



## 小学科学课课程资源

XIAOXUEKEXUEKEKECHENGZIYUAN

修订版

# 科学课与建构主义

□ [美] William K. Eslar Mary K. Eslar 著 □ 李阳光 王永慧 等 译



长  
春  
出  
版  
社  
CHANGCHUN PUBLISHING HOUSE



□ 责任编辑 许加澍  
□ 封面设计 郝威

ISBN 978-7-80664-484-3



9 787806 644843 >

定价:38.00 元

# 科学课与建构主义

(美)威廉·艾斯勒 玛丽·艾斯勒 著  
李阳光 王永慧 译

長春出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

科学课与建构主义/(美)艾斯勒(Eslar, W.), (美)艾斯勒(Eslar, M.)著;李阳光,王永慧译.—2版. 长春: 长春出版社, 2008.1

书名原文: Teaching Elementary Science

ISBN 978 - 7 - 80664 - 484 - 3

I. 科... II. ①艾...②艾...③李...④李... III. 科学知识—教学研究—小学 IV. G623.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 176402 号

William K. Esler Mary K. Esler

TEACHING ELEMENTARY SCIENCE

EISBN: 0-534-50834-0

Copyright ? 2001 by WADSWORTH, a part of Cengage Learning.

Original edition published by Cengage Learning. All Rights reserved. 本书原版由圣智学习出版公司出版。版权所有, 盗印必究。

Chang Chun Publishing House is authorized by Cengage Learning to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. 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.

本书中文简体字翻译版由圣智学习出版公司授权长春出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾)销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

981 - 978 - 7 - 80664 - 484 - 3

Cengage Learning Asia Pte. Ltd.

5 Shenton Way, # 01-01 UIC Building, Singapore 068808

本书封面贴有 Cengage Learning 防伪标签, 无标签者不得销售。

## 科学课与建构主义

著 者: (美)艾斯勒(Eslar, W.) (美)艾斯勒(Eslar, M.)

责任编辑: 许加澍

封面设计: 郝 威

出版发行: 长春出版社

总编室电话: 0431-88563443

发行部电话: 0431-88561180

读者服务部电话: 0431-88561177

地 址: 吉林省长春市建设街 1377 号

邮 编: 130061

网 址: www.cccbs.net

制 版: 长春大图视听文化艺术传播有限责任公司

印 刷: 长春永恒印业有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 16 开 787×1092 毫米

字 数: 398 千字

印 张: 16.75

版 次: 2008 年 1 月第 2 版

印 次: 2008 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

版权所有 盗版必究

如有印装质量问题, 请与印厂联系调换

联系电话: 0431-88742408

## 致 谢

我们感谢我们在中央佛罗里达大学(University of Central Florida)的朋友和同事,他们对本书的前七版给予支持和批评;感谢杰克·阿姆斯特朗(Jack Armstrong)和玛格丽特·威尔(Margaret While),他们在课堂的严格考验中检查了本书的方法和内容。

全美科学教师协会(NSTA)是资助开发全美科学教育标准和评价的几个组织之一。本书自始至终持续参考这些标准。

特别感谢,教育编辑黛安妮·林德赛(Dianne Lindsay)和策划编辑特鲁迪·布朗(Trudy Brown),他们细察了现有的内容,从而使本版更臻完美。他们宽阔的胸怀和友好的劝说最有助于激励我们更努力地修改。几位评论家帮助评价了第八版,感谢他们的周到和诚实。他们是:莱特州立大学的贝丝·贝斯斯塔(Beth Basista, Wright State University);位于里农的内华达大学的约翰·加农(John R. Cannon, University of Nevada, Reno);休斯敦大学的莱恩·弗里曼(Lynn S. Freeman, University of Huston);旧金山大学的朱迪斯·吉尔森(Judith E. Gilson, University of San Francisco);旧金山州立大学的玛丽·海姆(Mary Hamm, San Francisco State University);田纳西州立大学的维德·史密斯(Wade C. Smith, Jr., Tennessee State University);圣弗朗西斯大学的玛丽

莲·安·沃纳(Marilyn Ann Verna, St. Francis College);俄亥俄迈阿密大学的丽塔·伏特姆(Rita K. Voltmer, University of Miami Ohio);金恩大学的托玛斯·沃斯(Thomas P. Walsh, Kean University)。

最重要的是,我们要感谢这本书的写作对象。许多学生和大学教育家已阅读本书并对之做出反应,他们的建议对于我们保持本书内在质量是无价的。

(美)威廉·艾斯勒 玛丽·艾斯勒

# 目 录

## 第一部分 如何组织学生科学教学 1

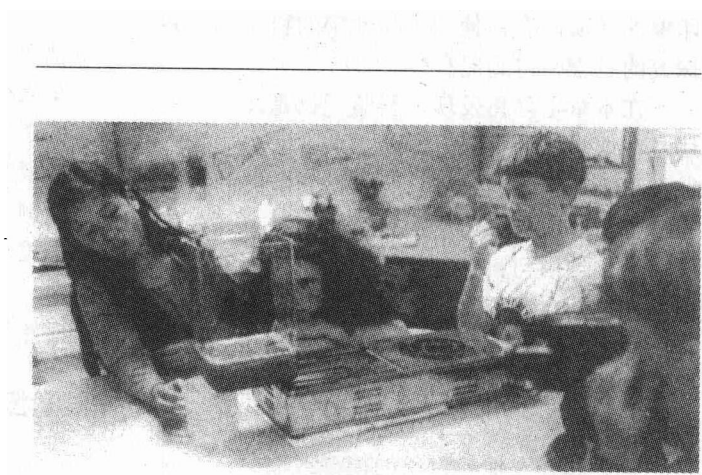
- 第一章 小学科学引言 2
- 第二章 学生学习科学的过程 8
- 第三章 通过建构主义探究方法教授科学 23
- 第四章 使用全景科学教学教授小学科学 39
- 第五章 为全景科学教学(FSSI)系统中的教学和评价学生的进步作计划 51
- 第六章 用于小学科学课堂的技术和材料 67
- 第七章 科学与其他学科的结合 82
- 第八章 个性化科学教育与特殊学生的科学教育 95
- 第九章 教授学生解决科学、技术和社会问题 114

## 第二部分 小学科学的学习单元实例 131

- A 部分 研究生物 132
  - 第十章 研究植物 133
  - 第十一章 研究动物 148
  - 第十二章 研究生态关系 161
  - 第十三章 研究人体 176
- B 部分 研究物理学 194
  - 第十四章 原子和分子：物质的结构单元 195
  - 第十五章 热与物质 206
  - 第十六章 光 218
  - 第十七章 磁 230
  - 第十八章 声音 243
  - 第十九章 使用能量工作：简单机械 252

# 第一部分

## 如何组织学生科学教学



发明机械的人增大了人类的力量。

——H. W. 比歇尔

# 第一章

## 小学科学引言

### 本章内容介绍

在本章中我们想要与你共享科学和科学研究既有趣又令人兴奋的本质。我们将讨论怎样把科学与小学课程相结合，从而在学生探索他们所生存的世界时，增进他们的好奇心、能力和知识。你会发现学生的一系列给人留下最深印象的品质，会在他们参与动手的科学活动和探究的过程中得到提高。

在本章中你将发现，科学无论是在世界上还是在课堂里，都是一个令人兴奋的充满探究、发现和模型构造的过程。科学探索能够回答那些涉及从海底到宇宙尽头的环境问题。你会看到，学生使用与科学家相同的方法来回答那些出现在他们自己的有限世界中的问题。在这两种层次上，研究者都是在处理、研究和提出问题的答案。这样，他们就建筑起似乎能够回答其问题的模型。对于学生科学教学来说，允许学生研究和开发他们自己的模型或概念，有时被称为建构主义和建构主义方法。

在本章中你将逐渐熟悉全美科学教育标准(NSES)。这是对预期的 K-12 年级学生的科学成绩标准的一项全国性的声明，也是对如何评价学生成绩的一个建议。NSES 对于教师和学校已变得非常重要。

你也会发现技术（计算机程序、国际互联

网、电视等）和传统媒体（商业书籍、学生杂志等）的使用参考，从而促进和强化学生的概念，这些概念是他们通过探究学习活动而获得的。

### 好奇心是科学的起点

科学始于好奇。一个史前人会由于天空中疾驰而过的一颗流星而感到震惊；一个古埃及人在凝视着一口阳光照射的水井；海边的一个男孩在观察一只不断盘旋、翱翔着的飞鸟。每个情景都包含一个共同的要素——好奇心。在每个例子中，好奇心就是一个起点，一种力量，它会推动一个人寻求对他或她所看到的现象的解释。好奇心能够穿越时间、种族和地域的障碍而始终如一。

### 科学探究有助于增长学生的好奇心

科学从学生开始。数以千计的学生都曾经问过诸如“流星是什么”和“鸟怎样飞行”之类的问题。贯穿历史，这些问题已引出了上百个不同的答案。很明显，这些答案中有一些是错误的，但是重要的一点在于学生永远不会停止提问。他们看到、惊讶，从而寻找问题的答案（图 1-1）。

学生天生就对他们周围的环境感到好奇。

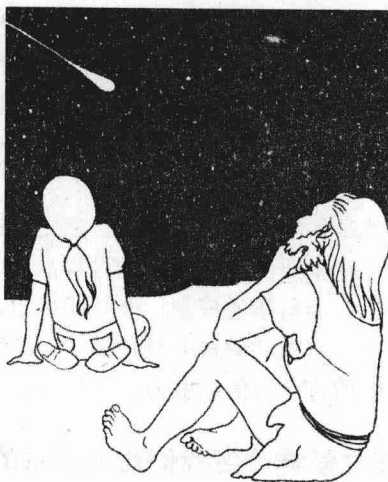


图 1-1 好奇心是科学的起点

孩子们观察并探索，以求理解他们所看到的东西。一些教师在帮助孩子们追求对自然的积极参与过程中，获得了巨大的乐趣。没有任何一种活动能够使学生如此坦率和质疑，如此愿意表达他们的情感和思想。教师们发现，科学是能够帮助学生开发其思维能力的一种近乎完美的手段。那么，这就是现代基础科学教师的愉快任务——帮助学生探索他们的世界并获得理解其周围世界所必需的能力和知识。

### 通过探究方法学习科学对学生产生的影响

在本章的后半部分，你将逐渐熟悉基础科学课程。这些课程都使用质疑和研究程序作为科学教学的方法。这些方法与学生对其环境产生的原有经验——显示出好奇心、问问题、并试图找到解决方案等等相匹配。

对以活动为方向，以探究为基础的小学科学课程的研究，揭示出一些令人惊讶的有趣的事情。当实行这些科学课程的活动时，学生能得到发展。以活动为方向，以探究为基础的小学科学课程能够达到以下教学目的：



Mary Esler

正在探索环境的学生

1. 提高低年级学生的智商；
2. 增加少数民族聚居区学生中的由学生发起的相关内容演讲；
3. 增加语言和常识；
4. 发展测量技能；
5. 增加数学概念；
6. 增强计算技能；
7. 增强社会学科能力；
8. 增强听力；
9. 提高视觉感知能力；
10. 发展逻辑思维；
11. 教授科学方法；
12. 充当低年级学生的阅读准备计划；
13. 增强学生的好奇心；
14. 改善学生对科学和学校的态度。

上述从以探究为基础的科学得来的一系列益处尚不完整，当研究者在不同环境中进行科学课程研究时，其他一些益处将会不断涌现。例如，操作性科学课程正在被证实不仅容易调整，而且对于许多各种各样的特殊学生特别有效。这些特殊学生既包括在主流教育中被认为是心理障碍或学习障碍的学生，又包括那些身体上有残疾

以及视力和听力受损的学生。

这些益处作为科学教学的结果是怎样发生在学生身上的呢？研究发现的结果明确显示，这是毋庸置疑的。当学生追求科学、实践他们的好奇心和科学能力时，这些益处以及更多的益处就会产生。

### 科学的本性：模型建立

因为科学教学中所采用的活动是模仿科学家在探索和发现环境问题的新答案的过程中的实践，那么理解科学自身的本质就显得很重要。

有一个寓言讲述的是：三个盲人被要求描述一头大象长什么样子。第一个盲人摸到了大象的尾巴，便说：“大象就像一根绳子”；第二个盲人摸到了大象的鼻子，便说：“大象就像一条蛇”；第三个盲人摸到了大象的腿，便说：“大象就像一个树干”（见图 1-2）。

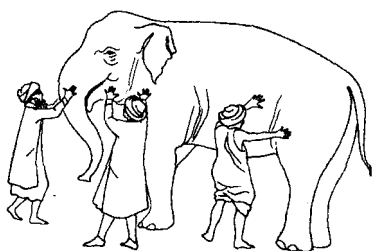


图 1-2 工作着的“科学家”

很明显，这三个盲人的结论都是不充分的，但是他们使用的方法在科学中却经常被采用。每个人都收集到他个人所能得到的证据，然后尝试着形成对这种未知动物的心理影像。他们的影像并不准确，这反映出每个人所收集到的证据的局限性。这三个盲人怎样才能设法将大象描述得更准确？他们可以把各自的信息集中到一起；他们也可以进行进一步的观察，也许以某种系统的方式，每个人研究大象的某一部分。在每一步研究中，当他们一起交流并讨论

各自的发现时，就会形成对大象一个崭新的、更准确的影像。最终，在大量的观察和推测之后，他们就可能了解大象到底是什么样子。这些盲人就会形成对大象结构的一种理论或模型。

这就是科学是如何工作的。建立能够表达对未知事物本质的心理影像的过程，就叫做模型建立。一个科学的模型，能够明确表达出的一种理论，它能够解释并且使属于一个特定自然现象的所有已知信息融为一个整体。

### 模型建立怎样改变我们对太阳系的观点

许多个世纪以来，欧洲的学者们都接受由古希腊和阿拉伯观察家们最早提出的太阳系模型。这一模型使宇宙中所有的恒星和行星都位于一个巨大的苍穹上，而地球处于中心位置。随着时间的推移，细心的观察家如哥白尼和伽利略观察到有一些恒星不同于大多数恒星。它们并不发光，与许多固定的恒星相比，它们是在“漫步”。伽利略发明了一架粗糙的望远镜，并发现在这些“漫步”的星星之中，木星有卫星环绕着它运行。这就使得他判断，地球不可能位于宇宙的中心，而是绕着太阳运行的若干行星之一。由于罗马天主教会的顽固反对，花费了两千年的时间才使这一科学模型的改变得以部分实现。模型建立及其改变在当今世界里一般只会花费很少的时间，这是由于科学家和科学设备越来越完善。但是大体的过程是相同的：创造一种所有现有知识都适合的模型或理论，然后在发现新事物时对模型或理论进行改造。

### 小学课堂中的模型建立

在学生的认知水平上，他们观察一个现象，参考（模型）以解释他们观察到的事物，甚至通过与同学讨论从而改变自己的观点（改变他们的模型）。例如，一组或一班一年级孩子可以观察一个装有无色冷水的广口瓶。在观察到瓶

外形成的无色液滴时，许多人可能推测液滴是通过玻璃漏出来的。接着教师向瓶中加入几滴黑色的食用色素，并搅拌，然后将瓶的外部擦干。几分钟之后，教师可以让班级成员检查已经生成的新液滴。在观察到瓶外生成的液滴是无色的以后，一些学生就可能决定改变他们关于液滴来自瓶内的推论（模型）。在向瓶内液体加入一茶匙盐之后，其他学生可能会对瓶外部的液滴的味道做品尝。这可以通过用分别蘸满“内部”和“外部”液体的棉签轻触学生的舌头而进行。也许其他学生接着就会判断外面的液滴并不是来自瓶内。可能一些孩子会推测瓶外部的液滴只能来自于瓶周围的空气。在他们的层次上，这些学生正在以与科学家十分类似的方式建立并改变科学模型。

## 科学教学的模型建立和建构主义方法

在下面的几章中，你会发现对建构主义和学生科学教学的建构主义方法的参考。建构主义理论利用动手经验的实践为基础，这些实践允许学生自己发现能够解释他们周围世界的概念和模型。在第二章里，你将找到对建构主义理论建立的理论基础的解释。在第三章里你会发现对可被用于建构主义课程的探究方法的介绍。在第四章里你将发现更正式的科学研究方法，主要是为四年级和更高年级设计的，适合这些学生在建构主义方法中的需要。你会发现建构主义、模型建立和科学探究都属于学生科学教学中的同一种一般模式。

## 全美标准——21 世纪小学和中学科学课程的设计师

由于长期广泛的努力，全美科学教育标准和评价委员会拥有一套已被广泛接受的对 K-12 年级科学课程的标准和评价方法。这些标准现在被称为全美科学教育标准（NSES）。这一方案包含科学教育的各个方面，包括对学制和学

校的评价、教师培训、要教授的学科以及怎样进行教学。许多学制和出版社已经使用 NSES 作为修改课程和评价学生成绩的基础。

对于我们在本书中的目的，更重要的是要指出，新的标准和相关的评价标准既是为了科学研究的内容，又是为了科学研究的能力而创造出来的。越来越重要的是教师要懂得怎样教孩子，这样他们才能逐步掌握概念和相关信息。

评价标准是 NSES 为了以下几方面而发展来的。

系统——那些为科学教育事业提供支持的地区的、州的和全国的系统。

科学课程——正被传输给学区的科学的所有方面，包括课程、资源、设施等。

科学教学和专业发展——教师的能力和资格与他们做准备的工作前和工作中的课程。

科学内容——学校中教授的科学内容的形式与实质。

NSES 改革科学教育的努力是由以下这些原则指导的：

所有学生——无论他们的性别、文化或种族背景、身体残疾或学习障碍、将来的志向或对科学的兴趣和动机如何，都应有机会获得高水平的科学素质。

希望所有学生都来学习的科学已被阐明，因此学生有足够的时间逐渐理解重要的科学的观念，而不是肤浅地熟悉许多孤立的事实。所有学生都能理解地获取科学知识。

学习科学是所有学生都参与的主动过程。在科学里，学生问问题，创立对自然现象的理解，以许多不同的方式来检验这些解释，然后相互交流各自的观点。

学校中的科学将反映出智力传统——探究模式、证据规则以及阐明问题的方式，它是现代科学实践的特征。

科学教育改革是一个系统过程，所有人都应在这一过程中起一定的作用，并且有改变它

的责任。

这一课程的内容标准是围绕第一标准——统一方法而发展的。这些是：系统、组织、形式与功能、交流、变化、测量、模型、尺度、多样性、适应与进化以及探索。统一主题限定了课程内容标准的其他七个类型的组织：

1. 作为探究的科学
2. 自然科学
3. 生命科学
4. 地球与空间科学
5. 科学技术
6. 科学与社会的挑战
7. 科学史

### 总结

学生都拥有好奇心。给他们探索和交流的机会，他们就可能终生保持好奇心。

以实验室为中心的科学活动利用探究的方法帮助学生克服许多缺点。人们已经发现，这些用于学生的课程能够促进他们在智商、口头表达能力、阅读能力、数学能力和社会学科能力方面的成长。此外，他们也培养逻辑思维、科学方法、好奇心和积极的态度。以实验室为中心、以探究为基础的小学科学课程的本质使得它们在培养许多学科领域内的基本能力方面尤为有用。

为了方便起见，常常用科学模型来解释复杂的概念。模型代表在所观察到的现象之间的一种可使用的关系。一个科学模型要考虑所有已知的观察结果。当获得新的信息时，必须修改旧模型以容纳新信息。或者可以抛弃旧模型以支持新模型。当宇宙的地球中心说被太阳中心说取代时，就是这样发生的。今天，这两种理论都被一种新理论所代替。这种理论认为太阳是由数百万颗恒星构成的星云中的一颗恒星，而这个星云与其他星云的距离十分遥远。

现代基础科学教育的目标包括获得知识、

操作能力、智力才能以及客观求实的科学研究态度。这些清楚的目标可以通过以问题解决方法和操作活动为基础的课程来实现。

建构主义是一种教学方法，它允许学生对他们在自然界中观察到的事物形成自己的概念和模型。学生通过发现各种联系而做到这点，并在他们操作和观察现象时自己进行构造。建构主义课堂中的方法在别处也常常被称为发现、探究和模型建立。

FSSI中建议教师从大范围的媒体中选择那些能够提高学生的概念结构的方法，这种概念结构是学生通过参加前面教过的探究活动而获得的。这种直接教学，当被正确计划并教授时，就会大大促进学生从以探究为基础的学习活动中获得的知识 and 理解。

### 扩展活动

1. 写一段简短的话，描述教师怎样帮助学生培养并保持他们的好奇心。阐述学生拥有强烈的好奇感会对他们产生什么积极的结果。

2. 选择每章中发现的通过探究法学习科学对学生产生的三种影响。讨论探究科学课程提高每个方面的途径。

3. 选择一个科学概念，如磁性、静电或浮力，并描述一种能使学生逐渐掌握这一概念的建构主义活动（模型建立、发现或某种其他形式的探究）。

4. 写一段话，讨论创建用于小学科学的全国成绩标准和评价标准的有利和不利条件。

### 相关背景资料

#### 国际互联网站：

<http://www.enc.org/classroom/index.html>

<http://www.fiu.edu/-george>

<http://www.infotrac-college.com/wadsworth>

<http://nasta.org/scistore>

### 课外读物:

《安东尼·范·利文别克:首次见到微生物》  
(伟大的科学思想系列), 利萨·扬特著

这本书讲述了利文别克的故事。他是一名布商。他通过观察、坚持、保持记录和假设的方法改进了放大镜,从而创造出优质显微镜。

《艾萨克·牛顿:有史以来最伟大的科学家》  
(伟大的科学思想系列) 玛格丽特·安得森著

这本书的可读性很强,讲述了这位卓越科学家的生活、工作和目标,激励学生去思考和探索。

《平凡的天才:阿尔伯特·爱因斯坦的故事》斯蒂芬妮·麦克弗森著

读这本书可以了解爱因斯坦的个人尝试与成功、个人信仰和私生活。写法既感人又幽默。

《科学家是什么样子?》巴巴拉·莱恩著

这本书通过将一年级学生的动手研究的好奇心与探究的科学方法等同起来而展示了科学家是什么样子的。

## 第二章

# 学生学习科学的过程

### 本章内容介绍

本章目的在于使你熟悉学生智力的发展，特别是熟悉那些影响学生实践和学习科学能力的活动。你将研究学生认知的水平，你也要思考学习的含义。通过介绍世界上最重要的理论家的见解，你会发现学生怎样发展他们的能力以获得和处理信息，以及怎样鉴别定义这种成长的阶段。你也会在将教学模式或模型应用于科学教学时，逐渐熟悉其中最常见的几种。你将学到科学概念怎样根据复杂性而排列，并用于组织学生的科学学习。最后，你会了解一些学生对待世界的常见的错误概念，以及它们怎样影响学生对科学的理解。

熟练的教师将选择有效的教学方法，以适应学生的理解和对主题的诠释。尽管在一名熟练教师的指导下，那些有趣的活动似乎会很容易地展开，实际上，教师的每一个动作以及几乎每一句话，都应该是通过对学生及其学习过程的深入理解有感而发。

### 参与的类型

想象一下相邻教室中的两个二年级班级。通过史密斯夫人教室门上的窗户向里望一眼，你会看到孩子们斜靠着书桌，正在写字。通过

仔细观察，你会发现孩子们正在查找科学术语的定义并将它们记到笔记本里。所有的孩子都很安静，很明显，都在做自己的作业。现在走到隔壁琼斯夫人的教室。在这儿我们看到有几群孩子在向水盘中扔不同的物体。这里有一些噪音，我们无意中听到孩子们在讲：“可是所有的木片都不漂浮起来了。”“用铝箔做的小船能漂浮。不是所有的金属都下沉。”“相似的物体是怎样漂浮或下沉的？”

你认为，史密斯夫人或琼斯夫人的班级，哪个班里的孩子对他们正在做的事情参与的程度更大？如果参与仅仅意味着忙碌，那么这两个班级似乎都在参与。但是参与不再仅仅意味着身体对活动的参与，它也指正在发生的精神活动。完成史密斯夫人的词汇作业与完成琼斯夫人的解决问题的活动相比，在智力要求上是不同的吗？很明显是不同的。人们认为，学生参与学习活动的水平在问题解决方面要高于记忆方面。课堂上更高的噪音水平并不一定意味着较差的参与程度。在有限的范围内，可能恰巧相反。高度参与问题的孩子们可能在教室中走来走去，操作材料，并互相交谈。

### 智力活动的标准

智力活动按复杂性的由低到高可分为如下6个水平：

## 了解

认知活动的最低标准，根据一种广泛接受的分类系统<sup>①</sup>，是通过记忆获取知识。这包括在各个水平上记忆知识——从简单的术语和事实，到原理、概括和理论。简言之，这一活动是由通过记忆练习获得大量信息而构成的。

## 理解

理解高于机械记忆，哪怕理解的水平不同。理解是在以下行为中表现出来的：用小学生自己的语言表达或解释信息，说明并总结信息，以及确定所给信息的含义。

## 应用

根据复杂性而言，应用信息解决问题要高于理解。学习者必须从若干方法或理论中选择出能帮助他解决问题的那些。接着，他必须按照某种有序的顺序将他的选择应用于实现他的目标。

## 分析

分析一般包括根据某种预先形成的逻辑系统而对一段陈述或过程详细研究。学习者必须单独研究这段陈述或过程的各个部分，重新整理，或替换它们以在总体上检验其结构。例如，一个孩子通过研究一个原子模型，看看它是否与他所了解的原子相符合，从而在分析能力上有所提高。

## 综合

这一能力对于科学特别重要，因为综合意味着将部分组合在一起从而形成一个新的独特整体。人们认为，正在进行单独发现和实验活动的学生主要是在综合水平上操作，因为他们能够得出假设，并设计检验假设的方法。

## 评价

这是认知活动的最高水平。既然人类已经

发现破坏我们自身和环境的方法，科学家形成一种人文主义的价值体系就已经变得越来越重要。既然科学家甚至能创造生命本身，科学家就面临着可怕的决定。这些问题中有许多甚至可能被小学学生所讨论。

认知活动的分类并没有明确定义的界限。这样，教师可能会发现，不可能将任何一种特定的智力行为加以明确地分类。只是必须在认知活动的范围内确定它的大体位置。综合被认为是对于小学生很少见的成果。尽管如此，教师能够组织科学活动，这些活动会在认知水平上对班级的大多数学生提出挑战。为了做到这点，教师必须理解学生的认知结构的发展过程，并了解小学生们已经具有的科学经验。用这一信息来武装自己，教师就能成功地预测出学生的行为将会指向连续的认知活动中的哪个位置。让我们来研究一下，正在学习植物和动物这个单元的一个年级学生可能会做的一系列活动。尽量测定出每一种活动所要求的认知水平。

1. 凭借记忆，孩子们说出长羽毛的三种动物和长软毛的三种动物。

2. 孩子们通过完成一幅未画完的素描来说明对鸟身体结构的理解。

3. 在对鸟的身体的各个部分与它们的觅食习惯有何关系进行讨论后，给孩子们看一幅画有几只鸟的图片，让他们说出每只鸟可能吃什么食物。

4. 给孩子们看一幅画有硬木森林生长地的图片。问他们这样的问题，如：“为什么松鼠生活在这里？”以及：“狐狸怎样生存？”

5. 当问到孩子们水怎样从到达植物的顶端时，他们说水一定是爬到植物茎的中部。

6. 孩子们说：人们不应该把垃圾扔到公园里，因为这样公园就会变脏，而且其他人也想使用公园。

<sup>①</sup>本杰明·布鲁姆编，教育目标分类法，手册1；认知领域（纽约：麦凯，1956）。



Will Hart/PhotoEdit

这些学生在参与学习活动吗？

上面列举出的每一种学习活动都代表本杰明·布鲁姆的一个主要的认知水平。它们是按照逐渐增加的复杂性顺序而被列出的。你全都认识吗？当你再次研究这六种学习活动时，回想一下每种活动的智力要求。难道每种活动不是要求一种不同的认知能力吗？

表 2-1 总结了认知领域的水平等级，并且给出了学生在每种水平上所表现出的行为的例子。

参与科学的程度

在学生参与寻求解决问题答案的过程中，如果这一问题对他来说具有直接的意义并且很重要，这时认知活动参与度最高。在每个学生都独立解决问题时，涉及做出决定和数据分析的认知能力就会得到最好的锻炼。确保学生参与的最佳方式就是让他作为一名独立的研究者来操作；一般来说，当不给学生独立实践的机会时，参与度就会成比例地降低。教师要给他们提供个体研究的机会，以使从科学实践中得到最大益处。

出于不同的原因，不是所有的小学科学课都可以在个体基础上进行，使其中每个孩子都能操纵材料并进行研究。其他减少个体研究可

| 认知领域         | 学生行为的范例                                                                                   |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 了解<br>(第一水平) | 学生将：回忆记住的事实；背诵记住的事实；列出记住的事实；列举记住的事实；写出记住的事实<br>注意：事实可能像一个单词那么简单，也可能像一个定律、一条原理或一个过程那么复杂    |
| 理解<br>(第二水平) | 学生将：翻译信息；用自己的话解释信息；用自己的话重写一段叙述；对其他来源的叙述进行编辑；从信息推断新的含义                                     |
| 应用<br>(第三水平) | 学生将：在一个新的问题情境中使用规则、定律、概括；将已知的解决方案应用于新事件；利用指南（例如：公路线路图）来解决日常的问题；应用新的能力解决问题；构造解决问题的模型       |
| 分析<br>(第四水平) | 学生将：阐明一个整体的各个部分之间的联系；剖析一个物体或事件；交换相同的部分；分离事件用于更仔细的研究；重新整理各部分以形成更清楚的概念                      |
| 综合<br>(第五水平) | 学生将：对于一个特定的情境得出一个独特的方法；阐明一个假设；提出一个新的操作计划；贡献出观察陈旧的解决方法的独特方式；开发研究问题                         |
| 评价<br>(第六水平) | 学生将：在相关数据基础上提出意见；用正确的证据来支持观点；以外部标准为基础，判断一个物体或事件的价值；以内部标准为基础，判断一个物体或事件的价值；在仔细分析情形之后，支持一个立场 |

表 2-1 认知领域的水平和鉴别学生行为的范例

能性的因素是教室的安全,对纪律问题的担忧,以及正在教授的科学概念的本质。大多数教师发现,指导几组学生的活动要比控制整个教室中的个体操作者容易得多。这在活动可能具有危险性时尤为重要。教师有时也希望为了应付后来的课程而提出所有学生都需要拥有的一个概念或能力。这种概念或能力的提出可能包括一个实验,用来教学生解决变量或构造图形。

实际上,教师根据所教授的概念本质、学生本身的特点以及可获得的材料,必须与那些参与水平较低的学生一起活动。不同的参与水平如下:

1. 个体研究
2. 小组研究
3. 学生——教师解决问题的讨论
4. 学生示范
5. 教师示范
6. 以教师为中心的活动
7. 课堂作业

在以活动为基础的科学课程中,大多数活动都是为前5个水平设计的。

### 几种思维培育理论介绍:

#### (一) 学生思维过程的培养——皮亚杰理论

教师常常过高估计了学生的理解水平。这尤其发生在低年级中。这种情况的发生,是由于教师认为学生与成人用同样的方式感知事物。但事实并非如此。例如,许多6岁大的学生,已经学会数数到100,但却不具有超出10之外的“数”的概念。为了达到成人的要求,学生会学习数字的标号、特体的性质以及程序,但他们总是不能理解含义和联系。一名非常著名的喜剧演员让一个一年级的孩子说:“ $2 + 2 = 4$ 。那么4是什么?”正是口头模仿常常误导善意的教育者,使他们认为学生真正理解了有关概念。

由让·皮亚杰(1896年~1980年)实施的研究已经被广泛证实。这项研究说明,学生的认知发展发生在四个主要的连续的阶段:感觉运动阶段、前运算阶段、具体运算阶段和形式运算阶段。

#### 感觉运动阶段

婴儿没有永恒感。不在视野中的事物就等于不存在。这段时期被认为是从婴儿出生一直持续到18个月大。在这段时期内,婴儿逐步发展了这种永恒感。即,他开始了解物体并未消失,而是仍旧存在于某处。婴儿开始认识形状和大小,开始将人和物与生理需求相联系。即,某些人或物能够引起愉快的事情发生,而其他的人或物则会引起不愉快的事情发生。婴儿也开始获得关于自身的概念。在感觉运动阶段的末期,婴儿能在家庭照片中或镜子中认出自己。许多权威人士认为,在感觉运动阶段中,健康丰富的环境对学生后来的智力发育十分重要。

#### 前运算阶段

这一阶段从18个月持续到7岁左右。在该阶段的早期,孩子开始说话,开始思考。然而,这种思考过程受到感知局限性的制约,因为学生仅能一次集中物体的一个维度。

在这一发展水平上,学生受到许多观察结果的欺骗。他们被开始时形状像个球,后来形状又像个热狗的一点黏土所愚弄(物质守恒)。他们不能分辨出一个矮的粗瓶是否比一个高的细瓶含有更多的液体(体积守恒)。他们不能理解,当物体在很大面积上铺展时,物体的数目并不增加(数目守恒)。这些以及其他的概念局限性,阻碍了前运算阶段的学生对形状、大小、时间和数量变化的理解。

在前运算阶段的后期,学生开始获得心理上逆转一些操作的能力。例如,他们能够认识到,一个已经被塑成热狗形状的黏土球,可以重新被塑成一个球。这时就可以说,学生能够