

海南出版社

国外中小学教育面面观
GUO WAI ZHONG XIAO XUE JIAO YU MIAN MIAN GUAN
科学学习心理学

王磊 等编译

圖書在版編目(CIP)

國外中小學教育面面觀 科學學習心理學

王德 王曉華

国外中小学教育面面观

科学学习心理学

王磊 等编译

海南出版社

图书在版编目(CIP)数据

国外中小学教育面面观/裴娣娜 吴国珍主编

—海南:海南出版社,2000.2

ISBN 7-80645-682-1

I. 国… II. ①裴…②吴… III. 学校教育—中小学—研究—世界

IV. G639.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 12588 号

国外中小学教育面面观

裴娣娜 吴国珍 主编

责任编辑 张新奇

*

海南出版社出版发行

(570216 海口市金盘开发区建设三横路 2 号)

全国新华书店经销

河北丰润县印刷有限公司印刷

2000 年 4 月第 1 版

2000 年 4 月第 1 次印刷

开本:787×1092 毫米 1/32

印张:120

字数:2516 千字

印数:1—10000 册

书号:ISBN7-80645-682-1/G·370

定价:(全套)216.00 元

出版说明

教育实践呼唤教育理论，教育的时代机遇与挑战迫使教育理论跳出纯思辨的象牙塔，在实践的丰富与困惑、摩擦与冲突中锤炼其锐利、深度与实质。

教育实践渴望开放交流，在思想的撞击与智慧的交锋中流衍互润，滋养提升，在比较与鉴别中衡量价值，选择机会，寻求发展。

教育迫切需要还其清新活泼的本来面貌，供年轻一代整体发展的机遇，在分门别类的学科中谋求整合，让一时一事的行为幸免肢解破碎，而吻合于跨世纪教育所追求的“人为中心”的时代主旋律。

现代基础教育面临前所未有的成就和复杂，方方面面的需求与压力，千头万绪的困难与问题，需要在理论上和实践上寻找改进的对策和突破口。因而，有必要从国外教育智慧长河中吸取营养，以期“他山之石，可以攻玉”，在互惠中共存，在学习中创新，在参照中超越。

正是为了满足现代教育践行、交流、整合和创新的需要，应我国中小学教育跨世纪改革的迫切要求，以北京师范大学中小学课程与教学研究专家学者为主体的教育理论工作者，试图集国外现代中小学教育研究之精华，探我国中小学教育之真谛，倾多年来研究国外基础教育之积累，怀着对中小学教师与校长们的深深敬意，推出了《国外中小学教育面面观》系列丛书，与广大第一线的实际工作者共享与交流，以便在实践的检验、浸润与锤炼中扩充理论研究的内在活力。

《国外中小学教育面面观》系列丛书是针对我国基础教育中最困扰教师与校长们的问题，采取“以一斑窥全豹”的策略，选择国外现代中小学教育研究中各个侧面最有价值的优秀成果，以专题介绍为形式，以问题研究为网点，从方方面面反映异国教育的特色，寓他乡中小学教育的总体面貌于有体有肉的专题研究网络之中。

本丛书选择的问题网点，有些是历史上以这样或那样的面目出现的恒古常新的教育热点难点问题，有些在某一历史时空曾有其产生和发展的鼎盛历程，割不断历史的承脉关系，有些则带着强烈的现代辉煌与困惑向未来延伸……本丛书专题研究涉及的内容，也是难度与意义不言而喻，挑战与机会相伴并存，有涉及儿童、青少年不同年龄阶段本质特征的基础理论研究，有把深奥的理论转化为教师可操作行为的积极探索，

其深度体现为宏观与微观的内在协调，理论与实践的相互渗透，其广度则几乎涵盖了中小学教师和校长触手可及的方方面面的问题，可以概括为如下几个方面：

关于教育对象——“人”的研究。这是教育中恒古常新的热点难点问题，又是我国当前中小学教育极其重要却又实际被冷落被扭曲的领域。本丛书中就人的学习本质、认知特点、智力研究及其方法论基础、青春期人格特征、科学学习心理等领域，概括或引入了国外先进的研究成果。

关于国外中学或小学课程与教学的研究。主要是围绕有关的学科确定研究专题，有选择地提炼国外中小学中有关语言、数学、科学、社会、历史、地理、环境、音体美及其健康教育中有价值的优秀成果，就有关学科的教育价值、培养目标、课程内容选择、教学模式与方法、评价革新等方面进行历史的、理论的、文化的和现实的比较、剖析与鉴别。

关于中小学校科学管理、师资队伍培养培训、财政建设和教学设备更新、基础教育中普通教育与职业教育的关系，现代信息技术在课程、教学与评价改革中的广泛应用，这些关系到现代中小学校教育质量的实质性提高、在协调教育的公平与效益之间冲突关系中起着关键作用的、甚至直接影响到中小学校在市场经济条件下生存与发展命运的课题，也应广大校长和教师的迫切要求，成为本系列丛书极富于时代挑战性的选题重点。

教育是未来世界的希望，教师生生不息的创造是高质量教育的依托。本系列丛书出发点和归宿，是服务于造就见闻广博、头脑敏锐、思维系统开放、信念体系更新、关心学生的兴趣需要、善于释放学生潜力的教育者的根本目的。各书在形式体裁上不拘一格，写作风格上各具特色，但都是为了把脉搏跳到一个节奏上：面向第一线的教师校长呼唤新世纪的教育家！

感谢海南出版社对出版本套丛书所给予的大力支持。由于时间紧、资料欠丰，水平有限，不尽人意之处在所难免，欢迎教育理论工作者，广大中小学教师校长批评指正，不胜感激！

裴娣娜 吴国珍
二〇〇〇年元月

目 录

译者序/ 1	第一章 科学学习的建构观/ 3
第二章 学习理论基础上的科学教学/ 21	
第三章 科学学习中的概念转变模式/ 40	
第四章 学生的概念框架对学习科学的影响/ 63	
第五章 学生对物理概念理解的发展模式/ 84	
第六章 发展学生对化学概念的理解和认识/ 112	
第七章 “儿童生物学”：关于生命科学概念发展的研究/ 145	
第八章 科学活动，过程技能和科学思维/ 171	
第九章 解释说明科学概念：类比教学模式/ 183	
第十章 计算机辅助科学教学/ 201	

译者序

我们是在一种偶然的機會中，非常幸运地得到了这本叫做《Psychology of Learning Science》的书。当时就感到十分兴奋，急不可待之中通读了全书，受到了强烈的振憾。这是一本非常难得的关于科学学习与科学教学的心理学问题及其研究的著作。书中集中反映了美国近一二十年来在科学教育、科学学习与教学方面的研究状况、研究热点、主要思想和理论，以及丰富而具体的研究成果。对于我们国家的科学教育教学的理论研究、实践探索乃至课程与教学改革都具有非常重要的参考价值。该书是由肖·格林 (Shawn M. Glynn)、卢瑟·耶尼 (Russell H. Yeany) 和布鲁斯 K·布莱顿 (Bruce K. Britton) 三位专家主编，约翰夫 S·克拉伊契克 (Joseph S. Krajcik)、乔·J·明茨斯 (Joel J. Mintzes)、约瑟夫·史蒂芬斯 (Joseph S. Stepan) 等一批美国著名的科学教育和科学学习心理专家根据自己的研究撰写而成的。全书共分三篇十章，第一篇是科学学习的基本框架；第二篇是关于学生对物理科

学、化学科学、生物科学等领域基本概念的认识和发展的研究；第三篇是科学教学的方法与媒体。我们针对国内的情况和需要，翻译选编了其中的主要内容，以供国内从事科学教育的教师和研究人員学习参考并借鉴。在此非常感谢海南出版社以及诚成集团图书中心所提供的机会和条件。

参加编译工作的还有岳波、胡久华、朱建宏、苏伶俐、吴晓红、黄燕宁、蒋兆华、陈家庆和王京等同志。

编译者

2000 年元月

第一章 科学学习的建构观

肖·M·格林 (Shawn M. Glynn)

拉赛儿·H·耶尼 (Russell H. Yeany)

布鲁斯·K·布莱顿 (Bruce K. Britton)

佐治亚大学 (The University of Georgia)

如果今天的大学生要在 21 世纪取得成功的话，就必须懂得科学的基本事实、原理及科学过程。换句话说，他们必须具有科学素养。

世界正迅速地实现技术化，教授科学的教师有责任为学生学习技术作准备。教师应注重学生学习科学的质量而不是数量，对概念的理解比单纯的死记硬背更重要。教师应重视学生学习科学的过程而不仅仅是其内容，因为理解了过程的学生可以更好地依靠自学主动地获取科学知识。科学知识日新月异，知识更新是一个人的终身行为。

以概念为基础、以过程为导向的教学，要求教师与学生双方都要付出许多努力，他们必须积极组织、详尽阐述和解释说明科学知识，而不仅仅是重复和记忆这些知识。

科学学习的心理学

关于科学学习的心理学必须有助于促使学生增进对科学的理解和认识。将更多的科学事实抛给学生不是答案，多开展几次学生实验也不足取，强调“凡事动手”十分实髦，但这种强调本身并不能增进学生对科学的理解，相比而言强调在学习科学的过程中“凡事动脑”更重要。比方说，应要求高中学生能理解一些学科中重要概念的含义，像生物学（如光合作用和有丝-减数分裂）、化学（如化学平衡和周期表）、物理学（如重力势能和电磁感应）以及地球科学（如板岩构造沉降）中的概念。为了检验学生的理解程度，应该要求他们解释这些概念。学生解释不太明了的地方，应要求他们予以澄清。学生必须能用自己的话解释概念，而不是重复教科书上的文字。

教师应该要求学生能够进行科学的推理，方式之一是给学生做示范。事实上，在科学的推理过程中教师与学生应成为合作伙伴，师生应一起就某些科学现象构建有意义的问题。简单地告诉学生答案不会有长远的价值和作用，师生要一起就科学现象的根本原因提出猜想或假设，再一起收集数据、设计实验以检验这些假设，最终师生共同建构起他们的理论和模型来解释问题中的这些现象。在合作的各阶段中，师生要经常“大声思维”（Glynn, Muth & Britton, 1990）。通过这种“大声思维”的方法，教师可以帮助学生再现其科学推理的过程（即元认知思维）并修改完善这些推理过程。

传统的教科书和教育方法

为什么教师没有把给学生示范科学推理作为教学常规化的工作呢？从某种程度上来讲，责任也许在于传统的教科书和教育方法。

学校的科学课程处于由“以教材为中心”到“以教师为中心”的两极连续系统中的某一点。在以教材为中心的課程中，教科书就是发动机，用以推动课程的进展，这种课程热衷于成为“教师证据”，或者成为那些缺乏重要的知识、训练和经验的教师的帮手。而在以教师为中心的課程中，教科书仍就起了很重要的作用，但教师却对教学方法有更多的控制权。这种课程设想教师已通晓大量的科学知识与教学方法，并对儿童学习和发展的方式了如指掌。目前，美国的科学课程趋向成为以教材为中心。按照美国国家科学教师联合会执行主席比尔奥尔德里奇的说法：“考虑到美国的典型情况，孩子们在小学里学习科学主要是依靠读点东西。”美国出版局将他们的出版物称为“大纲、计划或程序”，而不是教科书，因为其中的“教师版”明确地列述了如何教授概念，随书伴有許多源材料，比如录像带，软件，幻灯片，实验手册，学习指导，测试题库，张贴画以及一些激励学习的活动（像物理展览、竞赛和年会等）。

不幸的是，目前的教科书和相关的教学方法不太有效。依照美国科学发展联合会的报告《全体美国人的科学》（Science for All Americans）中的说法：

“现行的科学教材和教学方法远远无助于学习，事实上还经常妨碍科学素养的形成。在这里，强调结论远大于对科学探究过程的重视单纯记忆而缺乏批判性的思考，片言只字的汲取代替了对整体的理解，背诵多于争辩，阅读取代了实践，没有鼓励学生之间的团结协作和彼此间自由的交流共享思想与信息，也忽视了让学生利用现代化的仪器设备去拓展他们个人的智力潜能。”（1989年，第14页）

现行的科学教材和教学方法没有把心理学关于学生如何学习科学的最新发现考虑进去。心理学关于学生学习过程的建构性的发现，关于学生错误概念形成的发现，对于那些希望能以一种行之有效的方式给学生示范科学推理的教师来说，意义非同小可。最终，这些发现将对给未来的科学教师准备的教材、教学方法、课程设置以及当前为理科教师服务的机构产生深远的影响。但是现在有必要做些事情去把这些发现与教师、教科书作者和培训理科教师的大学教授的工作联系起来。《科学学习的心理学》这本书就是为了满足这种迫切的需要而创作的。

科学学习的建构性

学习，这种获取新知识的过程，即活跃又复杂。它是一系列重要认知过程，诸如观察、感知、想象、组织和阐释相互间积极作用的结果，而这些认知加工过程有利于概念之间的相互关系的构建。

科学教师有时会把学生看成是活人录像机，只在课堂上或

从书本中被动地、机械地记录所有的信息。恰恰相反，教师应将学生视为积极的消费者，他们观察问题时会选择，有主观性。学生以前的知识、期待和已有的概念决定了哪些信息会被选择性地注意，而他们所关注的正是它们所要学习的。结果，在听同一堂课，观察同一个演示，读同一本书或做同一个实验时，没有两个学生会学到完全相同的知识。理想的情况是，学生对其所面对的信息进行质疑、抗争，而后通过与其已经具有的知识进行整合，从而获得新知识，形成理解。

那么，教师如何帮助学生富有成效地学习科学概念呢？答案是帮助学生通过联系来学习概念，也就是说，学生应把概念作为由相关信息形成的有组织的网络来学习，而不是一系列毫无关系的随意组合。不幸的是，科学学业成就的标准化测试常常不能区分运用相互联系来学习的学生与只靠死记硬背的学生。但如果要求学生运用概念去解决具有创造性的问题时，那么运用联系比单靠死记硬背学习的学生的优势就变得十分明显了。

为了有意义地学习概念，学生必须执行认知的全过程，以构建起概念中各要素之间的联系，然后再建立起不同概念之间的联系。若无这种联系的构建，学生们就缺少了赖以形成有意义的概念网络的基石和框架，而概念网络的丰富意义又依赖于构成此网络的各信息要素及将这些要素牢固地结合起来的联系。

组织化和精致化* 过程

心理学家和科学教育工作者必须回答的最重要的问题是：

- (1) 为了理解科学概念，学生应该进行怎样的过程，建立起什么样的联系？(2) 教学中应该如何支持这些过程和联系？

众所周知，在科学学习的过程中，组织化和精致化的过程具有特殊重要的意义。在某些领域，如物理（Chi, Feltovich & Glaser, 1981）与医药学（Feltovich, 1981）学科中关于专家与新手的研究表明，专家不仅比新手拥有更丰富的知识，同时其知识也更有组织并且更详尽明确。组织化的过程是形成概念网络不可或缺的，科学教师可以通过概念图技术等手段来帮助学生进行组织化的过程。概念图是一种行之有效的手段，用以描述概念网络中的各信息要素及各要素的层级关系，其他各类联系如偶然的和暂时的联系也可以在图中载明。教师可以构建起一个概念图并用以计划一节课。

当学生越来越多地了解讨论中的概念时，他们的概念图会不断地发展，变得更复杂，最终逐渐接近教师作的概念图。通过对比学生在整个学习过程中画的概念图，教师可以追踪学生形成概念网络的进展。概念图的绘制应该是一种积极的、有建设性的活动，但若教师仅限于直接向学生提供概念图并教他们去记住它，那则是毫无成效的。

* 精致化（elaboration 也即明确化，阐明之意，不少人翻译为精致或精致化。

通过详尽阐释实现精致化的过程，学生将信息中的新要素与他们已知的要素联系起来。帮学生画一张类比图，是激发学生认识明确化的有效途径。（Glynn, 1989, Glynn, Britton, Semrud - Clikeman & Muth, 1989）。同时，教师必须让学生明白类比是双刃武器，也就是说，类比可以用以正确的解释甚至预言一个新概念的某些方面，但在某一点上每种类比都会崩溃，也就是在这一点上，错误概念就随之诞生了，学生必须懂得类比的这个特点。

人类的信息加工系统

学生在对信息做认知加工时是有选择性的，因为它们的头脑，姑且将之概念化为信息加工系统，迅速学习大量不熟悉的信息的能力是有限的。当进行认知活动和构建概念间的相互关系时，学生只能在自己的信息加工系统给予的范围局限内进行。

人类的信息加工系统包括意识，或称之为工作记忆或活跃存储器（Baddeley, 1990），在此进行心智活动。以及长时记忆，长时记忆，在此存贮学习的结果。工作记忆可以类比为—个认知操作台，心智操作就在此台面上进行，但相对而言，台面小了点，只允许少数一些操作在此进行。如果要求活跃存储器快速处理太多的信息，学习活动就会因此而中止，所以活跃存储器经常被称作人类信息加工系统的“瓶颈”。理想的情况是，活跃存贮器里的信息被复述，并以多种方式与长期存贮器

里的信息整合，再存贮在长期存贮器中以待后用。

长时记忆或长期存贮器可比作一套文件柜或一个计算机硬盘，它的存贮能力实际上是不受限制的，而且它的信息存贮与提取能力被信息的组织化和明确化过程加强了。

执行控制对信息加工系统中进行的学习和推理活动进行协调（Britton, Glynn, 1987）。执行控制监视工作记忆和长时记忆的相互作用，在其监控下，智力产品在活跃存储器的认知操作台上被加工出来，概念化的信息和工具被从长时记忆中提取出来，推理的结果被存贮在长时记忆中以备后用。

科学推理的认知模式

可以利用人类的信息加工系统的组成成分建立一个模型，以展示当理科学学生在就科学现象进行推理时他头脑里的活动。如图 1.5 所示，理科学学生对不管是由学生、教师、教科书、实验室手册还是由上述因素综合所创设的解决问题的情境的反映是典型的。环境因素包括提问、观察、结论等，其中某些可以提供给学生在执行控制的监管下，学生在活跃存贮器中完成认知过程和关系构建，这些对于问题解决情景中的问题、观察和结论有很强的影响。

学生在活跃存贮器中就一个科学现象作推理时，他会借助于保存在长期存贮器里的相关事实、原理和技能，其中技能应包括训练有素的科学家日常工作所具有的基本的和综合的科学加工技能。基本技能包括观察、分类、联系、米制测量、估计