

—— 全国中小学教师继续教育教材 ——

小学科技教育

教育部师范教育司组织评审

王 素 著

—— 北京师范大学出版社 ——

图书在版编目 (CIP) 数据

小学科技教育/王素著. —北京: 北京师范大学出版社, 2002.3
全国中小学教师继续教育教材
ISBN 7-303-05856-7

I. 小… II. 王… III. 科学教育学—小学—师资
培训—教材 IV. G623.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 002357 号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口外大街 19 号 邮政编码: 100875)
出版人: 常汝吉

北京东方圣雅印刷有限公司印刷 全国新华书店经销
开本: 850mm×1 168mm 1/32 印张: 8 字数: 200 千字
2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷
印数: 1~3 000 定价: 12.00 元

前 言

全面推进素质教育,是当前我国现代化建设的一项紧迫任务,是我国教育事业的一场深刻变革,是教育思想和人才培养模式的重大进步。实施“中小学教师继续教育工程”,提高教师素质,是全面推进素质教育的根本保证。

开展中小学教师继续教育,课程教材建设是关键。当务之急是设计一系列适合中小学各学科教师继续教育急需的示范性课程,编写一批继续教育教材。在教材编写方面,我司采取了以下几种做法。

(1) 组织专家对全国各省(区、市)推荐的中小学教师继续教育教材进行评审,筛选出了 200 余种可供教师学习使用的优秀教材和学习参考书。

(2) 组织专门的编写队伍,编写了 61 种教材,包括中小学思想政治、教育法规、教育理论、教育技术等公共必修课教材;小学语文、数学,中学英语、物理、化学、生物,小学社会、自然等学科专业课教材。上述教材,已经在 1999 年底以《全国中小学教师继续教育 1999 年推荐用书目录》(教师司[1999]60 号)的形式向全国推荐。

(3) 向全国 40 余家出版社进行招标,组织有关专家对出版社投标的教材编写大纲进行认真的评审和筛选,初步确定了 200 余种中小学教师继续教育教材,这批教材目前正在编写过程中,将于 2001 年上半年陆续出版。我们将陆续向全国教师进修院校、教师培训基地和中小学教师推荐,供开设中小学教师继续教育相关课程时选用。

在选择、设计和编写中小学教师继续教育教材过程中，我们遵循了以下原则。

1. 从教师可持续发展和终身学习的战略高度，在课程体系中，加强了反映现代教育思想、现代科学技术发展和应用的课程。
2. 将教育理论和教师教育实践经验密切结合，用现代教育理论和方法、优秀课堂教学范例，从理论和实践两个方面，总结教学经验，帮助教师提高实施素质教育的能力和水平。
3. 强调教材内容的科学性、先进性、针对性和实效性，并兼顾几方面的高度统一。从教师的实际需要出发，提高培训质量。
4. 注意反映基础教育课程改革的新思想和新要求，以使教师尽快适应改革的需要。

中小学教师继续教育教材建设是一项系统工程，尚处在起步阶段，缺乏足够的经验，肯定存在许多问题。各地在使用教材的过程中，有什么问题和建议，请及时告诉我们，以便改进工作，不断加强和完善中小学教师继续教育教材体系建设。

教育部师范教育司

二〇〇〇年十一月一日

目 录

第一章 小学科技教育概述	(1)
第一节 小学科技教育的概念	(1)
一、科学	(1)
二、技术	(6)
三、科学与技术的关系	(8)
四、科技教育	(13)
第二节 小学科技教育的发展	(15)
一、科技教育的兴起——传授科技知识	(15)
二、培养科学家的时代——重视科学方法	(20)
三、科学为大众——培养科技素养	(23)
第二章 小学科技教育的理论基础	(28)
第一节 小学科技教育的心理学基础	(28)
一、观察能力的发展特点	(28)
二、概念的形成与发展的特点	(29)
三、思维的发展特点	(30)
四、创造力的发展	(31)
第二节 多元智能理论	(32)
一、多元智能理论的含义	(32)
二、多元智能理论对学习方法的影	(34)

第三节 知识论的解构与知识建构理论	(36)
一、后现代主义对知识论的解构	(36)
二、建构主义的知识论	(37)
三、建构性的学习	(37)
第四节 科学—技术—社会 (STS)	(39)
一、科学、技术与社会的含义	(40)
二、作为课程形式的 STS 教育	(41)
三、作为科技课程目标的 STS 教育	(47)
四、作为思想方法的 STS 教育	(55)
第三章 科技素养与科技教育目的	(56)
第一节 科技素养	(56)
第二节 小学科技教育的目的与目标	(60)
一、国外的科技教育的目的与目标	(60)
二、中国的科技教育目标	(70)
第四章 科技教育的内容	(75)
第一节 科学精神、价值、态度	(75)
一、科学精神是科技教育的核心	(75)
二、科技课程中的科学精神、价值、态度	(79)
三、如何培养科学精神、价值、态度	(85)
第二节 科学方法与能力	(88)
一、科学方法与能力的含义	(88)
二、小学科技课程中应包含的科学方法与能力	(91)
第三节 科学知识与技能	(95)
一、科学知识与技能在小学科技教育中的位置	(95)
二、新的知识观	(95)

三、网络时代对科技知识的选取	(99)
第四节 科技教育中的美学内容	(100)
一、科学技术与艺术的关系	(100)
二、艺术中的科技内涵	(102)
三、科技与艺术的结合	(104)
第五节 科学精神与人文精神的双向拓展	(106)
一、科学精神中的人文意义	(106)
二、科学精神与人文精神的结合	(107)
第五章 小学科技教育的课程与教材	(109)
第一节 课程的一般概念	(109)
一、课程概念	(109)
二、对科技课程影响较大的课程理论	(111)
第二节 小学科技课教材的几种结构	(114)
一、自然科学课程与教材	(114)
二、科学技术相结合的课程与教材	(131)
三、技术类的课程与教材	(140)
第六章 小学科技教育的教学	(146)
第一节 小学科技教育的教学概念	(146)
一、教学的概念	(146)
二、有效教学	(147)
三、有效教学的实施策略	(149)
四、对科技教育有影响的教學理论	(151)
第二节 小学科技教学的原则	(159)
一、学习者的个人独特性原则	(159)
二、主体性原则	(160)

三、快乐性原则	(160)
四、开放性原则	(160)
五、及时评价的原则	(161)
第三节 小学科技教学模式举例	(161)
一、探究式教学	(161)
二、有意义的学习——概念图教学	(165)
三、动手做	(171)
第四节 教学伦理	(175)
一、伦理的本质	(175)
二、对学生的惩罚	(177)
三、公平	(178)
第七章 小学科技教育评价	(179)
第一节 科技教育评价概述	(179)
一、教育评价的概念	(179)
二、课堂教学评价	(181)
三、学生学习成效评价	(182)
第二节 科技教育评价观念的变化	(183)
一、评价主体多元化	(183)
二、评价目的多样化	(184)
三、评价内容多样化	(184)
四、评价手段多元化	(185)
五、评价时间及时	(186)
第三节 科技教育评价的模式	(187)
第四节 科技教育评价的原则	(189)
一、评价过程与评价目标的一致性	(190)

二、评价必须具有可靠性	(190)
三、课堂评价具有形成性	(191)
第五节 科技教学评价的几种方法	(192)
一、创造性探讨式科技教学评价	(192)
二、概念图的评价	(192)
三、科学态度的评价	(193)
四、探究能力的评价	(196)
五、探究概念能力的评价	(197)
第六节 科技教育的评价案例	(201)
一、对课堂知识的评价案例 (纸笔测试)	(201)
二、活动评价案例	(203)
三、作业评价案例	(208)
第八章 小学科技教育的途径	(212)
第一节 学校课程中的科技教育	(212)
一、科技课程	(212)
二、课程渗透	(215)
三、综合实践课	(216)
第二节 科技活动中的科技教育	(217)
一、科技活动的理论依据	(217)
二、科技活动的作用与原则	(220)
三、科技活动的形式与方法	(222)
第三节 小学教育、生活环境中的科技教育	(228)
一、家庭环境中的科技教育	(228)
二、学校环境中的科技教育	(231)
三、社区环境中的科技教育	(232)

四、社会科技场馆中的科技教育	(233)
第四节 媒体与网络的科学教育	(234)
一、科技教育的杂志与书籍	(234)
二、媒体中的科技教育	(237)
三、计算机网络中的科技教育	(237)
参考资料	(242)

第一章 小学科技教育概述

第一节 小学科技教育的概念

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。^①”从人们对科学的认识来看可以分为几种看法。

1. 科学是一种知识体系

从F·培根开始，人们就常把科学看做是与“知识”相似的概念

① 贝尔纳. 历史上的科学. 北京：科学出版社，1981

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：“一堆知识的积聚，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、判断、推理、定律、学说、理论等有机构成的有逻辑联系的协调与和谐的知识体系。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、解释性和预见性、反常性和佯谬性、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。现代科学活动是科学家群体的共同活动，他们被社会地组织起来，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目的。科学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已是社会

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事实，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，它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）；形成了一支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，积累了大量的图书和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，也有人提出科学还具有其他特性。

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。科学史学家萨顿认为，科学史是人类文明史的一部分，它说：“从最高意义上说，它实际上是一个组成部分来对待”，才能正确认识并发展科学。英国科学家斯诺在 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做了阐发。

科学是一种文化过程主要体现在这样几方面：(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就是一种思维活动，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哥拉斯的数学理性主义传统。毕达哥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，宇宙是完美的、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真与美具有内在统一性。任何真理性的科学理论都是对自然界的真实反映，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是真实、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,并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的东西为客观的东西,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,也是社会发展、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,人类在生活、实践、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,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. 科学技术是第一生产力

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,它是一种精神生产力。(2)从动态发展看,科学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,它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关联的中介,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使社会进步。(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的途径，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。这主要是指科技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。科技渗透于生产力新的特点是：作为管理理论和方法的科技知识，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，即科技的组合与管理功能，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^①。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。在文艺复兴时代，人们仍把技术理解为经验、技巧和技能。到了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使用方法和过程。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

^① 简明不列颠百科全书，第4卷，中国大百科全书出版社，1985，233

工制造的人们活动的手段的总和；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：

它是直接的生产力。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）直接渗透或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。

它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。它是劳动主体所具有的知识、经验及技能作为相应的物质手段，而不是以怎样生产和生产什么为依据。

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