

中央教育科学研究所教育与人力资源研究部重点研究课题

当代教师继续教育丛书（小学）

丛书主编 程方平

# 小学科学教育

王素 吴颖惠 著



学苑出版社

责任编辑：刘小灿  
封面设计：千山伟业

## 当代教师继续教育丛书（小学）

- 教师问题的国际视野
- 小学教育相关法律政策精选（上）
- 小学教育相关法律政策精选（下）
- 小学德育与班主任工作
- 小学语文教学基本问题
- 小学数学新课程教学指导
- 小学英语教学法
- 小学信息技术教育
- 小学体育与健康指导
- 小学科学教育（本册 16.00元）
- 小学心理健康教育
- 课程统合化的探索
- 教育科学研究的工具——量表与量化（上）
- 教育科学研究的工具——量表与量化（下）

ISBN 7-5077-2400-X



9 787507 724004 >

ISBN 7-5077-2400-X

丛书（14册）总定价：199.00

# 小学科学教育

王素 吴颖惠 著

G623.6/47

当代教师继续教育丛书（小学）

学苑出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

小学教师继续教育 / 程方平主编. —北京: 学苑出版社,  
2005.1

(当代教师继续教育丛书)

ISBN 7 - 5077 - 2400 - X

I. 小… II. 程… III. 小学教师—终生教育—研究  
IV. G625.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 131760 号

责任编辑: 刘小灿

封面设计: 千山伟业

出版发行: 学苑出版社

社 址: 北京市丰台区南方庄 2 号院 1 号楼

邮政编码: 100078

网 址: [www.book001.com](http://www.book001.com)

电子信箱: [xueyuan@public.bta.net.cn](mailto:xueyuan@public.bta.net.cn)

销售电话: 010 - 67675512 67602949 67678944

经 销: 新华书店

印 刷 厂: 徐水宏远印刷厂

开本尺寸: 850 × 1168 毫米 1/32

印 张: 103.875

字 数: 2606.5 千字

版 次: 2005 年 2 月北京第 1 版

印 次: 2005 年 2 月北京第 1 次印刷

印 数: 0001 ~ 3000 册

定 价: 199.00 元

## 总 序

当今教育界为教师提供的书很多，仅教材、教学参考书和漫无边际的教学资源就浩如烟海，令在教学第一线的教师目不暇接、频生困惑。特别是在新一轮的课程改革进程中，许多教师更把解决教学所面临的新的实际问题视为当务之急，陷在具体庞杂的细节之中难以自拔，而对掩藏在这些问题背后的深层的教育问题和潜在的危机却关注不够。这的确是一种实实在在的危机，是一种只见树木不见森林的浅见，应该引起教育界和全体教师的警惕和关注。

有人说，教育教学工作不像工业，反而更像农业，是指教育教学的实际过程比较复杂，受到相关因素的影响和制约比较大。为此，作为教师来说，我们不仅要掌握所教学科的基本知识技能和相关的信息，更要了解教育教学所涉及的教育学和心理学、生理学、脑科学、社会学、传播学等知识和方法方面的问题。不可否认，方兴未艾的新一轮课程改革从一个侧面冲开了传统教育教学的束缚，引进和吸收了诸如“尊重学生”、“以人为本”、“因材施教”、“校本化”、“研究性学习”、“终身学习”、“教学相长”、“学习即生活”、“建构性学习”、“参与教学”、“合作学习”等先进和优秀的教育教学理念，将几个世纪以来被片面强化的、类似于工业生产的班级单一模式教学推到了急需改善的问题中心，使处处捉襟见肘的传统教育教学方法走到了“不改不行”的尽头。

尽管在以往的十几年中，我们进行了大规模的千万教师和百万校长的培训，经历了多次激荡社会的教育教学问题大讨论，在人们的意识中教育教学开始有了对人的关注，中国教育在一步步地走向现代化。但是，我们也不能否认，在教育教学传统中的那些僵化

的、教条的方式方法依然在牢牢地束缚着我们的教师，我们许多的教育学习惯成为了我们积极探索和创新的羁绊。以单纯追求提高学历为目标的走过场式的和形式主义的教师培训并没有给我们的广大教师带来多少真正的思想解放，没有为广大的校长和教师留下多少主动思考和探索创新的空间，反而在一些烦琐的要求中更加重了广大教师的负担。

我们已经越来越清晰地意识到，今天的小学教师不应只是会哄孩子的“小孩王”，而是要能为对儿童一生负责和指点迷津的“人类灵魂的工程师”。尽管在学校中，教师的工作是有细化分工的，但是每一位教师都应该对学校的教育教学有一个全面和基本的认识。因为，学校教育是一个整体和系统的工程，而具体的教育教学只是一个局部或一个片面，若能处理好这些局部和整体的关系，则我们的教育教学可以事半功倍，我们的教育系统可以更有活力、更有效率。

针对我国目前小学教育和小学教师的基本状况，我们编辑的这套《当代教师继续教育丛书》，试图在教师工作之余和业余进修之时，从更加开阔的视角和更有启发性的角度为其提供更具综合性的先进教育思想和探索思路，使广大教师读后能有所感悟和启发，在解放思想的同时激发其创造性的激情。丛书的内容涉及到小学教育的各主要学科，并加强了一些综合性的内容，通过国际比较、政策法规、趋势特点、经验体会、理论碰撞等内容，使教师对当代先进的教育理念和实验方法有一个基本的和较为全面的了解。

为了使教师们能够比较轻松地学习相关的知识和理论，这套丛书在编写时并没有过分强调统一的格式和体例，在大部分学科教学的论述中还加大了案例分析和参考内容的部分，为的是让读者有更多自我发展的空间，并能引导读者从传统的单纯摄取知识的学习方式向开放式的、体验式的、参与式的、互动式的、共享式的、探索式的学习方式转变。基于这些考虑，这套丛书的编写并不注重内容

体系的完整和理论框架的构建，而更强调各类教育教学问题之间的联系，更强调教育教学改革应遵循的要点和基本原则。

作为丛书的编者，我们认为，目前最需要传递给广大教师的不应该仅是学科教学或教材教法所设计的具体内容和做法，而应该是与现代教育教学有关的核心价值观和方法论，是广大教师可以据此为借鉴进行思考和反思的创新思路。根据这样的认识和对学校教育的整体把握，不管在任何地方，不管教师所面对的教育教学环境和条件有多差，他们都能够因地、因时、因人制宜地开展有创造性的教育教学工作，自觉地融入教育改革和发展的大潮流之中，通过他们积极的和具有个性化特色的实践探索，成长为新一代的为中国教育改革和创新添砖加瓦的建设者。

程方宇

于中央教育科学研究所

2004年9月1日

# 目 录

总 序 .....	( 1 )
第一章 小学科学教育概述 .....	( 1 )
第一节 小学科学教育的概念 .....	( 2 )
第二节 小学科学教育的发展 .....	( 15 )
第二章 小学科学教育的理论基础 .....	( 29 )
第一节 小学科学教育的心理学基础 .....	( 30 )
第二节 多元智能理论 .....	( 34 )
第三节 知识论的解构与知识建构理论 .....	( 38 )
第四节 科学—技术—社会 (STS) .....	( 41 )
第三章 科学素养与科学教育目标 .....	( 56 )
第一节 科学素养 .....	( 57 )
第二节 小学科学教育的目的与目标 .....	( 61 )
第四章 科学教育的内容 .....	( 72 )
第一节 科学精神、价值、态度 .....	( 73 )
第二节 科学方法与能力 .....	( 84 )
第三节 科学知识 with 技能 .....	( 90 )
第四节 科学教育中的美学内容 .....	( 95 )
第五节 科学精神与人文精神的双向拓展 .....	( 100 )
第五章 小学科学教育的课程与教材 .....	( 103 )
第一节 课程的一般概念 .....	( 104 )
第二节 小学科学教材的几种结构 .....	( 108 )
第六章 小学科学教育的教学 .....	( 136 )
第一节 小学科学教育的教学概念 .....	( 137 )
第二节 小学科学教学的原则 .....	( 148 )
第三节 小学科学教学模式举例 .....	( 150 )



第四节	教学伦理	(163)
第七章	小学科学教育评价	(167)
第一节	科学教育评价概述	(168)
第二节	科学教育评价观念的变化	(171)
第三节	科学教育评价的模式	(175)
第四节	科学教育评价的原则	(177)
第五节	科学教学评价的方法	(180)
第六节	科学教育的评价案例	(187)
第八章	小学科学教育的途径	(195)
第一节	课程中的科学教育	(196)
第二节	科技活动中的科学教育	(201)
第三节	教育、生活环境中的科学教育	(211)
第四节	媒体与网络的科学教育	(216)
第九章	小学科学学习资源开发	(224)
第一节	创设新型的学习环境——科学创新操作室	(225)
第二节	整体科学环境的创设	(230)
第三节	建立以网络为支持的科学教育活动方案库	(233)
第十章	小学科学教师的培养与培训	(238)
第一节	改革师范院校的专业设置, 增加 科学教育专业	(239)
第二节	改革师范院校的课程设置, 增加 科学类课程	(240)
第三节	建立多样化的小学科学教师的培训模式	(251)
参考文献		(262)



## 第一章

# 小学科学教育概述

## 第一节 小学科学教育的概念

### 一、科学

科学一词源于中世纪拉丁文“scientia”，英文为“science”，德文为“wissenschaft”，法文为“scientia”。这个词的原意是知识。16世纪后这个词从西方传入东方。在中国和日本，一般把这个词译做“格致”，为“格物致知”的简称。“格物”是接触事物的意思，“致知”可以理解为获得知识。19世纪70年代，日本开始用科学代替“格致”。康有为在介绍日本书目时，首先把“科学”这个词介绍到我国。严复在翻译《天演论》时也把“science”翻译为“科学”，从此科学便在中国流传开来。但是对于科学的定义并没有一致的看法。科学的创始人贝尔纳说：“科学在全部人类历史中确已如此地改变了它的性质，以致无法下一个适合的定义。”<sup>①</sup>人们对科学的认识有以下几种看法。

#### 1. 科学是一种知识体系

从英国的培根开始，人们就常把科学看做是与“知识”相似的概念。德国哲学家康德认为，科学是一种知识系统。他在1786年指出：“任何一种学说，如果它可以成为一个系统，即成为一个按照原则而整理好的知识整体，就叫做科学。”黑格尔说：“一对知识的积聚，并不能构成科学。”黑格尔认为科学是系统化的知识。

人们开始只是把科学看成是静态的知识，但是随着科学的发展，人们逐渐认识到科学是一个动态的过程。

科学是人们关于客观世界（自然界、人类社会及其思维现象）的完整知识体系。科学属于知识范围，它是一种较高级的知识形态；它是认识主体对外在客观世界的认识成果，是由概念、范畴、

<sup>①</sup> 贝尔纳：《历史上的科学》，科学出版社1981年版。

判断、推理、定律、学说、理论等有机地构成的、有逻辑联系的、协调和谐的知识体系。因此，科学是人类在认识、反映外在世界中所取得的精神财富。作为系统化的实证知识的科学，萨顿认为它具有如下特点：系统性、逻辑性、社会性、语言的专门性、理论性、实践性、解释性、预见性、反常性、佯谬性和动态发展性。

## 2. 科学是创造、生产知识的社会活动

科学，不仅仅指人类已经取得的精神成果——科学知识，它还指人类反映外部世界、探索客观规律以获取知识的认识活动，从根本上说，它也是一种物质性的社会活动。现代科学教育活动是科学家群体的共同活动，他们被社会组织起来，服从一定的社会规范，使用各种物质手段以及不同的科学方法以实现预定的目的。科学教育活动的直接目的和最高价值，就在于达到对客观真理的认识。科学教育活动离不开独特的物质手段，但在本质上是一种遵循特定认识规律和心理规律的精神的、智力的活动，具有极大的创造性。

## 3. 科学是一种社会建制

科学社会建制是指人类在科学认识或知识的生产、创造中所产生的特定社会关系所形成的。它具体表现为现代科学意识社会分工中的一个特殊部门、一种社会实体、一种特殊的社会组织形式。这种社会实体是由有特定目标、结构和行为规范的科学工作者所构成的特殊人类“社区”——科学共同体。

贝尔纳指出：“科学简直是一件社会实施，是由人们团体通过一定的关系组织、联系起来，办理社会上某些业务。”“作为集体的有组织的机体的科学建制是一种新兴制度”。默顿也认为，科学是具有独特精神气质的社会机构。这种独特的科学社会机构——科学共同体，是具有智力结构和社会结构的科学家群体。

现代科学兴起之后，随着科学的发展，科学的社会化趋势也越来越明显。主要表现在：科学劳动方式已由个人自由探讨发展到集体研究，甚至是国家或国际范围内的社会化研究，科研工作占用了大量的社会资源（人力、物力和财力）；形成了一只庞大的专业劳

动队伍，组织了各种学术团体、各级科研管理组织，拥有先进的实验技术设备、各种实验室、研究所和实验基地；拥有了现代化的图书——情报网络系统，积累了大量的图书或电子出版物等各种研究资料；科学的各分支已经取得了大量的发明发现。因此，现代科学已经成为独立的完整的社会建制。除此之外，也有人提出科学的其他特性。

#### 4. 科学是一种文化过程

第一次科学革命确立了科学文化的历史地位，以否定的非理性文化为其特征。现代科学的飞速发展和巨大作用使人们强烈意识到，科学影响着当代社会文化的内容、形态和发展，它本身实实在在就是一种文化，并已成为现代社会文化的重要标志。英国科学家斯诺在 20 世纪 50 年代提出“科学文化”与“人文文化”的概念。他在 1959 年指出：“科学文化确实是一种文化，不仅是智力意义上的文化，而且是人类学意义上的一种文化。”1972 年，美国学者李克特进一步肯定了科学是一种文化的观点，并在著作《科学是一种文化过程》中对这一过程的特点作了阐述。

科学是一种文化过程主要体现在这样几个方面：

(1) 科学的哲学灵魂。科学的哲学灵魂就是科学家在认识活动中所具有的哲学思维头脑。任何一种科学认识活动同时也是一种思维活动，而要思维就必须运用哲学范畴。恩格斯说：“要思维就必须有逻辑范畴”。范畴是思维的基本形式。科学研究的成果以范畴的形式得到巩固，并以范畴的关系揭示各种科学原理和定律。自然科学是探索自然规律的，它的原理都是从有限中得到对无限的认识，因而只有用思维才能把握。思维和存在、精神和物质的关系问题是哲学的基本问题。任何科学研究都必须正确把握思维与存在、认识与实践等认识论范畴。因此，哲学对于科学教育活动来说是不可或缺的。

(2) 科学的美感动力。社会生产的实际需要和科学认识系统内部的各种矛盾是推动科学认识向前发展的动力。此外，美感意境也

是科学家进行科学创造的一个内在的深层动力。科学的审美精神最初起源于古希腊毕达格拉斯的数学理性主义传统。毕达格拉斯学派认为整个宇宙是由数组成的，自然的理性，宇宙的规则性、秩序性，就在于和谐的数的关系和结构中，在于数的原理中。亚里士多德也同样追求完美、和谐的理论，在他看来，宇宙是完美和谐的，所研究宇宙的科学理论也应当是完美和谐的。爱因斯坦科学思想的核心是坚信宇宙的和谐。他把探究宇宙的统一与和谐作为一生的崇高目标。自然界所固有的和谐、秩序以及在这种基础上所产生的科学理论中的真与美具有内在的统一性。任何真理性的科学理论都是对自然的真实反映，大自然本身是有秩序的、统一的、和谐的，本身也就包含着“按照美的规律去创造”。所以，在对于自然描述真实、深刻的科学理论中真与美是有机的统一。

(3) 科学的文化特征。科学体系的建构是以成熟的概念为思想基础的，形成一个拥有自己对象和方法的相对完美的知识体系。这种知识的客观性和系统性，是以知识自身的成熟程度和真理性为前提的，它去掉了主观的表面性、片面性及其所造成的无序性和零散性。它在主、客观关系上达到了相互一致，可以使贯彻科学理论的主体在实践中变主观为客观，变精神为物质，变意志为现实，实现人的本质力量的对象化。因此，科学成为人们认识和改造世界的思想指南，是推动实践不断深化和扩展的强大精神力量，也是社会文明进步，提高人类自身本质力量的理性支持系统和文化支持系统。因此在人类实践、人类生活、社会发展的进程中，科学越来越具有文化的特征。科学的文化特征还表现在科学实践精神的文化价值性方面，即科学的发展过程是科学客体向“文化客体”的转化和科学方向向“文化反映”深化的过程。

### 5. 科学可以转化为生产力

马克思从理论与实践两个方面深入地剖析了科学的社会本质，他从对科学与社会物质生产过程的紧密联系的具体考察中，引出了“科学技术是生产力”的命题。马克思的这一命题有三层含义：

(1) 就其本质和自身特点来看,科学体系中的自然科学与生产的关系最为密切,科学技术是一种精神生产力。

(2) 从动态发展来看,科学教育活动是物质生产过程的一个环节和阶段。在生产、技术、科学的完整、真实联系中,生产是起点又是终点,是原因又是结果,对整个过程起重要的决定作用。生产决定着科学的发展方向和规模,是科学认识的起点和来源,又是科学成果的目的和最终归属,是检验其真理性、价值性的最高裁判。技术是生产与科学相互联系的中介,对生产起着更为直接的作用。“生产→技术→科学”和“科学→技术→生产”这两个过程相互连接、双向作用,在不断的循环往复中推动社会进步。

(3) 从静态结构看,科学知识是社会物质生产的一个重要因素。科学知识物化在以生产工具为代表的生产资料中,转变为直接的生产力。科学知识通过学习和教育,变为劳动者的智力、技艺和能力,转变为直接的现实生产力。科学与劳动对象相结合,扩大后者的范围,提高其使用程度,从而形成强大的物质生产力。这主要是指科学为开发利用新的自然资源开辟了道路,扩大了劳动对象的范围,提高了社会生产力。

科学渗透于生产力的新的特点是:作为管理理论和方法的科学知识,物化为管理工具,实现生产过程的管理自动化、科学化,从而转化为现实的社会生产力。即科学的组合与管理功能为管理成为生产力的新要素创造了前提。

## 二、技术

技术是人类的一种特殊社会实践方式。技术一词源于希腊文 *teche* (工艺、技能) 与 *logos* (词、讲话) 的组合,意思是对造型艺术和应用技术进行论述。<sup>①</sup> 在工厂手工业时代,技术主要指个人的技巧、手艺,也包括一些世代相传的制作手段、方法和配方等内容。在文艺复兴时期,人们把技术理解为经验、技巧和技能。到了

<sup>①</sup> 《简明不列颠百科全书》第4卷,第233页,中国大百科全书出版社1985年版。

17世纪，英国的培根提出，应把技术视作操作性学问，并认识到技术也是知识形态。18世纪的蒸汽动力革命使工具成为技术发展的关键和核心，这使人们认识到技术是劳动手段的总和，并开始重视技术作为劳动过程的物质手段在生产中所起的重要作用。18世纪末，法国哲学家狄德罗在他主编的《百科全书》条目中对技术最早给出了定义：“技术是为了完成特定目标而协调动作的方法、手段和规则相结合的体系”。到了20世纪初，技术的含义扩大到工具及其实用方法和过程。一些学者认为技术是“满足整个公共需要的物质工具、知识和技能的集合”；或者说技术是“人工制造的人们活动的手段总和”；还有人把技术理解为一种特殊的文化形态，等等。

《辞海》中对技术的定义为：“泛指根据生产实践经验和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法和技能。如电工技术、焊接技术、木工技术、激光技术、作物栽培技术、育种技术等。除操作技能外，广义地讲，还包括相应的生产工具和其他物质设备，以及生产的工艺过程或作业程序、方法。”这个定义基本上属于狭义的技术定义。有代表性的新的狭义的技术定义认为，技术是“人类为了满足社会需要而依靠自然规律和自然界的物质、能量和信息，来创造、控制、应用和改进人工自然系统的手段和方法。”

一般说来，技术的内容包括工具和机器设备及其制作和实用的方法、技术思想和工艺流程，它是由客观物质设备及其各种思想基础——实践经验和科学理论等有机结合组成的系统。因此，现代技术是人类在利用自然规律来满足自身需要而变革、改造自然的社会实践过程中，所创造的一切劳动手段、工艺方法和技能体系的总和。技术的特点为：

(1) 技术是直接的生产力。技术系统的物质实体成分（工具和机器设备）和精神成分（实践经验及技术思想）直接成为社会生产过程的主体要素，对其发生直接影响，从而直接改变着人们改造自然和满足自身需要的能力。



(2) 技术是物质因素和精神因素相互作用的结果。从组成上看, 技术既包括有形的工具和机器设备等实体物质, 又包括实践经验、智力知识和信息资料等精神思想要素, 它是二者有机结合的产物。技术在其历史发展过程中, 也贯穿着这两种因素的相互作用。它是以劳动主体所具有的知识、经验及技能为相应物质手段, 而不是以怎样生产和生产什么为依据。

(3) 技术同时兼有自然属性和社会属性。技术的自然属性是指任何时代、任何领域的技术都必须遵循自然规律, 都是自然规律的应用, 违背自然规律的技术是不存在的。而任何技术的运用都会造成一定的自然后果, 这种后果无论是对人有利或有害, 都是自然规律的应用。技术的社会属性是指任何技术从其酝酿构思诞生之时起就具有目的性, 而这种目的性是社会的, 为社会的人所具有并随社会的发展而变化的。任何技术的发明和应用都强烈地受制于种种社会条件(如经济、政治、军事、科学、教育、文化、民族的传统及现状等), 这些条件影响着技术发展的方向、规模、程度和具体途径及模式(包括技术的风格和形式)。

### 三、科学与技术的关系

科学与技术的关系很难用一句话概括。一般地说, 技术是科学的先导, 科学是技术的提高结果。二者相互联系、相互制约, 又是相互促进的辩证关系。在科学技术的发展过程中二者相互推动, 共同推动着社会进步。

蒸汽机带来了第一次工业革命, 蒸汽机的发明过程就体现出了技术在先、科学理论在后的情况。为解决矿井中抽水的问题, 当时在哥拉斯特大学当修理工的瓦特被邀请去研究抽水泵, 但他也无法解决技术故障。1764年, 瓦特在听哥拉斯特大学自然哲学家教授布莱克讲热力学的过程中, 对潜热、比热等有了领悟, 并认识到抽水泵的发动机气缸的加热和冷却过程, 找到技术故障的症结所在, 因此发明了冷凝器, 这是科学(理论)对蒸汽机的制造过程仅有的