

THOMSON  
LEARNING

实践新课程教学参考  
SJXKCJXCK

# 走进中小学科学课

## 建构主义教学方法

(第二版)

(美) 大卫·杰纳·马丁 \ 著  
于力华 华瑞年 贾志宏 \ 等译

長 春 出 版 社

实践新课程教学参考

# 走进中小学科学课

建构主义教学方法

(第二版)

(美)大卫·杰纳·马丁 著

于力华

华瑞年

贾志宏

等译

ZOU JIN ZHONG XIAO XUE KE XUE KE

长春出版社

图书在版编目(CIP)数据

走进中小学科学课.建构主义教学方法/(美)马丁著;于力华等译.—长春:长春出版社,2003.1

书名原文:Elementary Science Methods:A Constructivist Approach  
实践新课程教学参考

ISBN 7-80664-483-0

I.走... II.①马...②于... III.①自然科学-教学法-中小学 ②社会科学课-教学法-中小学 IV.G633.982

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第103206号

责任编辑:张云峰 封面设计:郝威

First published by Wadsworth, a division of Thomson Learning.

All Rights Reserved.

Authorized Simplified Chinese by Thomson Learning and CCPH.

No part of this book may be reproduced in any form without the express written permission of Thomson Learning and CCPH.

长春出版社出版

(长春市建设街43号)

(邮编130061 电话8569938)

吉林省吉育印业有限公司印刷

新华书店经销

787×1092毫米 16开本 30.375印张 2插页 482千字

2003年1月第1版 2003年1月第1次印刷

印数:1-5000册 定价:45.50元

## 第二版前言

自从《走进中小学科学课：建构主义教学方法》第一版出版以来，基础科学教育已经出现了几个重大的进展。

其中之一是针对科学教育的“学生成绩报告单”的变化。第三国际数学与科学研究机构（TIMSS）对41个国家1995学年在校的近50万学生实施的试验结果表明，美国4年级学生的成绩仅次于韩国，8年级学生的成绩处在所有国家的中间水平，而12年级学生的成绩几乎在所有国家的学生中最低。当然，这些顺序是根据许多阐明因素的科目统计得到的。但是，1998年1月，在明尼阿波利斯召开的教师科学教育联合会（AETS）的会议上，我听到来自高年级的科学教育者的一个评论，使我记忆犹新。他说：“那不是感兴趣”，“教师可能知道，他教的美国孩子中，科学知识掌握最多的成绩反而最低，当然，他也可以知道，他教的美国孩子中，科学知识掌握最少的成绩却最高。”

这个评论的另一个说法就是：教孩子们如何做科学要比教他们如何学科学更好。

这就是本书的目的所在。本书是这样一本书：帮助基础科学教育的学生学会如何去做科学；阐述过程要比结论强得多；运用科学的题目为工具学习如何做科学；关于探索——疑惑——好奇——思考的过程；关于构建扎实的和有根据的概念，这种概念是从培养学生持续的求知欲的新体验中来构建及重新构建起来的。

另一个主要进展是国家科学教育标准已经广泛传播。虽然对任何类别国家教育标准的激烈辩论是可取的，然而在他们的暗示中却有潜在的危险。从以过程为目标进行调查的观念出发，国家科学教育标准在所有的年级都已对形成科学的教学做出卓越贡献。为了帮助读者用本书中的标准确立材料，支持本课的个人标准在书的页边处给出。我真诚地希望学校和教师能够采用此标准，在基础科学课程中发展以过程为目标的教学，教孩子们如何去做科学而不是教他们如何去学科学。

第三个主要进展是在互联网上适合基础科学教学的信息激增。教师从网上可获得课堂计划且在網上能研究从指纹到树木年代学的任何题目。孩子们可以获得他们曾经想知道的所有信息。一些网站在这次出版

时已被写入教材，第十章——基础科学教育中的技术也随之全面更新。我强烈地要求建构主义者和学生们继续使用他们自己认为感兴趣或有用的网站，并且时时刻刻检查这些网站，以确定它们仍然还存在。

这次出版其他更新的部分包括：第6章中残弱儿童的科学教育一节及加纳的多元智能理论一节，注意了多种文化的争议，特别是美国当地文化，贯穿于本书。

卡尔·萨根（Carl Sagan）收到这本书第一版的复印件后不久出版了他的书《魔鬼出没的世界》（《The Demon - Haunted World》）。他在写给我的一封信中说：“我希望一切都会很好，用你的努力来改变科学的教学吧！”

这当然不是我，而是你！用这种科学方法更有效地教授那些构建自己知识的孩子们吧，你将改变科学的教学。

大卫·杰纳·马丁（DAVID JERNER MARTIN）

肯尼索，佐治亚州（Kennesaw, Georgia）

1999年6月

## 第一版前言

孩子们通过做科学来学习科学……通过询问他们感兴趣的问题，应用科学过程来探索他们问题的答案，利用他们已经拥有的知识，形成个人的知识结构，来构成新的发现。这就是建构主义教学法的精髓；从个人自己的经历和思维构建自己的知识。本书从构成知识的角度出发，拟对学前至小学6年级的学生进行科学教学。它利用建构主义的教学方法去教学生。在小学的科学教学活动中，建议学生在课堂上做大量的自由探查活动，以此来构建他们自己的概念。学生们进行这些活动并且在小组中或全班级范围内讨论调查结果——非常像教师们指导他们的基础科学课。

最后，教师必须提供孩子们在课堂上构建知识的方法论，建议使用的以过程为目标的调查活动超过150个，每一个都针对一个年级，且每一个都是自由式的，所以教师们应鼓励孩子们去发展和形成他们自己的调查研究。课本中设置了各种活动，在这里，讨论了孩子们阐述的概念，所以孩子们马上就能看到在课堂上如何使用这些概念。在教材中广泛应用了儿童文学的内容，以鼓励科学地理解知识和写作能力的协同。

教材共分三个部分。第一部分是学生们构建基础知识。他们认为的基础科学教育的目标；科学过程；在以过程为中心的教学法中内容的角色；建构主义者的教学范例；鼓励学生们探查的方法；与不同的学生相融共处的方法；多种文化的差异程度和可靠的评估方法等。第二部分扩展了学生们对基础科学过程的探讨，包括文学上的和其他跨学科的题目；技术设备；概念图；概念及相对于低年级适合的科学的原理和职业教育等。第三部分描述了代表建构主义科学教育的最终模型。

这部教材不仅适合于毕业后工作的学生，而且同样适合于在校学生。通过使用这本教材，没有经历的在校学生将构建起建构主义的概念，同时也能构建起以调查研究为目的的科学教学法。毕业后工作的学生将考虑在探查的过程中使用先进的模型及进行跨学科的研究，包括科学——技术——社会，使用技术，探究教学内容和方法论的成果，通过探查活动研究促成职业教育的方法，通过倾听的教学法构建精妙的模型。



在我 30 年从事从幼儿园到大学的科学教育过程中，我的亲身经验就是：只有孩子们自己做的科学才算是真正的科学。在这本以实践为主的教材中，我大胆而坚决地认为，在小学的科学教育中，一定要采用实践法、过程导向法和建构主义调查的方法。通过本书的导引，那些准备从事或正在从事科学教育工作的人们将会发现，科学教育是有趣的、能够令人受到刺激的、能够得到回报的，也是能够获得巨大成功的。

## 致 谢

没有那么多人的支持和帮助，这部著作是不能得以完成的。在这里，我要特别向以下人士致以谢意：

琳达·韦布（Linda Webb）博士，她校阅并审订了第一版和第二版的草稿，而且她的激励也推动着我前进。

邦妮·希金斯（Bonnie Higgins）女士，这是一位从事多学科间建构主义教学的一年级教师，她为本书做了许多研究工作，她对儿童文献的兴趣促使她为本书提供了大量的可供引征的文献。

威廉·M·雷纳德（Willam M. Reynolds）先生，一位肯尼索州立大学美术教育专业的在校大学生，他极具开拓辉煌事业的潜力，他绘制了第11章中的图表，并对其进行了计算机处理。

保罗·哈尔特伯格（Paul Hultberg）先生，他既了解孩子又懂得教育，因而他所拍摄的照片才能将这两点完美地结合在一起。

乔治亚州科布的赛得利亚公园小学的教师、孩子及校长朱迪·西格本（Judy Thigpen），他们热情地接受我作为他们的同事，并为我提供了有价值的经验，他们也允许我拍摄了那里的照片。

恩斯特·冯·格拉赛斯菲尔德（Ernst Von Glasersfeld）教授，他校对了第4章的材料。

劳雷特·麦克米兰·豪威尔（Loretta McMillon Howell）博士，他进行了校对、审订工作，并提供了大量的有价值的多文化材料。

托尼·斯特利克（Tony Strieker）博士，他对第二版进行了校对、审订工作，并增补了许多有关低能儿童的材料。

欧阳荣华（Ronghua Ouyang）博士，她进行了校对、审订工作，并增补了许多有价值的有关教育技术的材料，而且也耐心地帮助我们准备了许多计算机图片。

米歇尔·莫雷（Michael Murray）先生，他对第二版进行了校对、审订工作，并增补了许多有价值的有关教育技术的材料。

爱德华·C·罗西（Edward C. Lucy）博士（教授），我的顾问、同事和朋友，他对本书进行了校对、审订，并提供了许多有价值的资料。

帕姆·雷因（Pam Rhyne）博士，他对本书进行了校对、审订，并为



第 12 章生命科学部分提供了许多有价值的资料。

伽瑞·路易斯 (Gary LeWis) 博士, 他对本书进行了校对、审订, 并对第 12 章的物理、地球、太空科学部分进行了增补。

安尼特·凡布雷克尔 (Anita VanBrackle) 博士, 他在用数学方法处理材料方面提供了帮助。

简·康姆 (Jane Comer) 女士、阿什丽·迈泽 (Ashley Mize) 女士和贝蒂·海丝里克 (Betty Hesrick) 女士, 她们对早期草稿的审阅极大地鼓励了我。

德尔玛 (Delmar) 出版公司的编辑爱尔兰·欧康纳·泰勒 (Erin O' Connor Traylor) 和韦德斯沃斯 (Wadsworth) 出版公司的编辑黛娜·林赛 (Dianne Lindsay), 他们一直鼓励着我, 并知道在适宜的时候说适宜的话。

所有以各种方式在我多年工作中予以支持执教的同事们。

学院课堂中的同学们, 他们使我懂得什么是奏效的, 什么是不奏效的。本书中大量吸收了他们的思想和照片。

以下诸位同事在审阅书稿过程中也对本书作出了指正:

达拉斯大学的乔治·M·克利斯 (George M. Christ);

南佛罗里达大学的舍利·莱因斯 (Shirley Raines);

圣贝的狄诺市的加利福尼亚州立大学的约瑟夫·耶逊那德达斯 (Joseph Jesunathadas);

圣罗斯学院的罗斯玛丽·卡美伦 (Rosemary Cameron);

俄亥俄大学的玛格丽特·金 (Margaret King);

内华达大学的约翰·佳能 (John Cannon);

弗雷斯纳的加利福尼亚大学的玛丽林·舍尔顿 (Marilyn Shelton);

斯蒂尔曼学院的伊莫金·卡洛尔 (Imogene Carroll);

格林威尔中学的约安·可斯科·西蒙斯 (JoAnn Kosko Simmons);

拉斯雷学院的诺曼·迪 (Norman Dee);

匹茨堡州立大学的卡洛林·费伦巴支 (Carolyn Fehrenbach);

詹姆斯·麦迪逊大学的查理斯·沃特逊 (Charles Watson);

斯格尔格拉夫特学院的伊芙林·伽利格斯 (Evelyn Gallegos);

向以上所有这些人和其他提供过帮助的人致谢!

## 致 学 生

欢迎对基础科学教育的探索！

在低年级从事科学教育并非是一件难事。科学是孩子们最感兴趣的追求之一。小学生喜欢修修补补、喜欢探险、喜欢试验、喜欢观察事物、喜欢讲述他们观察的结果、喜欢探究事物的来龙去脉。他们喜欢玩磁铁，发现有些东西虽然隔着水、塑料或沙子都可以被吸附到磁铁上，而有些东西却不能，他们发现磁铁的端头有的互相吸引，有的相互排斥。他们对毛毛虫变成蝴蝶感到特别惊奇。他们对于物体的摆动和平衡感到兴奋。他们对季节的轮换、太阳的升降、广袤的星空、月亮的圆缺、岩石的不同颜色、种子的发芽等都感到不可思议。他们喜欢像科学家那样探索这样或那样的现象，喜欢尝试新鲜事物，例如他们喜欢尝试将气泡吹得更大或试图使气泡保持尽量长的时间。

但是，孩子们天生的探索兴趣还是需要引导的，孩子们仍然需要受到许多年的科学教育。教科书中包含许多学生可以接受的信息，讲解教材就成了教师的一项必要的工作，以确保孩子们能够学会面前的材料。

21 世纪的科学教育的重心正以以教师为中心的方法转向根本不同的以孩子的好奇心为中心的方法。孩子们以适合自己的方法去解释面对的信息应当得到鼓励，这包括让孩子自己去获取经验。今日科学教育的焦点不应只停留在知识传授方面，有能力的从事基础科学教育的教师应该鼓励孩子们的好奇心，激发他们提出问题，并鼓励他们自己寻找答案，得出结论。

孩子们在科学实践中获取科学知识，他们个人应用科学过程从事科学探索活动。因此，本书试图推出以过程为目标的科学教育方法。它强调从过程当中获取能力和动手的经历，以发展学生在面临的现象之中发现问题并通过自己寻找答案的能力。大家将会发现，质询的方法将代替讲授的方法。

本书采用了建构主义的方法，大家将学会使用孩子们在课堂上学习从事科学活动的方法从事科学教育活动。将发展出从事基础科学教育活动的属于自己的概念。有许多问题等待大家去解决，书中有许多问题而不是答案，这是必须由大家自己去找到答案的。

每一个主题之下都有一个或数个个案或实践活动以推动你构建自己的概念。主题的提出是导入式的，以便你在概念导出或界定之前去探究一个现象各种特殊的情形。这样，在你面对一个主题之时，你就可以自己进行概念抽象或作出结论。这要比作者预设结论管用。书中会不时要求你把自己的结论与作者的结论作出比较。希望我们能在某种程度上达成共识。

欢迎大家提出不同的意见并进行讨论。这是人们修正个人观点的惟一途径，这也是建构主义的基本内容。

在本书中有许多被称为“构建你的观点”的课堂活动。它们的设定是为了帮你导出自己的概念，热切希望如果时间允许你能去操作。我们也建议你以四至六人为一组去操作“提出你的观点”课堂活动，并在整个班级公布小组结果。大家将发现，小组活动能促进学生得出其个人结论的能力。以小组形式来完成这些活动是对小学课堂的模拟。

书中的“在学校中”活动阐述了研究中的概念，并展示了它们在课堂中的应有过程。

书中在学习科学的方法旁边提供了可用于教学的为孩子们预设的活动——“在课堂中构建科学”。“在学校中”和“在课堂上构建科学”都仅仅是作为建议提出来的，而不是让你去模拟。建构主义的方法认为，科学调查是某一特定课堂上孩子们特定的需要，而且通常是师生共同发展出来的。页边空白处的刻度表代表的是“在课堂上构建科学”活动的难度。大多数活动所包括的“文学联系”是为了帮助你在科学教育中使用多学科的方法。

本书中页边空白处的注释是参照“国家科学教育标准”而设计出来的，它对应着需要讨论的那个主题，这些注释将引导你按照一定规范进行基础科学教育。

今日科学教育的许多方面在书中都得到检验：教什么，怎样教，启发的适当性，多学科多文化因素，科学中的语言文化的使用，技术的使用，对孩子的评定，教学程序和你的教学活动等。

本书被分为三个部分。第一部分设定了当代科学教育的背景，并引导你从对基础科学教育的目的和目标、科学过程及教学内容作用的思考转向建构主义的方法，转向发展过程指向法，转向对包括多文化因素的学习者的差异性的注意，转向评定结果的不同方法，转向对有关基础科学教学课堂的特定思考。第二部分展现的是与基本科学教学模式相关的探索：读、写、多学科交叉、教育技术手段的应用、概念的构建，以及



GRADE



有关初等科学教育的基本概念和基本原理。第三部分是根据材料而综合出的一种范式。

本书的目标是使你构建起你自己的有关科学教学的个人见解，在课堂上摆脱畏惧，确立自信，构建教学方法和课程依据，这将使你在课堂上成为一名出色的小学教师。

享受探索的乐趣吧！

## 目 录

第二版前言

第一版前言

致谢

致学生

**第一部分 构建基础科学程序...1**

**第一章 科学教育的必要性...3**

基础科学教师需要知道多少科学知识? ...5

科学为今天所知的量...6

科学知识的过时性...6

改变科学知识...7

基础科学教师需要知道多少科学知识? ...7

正确和错误...8

一堂玩具熊课...9

认识未预料的东西...9

感觉...10

倾听...13

科学的过程...13

科学教育过程的历史...14

20世纪60年代的动手实验基础科学方法...15

拥有知识与思维...17

一只神秘的盒子...18

所有权...19

评价学生的思维...20

对科学和科学教学的态度...23

教师的信念...23

隐喻...27

科学教育中所进行的研究...27

结论	28
附加讨论题	28
参考文献	28
<b>第二章 科学教育的今天</b>	<b>31</b>
科学的本质	32
科学的特点	32
科学的产物	34
作为科学产物的物体	34
科学的事实	35
科学的概念	37
科学的概述	37
科学的理论	42
科学的定律	43
对待科学的态度	44
科学的过程	44
科学所具有的跨学科的性质	45
基础科学教育的目标	46
国家科学教师联合会 (NSTA)	46
美国科学进步联合会 (AAAS)	47
国家科学教育标准与评估委员会 (NCSESA)	47
2000年目标:教育美国人行动	49
你都想到了什么?	50
附加讨论题	51
参考文献	52
<b>第三章 科学的过程</b>	<b>55</b>
观察	57
分类	66
交流	77
测量	81
长度	81
体积	83
重量或质量	85
温度	86
时间	87

米制对市制单位…88
预测…94
推断…99
基础过程间的相互关系…105
整体过程…105
摆锤…105
识别和控制变量…110
形成和验证假设…116
数据解释…122
操作性定义…130
实验…132
建立模型…134
过程性目的…141
结论…142
附加讨论题…142
参考文献…142
<b>第四章 基础科学教育中的建构主义…147</b>
建构主义…149
先前的信念…152
概念上的改变…152
认识上的不平衡…153
自我形成的概念的合理性…155
询问式调查…156
建构主义和科学学习…157
皮亚杰 (Piaget), 建构主义者…159
构建知识的机理…159
认识发展的阶段…160
感知阶段…161
预操作阶段…161
具体操作阶段…162
正式操作阶段…167
阶段重叠…170
恐龙和太阳系…170
结论…175



附加讨论题	176
参考文献	176
<b>第五章 调查</b>	<b>179</b>
讲述 - 发现的关联性	180
讲述教学法	180
自由发现教学法	180
指导调查教学法	184
奥苏伯尔 (Ausubel) 的教学模式	186
讲述 - 发现过程的修正	188
指导性调查课程计划	188
微型教学	193
学习正在进行吗?	194
是动手还是动脑?	195
演绎与归纳教学风格	196
谁拥有知识?	196
布鲁姆 (Bloom) 的不同分类	199
结论	202
附加讨论题	202
参考文献	202
<b>第六章 学者差别</b>	<b>205</b>
国家组织机构的地位	207
学生们学习方式的不同之处	207
学习风格	208
视觉、听觉和肌肉运动知觉的学习模式	208
控制中心	211
荣格学习风格的偏好	213
场独立性/场依赖性	218
教师的学习风格	220
多元智能	221
残弱儿童的科学教育	223
性别的偏见	224
各种文化因素	227
多元文化教育中的态度	228
多元文化方法论	228

多元文化课程…230
结论…233
附加讨论题…233
参考文献…233
<b>第七章 评估…238</b>
可靠的评估…240
在基础科学教育中评估什么? …241
过程能力的评估…242
探索能力的评估…248
态度评估…250
内容评估…252
真实可靠的评估方法…252
面试…252
日志…254
档案…255
对有特别需求的孩子的评估方法…259
汇报卡片…260
标准化成绩考试…261
基础科学教师和计划评估…263
讨论…264
附加讨论题…264
参考文献…264
<b>第八章 基础科学课堂…266</b>
信任…267
科学实验成功的策略…272
基础科学实验的安全…273
仪器和实验用品…279
班级里的动物和植物…279
父母的参与…281
课堂组织…281
合作教学与协作学习…283
时间的合理安排…284
课堂管理…285
结论…287