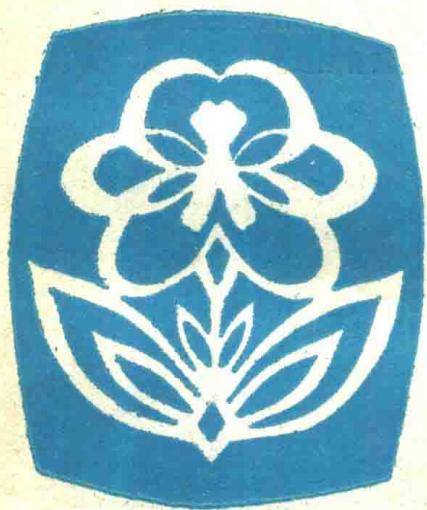


小学科学教育的新方向

[美] 赫 德 合著
加拉 赫



文化教育出版社



小学科学教育的新方向

赫 德 (美国斯坦福大学) 合著
加拉赫 (美国教育研究会)

刘默耕 译
张厚灿 校

文化教育出版社

New Directions In Elementary Science Teaching

**Paul Dehart Hurd (Stanford University) and
James Joseph Gallagher (Educational Research
Council of America)**

*Wadsworth Publishing Company, Inc.
Belmont, California*

小学科学教育的新方向

[美] 赫 德(美国斯坦福大学) 合著
加拉赫(美国教育研究会)

刘默耕 译

张厚灿 校

*

文化教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京市房山县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 5.625 字数 115,000

1980年1月第1版 1980年8月第1次印刷

印数 0001—18,000

书号 7057·01 定价 0.42 元

内 容 提 要

这部著作是1979年秋应邀来我国进行文化交流的美国科学教育代表团赠送给我国的。作者之一赫德教授就是这个科学教育代表团的团长。本书内容主要是探讨“小学科学教育如何适应现代化社会的需要”的理论和教材教法。头两章提出了作者的基本观点(理论基础)。第三章概述了1850年以来特别是第二次世界大战以来小学科学教育的变化发展。第四章介绍了当代美国小学科学教育改革的各种新理论和新教材教法。末章指出了今后待解决的问题和发展趋向。近二十年来美国小学科学教育为适应现代化社会的需要所做的大量改革试验对我们研究解决今后面临的同样问题可资借鉴。书中大量的新教材新教法实例对幼儿园和小学的自然常识课教师颇有启发。

目 录

原 序	(1)
第一章 新的时代 新的课程	(2)
科学时代的科学教育	(3)
科学与人类	(4)
科学是什么	(5)
对儿童施行的科学教育	(10)
第二章 儿童怎样学习科学	(12)
概念与学习科学	(12)
“科学加工过程”的学习	(15)
皮亚杰的研究工作与小学科学教育	(18)
儿童能够学习科学吗?	(22)
介绍学习经验的顺序	(23)
“发现性的学习”	(24)
第三章 现代小学科学教育的序幕	(27)
1850—1880 小学科学教育中的实物教学法	(27)
新的世纪,新的要求	(29)
“自然研究”的小学科学课程	(31)
小学科学教育的转折点	(32)
第四章 小学《科学》课程的试验方案	(41)
美国科学发展协会科学教育委员会	(42)
侧重科学概念的小学科学教育大纲(纽约大学)	(66)
小学科学教育方案(加利福尼亚大学伯克利分校)	(71)
小学科学教育研究(依利诺斯大学)	(79)
小学科学课程研究(犹他州大学)	(85)
初等科学教育研究	(94)
“探究发展”大纲	(99)

中等科学课程研究(佛罗里达州大学)	(106)
明尼苏达“数学-科学”教学方案(明尼苏达大学)	(109)
普通学校科学课程方案(依利诺斯大学)	(120)
科学课程改革研究(加利福尼亚大学)	(127)
小学科学教育的定量教学方法研究(纽约州大学石溪分校)...	(140)
韦伯斯特数学、科学和技术学会(韦伯斯特学院)	(146)
第五章 小学科学教育的问题、发展和趋向	(151)
科学教育的目标	(152)
科学教育的课程组织	(153)
学习科学所需的条件	(155)
新的科学课程和儿童的个别差异	(157)
小学的科学课程与其他课程	(158)
在职教师的培训	(160)
师范教育	(161)
小学科学课程的督导	(162)
课程改革的贯彻执行	(163)
学校组织的新型式	(166)
致家长	(167)
附 录 AAAS 大纲的科学课题	(169)

原 序

各种试验性的小学科学教育大纲是以具有新目标和新教材为特征的，这些新目标和新教材是根据强烈地受科学的影响而发展的社会的需要制订的。这些新大纲在旨趣和内容方面都与传统的不同。它们以关于儿童如何学习的一种新观点为基础，因此要求教学的方法也必须进行改革。

各种小学科学教育的“新”大纲提供了多种多样的教学途径，每条途径都独具特色而不同于传统的做法。课堂教师、科学课程的督学、教育行政领导人员不时发现它们之间有些混乱趋向。本书试图考查导致此类运动的力量，并且描述和分析每一种新大纲。此外，我们还讨论了由教学改革引起的某些争论。本书包含有广泛的参考文献和一些新教材的目录，它们有助于感兴趣的读者从小学科学教育的最近发展中学习更多的东西。

本书对于“新”的小学科学教育的讨论只能说是初步的，因为现时教改的发展仅仅取得了局部的成功，新大纲也只在较少的学校中使用。我们的目的在于使人们熟悉这种新的教改运动并鼓励对新途径的探索。

保 罗·迪哈特·赫 德

杰姆士·约瑟夫·加拉赫

一九六八年

第一章

新的时代

新的课程

科学,在小学里一贯地讲授着。儿童们学习植物、动物、矿物和星星,描绘周围自然事物的图画,听有关周围事物的故事;有时还带着复杂的思想做一些简单的实验。绝大部分儿童对科学是很感兴趣和欣赏的,但是不知怎么回事,儿童们在这些活动中却往往并不领会科学的精神和意义。这些事情儿童们在课堂上都做了:故事,他们朗读了;图画,他们描绘了;实验,他们完成了;但往往是为读而读,为画而画,为实验而实验,做完也就完了;而并未进一步掌握认识自然的武器。如果我们认为,儿童们应该认识这个发展方向极大地受着科学的影响的社会——儿童们的世界——,那么,对他们施行的科学教育似乎就需要与以往有所不同。

科学的时代——新闻界时常称之为“原子时代”,“空间时代”,“自动化时代”,“计算机时代”,代表着一个新的历史阶段。它是以原子能、人工制取生命物质和新元素为标帜的时代。在这个时代中,科学极大地影响着人类的事务——社会的,经济的,以及政治的。这一切提出了这样的必要性:儿童们必须具备相当程度的科学知识,才能理解他们生活于其中的当代科学文明。

设计和检验小学科学教育新课程的挑战吸引着教育家的

兴趣，也同样吸引着科学家的兴趣。要回答的问题是：儿童们能否在低年级就学习真正的科学，能否通过得法的教学而使在低年级所教的东西以后用不着重教。

科学时代的科学教育

儿童们今天生活在一个新的科学世界中。这个世界每天都有“新事物”产生；有新的发现发明，新的医药，新的做事方法，新的职业，……真是层出不穷。每个人都体会到我们是生活在一个急剧运动的历史时期中。正因为如此，今天的生活完全不同于过去的生活。因而许多家长、教师、学者的心里产生一个问题，科学的课程能否跟他们的孩子的世界保持同步。还有这样的问题，科学教育的目标将如何与急剧变化的社会相适应，将如何与新知识的产生比传播和应用还快的文明相适应。为了帮助保存现有浩瀚知识的印迹，十分必要发展一门叫做资料检索学的新科学。由于儿童上学的时间相对说来是很短暂的，应该从全部已知的科学中选择些什么去教给儿童呢？应该如何进行教学和在这样的教学条件下进行教学呢？不管什么人只要注意到这些问题，就会明显地看到，传统的小学科学课程的内容和目标，都是难于胜任帮助儿童一代去适应现代“科学-技术-工业”社会的要求的。如果不找到小学科学教育的新方向新办法，我们将会面临这样的危险境地——儿童一代可能变成他们赖以生存的文化的局外人。

知识激增

人们都或多或少地知道,科学的任何一个方面的知识,比一个人穷毕生精力所能学到的不知要多出多少。密切注视科学领域的“知识激增”十分重要。在一个儿童从幼儿园一步步地升到高等学校的这段时期中,科学知识的总量已成倍地增加了。在这种情况下,小学课程如何设计才能跟上时代的步伐?今天的儿童,在他们进入中年以前,将经历八个生活期,这期间科学知识也普遍地发展了。对于今天的儿童,何种训练是最必需的?能不能为小学创造一门课程,它将使一个人能够在生活中轻松自在地和富有意义地利用科学并且能够把握科学概念、原理和方法的演变体系?这是一个诱人的目标,一些课程研究组认为,这是能够实现的。

科学与人类

三百年前英国哲学家培根曾断言,科学有一天将为改善人类的物质世界作出重大的贡献。二十世纪初期,科学及其在技术中的应用,已经把这个预言变成了现实。在这期间,科学与技术使得交通和通讯加快了速度,使得粮食更加丰富,使得疾病比较容易控制。劳动变得比较轻松,人们指望寿命更长。还有成千上万其他的方面,科学和技术相结合,给人们创造了一个更加优越的生活环境。

科学和技术还在许多方面间接地影响着我们的生活。一个国家通过好的普通学校和高等学校大纲培养科学技术人才

并使科学技术提到更高水平的能力，曾经使一个国家的经济获得无数的成功。能取得多大的成功，在很大程度上依赖于普遍地提高公众的科学研究价值。核动力的发展，空间和海洋的开发，人造卫星用作通讯中心和气象观测站等等，是科学和技术支持公用事业的实例。这些发展形成了我们所谓的现代世界的基础。

五百年来科学曾经影响理性生活的许多方面。西方人追求的是客观地根据有效的证据作出决定，并且通过科学的途径去获得新的知识。科学作为一种认识自然的手段的成功，已经给予人们十足的信心，相信一切研究领域的科学的潜力。

本世纪中叶以来，有一件事已变得日愈明显，就是随着现代科学的发展，小学科学教育必须引入许多新的方法。为了回答这种需要，科学家，教育家，心理学家曾经合作提出了一系列关于小学科学教育的建议。这些革新的大纲不同于通常大纲的地方，在于它们是把科学按照科学家所理解的那种方式去教给儿童。这种改革引起了一个问题：在小学里，在科学的名义下，应该教些什么。

科学是什么

与其抠字典上关于科学这个词的解释，不如集中注意这个词的自然本性。儿童们的教科书时常把科学看作一套一套的知识。把科学看作一套一套的知识就限制了它的意义。举个实例来说，历史，是一套知识而不能被看作是一门科学。科学的一个本质特征在于它所涉及的自然事件是能够被反复观

察到的。然而，一个历史学家，他所研究的事件仅仅发生一次而不会重演。他关于过去事件相互关系的观点和臆断是没法通过实验来验证的。科学的情况就不同了。如果一个生物学家要确定维生素 A 对于动物的效应，他能够控制不同试验组动物饮食中维生素的含量。假定这些动物是非常相似的，又是同样地进行处理，他就能观察到有关增加、减少、以及完全排除维生素的结果。别的感兴趣的科学家能够在别的动物身上做同样的实验，一直到能够完全认定为公认的科学知识。我们的关于自然界的科学知识，就是通过这样的实验、验证的道路而逐渐形成和发展的。

科学知识的有用化

科学知识不单纯是点滴片断知识的积累；它还有一个概念化的组织结构。随着观察和实验的资料集合到一起，有时经历许多岁月，从它们概括提炼出科学的概念或原理，科学的概念或原理就不仅仅是叙述已经知道了些什么，还常常可以启示人们如何去发现新的信息。举几个科学概念的实例如下：

动物由食物的化学变化获得能量。

生物显示类型的多样性，不同类型的生物又具有统一性。

宇宙间的物质和能量的总量守恒。

变化是普遍的。

观察者的位置和运动影响到他的观测。

科学概念产生于对资料的组织概括和那些使零散片断的

知识更有用处更有意义的观察。设想在参观动物园时能够获得的各种不同观察。我们看到了许多动物，它们具有不同的模样和颜色。从这些观察可能产生些什么想法呢？例如，动物的颜色为什么如此多种多样？如果我们把一种动物的颜色跟它的自然生活环境联系起来，我们就能看到它的特定颜色型式的有利性。于是，我们就不难明白松鸡的颜色为什么在冬天和在夏天不一样了。原来这可以使松鸡混入周围的自然环境中而不易被敌害发现。那么，老虎身上显眼的条纹和鹦鹉的漂亮颜色又如何呢？因为我们现在已经有了一些动物色彩与生活环境关系的想法(概念)，我们于是猜想老虎的花纹和鹦鹉的颜色对于它们的正常生活总有些什么用处。换句话说，我们有了一定的见解，晓得从何处去寻求我们的问题的答案了。实际上，我们已经有可能推导出相当准确的答案。在已有经验的基础上，我们可以想到老虎的老家是丛林地带和又高又密的草丛地带，在这样的地方，一道道的竖直条纹有助于跟背景混成一体；这样，老虎的活动就不大容易被发现了。鹦鹉的鲜亮羽衣使得它在热带环境中可以蒙混潜在的敌人而保护自己；这种鸟栖息在繁花似锦的丛林中是不容易被清楚看见的。从诸如此类的观察，我们可以形成一个概念：动物的颜色有助于它们在所生活的环境中保护自己。科学知识就是象这样组织概括出来的，并且从这种组织概括中产生了科学在解释和阐述方面的能力。表征科学特性的不是事实本身，而是我们给予事实的组织概括。

科学是一个加工过程

科学的最大特点是它的方法。事实的汇集或者观察的进行仅仅是科学的起点。科学是在人的头脑中发生的活动；它是使发现成为可能的正确智力活动加工过程的结果。科学的加工过程是科学家探究未知事物的手段方法，是研究者用以考察自然界的步骤程序。例如，离了物理学家化学家的精心测定和生物学家的严密观察，人们就不能获得周围自然界的有用信息。测定和观察都是研究人员们认为很有用处的基本手段、基本程序。教会人们去做科学是困难的，不过我们可以举出一些必需的才能：(1)抓住一系列观察的中心主题的能力；(2)从各种各样有利的角度考查资料的能力；(3)及时认出一种变量变化时所引起的效应的能力；(4)舍弃无关的东西而集中注意于信息的有用方面的能力；(5)提出有用的假设并加以验证的能力；(6)探索新证据的能力；和(7)依据模型进行逻辑推理的能力。此外，良好的想象力也是很有帮助的。

科学的加工过程与一般人所说的“科学方法”是根本不同的。事实上，并没有一种什么专门的“科学”方法，设若遵循它就必然会完成什么科学发现。通常讲授为“科学方法”的东西并非科学家获得知识的方法，而是科学家报导他们的研究成果的方法。科学家的实际工作是很少按陈规办事的。科学家的实际工作是设计和试验他的臆断或科学模型的过程。它往往不是在有清楚逻辑和有成套方法的情况下进行的。在有些情况下，实验是用来验证某个科学家概括事实的结果和所总结出的思想的。科学家的本质工作本质上是一种对事实之间的秩

序的探索。他的方法既要有批判性又要有创造性。总括起来，贯穿科学的加工过程包括进行观察和测定，作出论断，解释数据，应用直觉，从少数实例推广到一般，做出预测，检验预测的效度，系统地提出问题，做出假设和推测，并且进行实验。科学曾经被恰当地形容为“智力的自由运用和最高运用”。¹

科学是世代累积起来的

科学是一种永不停息的活动，是一个“永无止境”的前沿。三百年前威廉·哈维明白表述的观点今天仍然适用：“……我们已知的全部比起尚未知晓的来总是无限小”。每一项新发现既增加了我们对于未知量的认识，又增加了我们作出更多发现的可能性。知识和科学理论是在时间的长河中建造起来的。一个科学家的思想，实际上是多数人的产物；牛顿解释说，每一个科学家都是“站在前人的肩膀上”的。

科学概念是发展着的而决不是最终的；记录刚刷新，更新的一轮论证又开始了。刺激因素有时来自新的研究工具和新的研究技术，有时来自对原有资料提出了新的问题。科学的知识不是绝对的；它是要变化发展的，正如我们已经知道的大量事实那样。将来如果发现了新资料，当前公认的理论也可能在某一天被更改甚至被抛弃。科学定律不断地被发展着，“为了它们能够更加确切地表明事实。”²

1 P. W. 布里奇曼：《科学的方法能决定科学发现的终点有多远吗？》，载于《社会科学》22:206(1947)。

2 P. 达赫蒙：《物理理论的目标和结构》(纽约：图书馆，1962)P. 177。

对儿童施行的科学教育

我们已经看到，科学是一项艰巨的事业，它包含着一种特殊的组织概括知识的方法和获得新知识的加工过程。那么，科学的什么东西应该教给儿童呢？只教给儿童一些科学发现的结果而不教给发现的加工过程够不够呢？儿童们如果不了解知识如何得来，是否能真正懂得科学知识呢？判断科学思想的有效性和适用范围的工具是否应当并可能成为儿童学习内容的一部分呢？

一般的科学教育是把着重点放在讲授科学事实上。我们已经看到，仅只事实本身并不是科学；事实被联系起来，经过组织概括而形成的概念和原理才是科学。这就是当前的科学教学把着重点更多地放在概念形成方面的理由。这个着重点是更加接近于科学的本性的。

科学加工过程中，方法是比较稳定的因素，因为方法本身不象由方法所产生的概念那样地变化频繁。教给儿童科学加工过程——它的探究方式——是提供给年青人一种思想工具，这种思想工具不仅能用于科学研究，而且可用于一般生活的各个方面。更重要的是，如果孩子们学会使用科学加工过程，他们将更接近于了解作为科学的特点的探索精神。

正如近百年来小学科学教育大纲的演变所表现的，究竟应该教些什么内容和怎样教法，这两方面都很混乱。现在的小学科学课程改革的运动必须把研究教学方法的改革和研究教学的新目标新内容放在同等重要的地位。

“新”的小学科学教育大纲给儿童提供了学习去从事研究活动的机会，这些活动作为一种训练是紧密地与科学结合在一起的。儿童们自己进行观察，自己对观察到的东西进行解释。他们思索用最好的方法去说明数据，并且对比其他学生的结果检验自己的想法。通过这种方式，儿童们体验到足以代表科学家工作的活动的本质，但又并非照搬科研人员的来踪去迹，而是用适合他们自己发展水平的思想和材料进行的。是儿童，而不是教师，去创造掌握资料的方法。教师主要是做一个指导学习的领路人，而不应限于做一个科学“讲述人”。在以下各章中，我们将详尽地讨论本章所提出的问题，并且用各方面课程研究人员所发表的对儿童进行现代科学教育的实例来作进一步的说明。