

科学、数学及技术教育专题丛书·基础

探究

——小学科学教学的思想、观点与策略

原著：美国国家科学基金会教育与人力资源部中小学及校外教育处

翻译：罗星凯 李萍昌 吴娴 张琴美等

审校：罗星凯

人民教育出版社

探 究

——小学科学教学的思想、观点与策略

原著：美国国家科学基金会教育与
人力资源部中小学及校外教育处
翻译：罗星凯 李萍昌 吴娴 张琴美 等
审校：罗星凯

人民教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

探究：小学科学教学的思想、观点与策略/罗星凯，
李萍昌编译. —北京：人民教育出版社，2003
(科学、教学及技术教育专题丛书·基础，第2卷)
ISBN 7-107-16468-6

I. 探...

II. ①罗... ②李...

III. 小学—教学研究

IV. G622.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 010248 号

人民教育出版社出版发行

(北京沙滩后街 55 号 邮编：100009)

网址：<http://www.pep.com.cn>

人民教育出版社印刷厂印装 全国新华书店经销

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷

开本：890 毫米×1 240 毫米 1/32 印张：3.75

字数：90 千字 印数：0 001~5 000 册

定价：11.10 元

说 明

本书是继《科学探究与国家科学教育标准：教与学的指南》^注之后，我们从众多的国外有关资料中选择和组织翻译的又一本专论科学探究性学习的力作。该书由美国国家科学基金会教育与人力资源部中小学及校外教育处组织，旧金山探索馆科学探究研究所撰写，作者均为对科学探究既有研究又有教学实践经验的人士。主要针对小学科学教育，但很多内容涉及的是各学段的共同性问题，因此，它对中学理科各科实施科学探究性教学也有较大的参考价值。

探究这个词对我们大多数人来说并不新鲜，但要真正将探究性教学的目标落到实处，无论是理论上还是实践上需要探索的问题还很多。因此，本课题组确定的一项重要工作就是精心选择、细致译介一些在倡导科学探究性教学方面起步较早的国家的资料。在本书之后，我们还将根据需要进行这方面的工作。

本书正式出版之前曾作为预印本提供给国家基础教育课程改革项目有关课题组和其他感兴趣的人士参考，反响很好，纷纷要求早日正式出版。感谢课程教材研究所任长松等同志的热情推荐和人民教育出版社版权处、综合理科室等方面的积极努力，本书最终得以正式出版。为此，我们还要特别感谢多年来对我们的工作给予有益指导和激励的教育部基础教育司领导和众多的科学界、教育界专家和同仁。通过课题研究工作，我们不仅为基础教育贡献了一份力量，而且也积聚了学术队伍、提升了研究能力。正是这样的“基

注：“科学探究性学习的理论与实验研究”总课题组翻译的美国一套丛书中的一本书。

础”，使我们对将来为科学教育的可持续发展做出更多的贡献充满信心。

参与全书翻译工作的是本课题负责人罗星凯和广西师范大学科学教育研究所物理教育研究室 2000 级研究生李萍昌、吴娴、张琴美。参与前期工作的还有杨小红、罗运文、顾江鸿、李建设、李耀俊、陈洪叶等。全书由罗星凯统稿。本书由高巍制图，蔡矛、王岳审稿，责任编辑是张军霞。译文中有不当之处，欢迎指正。

国家基础教育课程改革项目重大课题
“科学探究性学习的理论与实验研究”总课题组

2002 年 10 月 20 日

《科学、数学及技术教育专题丛书·基础》

前 言

《基础》专题丛书是国家自然科学基金会（NSF）中小学及校外教育处（ESIE）与研究、评价及交流处（REC）合作出版的系列专著，其宗旨是为那些致力于改进这个国家的科学、数学与技术教育的人们提供力所能及的专业支持。把在 ESIE 主持的研究项目和举办的活动中所获得的教益传达给其他同行，使之可以在他们各自的课堂和社区中得到直接或经过改造的应用，以形成改进教育的有效策略，这正是《基础》支持教育改革的方式。就像校舍、房屋或其他学习场所的地基一样，地面上建筑的强度依赖于地下的基础结构的稳固程度。《基础》将努力去发掘出那些能在中小学教育中有效地促进教育发展和改进的策略。欢迎来到《基础》……。

本 卷 说 明

基于中小学科学教育第一线的教育工作者所面临的机遇和挑战，本书旨在为有志于研究和实践探究性科学教育的教师和管理人员提供一份资源。它不是一本关于探究性科学教育的教科书，也不充当对有关问题提供最终定论的角色。更确切地说，它是通过工作在科学探究这一领域的教育工作者的实践，向刚开始走上复杂而困难的科学教育改革之路的人们提供的一碟“餐前小菜”。

目 录

前言	1
关于探究的引言	3
第一章 为何探究? 一种历史与哲学的解说	6
第二章 学生通过探究式学习可以获得什么?	10
第三章 美国《国家科学教育标准》介绍	15
第四章 儿童思维的力量	25
第五章 教学经验: 释疑关于科学探究的常见误解	32
第六章 探究的判别: 三种强调动手做的教学方法比较	37
第七章 探究中的过程技能	47
第八章 为探究做准备	57
第九章 围绕一个池塘展开的教学: 历时一年的科学探究活动	67
第十章 小学课堂科学探究的判别	76
第十一章 探究式课堂中的评价	83
第十二章 科学探究的评价	94
第十三章 结束语: 探索未知的价值	103
附录一 主要编写人员	106
附录二 推荐资源	110

前 言

人是天生的探究者。婴儿自呱呱坠地起，就动用所有的感官去感受、去了解周围的环境。当儿童发现令他们迷惑不解或者感到有趣的事物时，好奇心就会被激发起来，接着他们会提出一些问题，并想方设法寻找问题的答案。所有的努力都是为了理解周围的世界，这就是探究过程中最基本的东西。

对于关注科学教育改革的人士，无论是教师、学校行政管理人员、教育决策者还是学生家长，本书旨在帮助他们了解在小学课堂中实施科学探究性学习的主要思想及实际的应用情况。本书汇集了这一领域诸多专家的思想与才智，重点介绍教师和师资培训人员的实践经验，正是他们肩负重任，要培养我们的孩子去适应一个日益要求理解科学的未来社会。

使用本书有多种方式：你可以将本书通读一遍；选择你感兴趣的文章来读；或者重点看某些具体的实际案例和评析。

前言和引言论述了科学教学中对探究的定义，并为后面介绍专家们的观点及评述做好铺垫。

第一章到第四章，考察科学探究发展的历史及其哲学上的思考，探讨在自发和教师指导两种情境下儿童思考与学习的方式，以及儿童好奇、好问的天性。

第五章到第十章，通过比较三种不同类型的动手实验活动，介绍了一些教师将科学探究引进课堂的成功经验，并探讨了用探究的方式教授科学所面临的挑战。

第十一章与第十二章，论述了在探究课堂中对学生的学习进行评价的过程，这些过程虽不时会遭遇困难，但确实很重要。最后一

章，第十三章，通过探讨对我们自身知识水平进行评价的重要性来结束全书。

我们希望，这些出自对科学探究既有亲身参与经历又有组织教学实践经验的作者之手的文章，能为那些正考虑或已经将探究引进小学课堂的人士在解答有关的疑点、思考所关心的问题方面提供帮助与支持。

关于探究的引言

科学学习的中心环节是探究。在参与探究时，学生要描述物体和事件，提出问题，作出解释，根据已有科学知识对所作解释加以检验，并且把自己的看法和意思传达给别人。学生要提出自己的假设，运用批判思维和逻辑思维，考虑各种可能的解释。这样，学生就可以把科学知识 with 推理和思维的技能结合起来，从而能动地获得对科学的理解。

——《国家科学教育标准》(P2/P2^注)

在成长的过程中，我们所有人都发展起对周围世界的日常理解。这些观念使我们得以生存并有助于我们在实践的水平上理解所见所感，但它们不一定与当今的科学观点一致。比如，从我们的角度看，地球是平的，太阳在空中移动。除非在别人的帮助下以不同的方式去看、去理解，否则我们没有理由不这样想。儿童需要科学地认识世界并真正地理解科学概念的含义。所以，科学教育一个至关重要的方面就是帮助儿童发展所需的技能，使他们在寻求理解时能像科学家那样去思考。

要成为真正懂得思考的人，儿童需要通过教育全面地发展他们的能力：能抓住问题，能考虑多种解决问题的方法，能收集和评判

注：“/”之前是指美国《国家科学教育标准》原文中的页码，“/”之后是指科学技术文献出版社出版的中译文美国《国家科学教育标准》中相应文字的页码。文字以英文原意为准。

证据，能运用科学概念并检验其正确性。他们需要有机会体验发现的乐趣，培养形成诸如不屈不挠、敢于冒险、保持好奇、勇于创新的科学态度。最终儿童在长大成人后，无论是在工作上，还是生活中，都将继续受用这些探究的能力。

什么是探究？

探究是一种学习方式，它涉及探索自然或物质世界的过程，在寻求新的理解的过程中，它促使人们提出问题、获得发现并对这些发现进行严格的检验。科学教育中的探究应该尽可能接近地反映从事真正的科学研究工作的真实。

探究的驱动力是一个人的好奇心、疑惑、兴趣，或是要理解现象、解决问题的热情。

探究过程始于学习者注意到一些令他们感兴趣、觉得惊奇或者有疑问的现象。那些现象，对于他们来说，可能是完全陌生的或是用他们以前的经验和现有的知识所无法说明的。

下一步是采取行动：通过持续观察，学习者提出问题、做出预测、检验假设并创建理论以及概念模型。

学习者必须找到探究中适合他（或她）前进的道路。探究发展的过程不是线性的，很少会一帆风顺，更多的则是由一系列反复、循环的事件组成的过程。

随着探究的展开，学习者会观察到更多的现象，也会产生更多的问题，这不仅为学习者与现象进行更加深入的互动提供了机会，同时也为以后进一步的深入理解提供了更大的可能。

探究中，学习者要收集并记录数据、描述自己的探究结果以及对此所做的解释，还要借鉴如书籍、光盘以及别人的专长或见解等其他资源。

要从探究的过程中获得领悟，学习者需进行反思、交流，将自己的发现与他人的发现进行比较，解释数据和观察结果，并将新的概念应用于其他的情境。所有的这些活动都将帮助学习者建构起一个新的认知结构。

成功的科学教育既能让学生学到科学概念又能帮助他们发展科学的思维能力。科学课堂中有效的学习要依靠多种不同的教学方法。本书重点论述其中的一种——探究式学习。已有证据证明，探究式学习是学习科学的一个强有力的工具，能使学习者在课堂上保持强烈的好奇心和旺盛的求知欲。

为何探究？一种历史与哲学的解说

彼得·道

通过探究学习科学并不是什么新鲜事。观察、提问、开展调查早已成为人类理解世界的一种基本方法。本文回溯探究的历史与哲学的发展以及古今围绕探究展开的争论，并展望了探究的未来。

科学探究根源于人类思想中与生俱来的认知热情。人类早已将这种热情倾注于探究活动，这种热情远胜于所居住的星球上的任何其他生物。好奇心是人类的一种基本特质，它使我们人类作为一类物种得以存活并使我们的文明得以不断地发展。而对于美国社会，科学探究已成为我们技术领先、经济繁荣的源泉。因此，强调把培养学生的探究能力放在学校教育的中心位置，这样的教育观还会令人惊异吗？

凡是盛行探究的社会，其文明也会有长足的进步。我们想起公元前5世纪的雅典，崇尚自由的希腊人汇集于人民大会（Agora）纵论时事，在历史上一位名师的引领下那个地方变成了运用智慧去探究的熔炉。这位名师就是苏格拉底。苏格拉底，这位永不疲倦的探究者向雅典城的年轻人提出挑战，鼓励他们独立思考、敢于对长者的智慧提出质疑、探索自然界尚未解开的奥秘。

一时间，从柏拉图与亚里士多德关于哲学和科学的沉思，到索福克勒斯和菲迪亚斯在文学艺术上取得的成就，雅典城中思潮涌

动。苏格拉底将毕生都奉献给了永无止境的探索和对真理的执着追求，然而，到头来即便是进步的雅典亦无法容纳他这种从未减弱过的探究热情。

我们中很少有人能声言自己可以毕生从事苏格拉底对话法式的思辨，但我们仍对这位大师所做的工作表示敬佩。他虽然声称自己一无所知因而授课不取分文，却激励雅典城的年青人学会独立思考。我们相信，思想经受这样的磨砺，必将对社会的进步、科学的发展有所贡献。今天我们传承的探究热情不仅来自古希腊人，同时还来自文艺复兴时期的伽利略和达·芬奇，以及启蒙运动时的洛克和卢梭。

在 20 世纪，人们对科学探究的力量提出了质疑。人们不再确信：能够揭开宇宙奥秘的人脑的探究能力给人类带来的总会是福音。当我们过度热衷于理解和控制周围的环境时，破坏的力量就会与创造的力量旗鼓相当。也许在今天，相比于以往的任何时候，普通公民具有独立思考的能力或许会成为生活在日益科技化的世界里的一把最好的保护伞。既然如此，发展质疑和独立思考的能力应成为学校教育的基本目标。

**发展质疑与
独立思考的能力
应成为学校教育
的基本目标。**

二战前夕，20 世纪美国最著名的教育家和哲学家约翰·杜威举了一个极有说服力的例子，说明在受到极权主义威胁的世界中，探究式教学作为一种维护人的价值的方式的重要性。杜威说，科学方法“是我们能够从每天的生活经验中获得重要意义的唯一可靠的途径（1938, *Experience and education* , P111)”。杜威认为科学推理能力是人们处理现代生活中的复杂事务所必备的技能，而且他警告说，不培养这样的技能会有“在理智和道德上迷信权威的倒退（P109)”的危险。今天，我们比以往更需要科学的思维能力，因为我们面对的是来自信息时代信息过载的挑战。

杜威的观点是，探究式教学要使学生的学习基于他们自己的亲

身经验并发展他们好奇求知的天性。他认为科学探究的过程包含有创造性思维的要素，而且无论在幼儿园还是科学研究实验室，出现的智力活动都有许多相似之处。他认为，以这样的方式来组织学习，不仅能使老师和学生通过科学思维习惯的培养达到知识跨学科地融会贯通，还能使学习活动的开展顾及到学生智力的发展和所处年龄段的特点。尽管杜威已经去世，没能亲历我们这个信息爆炸的时代，但他确实预见到了培养终生自学能力的必要性。

其后的教育理论家，如简·皮亚杰和杰罗姆·布鲁纳，为杜威的教育哲学思想融入了认知领域的研究成果。布鲁纳和肯尼的著作《认知发展研究》（1966）中收录了一篇由乔治·米勒撰写的题为《神奇数字7加减2》的著名论文。米勒在文中指出人的大脑一次只能记住大约7比特独立信息。基于这一发现，布鲁纳进一步提出“要用金币填充这7个记忆槽”。他的意思是我们要帮助学生掌握支撑各学科的深层概念结构，而不是让学生记忆那些互不关联的事实。

最近生物学家威尔逊在《共性》（1998）一书中也提到了类似的观点，书中他建议将分科教学替换成综合教学，这种回归可以启蒙运动为例。那么，就威尔逊的观点，我们如何能完成这种转变呢？解决方法是开展着重于以亲身体验来探索世界的学习活动（正如杜威所言），使学生通过持续的观察和实验、对基本问题的探究来获取知识。例如这样的问题：生物如何进食、如何躲避被捕食、如何存活并进行繁衍？在遵循自然选择的世界中，它们如何生存、如何保证后代生存从而避免本物种的灭绝？以及人类在这一遵循生物规则的世界中所处的地位如何？

在以探究为导向的课堂中，是否仍有讲授法教学的用武之地？这也是一个值得研究的问题。无疑，以讲授的形式教学可以最迅捷地将重要事实、概念和相关的思路呈现给学生。然而，最近的认知研究表明，在这种学习情景下所获得的大部分知识留在记忆中的半衰期相对较短，容易被遗忘。这又如何能保证我们的学习最后留在

记忆里的是布鲁纳所说的“金币”呢？

尽管很不幸教育学还没能成为一门精确科学，但已历时 40 年的科学教育改革积累了越来越多的证据，这些证据表明：课堂教学围绕着让学生仔细考察真实现象、探究不仅由老师还由学生自己提出的有意义的问题来设计，能促进学生情感的投入、记忆的保持和知识的理解，这无疑对讲授法的教学提出了挑战。假若果真如此，这倒是好信息，学校教育有望从杜威所担心的会造成学生在思想上迷信权威的情形中解放出来。

如果苏格拉底今天还健在，来参观美国的学校，也许会有很多东西令他迷惑不解。比如，在高中化学或物理培优班的课堂上，随着讨论的进行他可能会感到吃力。但是，尽管今天所呈现的知识水平不同，苏格拉底仍会和从前一样对自以为是的思想提出质疑，并且不论学科内容的深化程度，他仍会主张优秀教学的本质在于那些组织得恰当的问题。

也许参观现代的小学或者幼儿园，苏格拉底会感到莫大的欣喜。在那里，学生的学习围绕着亲自探索自然界的奥秘展开，社会行为的一些准则同样体现于在学校操场上进行探究的学生身上，老师鼓励学生们探究他们自己提出的问题并通过自己的努力获得结果。这不就是苏格拉底的方式吗？这难道不是在文明发展前大部分的人类历史中早已使用并沿用至今的一种基本学习方式吗？

参考文献

- Bruner, J. S., and Kenney, M. J. (1966). *Studies in cognitive growth*. New York: Wiley.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Macmillan.
- Wilson, E. O. (1998). *Consilience: The unity of knowledge*. New York: Knopf.

学生通过探究式学习可以获得什么？

休伯特·戴西

✓（好奇心是人类的一种基本特质。科学探究重视学生的这种本能的学习冲动，探究的过程可以为学生提供学习所需的直接反馈和亲身体验，使他们能够形成新的、持久的对外部世界的理解。）本文指出了科学探究何以能够改变儿童形成和理解科学概念的方式的原因。

蝴蝶从哪里来的？

为什么会出现云朵？

晚上太阳落到哪里去了？

蚂蚁会咬人吗？

冬天为什么天黑得快？

你怎样把手电筒弄亮起来？

人们在很小的时候就对他们遇到的自然现象产生了疑惑，并就此提出许多问题。无论是用语言还是行动来表达，这些问题均显示出人类与生俱有的好奇心，即一种渴望了解自然或为自然现象寻求合理解释的强烈愿望。好奇心就是人类所具有的这样一种特质。可是，一个人是如何找到这些问题的答案的呢？是直接探究这些问题、还是从已经弄清这些问题的人那里得到答案呢？

我们如何去寻求一个问题的答案，又如何知道这个答案是“正