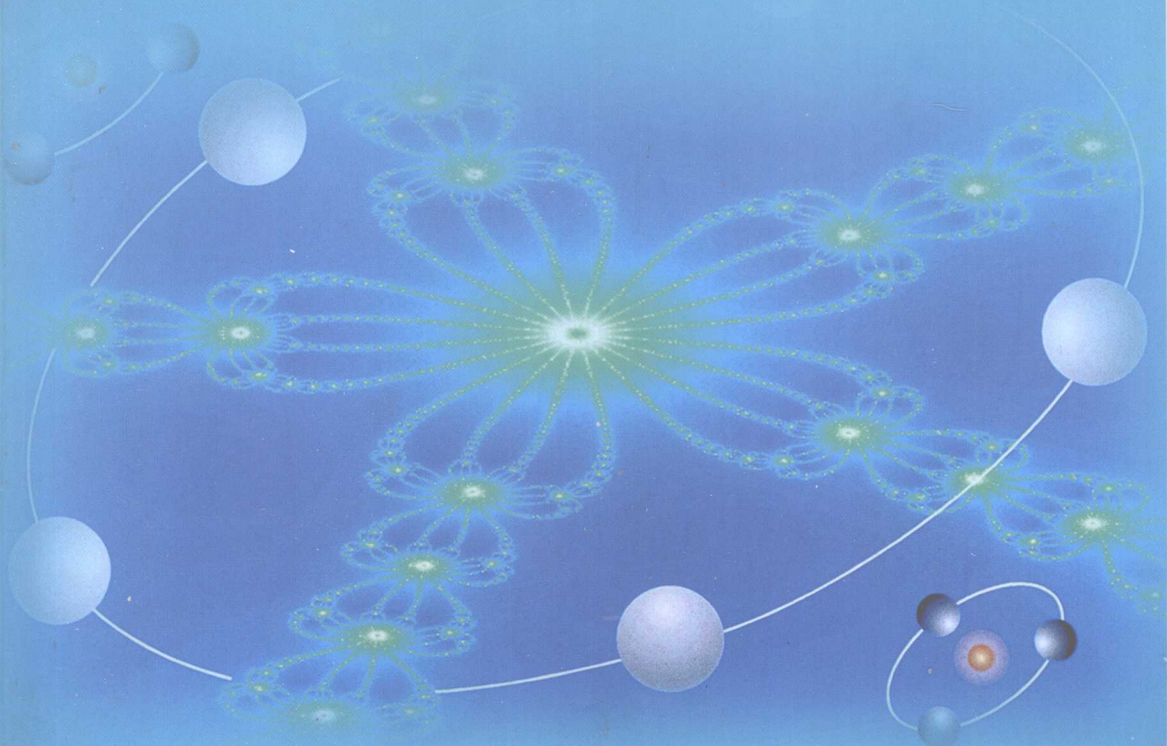


科学教育理论与实践研究译丛

TEACHING SCIENCE
AS INQUIRY

教作为探究的科学

[美] 阿瑟·A·卡琳 乔尔·E·巴斯 特丽·L·康坦特



人民教育出版社

科学教育理论与实践研究译丛

TEACHING SCIENCE AS INQUIRY

教作为探究的科学

[美] 阿瑟·A. 卡琳 乔尔·E. 巴斯 特丽·L. 康坦特

人民教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

教作为探究的科学/[美] Arthur A. Carin 阿瑟·A. 卡琳等著

—北京: 人民教育出版社, 2008

(科学教育理论与实践研究译丛)

ISBN 978-7-107-20899-7

I. 教...

II. 人...

III. 科学教育学

IV. G40-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 119894 号

人民教育出版社 出版发行

网址: <http://www.pep.com.cn>

北京盛通印刷股份有限公司印装 全国新华书店经销

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

开本: 787 毫米×1 092 毫米 1/16 印张: 45.75

字数: 707 千字 印数: 0 001-2 000 册

ISBN 978-7-107-20899-7 定价: 93.60 元
G·14009

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与本社出版科联系调换。

(联系地址: 北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编: 100081)

《科学教育理论与实践研究译丛》

前言

近年来,随着我国教育的不断深入,科学教育研究也蓬勃开展起来。在我国相继出版了一些科学教育理论与实践研究专著,这些著作作为提高广大科学教育工作者的理论和实践水平产生了一定的积极作用。但是,目前我国对于世界发达国家科学教育研究的历史和现状认识得还不够充分,尤其是对一些国际知名的科学教育研究者所提出的科学教育理论、研究方法以及他们的实践经验和研究成果了解得还远远不够。为了弥补以上缺憾,课程教材研究所科学课程教材研究开发中心组织翻译了世界发达国家《科学教育理论与实践研究译丛》。

本套丛书搜集了美、英、日等发达国家科学教育理论与实践研究方面有影响的著作,内容涉及科学教育理论、科学教学模式、科学学习认知研究、科学学习评价、科学教学策略等多方面内容。我们衷心希望该套译丛的出版能对我国的科学教育理论与实践的研究起到积极的推动作用。

课程教材研究所

科学课程教材研究开发中心

2006年11月

译者说明

《教作为探究的科学》是美国一些大学教育学院选用多年的科学教育专业教材。自 1964 年以来，该书经过十次修订改版，此次翻译的是 2005 年的第十版。

本书结合具体教学实例，通俗易懂地阐述了科学探究式教学的理论、特征与方法。本书第十版还特别加强了与美国《国家科学教育标准》的联系，便于读者进一步理解美国《国家科学教育标准》，特别是其中的内容标准。本书虽然原是一本面向师范生的教材，但是对在职教师和从事科学教育研究人员来说也很值得一读，特别是可以使我国读者了解美国的中小学科学教师需要熟悉哪些科学教育的理论、文件及教学方法。

本书特别介绍了 5E 教学模式，即教学过程中要经历参与、探究、解释、迁移、评价五个环节，也就是教学导入引出研究问题、进行研究活动、解释现象和数据并获得科学知识、在新的情境中运用科学知识进一步加深理解、通过各种评价方式使学生展现自己的理解，这是在科学探究式教学中常常要经历的过程。这个教学过程既关注了学生的已有观念，又关注了学生亲身经历科学探究过程，关注学生在学习过程中的观念转变，还关注了形成性的教学评价，以了解学生观念发生转变的程度。

原著配有十盒教学录像，与本书的十章内容相对应。每盒教学录像跟踪一位科学教师一个学年的教学工作，录像分为案例简介、尝试新想法、反思与构建三部分。虽然这些录像未能引进并与本书配套，但从每章文后“教学案例”的内容中读者可以了解一斑。这部分内容也可以引发教师对自己的教学进行反思。

参加本书翻译的人员有（按拼音字母顺序）：廖婷婷、刘翠航、刘健、刘英健、谭永平、张军霞、赵云来等。本书要特别感谢插图作者高巍和郭威，他们耐心、精心地绘制那些复杂的插图，使这些插图看起来精致、生动，为本书添色不少。

全书由黄海旺审稿，由张军霞统稿并担任责任编辑。

由于时间仓促以及我们的能力有限，书中难免有错误之处，在此敬请广大读者予以批评和指正！

纪念阿瑟·A. 卡琳（1929—2003）

我认识阿瑟·A. 卡琳是在本书即将出第七版之时。长久以来，他在科学教育界很有名望。刚接触他之时，我揣测着他会是怎样的作者——是乐于听取意见还是会固执己见？阿瑟总是很开放地接纳新的观点，对每次改版都报以积极的态度。经过与卡琳博士共事，我对他充满崇敬之情。我知道他对科学教育研究非常关注，积极争取科学教师的地位，永远像一个充满好奇心的孩子那样对科学充满激情。他曾经说过下面这段话：

“当你看到你的学生获得和拓展科学知识；当你看到你的学生成长起来，珍惜这个不平凡的世界的时候，你会感到喜悦。我希望你们的教学获得成功。”

在他去世的前几年，我越发认识到阿瑟·A. 卡琳是最受人尊敬的作者之一，是我们四十多年来拥有的财富。我们不愿意与他说再见，今天，我们继承了他在科学教育领域的研究成果，受益于他所作出的贡献。我们为曾与这样一位德高望众的学者共事而感到无比的骄傲。我们永远怀念你，阿瑟！

琳达·蒙哥马利

前言

近几年来，认知学习理论的发展使教育者们认识到：学习者的需要在建构知识的过程中是非常重要的。研究发现，探究式教学方法能够吸引各种类型的学生，帮助他们理解科学与我们生活的关系，理解科学的本质。

探究既是科学家和学生探索世界的方法，也是教学的方法。在这种教学方法中，教师是学生学习的指引者，指导学生提出关于世界的简单但是值得思考的问题，引导他们找寻问题的答案。

探究式教学运用动手做和过程导向的活动促进学生建构科学知识，培养学生的探究技能和思维习惯。探究式教学鼓励学生将已有知识与观察到的现象联系起来，丰富个人的科学知识，理解周围的世界。

有没有在科学课堂上进行探究式教学的好方法呢？

重视科学知识的学习，准确地理解科学探究，设计基于探究的教学活动，教师可以组织成功的科学课堂。《教作为探究的科学》第十版探讨了如何将科学探究方法、科学内容、教学方法、科学教育标准和丰富的科学探究活动相整合，提出了进行科学探究式教学的良好途径。

支持探究的文件与方法

在这一版中，我们以美国《国家科学教育标准》和 5E 教学模式作为科学探究式教学的基础。本书分为两部分。

第一部分：探究式教学方法。介绍了以科学教育标准为指导教小学生学科学必须掌握的基础理论与方法。这一部分能够帮助教师理解和运用探究教学模式。

第二部分：探究式教学活动。这部分以第一部分中介绍的 5E 教学模式作为活动的组织模式，每个活动都对应着相关的科学教育标准的内容，为教



师教学提供了强有力的支持。

美国国家科学教育标准

经过科学教育界多年的工作和研究，迎来了科学教育的新纪元，它的标志是美国《国家科学教育标准》（National Science Education Standards NSES）的出版，科学教育标准指明了科学教育的目的，明确了科学教育的目标。

本书各章及活动都引用了科学教育标准的内容，表明各章及活动都与科学教育标准紧密相关，也体现了科学教育标准在科学教学中的重要指导作用。

5E 教学模式

本书的活动部分是以 5E 教学模式组织的。5E 教学模式有五个环节：参与、探究、解释、迁移、评价。这一学习环在本书的第一部分有介绍，体现了科学教育标准提出的“科学作为探究标准”的精神。5E 学习环巧妙地将科学教育标准结合到探究式教学之中，提供教师许多机会吸引学生参与有意义的科学学习。

科学探究式教学方法

本书的方法部分为理解科学概念、进行科学研究、教学与评价提供了支持。5E 教学模式及其他教学模式能够帮助读者理解探究式教学方法。阅读本书你会发现：

- 对 5E 教学模式的强调；
- 对观念转变的讨论，以及如何在 5E 教学模式中应用观念转变策略；
- 教学评价部分以新版的布鲁姆教育目标分类学为依据；
- 对怎样设计和使用行为表现性评价，怎样创造性地使用传统的评价方式提出了较多的建议；
- 在广泛研究的基础上，关注具有特殊学习需要的学生进行“动手做”的探究活动；
- 介绍了教育技术的新发展以及如何与科学教学相整合；



- 探讨了各种与探究式教学相关的理论，包括什么是科学的本质和学习的建构主义理论；
- 探讨了适于探究式教学的教室环境布置与使用策略；
- 对学生常用的三种研究方法：描述性研究、分类性研究、实验性研究进行了充分的讨论。

教学录像研究

观察教师和学生的教学行为并进行反思，有利于教师反思自己的教学行为以及自己的知识、理念和态度。

教师或师范生观看并讨论教学录像，可以：

- 理解本书中所探讨的内容并运用于自己的教学中；
- 形成问题和观点；
- 相互学习；
- 增加对各种观点和策略的辨识能力；
- 反映出教师们在教学中遇到的真实问题；
- 由于录像中涉及许多科学主题，同时能够增长教师的科学知识。

与本书配套的每一个教学录像跟踪一名教师一段时间的成长，并且特别关注每堂课上采用的探究式教学方法。本书每章中有“教学案例”的内容，其中的“问题反思”有利于读者带着问题观看教学录像，分析录像中的教师在知识、理念、教学计划和教学方法等方面的变化。“教学案例”中包含的教学策略可以为其他教师提供借鉴。

科学探究式教学活动

第十版的最大特点是以科学教育标准的“内容标准”为指导，以5E学习环为模式写作第二部分：科学探究式教学活动。这部分活动便于教师组织学生积极参与探究式学习。

运用科学探究式教学活动

科学探究式教学活动有利于：



● 理解和拓展科学学习内容，组织以 5E 教学模式为基础的探究式教学过程；

● 理解如何根据科学教育标准的“内容标准”组织中小学的科学课程与教学；

● 了解教学中需要掌握的重要的、有意义的科学学习内容和教学方法；

● 帮助师范生准备州级教学理论水平考试；

● 在教师的教学中随时选用活动库中的活动。

总之，本书力图描绘科学探究式教学的理论、特点及实践方法，为广大中小学科学教育工作者及师范生提供有力的借鉴。

参与本次修订工作的有：卡罗尔·布鲁尔、罗斯马丽·康尔斯坦德、马克·R. 马隆、理查德·H. 莫伊、迈克尔·奥戴尔、威廉·里克、约瑟夫·D. 夏普、利奥纳·E. 斯尼德、M. 戴尔·斯特格尔、戴娜·L. 齐德纳等人。特别感谢菲尔·斯温斯古德博士对第九章的大力修改。感谢编辑琳达·蒙塔戈默瑞、霍普·马登等人的辛苦工作。

目 录

第一章 儿童、科学和探究	4
一、儿童为什么应该学习科学	6
二、美国科学教育：过去、现在和未来	12
三、什么是科学的本质	16
四、科学课上我们要教什么	22
第二章 科学方法和科学探究	42
一、科学过程技能	43
二、把科学方法纳入科学探究	54
三、教师和儿童的探究	76
第三章 通过理解学习科学	81
一、儿童怎样学习	82
二、理解性的学习	93
三、学习和认知发展	97
第四章 通过探究教科学	115
一、探究式教学的必要特征	116
二、教师：探究式教学中的关键因素	119
三、探究式教学效果研究	121
四、探究式教学策略	122
五、5E 教学模式中的概念转变	140
六、通过直接讲授教科学	143
七、选择科学教学方法	145



第五章 探究式教学中的提问策略 151

- 一、提问：教师的必备工具 152
- 二、对学生观点的反应策略 163
- 三、形成自己的提问和反应策略 168
- 四、提问中要考虑的事项 174

第六章 科学学习评价 182

- 一、什么是评价 183
- 二、评价和科学探究 188
- 三、设计一个行为表现任务 192
- 四、科学教学评价实例 199
- 五、教学评价：把它们整合到一起 237

第七章 为探究式教学作准备 245

- 一、设计探究式科学课 246
- 二、布置科学教室 267
- 三、分组学习 272
- 四、科学教室里的安全 273
- 五、教室里的纪律 275
- 六、实施学习活动 276

第八章 将科学与其他学科相联系 283

- 一、科学和数学的联系 284
- 二、科学和语文的联系 298
- 三、科学和社会的联系 304
- 四、课程整合 312

第九章 面向全体学生的科学 318

- 一、具有特殊学习需求的学生 319
- 二、作为搭建桥梁的教师 320



三、共同的标准, 共同的评价, 不同的渠道	322
四、面向学习技能障碍学生的科学	327
五、面向智力障碍学生的科学	337
六、面向情感和行为障碍学生的科学	338
七、面向形体障碍学生的科学	339
八、面向视力障碍学生的科学	341
九、面向听力障碍学生的科学	343
十、面向具有天赋和才能学生的科学	345
十一、面向具有不同语言和文化背景学生的科学	348
十二、鼓励并接纳所有学生	352
第十章 教育技术与科学课程	357
一、教育技术	359
二、在科学课上学习技术	361
三、在科学课上从技术中学习	362
四、在科学课上运用教育技术学习	370
五、融入网络时代的洪流	381
探究式科学教学活动	385
第一部分 教探究式的科学	385
一、科学家和学生什么时候探究	386
二、探究式教学的步骤	387
三、探究式课堂的特征	389
四、探究式教学计划	392
五、使用本书中的科学活动	396
第二部分 物质科学活动	398
一、物质的性质	399
(一) 物体的性质	399
(二) 液体的性质	403
(三) 固体的性质: 水淀粉	411



(四) 固体的性质：神秘粉末	413
(五) 气体的性质	418
二、运动和力	426
(一) 摩擦力	427
(二) 平衡尺	429
(三) 杠杆	431
(四) 斜面	434
(五) 滑轮	436
(六) 伯努利原理	439
(七) 摆	445
三、声音	450
(一) 声音的来源	450
(二) 声音的传播	457
(三) 接收声音	460
(四) 挑战声音：“土电话”	462
四、温度和热	464
五、光	479
(一) 光源和光的感受器	479
(二) 光怎样传播	482
(三) 光折射	485
(四) 光反射	491
(五) 光和颜色	495
(六) 光挑战活动：小孔照相机	496
六、磁铁	498
(一) 磁铁和磁性材料	499
(二) 磁铁的相互作用	502
七、电	508
(一) 静电	509
(二) 电路	512
(三) 电磁	520



第三部分 生命科学活动	524
一、生命的基本特征	525
(一) 种子	525
(二) 植物	537
(三) 昆虫	558
(四) 鸟	562
二、生物与环境	568
(一) 鱼缸里的生活环境	568
(二) 陆生动物的饲养环境	574
三、人体系统的结构与功能	581
(一) 人的呼吸系统	581
(二) 人体温度调节系统	590
(三) 人的皮肤及其预防疾病的功能	591
(四) 食物和人体的消化系统	594
第四部分 地球和空间科学活动	617
一、地球的结构	617
(一) 岩石和矿石的特征	617
(二) 矿石的结构: 晶体和结晶	624
(三) 地球表面的结构	631
二、地球上的大气、天气和气候	635
(一) 水循环	635
(二) 天气	645
三、地球上的海洋	657
四、从地球望星空	668
(一) 太阳、月球和星星的位置与运动	668
(二) 太阳系和地月系	682

附录 689

附录 A 美国中小学科学教育 60 年历程回顾 690

附录 B 科学仪器、设备和材料 694



附录 C	材料储存空间和生物饲养空间	697
附录 D	各种动物需要的食物	702
附录 E	中小学科学探究活动安全建议	704
附录 F	测量工具和技术	706
附录 G	美国现行部分小学科学教材	711
附录 H	本书中涉及的美国《国家科学教育标准》内容	713

