

中小学科学教学

—— 基于项目的方法与策略 ——

Teaching Science in Elementary and Middle School Classrooms:
A Project-Based Approach

(second edition)

Joseph S. Krajcik • Charlene M. Czerniak • Carl F. Berger 著

王 磊 等译



高等教育出版社
Higher Education Press

中小学科学教学

——基于项目的方法与策略——

G633.7/64

Joseph S. Krajcik

Charlene M. Czerniak 著

Carl F. Berger

王磊 等译



高等教育出版社

图字: 01 - 2003 - 7389 号

Joseph S. Krajcik, Charlene M. Czerniak, Carl F. Berger

Teaching Science in Elementary and Middle School

Classrooms: a Project-Based Approach, second edition

ISBN: 0 - 07 - 248674 - 0

Copyright © 2003, 1999 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved.

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.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Higher Education Press

本书中文简体字翻译版由高等教育出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw - Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

中小学科学教学:基于项目的方法与策略/(美)克拉耶克(Krajcik, J. S.), (美)查尔内克(Czerniak, C. M.), (美)巴杰(Berger, C. F.)著;王磊等译. 北京:高等教育出版社, 2004. 5

书名原文: Teaching Science in Elementary and Middle School Classrooms: A Project-Based Approach

ISBN 7 - 04 - 015082 - 4

I. 中... II. ①克... ②查... ③巴... ④王...
III. 自然科学 - 教学研究 - 中小学 IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 024118 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 82028899		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京铭成印刷有限公司		
开 本	787 × 960 1/16	版 次	2004 年 5 月第 1 版
印 张	29.25	印 次	2004 年 5 月第 1 次印刷
字 数	540 000	定 价	30.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

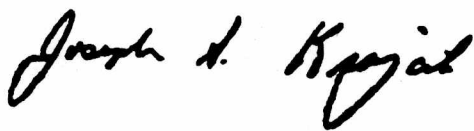
中文版前言

对于 *Teaching Science in Elementary and Middle School Classrooms: A Project - Based Approach* 这本书被译成中文，我感到非常荣幸和激动。本书中的观点能够帮助所有学生学习科学，希望它们对中国的科学教师和其他科学教育工作者改进教学、开展基于探究的教学能有所帮助。

本书致力于探讨科学教师如何通过进行项目探究来帮助学生科学。贯穿本书的观点都是以目前关于学生学习心理的认识为基础的。基于项目的科学教学的核心主题是鼓励学生在探究、合作的过程中提出和探索重要而有意义的问题。它强调科学教学应该重视学生积极主动地参与科学，而不是直接向学生传输科学信息。本书向在职教师和即将成为教师的师范生介绍了许多有关对学生科学教学的问题和支持学生进行探究式学习的有效策略。书中的很多案例可以帮助教师展开对探究式教学课堂场景的想像，进而付诸实践。

我曾十分荣幸地访问了上海、广州、北京和天津。期间，我做了多场关于基于项目的科学教学的报告、讲座，参观访问了几所学校，并与一些教师和科学教育研究者们座谈。更重要的是，通过我的中国之旅和与中国同事的交流，我了解了中国的同行，了解到中国的教育者们是多么希望科学教学向探究式的方向发展。当我把有关科学教育的观点与人共享时，我自己也大开眼界，享受到了一种新的文化体验。在这个距离我家乡遥远的国度里，我感受到的是像家一般的热情和友好。

我希望大家在努力改进教学实践的过程中，能够从本书中发现有价值的资源，希望本书中的观点能对大家有新的启示，希望本书能够让中国的科学教育者们对如何改进科学教学的课堂有更深入的认识，为我们对教育和科学学习有更广阔的认识，为给所有学生开创更美好的生存和发展空间提供新的契机。



前言

关于基于项目的科学教学

当你考虑给学生教授科学的前景时，你很可能会想到许多问题：科学在中小学的特征是什么？应该怎样向学生教授科学？我应如何激励学生对科学产生兴趣？我如何帮助学生在他们的日常生活中学习科学？

现今学校科学教育的一个主要目的就是帮助所有的学生认识和了解他们所生活的这个世界。在《中小学科学教学：基于项目的方法和策略》这本书中，我们重点帮助你学习怎样给小学和初中阶段的学生教授科学。

为了帮助你们实现学习如何教授科学这个目标，我们提出了一个令人激动的科学教学方法，即基于项目的科学教学。这种教学方法能吸引所有的学生——无论他们在文化、种族、性别上存在何种差异，他们都能通过这种探究和合作的过程来探索重要的、有意义的问题。在这个动态的过程中，学生可以提问题、做预测、设计调查研究、收集和分析资料、得出结论和交流观点。这样，学生就能学到最基本的科学概念和原理，并能把它们运用到日常生活中去。

这种基于项目的学习可以从许多杰出的教育家，如杜威（John Dewey）、布鲁纳（Jerome Bruner）和卡普勒斯^①（Robert Karplus）的著作中找到其根源。这种方法的原理同样也可以从其他科学教育的形式中找到，如基于探究的教学，它把重点放在指导学生使用一些科学技能，如观察和解释资料；再比如科学、技术、社会（STS）教学，它把重点放在指导学生研究一些与社会相关的问题；还有问题驱动式教学，它集中研究科学问题。然而，基于项目的科学教学又与其他这些形式的科学教学不同，它是让学生在提问中学习科学知识，

^① 杜威是现代教育运动的创始人，现代教育运动鼓励学生们成为积极的学习者。在20世纪30年代教师学院的林肯学校和其他的学校用现实情景帮助学生为他们的学习打下基础。布鲁纳是一位教育理论家，在20世纪60年代实行课程改革。他的著作《关于教学的理论》为今天课程的现代发展方向打下了基础。卡普勒斯是一位物理学家，他与人合作一起创立了“科学课程促进研究”这个20世纪60年代属于前沿的小学科学项目，这个项目演变为目前众所周知的“动手、动脑”（hands-on, minds-on）项目。我们将在第2章中更多地讨论这些人的影响。

这会让他们觉得很有意义。这样，基于项目的科学就把这种学习的责任交给了学生。

我们可以从当代教育家的著作中找到关于这种方法的理论依据。这些教育家们包括：布朗及其同事（Ann Brown et. , 1994），罗斯（Wolff-Michael Roth, 1995），布鲁门菲尔德及其同事（Phyllis Blumenfeld et. , 1991），若普及其同事（Richard Roup et. , 1992）。这种基于项目的科学教学需要用到一些当今主要科学教育报告所认可的动态的教学方法，这些报告包括：《国家科学教育标准》（*The National Science Education Standards*, NSES）^①（NRC, 1996; 2000），《2061 计划：面向全体美国人的科学》（*Project 2061: Science for All Americans*）（Rutherford & Ahlgren, 1989），《科学素养的基准》（*Benchmarks for Science Literacy*）（AAAS, 1993），和国家科学教师协会推荐的一些小学科学教学报告（NSTA, 1991）。在本章的最后，我们将会更加详细地讨论，针对这些国家的标准，基于项目的科学教学是怎样发挥其作用的。

尽管基于项目的科学教学在教育理论上有着坚实的基础，但它代表了今天大多数课堂中关于如何进行科学教学的一种根本性的变化。当基于项目的科学教学在许多学校被成功运用时，你可能会发现这种方式与原来你所经历过的教学是完全不同的。学习用与你以前所经历的方法完全不同的方式去教学是非常困难的。当你学习完本书后，你很可能会改变对科学和科学教学的某些观念。更重要的是，你将会改变帮助学生学习科学的某些方法。我们将提供一些策略，并通过上述提到的那些变化来帮助你指导学生参与提出一些重要和有意义的问题。

本书的内容

尽管本书没有提供相应的教学活动来帮助你学习科学内容，但是对于内容的理解在进行有效的科学教学过程中是很关键的。在本书各章的适当位置，我们将会提到其他一些涉及科学内容或学生的科学活动的参考书。

第1章——中小学科学教学：为什么教？怎样教？——介绍了什么是基于项目的科学教学。这章回答了“什么是科学”这个问题，并讨论了为什么让孩子学习基础的科学概念、原理和过程是十分重要的。另外，这章还介绍了当前美国科学教育目标的一些重要信息，并且举例说明基于项目的科学教学与这些目标是相一致的。

^① 本书中专门有一个小栏目“联系 NSES”，即本书观点中与《美国国家科学教育标准》相联系的地方。读者可参考中国科学技术文献出版社 1999 年出版的中文版。——译者注

第2章——学生如何建构对科学的理解？——重点探讨了影响学生建构对科学的理解的各种因素，这其中包括已有经验、社会的相互作用和教师的影响。

驱动性问题引发、实施和维持着探究，它因此成为基于项目的科学教学的核心。第3章——什么是驱动性问题？——探讨了驱动性问题的特征和所涉及的一些问题。这章回答了以下几个问题：什么是驱动性问题？驱动性问题从哪里产生？什么是一个好的驱动性问题？

探究在基于项目的科学教学中是一个很重要的环节。第4章——怎样开展科学探究活动？——探讨了怎样引导学生参加探究他们所感兴趣的问题并找出解决问题的答案。这章对探究过程中的各种要素，如提出问题，改进问题，设计实验，分析数据和汇报结果等都进行了阐述。另外，这章还讨论了一些教师在帮助学生提出问题和克服在探究中遇到的困难的过程中所采用的方法。

新的技术工具能促进学习。第5章——学习技术如何用于支持探究？——阐述了使用新的学习技术的价值，并探讨教师怎样运用新的学习技术来帮助学生探究对他们重要的问题。

在科学教学中，合作常常比单独学习更有效率。第6章——怎样在科学课堂中开展合作学习？——讨论了在学生、教师和社会成员中的各种合作形式。它提出了一些开展合作的方法，如教师创造一种合作的氛围，培养学生维持合作的社会能力，树立起学生在合作中的责任感，帮助学生克服在实施合作项目中有可能遇到的困难。

第7章——怎样设计和利用基础课？——重点讨论了帮助学生学习基本科学概念的方法和过程。基础课是教师指导的课堂活动，用来帮助学生理解一些项目中所必需的内容。如本章涉及了提问的策略、指导的策略（如演示、设置矛盾或冲突性事件）、活动和制作概念图等专题。

评价学生的理解力在教学过程中处于核心地位。第8章——为什么要评价学生在科学学习方面的发展？——讨论了在科学课堂中进行评价的目的。这章还描述了评价的一些特征，以及需要评价什么和什么时候评价。最后，这章提出了用一些技术来检验评价的想法。

现在许多教师都面临高利害关系的评价这一现实。第9章——如何评价学生的理解力？——着重讨论了评价的过程并提出大量关于如何评价学生的理解力和技能的想法。最后还讨论了教师、学生和家長在使用各种评价策略中的优势。

管理好中小学课堂对许多教师尤其是年轻教师来说，是一个很大的挑战。第10章——如何管理基于项目的科学教学课堂？——讨论了课堂的氛围、课堂的组织以及管理的策略，运用这些策略，教师能在学生参与到科学学习中时成功地管理学生。

第11章——如何设计基于项目的课程？——介绍了一些方法，让老师们能设计出满足所在学区的课程目标和框架的项目。本章还介绍了如何修改现有的课程材料使之适应项目教学的要求。本章也关注将科学与其他课程整合。最后，本章还讨论了教师怎样寻找和管理资源。

最后，第12章——接下来怎么办？——总结了基于项目的科学教学的特点并讨论了项目教学环境的优点和面临的挑战，并对全书中所探讨的基本原理和观念进行了总结和反思。

本书的组织特色

本书内容在组织上具有以下特色：

- 本章学习任务。列出通过对本章的学习，应该达到什么目的。
- 情境。每章都以一些情境片断开始，用来帮助你预设各种课堂场景。情境中的一些问题能促使你停下来思考，另一些则能让你去思考作为学生时的一些自我经历，这些经历能帮助你理解怎样教科学。
- 联系 NSES。将《美国国家科学教育标准》与本书中相关的观点联系起来。
- 重要观点。列出各部分的重要思想，引起你的关注。
- 档案袋活动。每章中设计了若干档案袋活动，用来帮助探索、扩展和理解相关内容，并且帮助你在不同的思想观点间建立联系。完成这些活动后，你会形成自己的档案袋，并将在第8、9章（关于评价的）清楚地看到你的成果，在第12章再次检验这些成果。通过对档案袋的评价，可以促进你的专业发展。
- 技术工具的运用。除了在第5章专门探讨如何利用学习技术支撑探究之外，各章都专门有一部分内容探讨技术工具的运用与本章主题的关系。^①
- 在线学习中心。在线学习中心（<http://www.mhhe.com/krajcik2e>）包括教师和学生两部分，呈现各章的重点内容，复习关键术语，提供本章评价任务。各章中包括的网页链接以及其他一些资源也在这里提供。
- 本章小结。对本章内容进行总结。
- 本章重点。列出本章的重点内容。

^① 第4章没有这一部分，但是可以把第5章看作是这一部分内容的扩展。

致 谢

基于项目的科学教学的大部分研究工作是由国家科学基金会资助的。如果没有密歇根大学和托莱多大学的同事们的创新思想,就不可能有这本书的思想观点。密歇根大学的 Phyllis Bluefield, Ron Marx 和 Elliot Soloway, 一起帮助明确、开发和扩展了基于项目的科学教学的思想观点。托莱多大学的同事们,特别是 Mark Remplin, Janer Struble 和 Rebecca Schneider, 激发了 Charlene 的写作和观点, 而其他的同行, Andrew Lumpe, Jodi Haney 和 Lena Ballone 仍继续影响 Charlene 的工作。

我们也应该感谢在基于项目的科学教学中扩展了我们思想观点的广大教师们, 尤其是 Ann Novak 和 Chris Gleason, 他们帮助扩展了关于支持学生在项目过程中探究的见解, 本书中呈现的一些观点就是从他们的教学中衍生而来。我们感谢 Juanita Clay-Chambers, 底特律公立学校的首席课程长官, 他促使我们去思考郊区学校的科学教学问题。我们也感谢 Karen Amatia, Deborah Peek-Brown 和 Alycia Meriweather 等教师, 他们的工作促使我们去思考如何在郊区学校课堂中使用基于项目的科学教学。Jon Singer 和 Barb Hug, 曾是密歇根大学的博士后, 促使我们去思考如何设计基于项目的环境, 使项目融入更广泛的情境中, 激发学生从事探究活动。

感谢同我们一起工作的研究生们, 他们扩展了我们对教和学的思考, 尤其是密歇根大学的 Barbara Crawford, Margaret Roy, Michele Wisnudel-Spitulnik, Ann Rivet, Becky Schneider 等, 他们帮助提出了基于项目的科学教学的想法, 并根据自己的探究帮助修正了书中的一些思想观点。

我们也感谢对此书进行评论的以下专家们: Michael Svec, Paul E. Peknik, Cathy Dotson, Ken King, Dana L. Zeidler, Chris Muire, Carmen E. Trisler, Bruno Hicks, Ann Haley Mackenzie, Joseph D. Sharpe, John A. Craven III, Carole D. Hillman, Elaine V. Howes, Caryn S. Pugliese, C. Sheldon Woods, Albert Nous。

最后, 感谢我们的家人的鼓励, 他们支持我们花费了大量本应该和家人在一起的时间去编写此书。

Joseph S. Krajcik
Charlene M. Czerniak
Carl F. Berger

目 录

第1章 中小学科学教学：为什么教？怎样教？

- 引言 4
- 基于项目的科学教学的概况 9
- 运用技术工具来学习科学 11
- 什么是科学 13
- 学生为什么要学习科学 16
- 科学教育的目标 22
- 基于项目的科学教学与当前的国家目标 28



第2章 学生如何建构对科学的理解？

- 引言 36
- 学生的理解 36
- 教学模式 44
- 知识的社会建构 46
- 社会建构主义的教学模式 52
- 运用技术工具来扩展学习 68



第3章 什么是驱动性问题？

- 引言 74
- 什么是驱动性问题 78
- 驱动性问题怎样区别于其他问题 87
- 怎样设计驱动性问题 89
- 运用技术工具设计驱动性问题 94
- 驱动性问题的价值 102
- 怎样在整个项目中利用驱动性问题 104





第4章 怎样开展科学探究活动?

- 引言 110
- 关于中小学科学教学中的探究 113
- 探究网 114
- 帮助学生实施探究 151
- 评价探究活动价值的标准 153



第5章 学习技术如何用于支持探究?

- 引言 160
- 技术在建构科学理解中的作用 164
- 教师的作用 179
- 把技术整合到教学中 180



第6章 怎样在科学课堂中开展合作学习?

- 引言 188
- 合作学习的性质 192
- 合作学习的形式 195
- 创造合作学习的环境 199
- 运用学习技术创建合作的环境 216
- 学生小组合作学习时面临的挑战 217
- 为什么合作学习几乎总是优于个人独立学习 ... 223



第7章 怎样设计和利用基础课?

- 引言 234
- 基础课在基于项目的科学教学中的作用 236
- 设计基础课 245
- 运用演示 253
- 使用大组讨论 258
- 呈现信息 262
- 使用文献 269
- 运用技术工具获得书面信息 270
- 利用概念图 272
- 利用问题 275

第8章 为什么要评价学生在科学学习方面的发展?



- 引言 284
- 评价的目的 288
- 课堂评价的特征 292
- 评价什么 302
- 何时进行评价 306
- 利用技术工具改善评价 307

第9章 如何评价学生的理解力?



- 引言 312
- 评价学生的理解力 314
- 利用技术工具加强评价 342
- 教育评价的优点 343

第10章 如何管理基于项目的科学课堂?



- 引言 350
- 课堂氛围 355
- 课堂组织 364
- 管理策略 376
- 使用技术工具促进班级管理 389

第11章 如何设计基于项目的课程?



- 引言 394
- 设计一个项目 396
- 选择并获得资源 408
- 综合课程 412
- 利用技术工具来设计项目 425

第12章 接下来怎么办?



- 引言 430
- 基于项目的科学教学的总结 430
- 基于项目的科学教学的优势 431
- 基于项目的科学教学所面临的挑战 433

● 继续你的专业进修	439
● 在专业进修中利用技术工具	441
● 研究你的教学过程	442
附：部分名词译法一览表	446
后记	447





第1章

中小学科学教学：为什么教？怎样教？

- 引言
- 基于项目的科学教学的概况
- 运用技术工具来学习科学
- 什么是科学
- 学生为什么要学习科学
- 科学教育的目标
- 基于项目的科学教学与当前的国家目标



本章学习任务

- 描述基于项目的科学教学的主要特征。
- 将基于项目的科学教学与阅读式科学教学，直接讲授法和基于过程的科学教学进行比较和对照。
- 解释基于项目的科学教学是怎样反映科学本质的。
- 解释中小学生学习科学为何要学习科学。
- 总结国家科学教育目标的主要特征。
- 解释使用基于项目的科学教学来达到国家的目标和标准，尤其是在鼓励女童和少数民族学习科学的这个目标上的价值。

引言

本章首先将介绍基于项目的科学教学。然后来回答“什么是科学？”这个问题，并探讨为什么学生应该学习科学，回顾科学教育的目标。最后讨论基于项目的科学是怎样与当今科学教育的目标相匹配的。

但是，在这之前，为了考察你对科学和科学教学的理解，本章我们从鼓励你回想以前作为一个学生，学习科学时的经历引入。这种反思会帮助考查你对科学教育和学习的个人观点。在档案袋活动 1.1 中，你将开始进行在整本书中都会用到档案袋活动。放轻松点，完成它吧！

在你通过档案袋活动 1.1 回顾了你自己的经历后，你可能会发现你对学习科学已经没有什么印象了，或者是你对科学课堂仍记忆犹新。也许你经历过一些动手做实验的活动，也许你的老师曾在科学教学中表现出了兴奋之情。通过学习科学，你可以学到许多与你生活的世界相关联的重要的问题。但是，你的记忆也许不全是积极的：学习科学也许是很枯燥、乏味的。可能你校外的一些关于科学学习的记忆才是最深刻、最积极的，例如二年级去动物园的野外旅行。文献研究表明，我们中的许多人没有经历过以一种动态的和主动的方式来学习科学，这种方式包括提出问题，与其他人合作寻求解决问题的方法和探究等（NRC，1996；Stake & Easley，1978）。结果，我们中的许多人也不曾将好的科学教学的模式运用到我们的课堂中。

档案袋活动 1.1

你中小学的科学学习经历是什么？

所需材料：

- 书写用具
- 一个文件夹（档案袋）

你被要求完成过一个科学项目吗？

把你所记得的东西记在你的档案袋中。

A. 回想你在小学和中学的日子，你能记起你的老师教授科学的情景吗？你能记得在小学低年级学习的科学知识吗？在中学呢？你的老师涉及到哪些主题呢？他们是怎样教授科学的呢？你们开展过到天文馆、动物园或者科学博物馆的参观活动吗？你做过“实验”吗？

B. 在你的印象中什么样的科学学习经历最生动？你能记住像当苹果落到牛顿的头上后他“发现”了重力这样的故事吗？在你的档案袋中用一段简短的话写出在科学学习的经历中，你觉得最生动的记忆。