重大影响,正在发生着深刻的变化。纳斯鲍姆(Nussbaum, J, 1989)^[7]认为当今科学哲学思潮的主流是建构主义,建构主义的早期代表人物有波普尔(Popper, K. R.)和库恩(Kuhn)等。建构主义否定知识的客观性,主张科学的本质即科学探究。众所周知,在科学教学领域中长期占主导地位的是逻辑实证主义主张的客观主义知识观。这种知识观认为,所谓知识,就它反映的内容而言,是客观事物的属性与联系的反映,是客观事物在人脑中的主观映象。^[8]知识是人类认识的结果。它是在实践的基础上产生又经过实践的检验的对客观实际的反映。^[9]从上述几个权威性的定义来看,人们对科学知识的本质的认识的确是从“客观性”上定位的。这种认为科学知识是客观的、可靠的和稳定的观点,长期以来一直左右着科学教学的理论与实践。建构主义的观点则与此相反,建构主义认为,科学知识的获得是科学家根据现有的理论(原有知识)来建构科学知识。建构主义强调科学知识是暂时性的、主观的、建构性的,它会不断地被修正和推翻。在建构主义看来,知识不再是纯粹客观性的。它可以将科学知识看成由假说和模型所构成的系统,这些假说和模型是描述世界可能是怎样的,而不是描述世界是怎样的。这些假说和模型之所以有效并不是因为它们精确地描述了现实世界,而是以这些假说和模型为基础精确地预言了现实世界。^[10]正如波普尔指出的,科学知识的本性就是“猜测”,其中混杂着我们的错误、我们的偏见、我们的梦想和我们的希望。^[11]建构主义对知识的客观性的彻底否定,第一次在这种僵硬的知识观上打开一条缺口,从而促使人们对科学知识本质的认识发生了根本的变化。科学知识作为一种科学活动的产物是一种可变的東西,不能体现科学的真正本质。科学的本质不在于已经认识的真理而在于探索真理,科学本质不是知识,而是产生知识的社会活动,是一种科学生产。^[12]