

国际视野中的研究性学习丛书
高文 主编

在探究中体验科学

科学主题的研究性学习

zai tanjiu zhong tiyan kexue

裴新宁 郑泰年 编著

 广东教育出版社

国际视野中的研究性学习丛书

高 文 主编

在探究中体验科学

科学主题的研究性学习

裴新宁 郑泰年 编著

 广东教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

在探究中体验科学. 科学主题的研究性学习 / 裴新宁, 郑泰年编著. —广州: 广东教育出版社, 2006. 6

(国际视野中的研究性学习丛书/高文主编)

ISBN 7-5406-6307-3

I. 在… II. ①裴…②郑… III. 科学研究-能力培养-教学研究-中小学 IV. G632.46

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 032489 号

广东教育出版社出版发行

(广州市环市东路 472 号 12-15 楼)

邮政编码: 510075

网址: <http://www.gjs.cn>

广东新华发行集团股份有限公司经销

中山新华商务印刷有限公司印刷

(中山市火炬开发区逸仙大道)

850 毫米×1168 毫米 32 开本 9.75 印张 240 000 字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

印数 1-3 000 册

ISBN 7-5406-6307-3/G·5609

定价: 20.00 元

质量监督电话: 020-87613102 购书咨询电话: 020-34120440

总 序

时代的挑战和教育中的问题考验着每一个教育研究者的智慧和品格。这种考验见于世界各国，我国当然也不例外。产生这种情况的原因，既有社会急剧变革和快速发展必然带来的对于公民素质和人才培养的新的诉求，又有形成于工业化时代的现行教育体制发展过程中自身存在的诸多问题。应对这些考验的方案，从教育规模的扩充，到教育体制的变革，乃至课程改革、教育评价改革，等等，不一而足。然而，在迈向知识社会的今天，作为新知识生产方式的人类学习方式的反思与创新理当成为当前世界范围内这场着眼于质变的教育改革的战略性基点，其他所有相关方面的改革，均当以是否有利于人的学习方式的变革为标准加以衡量。

总览当代国际学术界对于学习这一领域的研究成果，我们可以以“探究/研究”中的建构、协商和参与概括人应具有的学习品格，以取代长期以来在教育实践尤其是学校教育实践中占据统治地位的基于纸笔与倾听的被动接受式学习。学习创新方向上的努力，在理论上体现在建构主义和情境论在行为主义和认知主义之后成为对于学习问题最有解释力和最有新实践意蕴的学习观，在政策上体现在探究/研究的理念贯穿于诸多国家的课程教学改革方案之中（最明显的是美国国家研究理事会提出的《国家科学教育标准》，该标准以探究贯穿科学教师的培养和科学教育的改革全过程），在教育实践上体现在教育者们更多地关注学生主动学习欲望的激励、资源丰富的学习环境的创设、有助于加强人际互动与社会性协商的开放式学习平台的搭建以及确保新手边缘参与合法性

的实践共同体的培育，等等。近年来，在理论研究者的大力提倡、实践者的不断努力及二者的互动之下，在现代信息技术的中介下，在脑科学成果的启迪下，人类学习方式的革命正在悄悄地进行着——尽管理论研究者常常以不同的话语形式表述，尽管他们也常常对于实际的实践方案不尽如意，尽管实践者常常并不是有意识地运用某种理论，而只不过是努力使学习者对学习更加投入而已。尽管如此，任何朝着这一方向的努力在我们看来总是一种进步。

同样值得注意的是，在学校以外的不少学习场所，特别是在工商业界，越来越多的人和机构为确保自己在全球的激烈竞争中站稳脚跟，开始有意识地注重这种新型学习方式，并试图组建适应新的学习方式的学习型自组织与他组织，他们成了新型学习方式的倡导者、探索者和示范者。

对于学校教育而言，以“探究/研究”中的建构、协商和参与为核心的学习观也在猛烈地冲击着传统教育体制后面隐藏着的学习理念，并同时构筑着人类有史以来第二次教育革命的合理性基础。众所周知，第一次教育革命催生了现行的学校教育体制，它借助于语言与文字媒介使人类的学习超越了偶然性和即时性的束缚，大大促进了知识的传播。这种学校教育制度最终的成型是随着工业革命的兴起而完成的，并在普及义务教育的过程中得到了强化。这种所谓正式的学校教育范型，今天已被全社会视作培养年轻一代的普遍方法，成为几乎每一个人通往成人社会的必经之路。然而，当人类社会正在步入崭新的信息时代，实现从工业社会向知识社会转型之际，现行学校教育模式割裂知识内容与其产生的丰富情境的联系，割裂知识内容与学习者识知（knowing）过程，以知识授—受替代探究\研究中的意义建构与协商、参与和实践等种种弊病已开始突现出来。理论与实践领域的有识之士也已开始认真反思并致力于以促进学习方式创新的新的教育范型取代

传统范型。试图重新发掘在学校教育产生之前人类学习的基本方式——学徒制的核心要素，并在当代情境下重新激活这些要素，在信息技术条件下升级这些方法，从而以认知学徒制改造现行学校教育的努力是颇为引人注目的。^① 认知学徒模式试图从“学习是学习者跟知识以及知识得以产生的活动、情境和文化互动的结果”这一反映人的学习的真实本质的认识出发，通过复杂、多样的领域知识的支撑，知识境脉的梳理，专家文化的浸润，策略性学习，鼓励建设性和开发性的合作与竞争，确保学习周期的完整性以及建模、训练和搭建脚手架等技术层面上的创新，为学习者在“探究/研究”中的建构、协商和参与，创造了一个不同于传统学校“温室型学习环境”的、日常生活型的、真实有效的学习环境。同传统学校中简单的授—受式的教—学方式相比，这确实是一种革命性的变化。

如果我们将这里倡导的以“探究/研究”中的建构、协商和参与为核心观念的学习，传统的学校学习，人类在自然情境中（如日常生活、生产实践、职业工作）的学习以及科学家的研究活动与知识创新并置在一起思考，我们可以发现，学习过程通常涉及到四层世界，第一层是作为人类探究对象的真实的物理世界，包括自然界，也包括人类社会以及其他一切进入人类探究领域的东西；第二层是人类在探究第一层世界时形成并通过各种文化活动传承下来的各种知识：既包括编码的，也包括默会的；既包括系统的学科知识，也包括各种地方性的、日常的知识；既包括定型的、基本上达成一致的知识，也包含各种协商着的、形成中的观点、看法、信仰等；第三层是经过选择和组织，表现为课程内容、以教材为主要载体的知识，这些知识常常是结构化、系统化的，

^① 高文：《以认知学徒模式改造现行学校教育——迎接人类有史以来的第二次教育革命》，载《外国教育资料》，2000年第6期，第71~77页。

是明确的、编码的；第四层是学习者经由各种途径（社会文化的濡染、家庭生活和教养、其他各种正式的和非正式的活动与经历等）获得的知识 and 经验。在科学家的探索与创新和人类在自然情境中的学习之中，第一、二、四层的出席和互动是一种常态。然而，传统的学校学习则直接指向第三层并以其为唯一的（至少是最为重要的），认为第三层是可以完全代理（或代表）第一、二层的，而第四层的知识经验则被认为是微不足道的，甚至是学习新知的障碍因而是需要排斥在课堂之外的。而在与此种学习匹配的教学过程中，教师成了由社会授权的第三层的代表。长期以来，这样一种学习理念曾经是现行的学校教育制度赖以存在的合理性基础之一，第一、二、四层的缺席似乎成为学校中学习的常态。然而，教育与生活的脱节、高分却伴随着低能、功利性动机成为主要的学习动机、本应激励学生学习的教学却使得学生学习兴趣殆尽……现行学校制度中的种种弊端在社会发生重大转型的今天已经暴露无遗：学校中的学习丧失了知识与第一层世界的关联性，从而使知识和学习去情境化，导致了惰性知识的形成；这种学习也忽略了第二层世界的知识的丰富多样性，从而使学习者无力通过多样化的知识的相互对话和补充促成新知识的产生；同时，这种学习还因为无视学习者已有知识和经验的支持、促进作用或干扰、抑制作用而让学习者感到当前的学习与己无涉。因此，今天我们完全有理由认为，曾经被认为是学校学习常态的这种状态实际上是非常态的，我觉得用“异化”来形容这种状态并不为过。为此，重构学校学习，恢复与学习过程相关的四层世界之间的关联性，凸现人的学习的这种复杂性，正是以探究/研究中的建构、协商和参与为核心理念的学习革命的使命之所在。

促进这种探究/研究中的建构、协商和参与型学习的教学方式和课程组织方式，自然也不同于传统的课程教学方式。相应的教学应通过创设丰富的内容与相应的学习环境以支撑学习者在探

究/研究中的建构、协商和参与，为四层世界的出席、学习复杂性的恢复提供条件和支持。相应地，课程标准和内容的确立也应该是原则性的、指导性的、线索性的、基本性的，以促进学习和教学方式的革新，从而避免课程的标准化损害学习和教学本身所最应该具有的活力和创新。^①此外，有关的学习是探究/研究中的建构、协商和参与的新理念强调学习与实践是一个整体，学习活动的核心应该是“合法的边缘性参与”，为此，区分侧重教诲和讲授的教学课程和作为日常实践中学习资源的一个重要领域的潜在的、情境性的学习课程的研究也应成为课程创新的一个重要议题而被提上议事日程。教师在学习和教学过程中的角色也不再仅仅是第三层世界的代言人和讲解/阐释者，教师应该在内容领域专家、课程与教学设计人员的协助下，在现代信息技术的支撑下，通过建立层间联系、安排活动、帮助搜索和利用知识资源、识别建构状态、在必要时提供脚手架（在不必要时逐步撤出），去引导、帮助学生作为学习者在多层世界中参与建构知识的实践，去促进进行建构的学习者之间的合作与对话，并与学生一起共同培育学习者共同体的学习文化。

对于学习—教学—课程的这些理解，其内在要求就是将探究/研究中的建构、协商和参与的精神和方法贯穿于包括学生在内的所有人的学习活动的各个方面，因为探究/研究和建构是人类学习的本质特征和重要方式，而不是某一部分领域的学习所特有的特征，因此朝着这一方向去理解学习并对传统的教育体制进行根本性的反思与重构正是国际上相关研究领域共同的努力方向。在我国学校教育发展的情境脉络中，在骤然推进学生学习的根本转型缺乏基本条件（如教师观念的转变、方法的建构、社会的认同、

^① Andy Hargreaves, *Teaching in the knowledge society*, New York: Teachers College Press, 2003.

评价方式的转变)的情况下,当前我国学校课程改革中以改革学习方式为宗旨的一项重要举措就是在中小学课程的设置中开辟出作为“特区”或作为实验田的研究性学习的板块,其积极意义和不可替代的作用是毋庸置疑的,而且也是适合我国国情的一种有利于积累新经验的比较稳健的改革步骤和妥帖的方法。当然,这种制度和政策上的安排不是也不应该是划定研究性学习边界的规定,恰恰相反,作为改革传统学校教育的一个重要举措,研究性学习应该成为促使学校教育范型转变的一个重要突破口、一个前哨阵地。如果人为地将研究性学习和学习的研究性状态限制在一个非常狭小的天地中——特别是这个天地又常常被教师、家长和学生潜在地认为是边缘性的、补充性的、调味性的,那么,这就难免造成一种印象,使人依旧认为学校情境中的教与学从根本上仍必须是讲授—接受模式的。我想,今天社会上一些人认为的我们的教育改革是在搞“应试教育+素质教育”就是与这种观点相契合的,即认为学科课程还是要用老方法对付考试,活动性、实践性、研究性的课程则要用新方法提高学生素质。鉴于当前各种类型的考试仍然是评估学生学习成绩和决定其升学命运的主要手段,因而所谓的“扎扎实实搞应试教育,轰轰烈烈搞素质教育”的说法也就不足为奇了。不过,在实践中,许多教师和研究者从改革的需求出发,从现行教育中存在的问题出发,已经开始尝试着将研究性学习的理念渗透于学科领域中的学习,他们是觉得政策定义的研究性学习天地太小,还是认为研究性学习的理念和实践的成果可以丰富学科领域的学习—教学—课程设计了呢?我想,应该是二者兼而有之吧。

对以探究/研究中的建构、协商和参与为核心的学习理念的这些认识,和从有关学习创新的这些观点出发进一步去思考课程教学改革,促使我们义不容辞地以推进学习革命为己任,编写这套

“国际视野中的研究性学习”丛书正是我们努力的一种表现。

本丛书共六本,《学习创新与课程教学改革》(高文主编)是关于学习的新理念的整合与建构,并以大量体现这些理念的案例诠释新的学习观要旨。《课堂教学的变革与创新》(孙亚玲、范蔚主编)阐发了研究性学习向课堂教学的渗透。《创建学习新平台——信息技术与学习的整合》(任友群、王旭卿著)则探讨了如何利用信息技术通过革新课程教学而达到促进学习方式转变的目的。这三本构成了本丛书的理论基础,为读者提供了思考和探索促进学习创新的路径的理论支持和宏观指导。另外三本,即《在问题解决中建构数学——数学主题的研究性学习》(徐斌艳著)、《在探究中体验科学——科学主题的研究性学习》(裴新宁、郑太年著)、《在社会中成长——社会主题的研究性学习》(沈晓敏著)则分别探讨了相应学科中学习→教学→课程革新的理念与方法。这三册向读者展示了学科领域的研究性学习为何必要和何以可能。

丛书虽以“研究性学习”命名,但并非应时之作,原因种种,前已陈表。“国际视野”是我们的一贯学术追求,本丛书亦倾力而为之。这里的国际视野,至少包括两层涵义,一是以学习科学领域的国际前沿研究成果作为我们思考和探索的理论基础。当代学习科学研究领域著名学者乔纳森说,“过去十年见证了在历史中学习理论发生的最本质的变化”,“我们已经进入学习理论的新世纪”。^①坐井观天,无视国际学术界的研究成果和其中孕育的智慧和能量,我们永远难以有无愧于时代的进步。二是丛书论述内容的实践性是国际性的,我们的选择不以国别上的内外作为取舍的标准,而以是否与探讨的新理念相吻合作为衡量的尺度。从另一方面看,世界各国在学校教育和学校学习的反思和重构方面面

① 乔纳森、兰德主编:《学习环境的理论基础》,上海,华东师范大学出版社,2002年,序。

面临着许多共同的问题，也存在着相似的愿景，因而，解决问题、达成愿景的方式是可以相互协同探寻的。从深层看，问题和愿景的相似性，才使得“在学习理论相对短暂的历史上（一百多年）从来没有这么多的理论基础分享着如此多的假设和共同基础，也从来没有关于知识与学习的不同理论在理念和方法上是如此的一致”^①。问题的解决和理论的建构，原本就是内在统一和相互推进的。

本丛书是我们这个研究共同体——华东师范大学教育科学学院课程与教学开发实验室多年来探索和思考的结果，从某种意义上说，这套丛书与“21世纪人类学习的革命”译丛（华东师范大学出版社，2002~2004年）、“教学设计国际前沿”译丛（教育科学出版社，2005~2006年）、“基于学习创新的课程教学改革”译丛（教育科学出版社，2005~2006年）是浑然一体的，它们共同体现了我们这个团队的师生们共同的关注焦点、研究思路和理论背景，也是我们从“照着说”走向“接着说”和“对着说”这个艰辛过程的记录。我们衷心期望，借助这些出版物和各种途径的交流，我们能够寻到更多的学术知音和合作伙伴，点燃学习革命的燎原之火。

高 文

① 乔纳森·兰德主编：《学习环境的理论基础》，上海，华东师范大学出版社，2002年，序。

前 言

无可否认，科技人才质量和国民科学素养高低，是衡量国家及地区生产力发展水平和全球化趋势下国际竞争力的两大指标，各国政府也把学生科学素养的培养作为其国家教育发展的战略宗旨。不少国家，特别是发达国家纷纷制定和出台了本国的科学教育发展规划，并在科学教育研究的理论和实践上为我们提供了可资借鉴的经验。

但是，从国际视野审视我国科学主题的研究性学习，对我们仍是一次挑战。面对这样的挑战，我们力图在本书中突出以下几个特点：

第一，研究视野的前沿性和开阔性。

本书第一章开宗明义地提出了当今科学教育的主题，指出科学探究成为科学学习的基本方式，旨在一下子把读者领进学会探究科学的研究性学习的国际化情境中；而对科学精神与人文素养的剖析，则想使科学教师体会到科学素养的培养不是凭空之念就融在具体的课程与教学之中；呈现信息技术与科学课程融合的历史脉络，帮助读者厘清现代信息技术运用于科学教育的发展线索，以使在科学主题研究性学习的教学与研究中，把握信息技术融入研究性学习的最新动向，借助先进的信息技术支撑学生的科学探究。整个第一章也成为全书的一个开阔的大背景。

第二，理论的先进性和解释性。

本书第二章从科学哲学角度揭示了科学的本质，并从认识论层面分析了科学知识的性质和科学学习的方式，还探讨了科学学习的心理机制和科学探究的基本方法。

第三章和第四章从教学设计的维度研究了以科学探究为核心的科学主题研究性学习的教学设计的理论与模式，阐释并概括出当今学习理论的最新发展及其对科学主题研究性学习的启示，挖掘了前沿学习理论对复杂情境下具体科学学习的解释功能。

第三，实践中的指导性和实用性。

本书作者通过对国际上大量的科学教学研究成果的研究，提出了不少关于科学主题研究性学习教学设计的建议、策略和实用模式与模板，并在第五章提供了相应的案例，在全书的结构上努力做到前后呼应，理论与实践相结合，旨在为读者，特别是一线科学教师提供具体、实用的指导。

本书的作者既有长期从事理科教学理论研究的研究人员，也有多年工作在教学一线的优秀科学教师，还有刚刚踏入科学教学研究领域高素质的新生代。在写作过程中，大家相互切磋，反复推敲，对资料仔细筛选和斟酌，不厌其烦地几易文稿。高文教授也在写作过程中给予了大量悉心的指导。在此，我们向各位关心支持我们这一年轻的创作群体的专家、学者和一线教师表示真诚的谢意！尤其要感谢丛书主编高文教授对我们的信任、关爱和指导，同时感谢广东教育出版社邓祥俊先生为本书的出版付出的努力！

全书的结构由裴新宁和郑太年策划，高文教授审定。各部分撰写人员是：郑太年（第一章、第二章）、裴新宁（第三章、第四章、案例五、六、八、十一和十二）、李莉蓓和靳莹（案例一、十五）、陈小鸥（案例二、十四）；马昌法（案例三、十）、龙文静（案例四）、王茂江（案例七）、程根信（案例九）、王兰桢（案例十三）、杨军红（案例十六）、祝俊风（网站素材）。全书由裴新宁和郑太年统稿，高文教授认真审阅了书稿。

我们对书中引用的海内外资料尽量注明出处。在此，向各位提供案例和资料的原作者及同仁表示衷心感谢！

本书主要是为一线科学教师设计科学主题研究性学习而编写的，也可供师范院校理科教育专业的本科生及研究生学习研究性学习的理论和了解当今的实践参考。

探索无止境。本书的内容是关于研究性学习研究的一次新的尝试，我们希望它的问世能受到欢迎，特别是能为一线教师的实践探索提供一定的帮助。我们同时期待各位读者对本书提出批评意见和改进建议，以期进一步提高我们的研究水平，也为进一步推动我国的科学教学改革做出我们共同的努力。

本书相关研究得到华东师范大学“十五”“211”重点建设项目“探究性学习：来自全球的观点”暨“学科教学创新的课堂分析系统（科学）”的资助，谨此鸣谢！

裴新宁

2006年4月

目 录

前言	1
第一章 今日科学教育的主题	1
第一节 科学素养——科学教育的目标	1
第二节 科学与人文——科学的意义与价值	8
第三节 现代信息技术——融入科学教育	13
第二章 科学学习的含义与方法	20
第一节 从科学哲学看科学学习	20
第二节 科学知识是如何获得的	27
第三节 基于探究的科学学习方法	37
第三章 科学主题研究性学习教学设计的理论基础	48
第一节 科学主题研究性学习及其教学设计概述	48
第二节 科学主题研究性学习教学设计的理论基础	54
第四章 科学主题研究性学习教学设计的模式	79
第一节 课堂中科学教学设计的一般模式：ASSURE 模式	79
第二节 协作式问题解决模式——学习者共同体的设计 ...	93
第三节 资源型学习环境的设计	114
第四节 科学主题研究性学习的实用设计模板	121
第五章 研究性学习设计与活动案例	148

第一节 课堂里的科学问题探究	148
案例一 SO ₂ ——基于化学实验的研究性学习设计	149
案例二 探究生命起源的秘密	154
案例三 测定重力加速度	161
案例四 我们发现了元素周期律——围绕主要概念架构学习 活动的设计：分类法	174
第二节 课堂里的科学项目研究	183
案例五 发展科学和数学交流技能——信息技术整合于 课堂中的科学学习	184
案例六 酸雨——WebQuest 模式举例 1	186
案例七 天气——WebQuest 模式举例 2	191
案例八 食物的消化——在学习者共同体中建构科学 理解	200
第三节 校外科学主题（问题）研究	214
案例九 研究废电池对植物生长的影响	215
案例十 走进科学家的世界——对上海杨浦高中“霍尔效应 集成电路的特性和应用”研究性学习的分析	223
第四节 校外科学项目研究	238
案例十一 发起一场全民健康运动——信息技术整合于 科学项目研究性学习的设计	239
案例十二 药物与健康——资源型研究性学习	242
案例十三 酒与乙醇	252
案例十四 “农村农田农药污染情况”的研究	263
案例十五 水的探索——基于真实情境的跨学科研究性 学习设计方案	274
案例十六 美国 PLT 环境教育项目介绍与分析——基于 网络资源的研究性学习	275
主要参考文献	293

● 第一章 今日科学教育的主题

第一节 科学素养——科学教育的目标

一、科学教育改革的背景和目标

全球化及其引起的日益激烈的国际竞争、科技的飞速进步和其在社会经济发展中日益重要的推动作用，是我们所处的时代中最为引人注目的特征之一。在此时代背景中，加强科学研究、技术开发和科技人才的培养，体现于诸多国家的政策之中。将经济发展和综合国力的提高转向依靠科技进步和劳动者素质的提高，是我国奉行的一项重要政策。我国在经济建设和社会发展中取得了重大进步，但是必须看到，这些进步许多是以体制上的变革、生产关系的解放推动的，而进一步的发展，更多地需要依靠科技力量和人力资源水平上的持续提高。在这些方面，我国同世界水平相比，甚至同若干发展中国家的水平相比，都有很大的差距。