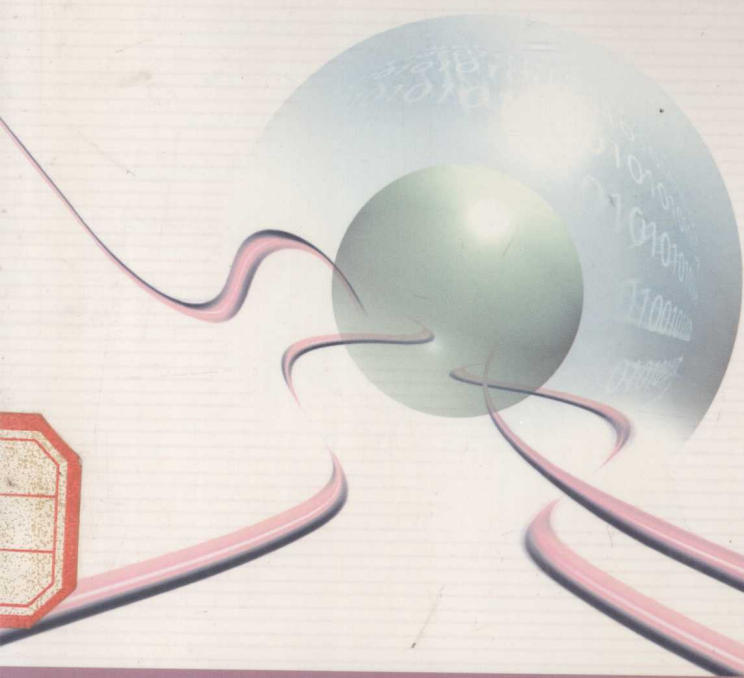


XIAOXUEKEXUETANJIU
YUJIAOXUESHEJI

小学科学探究 与教学设计

蔡其勇 编著



电子科技大学出版社

小学科学探究与教学设计

蔡其勇 编著

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

小学科学探究与教学设计 / 蔡其勇编著. —成都: 电子科技大学出版社, 2005.12
ISBN 7-81114-062-4

I.小... II.蔡... III.科学知识—教学研究—小学
IV.G623.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 006890 号

内 容 提 要

本书简要介绍了科学探究、小学科技活动设计和小学科学教学设计基本理论,阐述了科学探究在小学科学教学中的重要地位与作用。书中收入了来自基础教育课程改革国家级实验区部分重点小学的科学教学设计和科学探究活动实施案例,内容涉及生命世界、物质世界、地球与宇宙等领域。这些案例具有真实性、针对性、实用性和操作性,对小学科学教师组织开展科学探究活动、实施科学课程教学具有重要的参考价值 and 指导意义,对小学生掌握科学探究方法,形成科学探究能力,培养爱科学、学科学、做科学、用科学的兴趣具有极大的帮助作用。

本书是广大小学科学教育工作者组织开展科学探究活动、实施科学课程教学一本有价值的参考书,可作为高等师范院校科学教育、小学教育、初等教育等专业本(专)科学生用教材,也可作为小学教师继续教育培训用教材。

小学科学探究与教学设计

蔡其勇 著编

出 版	电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号)	邮编: 610054)
责任编辑	陈建军	
发 行	电子科技大学出版社	
印 刷	成都新千年印制有限责任公司	
开 本	787mm × 1092mm	1/16
印 张	20.5	字数 424 千字
版 次	2005 年 12 月第一版	
印 次	2005 年 12 月第一次印刷	
书 号	ISBN 7-81114-062-4/G · 26	
定 价	29.50 元	

■版权所有 侵权必究■

- ◆ 邮购本书请与本社发行科联系。电话(028) 83201495 邮编: 610054
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

认识科学教育 实践科学课程

（代序）

《科学（3~6年级）课程标准（实验稿）》（以下简称《标准》）经过几年的实验，广大科学教育工作者进行了广泛而深入的教学实践，取得了较为丰硕的成果。在《标准》的学习和实践过程中，广大科学教育工作者务必深刻领会《标准》的实质，更新教育观念，转变教师角色，努力实践科学课程，积极探索教学改革，全面提高科学课程教学质量。要本着实事求是的科学态度，充分认识科学教育的本质，不断培养小学生的科学素养和科学探究能力，激发他们爱科学、学科学、做科学、用科学的兴趣，发展其优良的科学品质。

一、小学科学课程改革的 basic 理念

（一）面向全体学生

《标准》指出：科学课程要面向全体学生，为每个学生提供公平的学习机会与有效的指导，要充分考虑到每个学生在性别、天资、兴趣、生活环境、文化背景、民族、地区等方面存在的差异，在课程、教材、教学、评价等方面鼓励多样性和灵活性。这既体现了教育的公平性原则，保证每个学生有平等的接受教育的权利，而且也反映了现代科学教育面向全体的思想。

（二）学生是科学学习的主体

学生是科学学习的主体，在科学学习中，要充分体现学生的主动性，发挥他们的能动作用，让他们在参与科学探究活动中，自己提出问题，设计解决问题的方案，自己动手搜集各种资料，开展调查与实验，自己整理信息，做出解释或结论，自己写成研究报告，并进行表达与交流。只有这样，学生才能在学到科学知识的同时，习得开展科学研究的方法，培养科学研究能力，提高科学素养，发展学生科学的情感态度与价值观。为实现学生在科学学习的主体地位，教师要转变学生观，重新定位课堂教学中的师生关系，教师要在课堂教学设计、组织实施、课堂评价等方面充分体现学生的主体地位。同时，教师要通过组织学生开展科学探究活动，在活动中培养学生科学方法与能力、科学态度与价值观，使其体验并感悟到。

（三）科学学习要以探究为核心

探究既是科学学习的目标，又是科学学习的方式。亲身经历以探究为主的学习活动是学生学习科学的主要途径。科学课程应向学生提供充分的科学探究机会，使他们在像科学家那样进行科学探究的过程中，体验学习科学的乐趣，增长科学探究能力，获取科学知识，形成尊重事实、善于质疑的科学态度，了解科学发展的历史。但也需要明确，探究不是唯一的学习模式，在科学学习中，灵活和综合运用各种教学方式和策略都是必要的。

（四）课程的内容要满足社会和学生的需要

选择贴近儿童生活的、符合现代科学技术发展趋势的、适应社会发展需要的和有利于为他们的人生建造知识大厦永久基础必需的内容。这些内容需加强科学各领域之间的有机联系，强调知识、能力和情感态度与价值观的整合。

（五）科学课程具有开放性

这种开放性表现为课程在学习内容、活动组织、作业与练习、评价等方面应该给教师、学生提供选择的机会和创新的空间，使得课程可以在最大程度上满足不同地区、不同经验背景的学生学习科学的需要。这种开放性还表现为，要引导学生利用广泛存在于学校、家庭、社会、大自然、网络和各种媒体中的多种资源进行科学学习，将学生的科学学习置于广阔的背景之中，帮助他们不断扩展对周围世界科学现象的体验，并丰富他们的学习经历。

（六）课程评价应能促进科学素养的形成与发展

评价既要关注学生学习的结果，更要关注他们学习的过程。评价指标应该是多元的，要包括科学素养的各个方面；评价方法应该是多样的；评价主体则应包括教师、学生、家长等。

二、科学教育的基本特征

（一）培养目标多元化

许多国家将学生应具有的科学素养作了多方面的具体的描绘，也对目标进行分级分层。例如，英国的科学课大纲设有知识、技能和科学理解力等若干个目标，每个目标又由低到高分十个等级。这些目标标明了在每一教学阶段结束时对不同能力及成熟程度的学生所期望达到的目标。

(二) 教学内容综合化

在科学课程内容的选择上,许多国家都强调要饶有趣味,要跟学生生活相适应,增加了与培养科学素养有关的其他内容,如《美国国家科学教育标准》把内容分为八大类:(1)科学的统一概念和过程;(2)作为探究过程的科学;(3)物质科学;(4)生命科学;(5)地球与空间科学;(6)科学与技术;(7)从个人和社会视觉所见的科学;(8)科学的历史与本质。在内容的组织方面,突破了长期以来以事实、概念和验证性实验为主的逻辑框架,编排强调要围绕探究加以组织。

(三) 教学方法多样化

以科学素养为宗旨的课程目标是多元的,实现目标的教学方式、方法也必然是多样的。单一“告诉”的方法,难以达到目标。

60年代兴起的探究、发现法向多元目标贴近了一大步。但仅仅给学生探究的机会还不够,有意识地引导学生对探究的过程作反思,让其形成对科学过程的理解,也是非常重要的。

和情感相联系的科学素养(态度、价值、经验等),仅用讲授、探究还难以形成。这些素养的形成与“体验”相关,只有经历体验才会使学生形成积极的、正确的情感、态度和价值观。

许多国家设计了专题作业这一形式。题目可由学生自己定,学生题目可谓五花八门:如白老鼠和黑老鼠哪个更聪明;古典的、通俗的、摇滚的音乐对植物生长的影响;食品色彩对食欲的影响等等。这种专题作业是综合培养学生科学素养的有效途径。

(四) 学习评价全面化

目标多元,方法多样,评价就必须改革,要构建与科学教育目标相匹配的评价体系。要从单一的对科学知识掌握的评价转为全面的科学素养的评价,增加对科学方法、科学价值观、科学态度、科学精神的评价指标。

评价可以吸收学生参与。例如:为了综合考核学生科学方法的掌握情况,美国设计了这样的题目:给学生一个命题——“堆肥是有机物腐烂的结果”。然后让学生提一个问题,再建立一个问题的假设并设计一个实验验证自己的假设,最后将实验的结果科学地表达出来。老师则对提出问题、形成假设、实验设计、结果表达等水平进行评分。

三、小学科学课程的性质

小学科学课程是以培养科学素养为宗旨的科学启蒙课程。科学素养的形成是长期的,早期的科学教育将对一个人科学素养的形成起着决定性的作用,承担科学启蒙任务

的这门课程,将细心呵护儿童与生俱来的好奇心,培养他们对科学的兴趣和求知欲,引领他们学习与周围世界有关的科学知识,帮助他们体验科学活动的过程和方法,使他们了解科学、技术与社会的关系,乐于与人合作,与环境和谐相处,为后继的科学学习、为其他学科的学习、为终身学习和全面发展打下基础。学习这门课程,有利于小学生形成科学的认知方式和科学的自然观,并将丰富他们的童年生活,发展他们的个性,开发他们的创造潜能。

四、科学教育的地位与作用

科学教育是教育的一个组成部分,是人的社会活动系统的一个要素,在社会系统中,与科学教育密切相关的首先是科学研究和社会生产。一方面,科学教育为社会生产培养各级各类合格人才——他们是具有一定的科学知识、掌握适当的科学方法,具有相当的科学精神并且具有正确的科学价值观的现代劳动者,现代条件下社会生产所需要的劳动者。另一方面,科学教育又为科学研究提供各级各类人才——他们是具有较高的科学知识、掌握更多的科学方法和具有高度科学精神的现代科学工作者,他们能按现代生产提出的要求和创造的条件,解决生产中提出的问题,把科学事业推向前进,并不断创造出新的科研成果的现代科学家。社会生产一方面是提出自己对生产者所具备的科学知识、科学方法和科学精神的需要,即规定了科学教育的目标和任务,同时又为科学教育创造适当的条件,这是社会生产对科学教育的制约作用。另一方面,社会生产又不断提出需要科学研究来解决的课题并提供科学研究所需的物质、技术条件。科学研究一方面利用科技成果解决生产中的课题,并且由新技术发展出新的科学知识。科学研究和科学教育都有相对于生产的独立性,它们独立发展的成果也能应用于生产中,转化为直接的生产力。怎样把新的科研成果应用到社会生产中去,这要通过科研和生产的主体——人来实现。把科技应用于生产中,把它们转化为直接的生产力,是通过各级各类具有科学知识、掌握科学方法、具有科学精神且有正确的科学价值观的人才——科学教育的对象的工作实现的。无论在科学研究中还是在社会生产中,以及科学研究和社会生产的互相促进的关系中,人才都是最基本的条件,现代社会中,人力资源是第一资源。只有通过科学教育才能培养出合乎需要的科学化的人才——现代社会的建设者,即充分开发人力资源的关键是科学教育。所以在现代条件下,从科学教育与社会生产和科学研究的关系来看,科学教育作为教育的一个重要组成部分对于现代社会具有基础的首要的战略地位。进一步说,整个社会的发展就依赖于生产的不断发展,而现代社会的生产发展又强烈依赖于科学技术的发展。生产和科学的发展又依赖于大量的科学化的具有较高素质的人才,所以,从根本上说,科技的发展、经济的振兴乃至整个社会的进步,都取决于劳动者素质的提高和大量合格人才的培养,而人才依赖于科学教育。社会的发展,科学的进步,也都依赖于科学教育。这是教育的地位,也是科学教育的地位。

科学教育在社会系统中的地位,决定了科学教育对社会发展的促进作用,而科学教育的作用恰好也体现着这一地位。科学教育对社会发展的促进作用,在现代社会中得到最鲜明的表现。科学教育对社会的全面的促进作用表现在各个方面。特别地,这些作用都是通过科学教育对人的作用——对人的教育进行的,这种全面地促进作用是以人的发展为核心,而人的发展是科学教育的结果。科学教育促进了国民经济的发展,科学教育促进了社会的精神文明建设,科学教育对科学发展的作用表现在两个方面。一是科学知识的再生产;二是科学工作者的再生产。即科学教育既促进了科学自身的发展,又促进了科学工作者队伍的发展,从而极大地促进了科学的发展。

五、科学的本质在于探究

科学活动的本质在于探究,教育的宗旨在于形成人的良好素质,科学教育只有引导学生通过探究来发展其科学素养,才能实现科学本质与教育宗旨内在的统一。科学课程是以探究为基础,以培养科学素养为宗旨的科学启蒙课程,它直接影响着学生科学方法、科学态度、科学精神、科学技能的养成。因此,培养学生的科学方法、科学态度、科学精神、科学技能的探究性学习方式是教育工作者的责任。

(一) 探究性学习充分体现学生学习过程的本质

探究是人类认识世界的一种最基本的方式。人类正是在对未知领域的不断探索中获得发展的,处于基础教育阶段的学生对外部世界充满强烈的好奇感和探究欲,探究性学习完全符合学习者个体发展的需要和认知规律。这种探究性表现在研究课题的理论是未知的、非预定的,结论的获取也不是由教师传授的或从书本上直接得到的,而是学生以类似科学研究的方式,通过提出问题、查阅资料、假设论证、动手实验、得出结论。这种探究性学习的方式不是要像科学家那样从严格意义上的科学研究,而是注重科学研究的思维方式和研究方法。在基础教育课程设置中,科学课程是最具有探究性的一门课程,科学教材充分体现的是经过创设情景—提出问题—思考分析—调查研究—提出假设—实验验证—得出结论—实际应用—解决问题一系列科学活动的模式来设计的。这恰好是科学家进行科学研究所需要的探究过程,所以在科学课教学中,开展探究性学习,符合学生的本质特点,符合科学教材的指导思想和设计意图,符合学生知识形成的认知规律。

(二) 探究性学习有利于培养学生的科学素养

科学课程担负着向学生进行科学启蒙教育的重要任务,不仅要在教学活动中使学生感悟一些浅近的科学道理,更重要的是培养学生的科学素养,体会进行科学研究的方法。这些直接经验的取得,必须通过学生的亲身实践和已有知识的积累才能获得。实践证明:通过探究性学习不仅使学生掌握科学知识,还能使学生在探究过程中掌握科学探究的方

法,养成实事求是、认真细致、独立自主、不怕困难、与人合作的科学态度以及开拓进取、勤于思考、大胆创新的科学精神。探究性学习的主要特征是:主体性、交互性、过程性、研究性。个体创造性潜能的开发,首先依赖于个体主体性的发挥,在探究性学习中“探究”本身就富含主动性,学生在整个探究过程中始终处于有意注意、高度集中、动作积极、思维活跃、情绪兴奋的状态。自觉性贯穿于整个探究活动的全过程,有利于学习者个体创造能力的发挥和创新能力的培养。探究性学习重视教师的指导,重视学生之间的合作,各个参与者是平等、协商、对话、交流、合作的关系,教师与学生在互动中完成学习任务,在探究性学习中培养学生的合作精神和协调能力。探究性学习与接受式学习相比,探究性学习具有更强的问题性、实践性、参与性和开放性;经历探究过程以获得理智和情感体验,建构知识;掌握解决问题的方法是探究学习要达到的目标。探究性学习更重视学习过程,更关注学习过程中学生的思维方式,个人体验以及对信息资料的整理与综合,强调“做中学”,力图通过探究过程来培养学生的创新精神、动手能力、解决实际问题的能力。一个人的能力只有在实践过程中才能逐渐形成,也许学生最终得出的结论没有多大价值,想法是稚嫩的、不成熟的、甚至是不完全正确的,但这都不重要,重要的是学生在学习活动的过程中增强了研究意识、问题意识、能动意识,学会如何去学习,如何去解决问题。探究性学习与一般的运用知识解决问题的教学活动比较,更具有开放性。从课题的选择方面看,它不拘泥于书本中的一般学科性问题,而是把视野放得更宽,更接近学生的日常生活和社会生活实际。从教学形式方面看,探究性学习体现出最大的时空开放性,它不局限于课堂40分钟,而是让学生走出书本、走出课堂、走向社会,充分利用图书馆、博物馆、信息网络技术、调查、参观、访问等手段,最大限度地搜集资料与信息,把课内与课外、学校与家庭、学校与社会有机地联系起来。从问题的提出和结果来看,探究性学习是一种随机的通识性学习,它允许不同的学生按自己的理解以及自己熟悉的方式去解决问题,允许不同的学生按各自的能力和所掌握的资料以及各自的思维方式去得出不同的结论,而不是追求结论的唯一性和标准化。这种开放性的学习,有利于学生创造思维品质的形成。

(三) 实施探究性学习重在培养学生科学方法

探究性学习有利于全面培养学生的科学素养,有利于学生在探究过程中掌握科学的探究方法。科学是人们在认识和改造社会的实践中总结出来的,并能在生产实践中运用的思维和行为方式。那么,在科学教学中培养学生的哪些科学方法呢?主要是观察方法、实验方法、思维方式以及分析问题和解决问题的方法。

在课堂教学中进行探究性学习是培养科学方法的重要途径。学会在同类内容的学习中寻找共同规律。在学习活动中中学生亲自动手实验、亲身感悟探究学习的乐趣、积极动脑思考,从而分析问题、解决问题的能力得到训练与提高。学会科学地看问题和想问题。

科学学习要以探究为核心，探究既是科学学习的目标，又是科学学习的方式。亲身经历以探究为主的学习活动是学生学习科学的主要途径。科学课程向学生提供充分的科学探究的机会，使他们在像科学家那样进行科学探究的过程中，体验学习科学的乐趣，增长科学探究的能力，获取科学知识，形成实事求是、善于质疑的科学态度，了解科学发展的历史。但也需要明确，科学探究不是唯一的学习方式，在科学学习中，灵活和综合运用各种教学方法和策略都是非常必要的。学习的真正目的，不在于学会多少知识，而在于让学生学会解决问题的方法。《我们怎样思维》一书中告诫人们，思考“怎样解决问题”时，要经过五个步骤：在情境中感觉到要解决某种问题的暗示；明确要解决的疑问是什么；提出解决问题的假设；推断假设的内在含义；在行动中检验假设，从而解决疑难，取得直接经验。

六、促进小学科学教师转变角色

小学科学教育承载着科教兴国的重要使命，以培养什么样的人才为己任，这是小学教师面对小学科学课程的机遇和挑战。小学科学的改革是建立在科学素质的培养上，这一重要理念主要让学生经历科学、体验科学、理解科学。它不仅涉及到学生应当掌握的科学知识，而且更关注科学探究的能力、科学精神、兴趣、态度以及科学、技术和社会的关系等等。

建构主义认为在教学中科学知识是主体间协商建构的结果。因此，它不能传递给被动的接受者，必须由每一个认知者主动地建构。这正符合新世纪科学教育的要求，从知识、技能的培养转向，科学素养的形成，正向着更为广泛的、实际的、具有创造性的科学领域迈进，这种学习方式的改变必然导致教师角色的改变。

（一）由课程的控制者向引导者转变

科学教师应该细心呵护儿童与生俱来的好奇心，培养他们对科学的兴趣和求知欲，引领他们学习与周围世界有关的科学知识，帮助他们体验科学活动的过程和方法。由此看出，小学科学教学应主要让孩子自己发现问题、提出问题、进行探索，教师给予帮助和引导，而不是告诉现成答案。在探究过程中，教师的角色是学生科学探究的合作者、引导者和参与者，与学生一起寻找答案，若教师面对无法回答的问题时，不能回避，最好的回答是，我们一起来寻找，最后师生共同分享发现的快乐。因此，在科学课程教学中，师生互教互学，学生所获得的知识除教材上所呈现的外，还有来自教师个人领域的知识及师生之间互动而碰撞出来的新知识。这样，不论对教师还是对学生，所有的知识与背景都被激活，彼此形成一个真正的学习共同体。

（二）由知识传授者向学习情景的设计者转变

美国教育学家杜威把这看作是现代教育与传统教育的根本分歧之一。他提出了相应的五个教学步骤。即设计问题情境，产生一个真实的问题；占有资料；从事必要的观察；有条不紊地展开所想出的解决问题的方法；检验或验证解决问题的方法是否有效。其中，产生一个真实的问题是关键的，也就是学生自己产生的问题，不是教材所规定的问题，不是教师主观的问题，更不是为提问题而提出的问题。杜威认为，除了探究，知识没有别的意义。当只有那种未确定的情境中的各种要素，使它们成为一个确定的情境，最后成为一个统一的整体，经历这个过程的探究者，就获得了知识。而知识绝不是固定的、永恒不变的，它既作为这个过程的结果，又同时作为另一个探究过程的起点，它始终有待再发现、再探索、再发展。按照科学课程的要求，教师作为学生科学探究的指导者和组织者，教师是帮助学生去发现、组织和建构知识。是引导他们而非塑造他们。因此，教师既是知识的消费者，也是知识的生产者和创造者。

为了帮助广大小学科学教育工作者认真领会《标准》精神，了解科学探究和小学科学教学设计的基本理论，掌握小学科学教学的方法与策略，进一步促进小学科学课堂教学改革和课外探究活动的开展，提高小学科学教师的能力和水平，培养学生爱科学、学科学、做科学、用科学的兴趣，我们依据《标准》，参照不同版本的《科学》教材，广泛收集了来自基础教育课程改革国家级实验区部分重点小学的科学探究及教学设计实施案例，通过加工整理，使其更具有科学性、针对性、实用性和操作性。并以《小学科学探究与教学设计》一书出版，以期对广大小学科学教师有所启示和帮助，推进小学科学课程深化教学改革，全面提高小学生科学素养。

由于编写时间仓促和水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

蔡其勇

2005年11月于重庆教育学院

目 录

第一部分 科学探究基本理论

一、当代科学教育改革	(1)
二、国际小学科学课程改革	(3)
三、我国小学科学课程改革	(5)
四、科学探究的基本理念	(10)
五、科学课程实施探究性学习的意义	(13)
六、探究式学习的特征	(15)
七、实施探究性学习重在培养学生科学方法	(17)
八、小学科学课程教学中要强调科学探究	(18)
九、探究式教学模式	(20)
十、开展科学探究活动应注意的问题	(21)
十一、儿童自发的探究、科学家的探究与教师指导下的探究的异同	(21)
十二、小学科学课程的有效探究策略	(23)
十三、科学探究中教师应做什么	(26)
十四、如何创设科学探究情境,培养学生的创新精神和实践能力	(28)

第二部分 小学科技活动与案例设计

一、小学科技活动设计	(32)
1. 少年科技活动指导方案设计	(32)
2. 科技竞赛活动	(35)
3. 科技夏令营与科学考察活动	(39)
4. 全国青少年发明创造比赛和科学讨论会	(44)
5. 绿色家园——全国青少年生物和环境科学实践活动	(51)
6. 依托各类科普教育基地开展的活动	(61)

二、小学科学探究活动案例	(67)
案例 1 我为鸟儿安新家	(67)
案例 2 芽和根生长方向的观察	(69)
案例 3 探索植物王国的奥秘	(71)
案例 4 电脑废旧品到哪去了	(75)
案例 5 自制风力风向仪	(84)
案例 6 走进机器人世界	(85)
案例 7 水域污染调查	(88)
案例 8 农村学校垃圾的危害与处理	(90)
案例 9 三峡库区黄连栽培对植被的破坏及其对策的调查研究	(92)
案例 10 认识金鱼的身体	(94)
案例 11 简易的日食和月食现象投影片	(98)
案例 12 走近蜗牛研究	(99)
案例 13 奇异的蔬菜造型	(101)
案例 14 模拟酸雨对小麦种子萌芽和幼苗生长的影响	(103)

第三部分 小学科学教学设计基本理论

一、什么是教学设计	(108)
二、教学设计的基本特征	(116)
三、教学设计的基本步骤	(118)
四、小学科学课程目标	(118)
五、小学科学课程教学设计	(120)
六、小学科学课程教学建议	(129)
七、小学科学课程评价建议	(133)
八、课程资源的开发与利用	(146)

第四部分 小学科学教学设计案例

一、《生命世界》教学案例	(148)
案例 1 各种各样的叶	(148)
案例 2 油菜花开了	(152)

案例 3 豌豆荚里的豌豆·····	(155)
案例 4 稻谷的观察·····	(163)
案例 5 种子·····	(167)
案例 6 动物怎样生活·····	(171)
案例 7 蜗牛·····	(175)
案例 8 蚯蚓·····	(178)
案例 9 我们来养蚕·····	(182)
二、《物质世界》教学案例·····	(189)
案例 1 声音是怎样产生的·····	(189)
案例 2 用工具测量(测量质量)·····	(194)
案例 3 磁铁的力量·····	(197)
案例 4 马铃薯在水中是沉还是浮·····	(201)
案例 5 摆的研究·····	(208)
案例 6 生命离不开水·····	(214)
案例 7 认识液体·····	(219)
案例 8 认识矿物的性质·····	(228)
案例 9 食盐在水里溶解·····	(231)
三、《地球与宇宙》教学案例·····	(238)
案例 1 风是怎样形成的·····	(238)
案例 2 太阳钟·····	(241)
案例 3 探索月亮的秘密·····	(244)
案例 4 地球的自转和公转·····	(249)
案例 5 日食与月食·····	(255)
附录:《科学(3~6 年级)课程标准(实验稿)》·····	(263)
参考文献·····	(313)

第一部分 科学探究基本理论

一、当代科学教育改革

科学教育改革是科学发展、教育发展的必然产物。当代科学教学中广泛运用的“发现法”，在 19 世纪后期斯宾塞就曾明确提出过；“做中学”（Hands-on）则是杜威的教学理论的核心。不过，尽管人类对科学教育的认识是逐步发展的渐变过程，但从教育改革的活动特点上看，大致可以将科学教育从 20 世纪 50 年代末至今的改革历程划分为以下四个阶段。

（一）20 世纪 60 年代初期的以学科为中心的改革阶段

20 世纪 60 年代之前发达国家的科学课程的性质，相当于我国 20 世纪 90 年代末之前的《自然》课程性质，即以科学知识的传授为主要目的。而当时其他国家根本没有任何形式的科学教育课程。即便有几节与科学知识有关的课，也都是由教师对学生诵读教材而已。从 20 世纪 50 年代末开始，西方发达国家对小学科学课程进行了全面的审查，其结论是必须将其以“自然”知识为主题的性质进行彻底的改造，使之具有“科学教育”的性质。因此，在理论上开展了对科学的性质在教育中的意义的研究热潮，并在斯宾塞和杜威等前人思想的基础上，将“探究”和“过程”的概念与科学性质的教学实践联系起来。在实践上，这个时期改革的主要工作是组织科学研究专家和科学教育专家学者开发课程与编写教材，包括学生用书和教师用书。其中著名的课程项目有：美国的“小学科学研究”（ESS）、“改进科学课程研究”（SCIS）和“科学：过程的研究”（SAPA）；英国的“牛津初等科学”（OPSP）、“纳菲尔德初等科学”（NPSP）和“科学：5~13 岁”。然而，虽然新课程开发的哲学基础是“探究”和“过程”，但由于无限扩大了布鲁纳的学科结构理论的适用范围到所有年龄阶段、所有能力层次的学生，导致了许多新课程在实践上的失败。这些新课程的知识结构虽然具有前所未有的科学性，但从教学上讲，在很大程度上只是将从前传授知识的模式转化为传授结构的模式而已，对怎样将科学“探究”和“过程”与特定年龄和能力的孩子的教学实现相联系的问题未能顾及。当然，更没有像今天这样重视科学与社会的关系，以及伦理学上的教育意义的问题。

（二）20 世纪 60 年代末到 70 年代末的反思阶段

20 世纪 60 年代改革的经验和教训揭示出课程、教材与课堂教学之间存在着一鸿沟

沟,而造成这个鸿沟的主要因素有两个,其一是对孩子们的学习特点研究不够,其二是教师科学素质的欠缺。因此,在20世纪70年代整个教育哲学的思潮转向“儿童中心主义”的大环境下,在对新课程进行评估、反思的同时,开展了许多科学教育心理学上的探索,提出了影响深远的建构主义学习理论。其中重要的工作有杰亚夫(R.Drive)的发现:学生科学学习的成绩与其先前经验的相关性,要大于与其通常意义上的认知水平的相关性,而这个特点是与学生科学概念的形成与转变的机制紧密相关的。因而,紧随其后,深入研究学生科学概念、学习机制的报道呈指数式上升,其中影响最大的是鄯斯纳等人的“概念转变理论”。他们要回答的是两个更加微观的问题,即原有的概念及其结构的什么特征,控制了对新概念的选择;一个核心概念在什么样的条件下会被另一个概念所取代。建构主义学习理论为传统的“探究”和“过程”的概念找到了心理学上的意义,孩子们在“探究”过程中构建新概念或修正旧概念,这为科学教育改革的深入发展提供了坚实的理论根据。

(三) 20世纪80年代到90年代中期的以建构主义占主导的多元阶段

在总结20世纪60年代的经验教训、并运用建构主义的理论进一步丰富“探究”和“过程”的教学意义的基础上,提出了全新的科学教育的目标:发展全体民众的科学素养。其重要标志是美国1985年启动的“2061计划”。该计划及其有关的文献,如《面向全体美国人的科学》,集中体现了近半个世纪以来科学教育研究和实践的主要成果。具体表现在以下几方面。

1. 科学教育不仅要超越“知识”领域,还要超越“过程”领域,即“价值和态度”领域也应成为科学教育的目标。

2. 科学教学必须与孩子们的生活经验相联系,要将孩子们的已有经验和认识作为教学的起点。

3. 提出培养终身学科学的能力。

4. 重视教师培训,建议不仅要为学生制定标准,还要为教师教育制定标准。然而必须指出的是,在建构主义为科学教育带来福音的同时,也产生了极端的建构主义(又称激进的建构主义)的不良影响。它无限地扩大儿童建构的主观能动性、否认客观世界的可知性,这在根本上是违背科学精神的,而且在实践上,也带来了科学教育质量的下降。激进的建构主义在当时而且一直至今,不断地遭到学术界的批评。

(四) 20世纪90年代中期以来改革的成熟阶段

经过20世纪60年代的初步尝试和失败、70年代的反思、80年代的多元探索和对科学教育质量的重新审视,90年代的改革进入了新的成熟阶段。其中最显著的标志是发达国家为了控制科学教育质量而有史以来第一次推出全国统一的科学课程标准。英国

20 世纪 90 年代开始大范围推行《国家科学课程（英格兰和威尔士地区）》，对 5~16 岁孩子的科学教育明确提出了 17 个方面（分 10 个层次）的“学习目标”（Attainment Targets）。美国于 1996 年颁布了《国家科学教育标准》。此外，值得注意的是，美国 1995 年版的《国家科学教育标准》（以下简称《标准》），“已经完全抛弃”了 1993 年版中激进的建构主义的观点，采取“科学的探究”作为科学教育的基本理念和方法。20 世纪 90 年代中期以来，美国一系列科学教育文献中所反映的思想，概括起来至少包括如下几方面内容。

1. 进一步明确科学素养成为科学教育的目标。
2. “探究”、“过程”等几十年前发展起来的经典概念被确定为科学教育的途径和手段，但特别强调以大多数科学家的观念为基础的“科学的探究”和“科学的过程”。如《国家科学教育标准》将“科学的探究”定义为“是科学家们用以研究自然界并基于此种研究获得的证据提出种种解释的多种不同途径。科学探究也指的是学生们用以获取知识、领悟科学的思想观念，领悟科学家们研究自然界所用的方法而进行的各种活动”，而不是 20 世纪 80 年代一度盛行的孩子们自己建构的过程。
3. 科学史、科学哲学对科学教育的意义得到广泛重视。从已有文献看来，其意义在于：其一，加深孩子们对科学概念、科学过程和社会背景的理解；其二，历史是将科学教育人性化、沟通科学与人文的一个途径。
4. 就课程开发而言，国家课程文献只提出标准，不规定内容和程序。在统一“标准”或“学习目标”下，教师有权而且应该开发适合于自己学生情况的课程内容以及相应的活动。课程标准须同时明确课程评价的标准与方法。无论是对学生的评价，还是对教学的评估，都应注重过程性评价。
5. 科学教育和课程开发须全社会共同参与，课程开发是长期性的、不断更新的动态的过程。
6. 科学新课程建设必须与科学教师教育同步进行。科学教育标准应该同时规定教师培训的标准，并且明确培训的内容与方式。强调“把出发点放在教师当前的科学认识、科学能力和科学观念上”，而不是单纯的科学知识上的继续教育。科学教师的参与式培训被认为是有效的手段，提出教师教育也要像他们的学生那样，通过探究的活动，扩大教师对科学的认识。培训内容还要将教学技巧、科学性质和科学过程融为一体，其目标是“科学教师就是科学界在课堂上的代表”。

二、国际小学科学课程改革

（一）小学科学课程的性质

小学科学课程性质的界定是进行教学改革的认识基础。目前国际科学教育界对小学科学教育性质一般持如下观点。