



基础教育新课程教师培训用书

广西中小学教师继续教育教材编审委员会审定
广西课程教材发展中心组织编写

小学科学

课程实施与案例分析

XIAOXUE KEXUE KECHENG SHISHI YU ANLI FENXI

陈菊 徐学福 主编

◎ 丛书主编

陈时见
孙杰远

广西师范大学出版社
GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS



责任编辑=顾国富 装帧设计=姚明聚 杨鹏广



基础教育新课程教师培训用书

小学语文课程实施与案例分析
小学数学课程实施与案例分析
小学科学课程实施与案例分析
小学英语课程实施与案例分析
初中数学课程实施与案例分析
初中语文课程实施与案例分析
初中英语课程实施与案例分析
中小学体育课程实施与案例分析
综合实践活动课程实施与案例分析

XIAOXUE KEXUE

KECHENG

ISBN 7-5633-3923-X



9 787563 339235 >

ISBN 7-5633-3923-X/G

定价: 12.80 元



基础教育新课程教师培训用书

广西中小学教师继续教育教材编审委员会审定

广西课程教材发展中心组织编写

小学科学 课程实施与案例分析

G623.6/54

XIAOXUE KEXUE KECHENG SHISHI YU ANLI FENXI

陈菊 徐学福 主编

图书在版编目(CIP)数据

小学科学课程实施与案例分析 / 陈菊, 徐学福编著.
2 版. —桂林: 广西师范大学出版社, 2005.8
基础教育新课程教师培训用书
ISBN 7-5633-3923-X

I. 小… II. ①陈…②徐… III. 科学知识—教学研究—小学—师资培训—教材 IV. G623.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 077797 号

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市育才路 15 号 邮政编码: 541004)
(网址: <http://www.bbtpress.com>)

出版人: 肖启明
全国新华书店经销
桂林日报印刷厂印刷

(广西桂林市八桂路 2 号 邮政编码: 541001)

开本: 890 mm × 1 240 mm 1/32

印张: 8.5 字数: 245 千字

2005 年 8 月第 2 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

印数: 0 001~3 000 册 定价: 12.80 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

总 序

新世纪伊始,我国迎来了新一轮基础教育课程改革,这次课程改革的目标具体表现为六个方面:一是改变课程过于注重知识传授的倾向,强调形成积极主动的学习态度,使获得基础知识与基本技能的过程同时成为学会学习和形成正确价值观的过程;二是改变课程过于强调学科本位、科目过多和缺乏整合的现状,整体设置九年一贯的课程门类和课时比例,并设置综合课程,以适应不同地区和学生发展的需求,体现课程结构的均衡性、综合性和选择性;三是改变课程内容“难、繁、偏、旧”和过于注重书本知识的现状,加强课程内容与学生生活以及现代社会和科技发展的联系,关注学生的学习兴趣和经验,精选终身学习必备的基础知识和技能;四是改变课程实施过于强调接受学习、死记硬背、机械训练的现状,倡导学生主动参与、乐于探究、勤于动手,培养学生搜集和处理信息的能力、获取新知识的能力、分析和解决问题的能力以及交流与合作的能力;五是改变课程评价过分强调甄别与选拔的功能,发挥评价促进学生发展、教师提高和改进教学实践的功能;六是改变课程管理过于集中的状况,实行国家、地方、学校三级课程管理,增强课程对地方、学校及学生的适应性。

新课程注重营造一种合作、对话与探究的课程文化,强调专家、教师、学生、家长以及社会人士共同参与课程决策,形成共建共享;注重让课程专家、学科专家、教育行政人员、一线教师及社会多方人士都有机会参与课程制定,并进行有效的对话;倡导课程创新与生成,不仅要求地方和学校确保国家课程计划与课程标准的严肃性,而且鼓励地方和学校因地制宜,根据社区和学校的资源及条件进行必要的创造,同时还要求教师依据课程标准进行创造性的实施;主张发展性教学评价、充分关注学生的需要和身心发展特征,侧重学生的全面和谐的发展。这样的课程理念和课程模式与我国长期以来实施的学科知识本位课程截然不同,因而对教师提出了前所未有的挑战。

新课程要求教师真正走进课程,在不断研究的过程中学习、探究课程的性质,吸纳新的知识成果;要求教师真正走进学生,在不断研究的过程中把握学生发展的特点,创造适宜的教育机会;要求教师真正走进社会生活,建立起书本世界与生活世界的联接,发掘丰富多彩的教育资源,建立良好的社会支持系统。课程改革对教师提出了崭新的要求。

20世纪60年代以来,世界各国都在不断进行基础教育课程改革。实践经验证明,理想的课程理念、规划和模式要真正成为理想的课程现实,涉及诸多因素,例如是否能调动全社会的关注或重视,从而建立起比较强大的社会支持系统等。其中,教师是关键因素,毕竟无论什么样的课程都需要由教师来施行。对于学生学习而言,国家规划的课程在一定程度上说只能是一种意向,而教师执行的课程才是最真实的课程。新课程的实施及其成败,在很大程度上取决于广大教师的素质。对广大教师进行系统、深入的培训无疑是基础教育课程改革的一项紧迫而艰巨的任务。

2003年,广西课程教材发展中心组织编写了一套“基础教育新课程教师培训用书”,主要用于中小学教师的新课程培训,这对于广大教师的新课程培训起到了积极的作用,也受到广大中小学教师以及教师培训机构的欢迎和好评。但随着新课程改革的不断推进和深入,广大教师对新课程培训的要求也有了新的变化,因而有必须重新编写教师培训用书。2004年底,受广西教育厅的委托,我们在总结与反思的基础上,对“基础教育新课程教师培训用书”进行了全面的修改,无论是体例还是内容,都有了很大的改变,突出强调了新课程的实施,也就是主要针对教师如何实施新课程,因而,特别注重通过大量的活动案例进行分析,以增加培训用书的针对性、可读性、示范性和实效性。

愿这一系列培训用书能够对广大教师实施新课程提供帮助,同时也希望广大教师对我们的工作提出批评与建议。

陈时见

2005年6月

CONTENTS

主题一 变革中的小学科学教育

一、理论要点	1
二、阅读材料	13
三、案例分析	31
四、问题与思考	41

主题二 走进小学科学课程

一、理论要点	42
二、阅读材料	52
三、案例分析	62
四、问题与思考	74

主题三 小学科学课程的教学

一、理论要点	75
二、阅读材料	99
三、案例分析	106

四、问题与思考	137
---------------	-----

主题四 小学科学课程的教学评价

一、理论要点	138
二、阅读材料	159
三、案例分析	166
四、问题与思考	180

主题五 小学科学课程资源开发

一、理论要点	181
二、阅读材料	203
三、案例分析	207
四、问题与思考	217

主题六 小学科学教师的专业发展

一、理论要点	218
二、阅读材料	228
三、案例分析	251
四、问题与思考	261

主要参考文献	263
--------------	-----

后记	265
----------	-----

主题一

变革中的小学科学教育

科学是一种必不可少的社会机制,也是现代教育中不可缺少的一种基本要素,更是构筑个人和社会发展的基石,它促进了整个人类文明的发展和繁荣。然而,科学的进步是以科学知识和科学技能的发展为前提的。因此,科学教育理应成为未来科学进步的一个重要组成部分。在人类已经步入 21 世纪的今天,科学教育不仅继承着它有意义的过去,也面对着未来。在我国新一轮课程改革的大背景下,我国中小学科学教育展开了一场全面而深刻的改革。如何理性认识科学教育的价值,认清科学教育所追求的最有价值 and 最为根本的目的是什么,是能否有效发挥科学教育在推动社会进步与发展中应有贡献的前提。对这些有关科学教育的基本问题的思考和研究将有利于我们更好地实施小学科学教育。

一、理论要点

科学是人类文化的重要组成部分,它展现了人类智慧的光荣与梦想。科学不仅创造了巨大的物质财富,也带来了人类生活方式的根本变化。人们在判断一个国家的实力时,常常将这个国家的科学活动及其相应技术的使用作为最为重要的评判因素。而且,人们也常常通过评判国民的科学素养水平或者伟大发明家的数量来衡量该国的社会发展程度。从这个角度看,科学的进步与国家的进步有着不可忽视的因

果关系。

科学技术发展日新月异,使我们的世界及生活方式发生了显著的变化。但我们应该清醒地认识到,科学技术在创造人类奇迹和进步的同时,也在它的历史进程中投下了阴影,产生了由于局限性而造成的恶果。因此,当我们在世纪之初展望我国科学教育的未来前景时,我们必须看到它们发展性的变化,对它们的精华和局限性有一个全面和充分的认识,使我们自己能够选择一种适合自己发展的科学技术和科学教育的方式和途径。

人们对重新建构教育方向的要求随着人类迈入新世纪的隆隆脚步声而愈来愈迫切了。新的信息和通讯技术的发展,使人们以前所未有的方式进行相互的交流和交往。此外,经济的全球化趋势也使人们更多地选择了相互依赖的生活方式。所有这些发展和变化使人们越来越多地认识到:我们所处的世界应该是相互联系的整体,是生态化的系统。因此,我们必须对这样的变化作出相应的反应。正如联合国教科文组织的报告中所指出的:“我们需要一种新的全球伦理,这种全球伦理支持个人和社会与人类在生物圈中的地位相一致的态度和行为,承认人与自然以及人与人之间的复杂而又不断变化的关系并能敏感地对此关系作出反应。”^①受这种新的全球思想的影响,科学教育领域势必发生重大变化,以保证能够接受这种新思想的理性指导。因此,今天的科学教育应该使年轻人能够理解当代世界所面临的重大问题,能够用一种生态的观点来认识自然和人工环境之间密切依赖的关系,能够适应不断变化的世界环境。

科学之所以能够在学校的课程中赢得一席之地,不仅在于科学教育是未来科学进步的一个重要组成部分,还在于其对人类知识和实践具有一种独特的文化上的贡献。因此,任何关于科学教育的理论基础和实际意义的探讨都必须首先考虑这项文化事业的特殊目的和意图。

Ogborn 认为科学教育能够提供五个方面问题的答案:①我们所知

① 赵中建:《全球教育发展的研究热点——90年代来自联合国教科文组织的报告》,7页,北京,北京教育出版社。

道的是什​​么？（本体论问题）②我们怎样知道？（认识论问题）③为什么会发生？（因果问题）④我们的知识有什么用？（技术问题）⑤我们怎样交流上述这些问题？（交流问题）

Hodson 从另一个角度将科学教育目标分为三个维度——学科学、做科学、思考科学。Millar 则认为科学教育的目的是：学习有关的科学知识、学习这些科学知识产生的过程、学习这些科学知识的社会建构方式。所有这些观点有一个共同之处，即相信对于科学认识论的知识和理解是科学教育的基础。科学课如果不重视科学家的知识获取方法，将很可能导致学生不能理解科学家的理性态度。

这种观点必然要求教师应该具有一定的科学认识论知识，即科学性质的知识。尽管确实像波普尔、库恩、费耶阿本德和拉卡托斯所指出的那样，已有的关于科学性质的理论都不完美，至今还没有一个绝对公认的统一科学方法论，但这并不意味着没有统一方法的实践就是非理性的实践。科学有多种多样的方法，科学教育重要的是要增强学习者对科学用以证明自己知识的可靠性的方法的理解能力。这是因为，如果科学教育是为了培养批判性思维能力，使学习者能够分析、辨别无数的基于科学的或伪科学的陈述的话，孩子们便需要具备一整套的智力工具，其中之一就是理解科学家们是运用怎样的程序以保证其知识的可信度和有效性的。如此而言，诸如实验比较的方法、变量的确定与控制、合理假说的提出、误差来源识别及其测量、一个理论区别于另一个理论的判据、重复实验的可能性，以及求平均值方法等都是用来区分科学与伪科学的工具。一种科学教育，如果未能顾及这些方面，或关心的是另一种残缺的认识论，这在智力上相当于给孩子们榔头，而不给钉子。

以上关于科学教育的认识论的观点是基于 Matthews 的观点：“科学影响一个社会的思维和推理方式；它影响作为理性争论的公认模式的认同。它通过强调对证据的关心、强调理性过程和公开讨论，增进公众的智慧。总之，科学精神推进理性、批判性思维和客观性。它注重证据，主张判断一个观点的根据，不是依靠个人或社会的利益，而是领先

世界自身的性质。”^①

科学教育作为基础教育课程结构的重要组成部分,在其发展过程中,科学的性质始终是教育工作者关注的一个重要方面。自然科学是人们的一种思考形式,它总是发生在一定的历史背景中,它在很大程度上依赖于人们对其存在的历史性思考。强调对科学性质的理解可能有助于人们决定科学教育中教什么和如何教的问题。早在19世纪初,科学第一次在学校的课程中占据一席之地时,人们便期望科学教育能够对人类的文化和个人的生活质量产生有益的影响。因为学生通过学校的科学教育不仅可以学习科学知识,也将科学精神加以内化,从而真正了解和欣赏科学性质的某些东西。事实上,在科学教育目标中明确提出培养学生对科学性质的理解在很大程度上取决于不同时期科学教育工作者对科学的认识论和方法论的理解。因而对什么是科学教育,科学教育的目的何在等这些问题的认识直接影响到科学教育的正常实施。所以,有必要在此对科学教育的有关问题进行辨析。

(一) 科学与科学的本质

对科学本质的准确理解有助于人们确定科学教育的目标、科学课程的内容等问题。因此,在探讨什么是科学教育之前,对科学与科学的本质等问题进行具体的分析,有利于提高科学教育的实效性。

1. 关于科学观

科学是什么?不同的历史时期对此有不同的回答。在此我们对20世纪以来科学观的变迁轨迹进行梳理,可以看到对科学的认识主要有如下四种观点:

(1) 常识性的科学观

科学是一种知识系统,是人类长期以来形成的一种常识性的科学观。此种观点认为科学是“关于自然、社会和思维的知识体系。它适应人们生产斗争和阶级斗争的需要而产生和发展,是实践经验的结晶。

^① 参见约翰逊·F.奥斯本著,张红霞,孙志凤编译:《超越建构主义科学教育观》,《全球教育展望》,2004(4)。

每一门科学通常都只是研究客观世界发展过程的某一个阶段或某一种运动形式”。自然科学是“研究自然界的物质形态、结构、性质和运动规律的科学。包括数学、物理学、化学、天文学、气象学、海洋学、地质学、生物学等基础学科,以及材料科学、能源科学、空间科学、农业科学、医学科学等应用技术科学,是人类改造自然的实践经验即生产斗争经验的总结。它的发展取决于生产的发展,并反过来推动生产的发展”。^①

这种常识性的观点有一定的合理性,但也有很大的局限性,其问题在于没有准确地把握科学的本质,因而无法将科学和非科学、前科学、伪科学区分开来。

(2)经验主义的科学观

在17世纪现代科学兴起之初,许多科学家和科学哲学家认为科学知识是从经验和实验中获得的。由此形成了经验主义的科学观,此种观点认为科学是一种可确证的知识体系,强调科学注重“实证”。持这种观点的学者把“可确证性”(即“可检验性”)作为科学的本质特征,认为利用可确证性可以将科学与宗教、哲学等不同的文化系统区别开来。

(3)理性主义的科学观

此种观点认为科学是一种“可证伪”的知识系统。其代表人物波普尔从科学史和逻辑推理两方面对此观点进行论证后指出:证伪是辩明科学知识价值的一种重要方法。这种观点极大地影响了传统实证主义关于科学性质以及科学的认识方式,具有重要的历史意义。

以上三种观点均为狭义的科学观。它们基本上只是静态地审视科学,把科学仅仅等同于科学研究的结果——科学理论,而忽视了科学研究的动态过程本身。这就很容易让人认为科学只与科学理论(即知识系统)和观察、实验的技能两个因素有关,因而具备观察、实验的技能就显得尤其重要。这三种科学观对近现代科学教育理论的基本理念的影响相当大,它导致了近现代科学教育理论都把科学教育仅仅等同于科学知识的教育,仅仅强调科学知识和实验技能的传授与学习,其在科学素养培养方面的局限性是显而易见的。

^① 参见《辞海》,1746页,上海,上海辞书出版社,1979年。

(4) 历史主义的科学观

20 世纪 60 年代以后,科学哲学界的历史主义学派提出了一种广义的科学观。此种观点认为从广义的角度看科学是一种特殊的社会文化探究活动。持这种观点的学者认为科学本身是一种探究活动,而作为知识系统的科学理论只是这种探究活动的结果;同时,科学还是一种特殊的文化现象。

这种科学观从静态的科学研究成果和动态的科学研究活动过程本身两方面来审视科学,从某种意义上说,它是一种全新的科学观。这种科学观自提出之后就开始影响现代科学教育理论的基本理念。其直接的表现就是科学教育从原来仅仅强调科学知识的传授与学习发展为全面提高每个学生的科学素养;由原来的仅仅强调观察与实验技能的培养发展为注重科学探究能力的全面培养;由原来仅仅强调解决科学内部的认知问题,发展为还要关注涉及科学、技术与社会热点问题的分析和决策能力的培养。

2. 科学的本质

关于科学本质,人们对它的认识也是在不断深化的。总的来说,经历了由科学的“知识本质观”到科学的“探究本质观”的转变。

传统的科学本质观认为科学的本质是科学知识,最多再加上方法。这种观点视科学知识为客观真理,故把知识及其结构看作是科学的本质。该观点还认为,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,从这些事实中抽离普遍性原理(假说),以及在事实中重新检验已有的假说。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在科学方法之中。因此,科学教育必须重视科学方法教学。

现代的科学本质观正在发生深刻的变化,其深受建构主义的影响。现代的科学本质观否定知识的客观性,主张科学的本质即科学探究。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,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。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、我们的希望”。建构主义的科学本质观促使人们对科学本质的认识发生了根本的变化。科学的本质不在于已经认识的真理而在于探索真理已成为一种共识,它启示我们,每一种理论与法则的建立都隐含着科学家们的科学探索精神和科学方法的运用(知识的建构过程)。无论科学知识发生怎样的变化,这种精神和科学方法的运用是始终如一的,它们才是科学的本质。

科学教育的价值追求,必须建立在对科学本质的准确理解的基础上。而科学的本质与科学观是一脉相承的。随着社会的进步和科学技术的发展,不同的科学观逐渐出现趋同性,关于科学本质的描述越来越呈现出较强的一致性。这种一致性可以从8个国际科学标准的文件对科学本质的说明中体现出来。^① 这些描述包括如下内容:科学知识具有可变性,它的形成极大地依赖于观察、实验证据、理性辩论和怀疑,但并非全部;不存在科学研究的唯一途径(因此,不存在普遍性的、一步一步的科学方法);科学是一种解释自然现象的尝试;所有不同文化背景的人们都对科学作出了贡献;新知识必须明确地和公开地表达;科学家需要作准确的记录,深入的考察和反复的实验;观察负载着理论;科学家具有创造性;科学史揭示了进化性和革命性;科学是社会和文化传统的一部分;科学和技术相互作用;科学观念受社会和历史背景的影响。

由上述关于科学本质的描述,我们可以把科学理解为一种特殊的探究自然的活动,科学探究不仅涉及逻辑推理与实验验证,同时也是充满创造性思维的过程,而自然科学的知识体系只是探究活动的结果。探究自然的活动,它作为一种特殊的社会文化活动,不仅要求从事活动者具有科学的态度、情感和价值观,了解科学的过程、方法,具有进行探究活动的实践能力,还必须认识科学、技术与社会的互动与关联的关系。这就提示我们在进行科学教育时应对此给予高度的重视,并作出积极的回应。科学教师只有掌握了科学的本质才可能搞好科学课的教

① 郭玉英:《从相关性到统一性》,《课程·教材·教法》,2002(4)。

学。不懂得科学本质的科学教育,很可能把非科学甚至是伪科学引入科学教育。

(二) 科学教育与科学素养

科学技术发展日新月异,使得我们的世界及生活方式也发生了显著的变化。这也使我们达成了这样一种共识:科学是一种必不可少的社会机制,也是现代教育中不可缺少的一种基本要素。科学更是构筑个人和社会发展的基石,它促进了整个人类文明的发展和繁荣。

然而,科学的进步是以科学知识和科学技能的发展为前提的。因此,科学教育理应成为未来科学进步的一个重要组成部分。在人类已经步入 21 世纪的今天,科学教育不仅继承着它有意义的过去,也面对着未来。

1. 科学教育

科学教育关系到国家、民族的发展与振兴,关系到每个人的生存与发展。所有的学生都能而且必须学习足够的科学知识,以使他们履行具有足够信息和决策技能的负责任的公民的角色。学生应该了解,科学知识如何被运用于改善人们的状况,技术发展如何影响生活的质量,并能够应用科学和技术来创造性地处理他们个人或社会生活和职业中的问题。联合国教科文组织在 2000 年的巴黎会议上指出:“从小就为和平学习科学知识是所有人受教育的权利的一部分,科学教育对于人的发展,培养自身的科学能力和造就富有进取心和有知识的公民都是至关重要的。一个日益重视科学的社会会在更大的范围内需要科学的最广泛普及,以使人们深入了解科学和恰当地调整公众对科学及其应用的见解及态度。各国政府应高度重视改进各级的科学教育,提高公众对科学的认识 and 促进科学的普及。面对变化的形势,需要采取措施促进教师和教育工作者的业务进修。各国的教育系统应根据社会不断变化的教学需求,搞好新的课程设置,采用新的教学法和教学资料。”

鉴于科学教育所具有的长远战略意义,世界范围内的新科学教育运动正在深入地开展,英国、美国、日本等国竞相开展科学教育改革研究,我国科学院学部也曾组织有关院士对发展我国的科学教育问题进

行研究,并就我国科学教育体系的建立、科学教育价值取向以及科学教育的内容、方法等提出了对策和建议,把科学教育摆到了极其重要的议事日程上。

科学教育与其他学科教育相比其历史并不算长,科学成为学校教育内容的一个必要组成部分是在 19 世纪初。由于对科学存在片面的理解,人们长期以来把科学教育窄化为科学知识的教育,使科学教育的空间越来越小。这反映在早期的科学教育中,人们往往强调让学生学习科学的基础知识与基本技能,与此相对应的就是概念、定理、公式、原理等构成了教与学的基本内容。即使是在强调培养学生能力、发展智力的呼声日益高涨的 20 世纪 80 年代,也仅仅是科学方法被纳入科学教育之中,科学精神和价值观等的培养在科学教育中依然得不到应有的重视。

随着人们对科学本质的深入理解,这种局面才有了根本的转变。这一点可从今天对科学教育的多种理解中体现出来。如有学者认为“科学教育是传授科学技术知识和培养科学技术人才的社会活动”;也有人认为“科学教育涉及个人需要、社会问题、就业准备以及学术深造基础四个领域,因此是一种向学生传授用于日常生活和未来科技世界的科学知识,教育学生如何处理科学与社会问题,让学生具有今后择业所必需的理论基础的教育”。“科学教育是一种通过现代科学技术知识及其社会价值的教学,让学生掌握科学概念,学会科学方法,培养科学态度,且懂得如何面对现实中的科学与社会有关问题,并作出明智抉择,以培养科学技术专业人才,提高全民科学素养为目的的教育活动。”^①“科学教育是关注科学技术时代的现代人所必需的科学素养的一种养成教育,是将科学知识、科学思想、科学方法、科学精神作为整体的体系,使其内化成为受教育者的信念和行为的教育过程,其目的在于使科学在态度上与每个公民的日常生活息息相关,让科学精神和人文

① 顾志跃:《科学教育概论》,16 页,北京,科学出版社,1999 年。