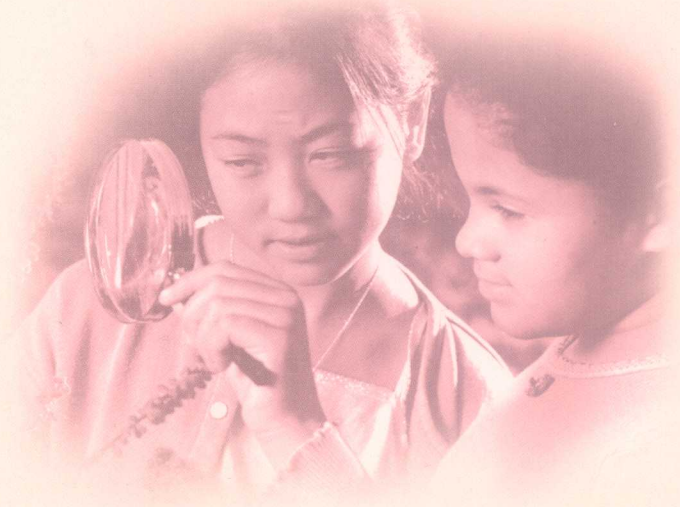




国际科学教育新视野译丛

主编 / 庞丽娟



THE NATURAL INVESTIGATOR

科学的探索者

——小学与中学科学教育新取向

[美] 米歇尔·本特利 克里斯汀·艾伯特

爱德华·艾伯特 著

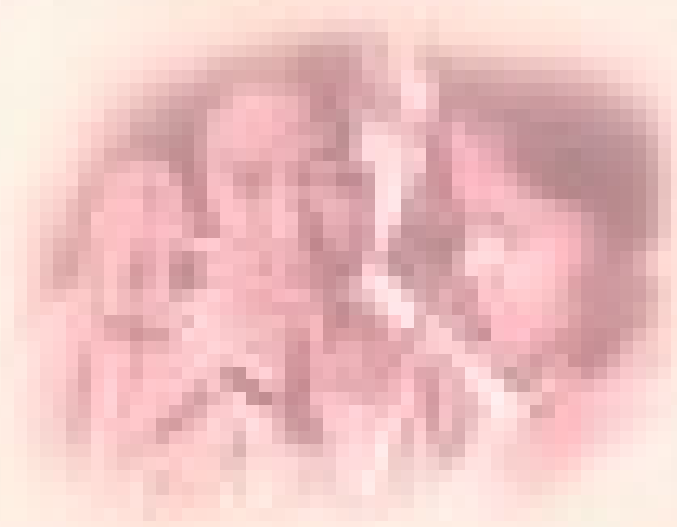
洪秀敏 夏 婧 邓亚男 薛 婧 译



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

科学史与科学哲学导论

第2版



科学史与科学哲学导论

科学的探索者

——科学史与科学哲学导论

科学史与科学哲学导论

科学史与科学哲学导论

科学史与科学哲学导论

科学史与科学哲学导论



国际科学教育新视野译丛

主编 / 庞丽娟

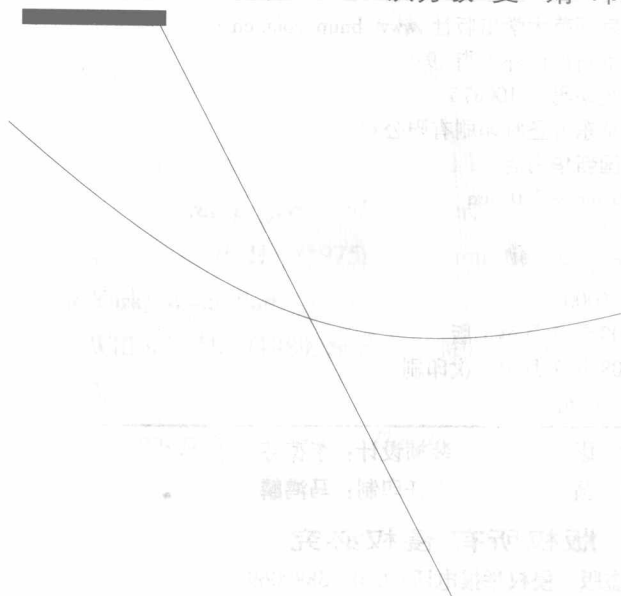
THE NATURAL INVESTIGATOR

科学的探索者

—— 小学与中学科学教育新取向

[美] Michael Bentley, Christine Ebert, Edward S. Ebert 著

洪秀敏 夏 婧 邓亚男 薛 婧 译



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

The Natural Investigator 1st edition Copyright © 2000 by Wadsworth, a division of Cengage Learning.
Original edition published by Cengage Learning. All Rights reserved.
本书原版由圣智学习出版公司出版。版权所有，盗印必究。

Beijing Normal University Press is authorized by Cengage Learning to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only (excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由圣智学习出版公司授权北京师范大学出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内（不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾地区）销售。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

本书封面贴有 Cengage Learning 防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号（图字）：01-2006-3410 号

图书在版编目(CIP) 数据

科学的探索者：小学与中学科学教育新取向 / (美) 本特利 (Bentley, M.) 等著；洪秀敏等译. —北京：北京师范大学出版社，2008.7

(国际科学教育新视野译丛—庞丽娟主编)

ISBN 978-7-303-09380-9

I. 科… II. ①本… ②洪… III. 科学教育学—教学研究—中小学 IV. G633.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 096709 号

出版发行：北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码：100875

印 刷：北京东方圣雅印刷有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：170 mm × 230 mm

印 张：26.25

字 数：395 千字

印 数：1 ~ 5000 册

版 次：2008 年 7 月第 1 版

印 次：2008 年 7 月第 1 次印刷

定 价：42.00 元

责任编辑：谢 影

装帧设计：李葆芬

责任校对：李 菡

责任印制：马鸿麟

版权所有 侵权必究

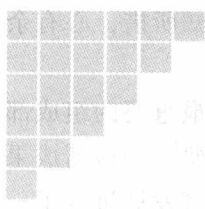
反盗版、侵权举报电话：010-58800697

北京读者服务部电话：010-58808104

外埠邮购电话：010-58808083

本书如有印装质量问题，请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话：010-58800825



译丛总序

当前，科学技术蓬勃发展，国际竞争日趋激烈，世界在此之中急速发展。科学技术的日新月异以及其对人类和社会发展日益巨大、深刻的影响作用，使得提升国民的科学文化素养和创新能力凸显出更为重要和迫切的现实意义。在此背景下，科学教育的重要性日益彰显，科学教育的改革与发展受到了前所未有的关注与重视。而儿童期是培养年轻一代科学素养的重要时期，儿童科学教育作为科学教育的基础组成部分，其重要意义不言而喻。正因如此，儿童科学教育在我国整体教育改革中占有越来越重要的地位，人们日益意识到儿童科学教育对青少年儿童发展和社会发展所具有的独特价值和意义。当前，在我国，儿童科学教育问题已成为教育领域中一个备受关注的核心话题。

但是，客观地说，就目前现状而言，我国儿童科学教育无论是在研究领域还是在实践领域都还是一个相对薄弱的环节。尽管许多研究者日益关注儿童科学教育问题，但是由于我国的科学教育研究起步相对较晚，对科学教育中的许多重要、核心问题的探讨尚处于初始阶段，对儿童科学学习与探究的规律、特点、过程、机制和影响因素等问题还缺乏深入的研究，尚缺乏实证性的系统、深入的研究结论，因此能够为广大科学教育实践工作者提供的研究成果也相对有限，一定程度上难以更为有效地为实践工作者提供更为直接而具体的指导和帮助。而从当前儿童科学教育的实践现状来看，由于我国科学教育直接脱胎于传统的科学知识教育，科学教育改革尚处于探索阶段，距离时代和社会对教育改革的要求、对学前儿童和青少年科学素养培养的要求还存在相当的距离。在科学教育的实践中，广大科学教育工作者也面临着诸多的困惑与问题，许多在教学第一线的老师对科学教育存有不少的迷惑与困

001

译
丛
总
序

难，他们常常在科学教育的新理念和教育实践之间感到不知所措，心有余而力不足，期待帮助。

从国际视野看，科学教育改革与发展作为教育改革的最重要的组成部分之一，研究者们展开了大量的研究工作，这些科学教育研究的最新成果为科学教育的发展提供了新的理论和科学基础，使科学教育发展进入了一个新的阶段；不仅如此，许多教育工作者通过探索和实践在尝试将科学教育的新理论、新成果与实践相联系和融合方面积累了很多经验，也形成了很多行之有效的科学教育方法和策略。

正是基于这样的背景和基础，为了满足我国基础科学教育改革中理论研究和实践发展的迫切需要，开阔科学教育理论研究者与实践工作者的视野，借鉴国外先进的教育研究成果和实践经验，我们决定翻译出版“国际科学教育新视野译丛”。本套丛书以前沿性、新颖性，理论研究、实证研究和实践指导密切结合，儿童发展研究和教育研究紧密结合为主要原则，选取当前国际科学教育领域中有影响、有价值的研究成果进行翻译，较为系统地介绍国际科学教育发展中的最新研究成果、科学教育新理论以及实践的新进展，力图为广大科学教育研究和实践工作者构建了解、把握国际科学教育研究和实践新信息的平台，为推进我国科学教育研究、促进实践的改革和发展提供有益的借鉴和启发。

具体地说，本套译丛还具有以下几个突出特点：

第一，注重提供对科学和科学本质的诠释。关于科学和科学本质的教育是科学教育中既非常重要又是基础性的内容。科学到底是什么？科学的过程究竟是怎样的？在科学教育的过程中如何真正体现科学的本质？教师如何真正开展体现科学本质的探究式科学教育活动？……事实上，我们现今科学教育中的诸多问题归根结底常常是由于对科学和科学本质缺乏认识或错误的认识所造成的，教师对科学性质的认识程度比其拥有的科学知识更影响教育效果。因此，本套译丛非常关注国外研究者、教育者对科学、科学本质的阐述和对科学过程的诠释，力图帮助教师们进一步理解科学的内涵，在科学教育的实践中更好地把握科学的本质，以改善科学教育实践，促进科学教育的发展。

第二，注重关注儿童的科学学习过程与规律。儿童科学教育要以儿童



为中心，基于对儿童如何学习科学的过程与规律的认识。当前的科学教育实践中之所以还存在不少问题，缺乏对儿童科学学习规律和特点的认识是最重要的原因之一。本套译丛以儿童认知发展理论、脑科学研究的最新成果为基础，集中体现了对儿童科学学习过程的关注：他们怎样认知世界，怎样体验世界，怎样提出问题，怎样生成概念，怎样在探究过程中建构知识，以及主体的情感、经验因素和外在客体因素对儿童科学学习和认知发展的重要作用，等等。集中体现儿童科学学习的最新研究成果、以儿童的科学学习过程为基础来阐述相关科学教育问题是本套译丛的一个重要特色。

第三，注重以儿童的科学概念和科学经验为基础，构建适宜儿童发展的科学活动。我国以往的科学教育，多是以活动为中心，儿童围绕教师预设的活动进行探究，由于教师缺乏了解儿童科学概念发展的特点，在设计活动时常常无法体现一个主题下各科学概念的层次和联系，缺乏对儿童已有科学概念与经验的关注。在本套丛书中，所提供的科学经验来源于儿童的日常生活，来源于儿童在生活中对事物的兴趣、疑问和关注而产生的问题；科学经验以适宜儿童发展的、有价值的基本科学概念为基础。在此基础上，提供多系列的适合不同年龄儿童特点的科学活动，这些科学活动均以儿童的科学概念和科学经验为基础，围绕多个主题展开；针对每一个主题往往又设计了一系列由易到难、从简到繁、层层深入的科学活动。这些科学活动适宜于儿童的发展特点与需要，从而能够逐步将儿童引领进有趣的科学发现与探究之中。

第四，立足于科学教育的实践需求，将科学教育新理念与有效的教育实践紧密融合。我国科学教育工作者所面临的突出问题之一就是如何真正理解科学教育的新理念并将新理念转化为有效的教育实践，如何提升进行科学教育的能力和素养，这既是广大科学教育实践者最关心的问题，也是他们从事科学教育实践活动的难点与制约。而当前可供教师们参考的这方面的研究成果与资料相对较少。该套译丛着眼于我国教师的实践需求，从科学教育的实际需要出发，既详细阐释相关科学教育的理论、新的研究成果、新的科学教育思想和理念，同时又关注科学教育理论与成果在教育实践中的应用，详细探讨了科学教育的有效方式和方法，提供给教师许多帮助其指导儿童科学学习、在班级中改进科学教育实践的具体建议，并指出和分析了许多教师在科

学教育实践中可能遇到的问题，提出了相应的解决方法与策略，集中体现了科学教育理论与有效教育实践的切实融合，对我国教师的科学教育实践具有重要的参考与借鉴意义。

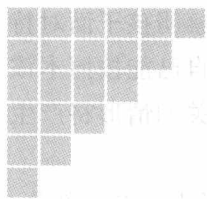
本套译丛的首批译作主要有《儿童像科学家一样——儿童科学教育的建构主义方式》《建构儿童的科学——探究过程导向的科学教育》《儿童早期的科学经验——一种认知与情感整合的方式》《新小学科学教育》和《科学的探索者——小学与中学科学教育新取向》五本。这几本书都是当前国际儿童科学教育著作中较有代表性和影响较大的，集中反映了当前国际科学教育理论和实践的新进展。进一步地，我们还将陆续选择国际科学教育方面的最新著作进行翻译并出版。在本套译丛即将出版之际，我们首先要感谢译作原作者的思想和智慧，感谢参与本套丛书统整和校对的所有工作人员，感谢北京师范大学出版社的大力支持，特别是本套丛书的策划谢影编辑的辛勤付出。

科学教育改革作为一项系统工程，对我国基础教育整体改革具有不可估量的意义和作用。我们期望通过“国际科学教育新视野”这一译丛，为我国科学教育的改革注入新的活力，为科学教育研究提供新的视角，为科学教育实践的发展提供有益的借鉴和启示。我们衷心希望本套译丛对于所有关注儿童科学教育的理论与研究工作者，对于所有对科学教育实践感兴趣的教师，以及所有对儿童怎样学习和探究世界感到好奇与关注的人，都将具有重要的启发和指导意义。

科学是美丽的，愿我国的科学教育研究与实践迎来更加迷人的春天！

庞丽娟

2005年9月于北师大



序言

那些在治理国家的艺术上有所思考的人相信，帝国的命运依赖于对年轻人实施的完全的教育。

——亚里士多德

这是一本有关于小学和中学科学教学的书。该书针对的对象是那些着手准备教学和那些希望教学技能变得更为熟练的教师。这本书的写作，更是特别为那些能将教学理解为不仅仅包含知识的重复的教师们。教育是一项要求思想者能将发展良好的人类思维的美丽与价值联系起来的专业。

从本书开始部分，你将得到的忠告是：尽责的科学教学研究是复杂和充满挑战的，即使你有过多年的课堂教学经验，它也会促使你不断地忙于学习。正因如此，我们写的这本书将成为有用的教学指南并在将来的很多年里成为一种资源。

本书由我们三个人一起写作完成。在合作的过程中，我们分享了科学教学和促进科学教师个体自我发展方面长达四分之三个世纪的经验。我们希望在本书中与你分享的经验能帮助你明确课堂中的挑战，并帮助你更好地理解科学与科学教育的本质。显然，科学教学和科学学习已经成为我们三个人整个成年生活中的兴趣。我们最后希望你也能分享我们对这一学科的热情。

你将会看到本书分为五大部分，共包含十四章。第一部分的三章为你介绍了科学的远景，以及科学在小学和中学课程中的地位。虽然科学似乎一直以来都是你教育经验的一部分，但是，它并没有在我们相对年轻的国家教育课程体系中取得强有力的地位。通过了解这些年来科学教育中的一些试验和挫折，你可能会为之惊讶。

第二部分试图为你提供关于儿童如何学习，以及如何察明孩子面对特定主题时的真实想法的深入考察。虽然你将会无数次相信自己能按照本该可能的样子清楚的呈现一堂课，但是，与孩子已有经验有关的情形将产生与你的预期完全不同的结果。

第三部分紧紧聚焦在以建构主义哲学为指导的科学教学上。在这部分，你将找不到备课内容，也找不到某种间断的活动来占用整个学年。与之相反，我们提供的所有内容将成为动态的、交互的、既动手又动脑的教育方法的组成部分。而这些教育方法将激发孩子好奇的天性。培养你根据给定的任意主题开发有意义的科学课的能力是本教材的目标。综合看来，这些章节的目的是帮助你更容易地让科学教学成为你每日课堂中最令人兴奋的时光。

第四部分我们转而更详细地考察了科学在课程中更宏观的图景。科学议题、科学技术与社会，以及对重要科学革新的影响力的讨论将论证科学在小学和中学中的深远意义。该部分还包含了我们对评价问题的讨论。时代的号角呼吁学校的责任心，这比起教室里的教师能够准确地确定孩子通过教学指导能获得什么更为重要。

最后，第五部分将为你提供一个资源概略和很长的参考资料目录。本书的这些部分为你提供了作为课堂教师通过利用众多资源发生作用扩展学习的方法，同时在为寻求全书更详细的内容提供方向的过程中予以体现。我们鼓励你经常利用这里提供的资料。

特别提出的是，本书为你的科学方法课提供了非常有价值的资源。有可能与本教材配套订阅的信息检索学院版能让你获得有关我们讨论的任何话题的最新信息。在动态变化的教育世界里，新信息总是能得到利用、教育的争论总在不断继续、教育技术进步也在快速发展。然而，这基本上是一个长期而持久的过程。因此，信息检索学院版会对你更有帮助。在本书中，我们可以为你提供合理的和基本的教学法，而信息检索学院版能让你了解每个话题的前沿。

许多基于信息检索学院版的活动贯穿于本教材的始终。然而，请不要感觉受这些活动的限制。无论什么时候，都要根据你的需要来利用信息检索。你可能会想知道关于已有观点的其他一些看法。你也可能发现自己特

别对某一特定话题感兴趣。此时，你可以利用信息检索学院版查找其他资料。除了为你寻求巨大的知识群提供途径以外，通过信息检索学院版将因特网作为真实的探究工具时，你将获得富有价值的经验。

在利用本教材工作时，你可能很早就注意到，书中每一章都以一段引语作为开头。我们考虑的这段引语会与下文的材料有联系。在所有的案例里，我们会引用一些聪明而又博学的人们作为例证。在一些案例中，他们的智慧源于多年来他们对这个世界的思考。而在其他案例中，这些智慧来自那些拥有数十年经验的人。我们可以从所有这些人身获得借鉴。

在开始进入正文之前，现在谈最后一个问题。这是一个更为个性化的世界。在写作本书的数年间，作者的家庭中诞生了三个孩子和两个孙子。即使是富有经验的教育家我们也应该提醒自己：要相信每个孩子都依赖家庭成员充满爱的养育照料。身体、情绪和智力转换的发展将会贯穿孩子的一生。当这些孩子进入学校学习时，教师，比如你，将轮流承担这种教育引导的责任。我们已经提到，作为一名教师，你的影响将会永远持续下去。

你可以在成为一名教师的过程中体会到如此大的责任。教师不仅要了解这个话题，还要知道孩子如何学习，以及如何评价他们的思想。这是一幅更宏大的图景，远远超越了一系列精巧的小活动，而这也正是本书试图传递的思想。当你正在为成为一名专业的教育者，或者为打磨自己的专业技能而工作时，你会发现自己正在向改变个人对科学的态度挑战。唤醒你的好奇心永远都不会晚。实际情况可能是，比起你从本教材或你的方法课程中学得的知识，好奇心的唤醒可能对你最终成功成为一名科学教师更为重要。实际上，成为一名教师的责任感会令人肃然起敬，但是我们赞成你选择一项在这个世界上你能真正有所作为的职业。

目 录

第一部分 审视科学世界

第一章 有关科学本质的观点 /003

什么是科学 / 003

怎么区分出科学家 /004

科学的操作性定义 /008

科学作为问题解决 /010

科学的过程 /011

快速回顾 /012

科学与文化 /013

语言和隐喻的影响力 /014

假设、模型、理论和定律 /015

科学与技术 /016

快速回顾 /017

科学和哲学 /018

实证主义 /018

建构主义 /019

比较实证主义和建构主义 /020

建构主义和科学的教学 /022

快速回顾 /023

001

目

录



CONTENTS

结论	/024
第二章 小学和中学阶段的科学知识	/027
小学和中学科学的范围	/027
更少即更多	/028
科学内容的框架	/029
快速回顾	/031
国家教育标准	/031
物质科学	/031
生命科学内容	/033
地球和空间科学内容	/035
附加的内容领域	/038
快速回顾	/042
实施深度导向的科学课程的障碍	/042
结论	/044
第三章 科学教育：教室内的新基础	/046
学校课程中的科学	/047
简要概览科学如何成为教育的一部分	/047
当代公立学校的科学条件	/050
尝试解释已发现的结果	/052
快速回顾	/053
为什么科学在小学和中学很重要	/054
科学是实用的	/055
科学是人文的	/058

CONTENTS

快速回顾	/058
为情感和价值观而教	/059
科学教育中的情感领域	/059
发掘儿童的学习潜力	/063
价值观的形成	/064
激发儿童学习科学	/065
快速回顾	/072
对有抱负的教师的蕴意	/072
教育的比喻	/073
你需要知道的知识基础	/075
快速回顾	/075
结论	/075

第二部分 科学教学的心理学基础

第四章 儿童的认知发展与科学学习	/079
儿童的科学与建构主义	/079
期望的教学效果和实际的教学效果	/080
儿童的科学与科学家的科学	/084
建构主义在实践中的运用	/086
儿童的错误概念	/089
快速回顾	/091
促进概念的发展	/092

CONTENTS

概念发展模型	/092
概念发展模型的教育意义	/101
快速回顾	/102
结论	/103
第五章 探明儿童对科学的概念	/105
访谈的目的	/106
访谈的动态过程	/106
访谈的本质	/107
不同水平的挑战	/108
用于设计访谈的组合问题	/112
寻找归纳概括和操作定义	/114
快速回顾	/118
进行访谈	/119
分析访谈的回答	/121
个体和小组的理解模式	/121
将与概念发展有关的回答分类	/127
确定教育含义	/129
快速回顾	/133
寻找访谈的时机	/134
人力资源	/134
给班级做抽样调查	/135
修改班级讨论	/135
快速回顾	/136



CONTENTS

结论 /137

第三部分 小学和初中的科学教学方法

第六章 发展儿童作为天生探索者的能力 /141

儿童的问题 /141

探询 /145

探询的方法 /146

探询的发展 /149

快速回顾 /156

科学加工能力 /156

基本的科学加工技能 /157

观察 /157

综合的科学加工技能 /168

快速回顾 /169

结论 /169

第七章 在科学中探究 /170

有不只一种探究方法 /170

探究的类型 /171

试误法 /171

记录 /174

预言测试 /176

产品测验 /180

005

目

录



CONTENTS

实验	/183
设计一个实验	/184
反思	/189
形成模型	/190
发明	/194
儿童的发明	/196
发明的水平	/196
物体是如何运作的	/197
结论	/205
第八章 科学课程的设计	/207
科学教育的三个组成部分	/207
内容、态度与过程	/208
贮存率	/208
发现学习	/211
学习圈	/212
概念变化的教学	/215
促进发现法的交互式策略	/218
快速回顾	/223
结论	/224
第九章 建立真实世界的联结	/226
关联事物与科学教学	/226
相关联结的方法	/228
真实事例	/228