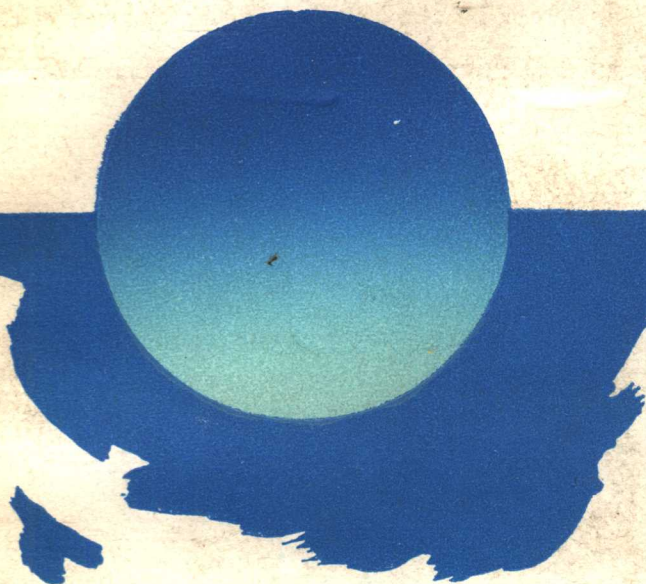


学科学学习评价丛书

中学自然科学学习评价



[美] B·S·布卢姆 等 主编

L·E·克洛普弗 著

纪明泽 译 沈册雄 校

华东师范大学出版社

学科学习评价丛书

[美]B·S·布卢姆等主编

L·E·克洛普弗著

中学自然科学学习评价

纪明泽 译

沈珊雄 校

华东师范大学出版社

学科学习评价丛书
中学自然科学学习评价

[美]B.S.布卢姆 等主编

L.E.克洛普弗 著

纪明泽 译

沈珊雄 校

华东师范大学出版社出版发行

(上海中山北路 3663 号)

新华书店上海发行所经销 宜兴南漕印刷厂印刷

开本: 787×960 1/32 插页 1 印张: 6.125 字数: 110 千字

1989 年 3 月第一版

1989 年 3 月第一次印刷

印数: 1-4,500 本

ISBN7-5617-0282-5/G·121

定价: 1.35 元

译 序

最近几年我国教育界对教学评价问题逐渐重视起来，这是一种很好的现象。因为教学评价是提高教学质量的重要手段。在这个时期翻译和出版美国布卢姆(Benjamin S. Bloom)、黑斯廷斯(J. Thomas Hastings)和马道斯(George F. Madaus)主编的《学生学习的形成性和终结性评价手册》一书是非常及时的。这是一部大书，共有九百余页，分两部分。第一部分介绍教学评价的一般概念和技术，第二部分则逐一介绍某些学科的评价方法。为了便于一般读者购买，华东师大出版社将它分册出版。第一部分取名为《教育评价》，已于1987年出版。第二部分共十一章，每章介绍某一类学校，如幼儿园、中小学、工业学校的一个学科的评价，现已译出六章，分六册作为一套丛书出版。这本书即是其中的一册。我个人希望其余五章将来也能介绍给读者。

这套丛书每一册都由该学科的一位专家撰写。一般都是先介绍教学的行为目标，然后举例说明如何拟定测验题。几乎每篇文章都具有这样一些特点：参考了极为丰富的材料，进行理论的、历史的探讨，按年级的和学科的特点来确定教学所要实现的行为

目标。有时按不同的观点提出不同的目标与测试题,对各类现成的测验进行分析、批判,提出评价中出现的問題,讨论评价在提高学习水平中的作用等等。它不是编制一套现成的东西,让读者模仿着做,而是着重讨论、研究,对读者进行启发,并提供范例作为读者的参考。其宗旨是帮助教师采用最佳的评价技术,通过评价去改善教学过程与学习过程。

当前,全国各地不少教学研究部门、教学管理部门和广大教师正在从事学科教学评价的理论研究与实践工作。我相信,这些小册子对教师、教育研究工作者、师范院校学生都是很有用处的。如果你在看了以后感到兴趣,想深入下去,我建议你把已出版的《教育评价》也找来看看,看了以后,你一定会感到有收获的。再进一步则可把布卢姆等人编著的《教育目标分类学》也涉猎一番(华东师大出版社已出版了第一分册认知领域,第二分册情感领域与第三分册动作技能领域也即将出版)。

刘佛年

1988年1月

译者的话

华东师大教育咨询中心为了进一步满足在我国开展学科教学评价研究的需要，特从B.S. 布卢姆教授等主编的《学生学习的形成性和终结性评价手册》中，选译出六门学科的学习评价，作为“学科学习评价丛书”由华东师大出版社出版。

本书作者利奥波德E. 克洛普弗(Leopold. E. Klopfer) 副教授专门论述了自然科学学习评价，抓住了中学理科学习评价的基本问题。他系统地介绍了自然科学(物理、化学、生物)的教学目标，教学方案和单元结构，教学中精选的评价程序，形成性评价，测验和评价的小型图书馆等问题。书中许多见解对于我国大专院校教材教法教师、中学理科教师、从事教育评价研究的科研人员，以及关心中学理科教育的教育工作者颇有启发，对研究自然科学学习评价和探讨学科评价问题具有一定的参考、借鉴作用。

本书的翻译、出版与各方面的支持是分不开的。著名教育家、我校名誉校长刘佛年教授特地为之作序；在译、校过程中，本中心林启泗副主任做了大量组织工作，并给予热情的鼓励；教育评价研究室王钢主任作了具体的指导、帮助；华东师大物理系沈珊雄副教授为本书进行了审校。此外，还得到了上海市

卢湾区教育学院王强春老师的帮助。华东师大出版社为出版本书作了很大努力。在此一并致谢。

但愿本书能对我国教育工作者有所裨益。书中如有错误、不当之处，敬请读者批评指正。

译 者

1987年11月

作者简介

利奥波德E.克洛普弗 (Leopold E. Klopfer) 写作本书时是匹茨堡大学教育学院的副教授，也是学习研究和发展中心(LRDC)的高级研究人员。这种双重职务反映了他对自然科学教育感兴趣的两个方面：自然科学教师的培养和训练；自然科学课程的编制和评价。在学习研究和发展中心，克洛普弗是自然科学教学个别指导计划的负责人。克洛普弗毕业于康奈尔大学，并获得化学学士学位，此后，获得哈佛大学自然科学教育博士学位。他曾担任国际教育成就研究组织的美国国家自然科学委员会主席。《自然科学事实史》(History of Science Cases) 丛书和《理解自然科学的测验》(Test on Understanding Science) 是他的代表作。

目 录

第一章 自然科学教学目标	(1)
第一节 引论	(1)
第二节 学生行为	(6)
2.1 知识和领会(A.0).....	(7)
2.2 科学探索过程Ⅰ:观察和测量 (B.0)	(12)
2.3 科学探索过程Ⅱ:发现问题和寻找解决问题的途径(C.0)	(14)
2.4 科学探索过程Ⅲ:解释数据和形成通则(D.0)	(16)
2.5 科学探索过程Ⅳ:建立、检验和修改理论模型(E.0)	(19)
2.6 科学知识和方法的应用(F.0)	(26)
2.7 操作技能(G.0)	(28)
2.8 态度和兴趣(H.0)	(29)
2.9 倾向性(I.0)	(34)
第三节 学科内容	(37)
3.1 生物学.....	(37)
3.2 物理学.....	(40)
3.3 一般科学.....	(43)

第二章 自然科学教学大纲和单元的结构 …	(46)
第一节 两份高中化学教学方案 ……	(47)
第二节 一个小学自然科学教学单元 ……	(53)
第三章 自然科学教学中精选的评价过程 …	(53)
第一节 知识和领会的测验(A.0) ……	(59)
第二节 观察和测量的评价: 科学探索 过程 I (B.0) ……	(72)
第三节 发现问题和寻找解决途径的评 价: 科学探索过程 II (C.0) ……	(78)
第四节 解释数据和形成通则的评价: 科 学探索过程 III (D.0) ……	(88)
第五节 建立、检验和修改理论模型的评 价: 科学探索过程 IV (E.0) ……	(107)
第六节 应用自然科学知识和方法的 测验 (F.0) ……	(118)
第七节 操作技能的评价(G.0) ……	(130)
第八节 态度和兴趣的测验(H.0) ……	(131)
第九节 倾向性测验(I.0) ……	(146)
第四章 形成性评价 ……	(158)
第一节 中学生的形成性评价 ……	(159)
第二节 基础科学的形成性评价 ……	(167)
第五章 自然科学测验和评价的小型图书馆	(175)
结语 自然科学学科评价的几个问题 ……	(182)

第一章

自然科学教学目标

第一节 引 论

当今在美国中小学校自然科学教学目标上表现出一些矛盾。在同一州、同一城市、同一社区、甚至同一学校内，共存着代表传统教学目标的自然科学教学方案的课程和代表着过去十年课程改革运动教学目标的自然科学教学方案的课程。因此，目前还不可能提出一套在各个教育层次上令所有自然科学教师赞成的教学目标。要有理想的自然科学教育目标，国民团体的呼声是完全一致的。但是，当代自然科学教学的一个现实主义观点却强调，必须正视真正存在于学校中的实际状况。目前成千上万的小学校学生所进行的自然科学的学习方案，几乎不受50年代后期开始的课程改革运动的影响。这种现象变得日益明显。

那个时候，出于对二十世纪自然科学的性质、数量和地位变化的考虑，唤起了对自然科学教育目标的大规模的重新思考。随着传统学科的概念与理论的变化和诸如空间科学、地球科学、生物化学及其他领域科学的不断成熟，本世纪科学已足以表明，需要

对自然现象有一个新的认识。除此之外，实际知识的日益积累，已经导致了所谓“信息危机”。而且，由于在我们的世界，我们的生活以及我们的政治研究中，应用科学占据着非常重要的位置，因此，科学已经获得了巨大的社会意义。总的来说，自然科学教育的首要目的是发展学生的“科学文化”，这一目的是传统自然科学课程所不能有效实现的。(California State Department of Education, 1967; Educational Research Council of Greater Cleveland, 1966; National Assessment of Education Progress, 1965a, 1965b; National Science Teachers Association 1963, 1964.)

以自然科学知识为传统的自然科学课程，提出了“结论性的言语”(Schwab 1962,)。在传统的课程中，自然科学表现为一种固定的被证实了的知识体，根据学科科目，分科设置课程，将新的科学发展收编在教科书的附录里。这种传统课程如果存在理论基础的话，那也是很弱的。(Hurd, 1961; Marshall & Burkman, 1966)它也许能够陈述自然科学的哲学性质，但终究不能详细阐述。人们很难区分观察性陈述和解释性陈述。同样的，“事实”和思维结构、抽象观念、概念体系之间也无多少区别。通常在课程的开始阶段就提出了“科学方法”，但科学方法论在实际论及到学科科目时却常被忽视。(Brandwein, Watson, & Blackwood, 1958; National Society for the study of Education,

1947.)最后,为了使教材生动,又常常强调技术方面的内容,因而,工业应用也被称为自然科学。但是,自然科学及其应用之间的差别和复杂关系都没有分清楚。

老师讲,学生读、背是传统课程课堂教学的主要活动。这种传授法被认为是完成大量教材内容最有效的方法。在低年级,学生只做很少的实验,而且这些实验并不满足课程发展的实际需要,学生完成的实验练习,也只是按规定的步骤、预期的观察,证实一下已知的结论。

由于传统自然科学课程日趋陈旧,组织混杂庞大,太强调技术性,而且在自然科学实际活动中没有涉及到学生主体(Marshall & Burkman, 1966),因而受到了批评。当今世界,人们必将遇到的问题是“信息危机”和缺乏对自然科学战略作用的理解,现代教育工作者已经注意到这一点,并提出自然课程必须集中“科学文化”。课程必须包含有“生存价值”的知识内容,必须尽力提高学生的智力,把与未来科学社会有关的具有社会价值的知识内容提供给学生。(Brandwein et al. 1958; Educational Research Council of Greater Cleveland, 1966; Hurd, 1961; National Science Teachers Association, 1963; National Society for the Study of Education, 1960.)在学生的不断学习中,发展他们合理的批判性的思维方法,要考虑自然科学和社会间的复杂关系(Educational Research Council of

Greater Cleveland, 1966)。鉴于上述原因，自然科学教育工作者必须在选择材料时把“科学精神”带入课堂教学。(California State Department of Education, 1967; National Education Association 1966.)

新的自然科学课程则强调自然科学的性质和结构以及科学探索的过程，正如古德莱德 (Goodlad) 所写的那样……在几乎所有的新课程方案中，目的和目标都极其相似。目标虽然用各种不同的描述性语言加以定义，但都强调理解学科结构、该学科领域的目的方法以及创造者们的发展该学科领域中所起作用的重要性。一个重要的目的在于使学生不仅体验科学研究工作者的情感和快乐，改进对该领域有意义的研究工具，而且必须努力探索、发明、发现。(Goodlad, 1964.)

新的自然科学教程试图揭示观察和解释、数据和概念体系间的区别。“事实”本身再也不是学习的结束，而是有选择地作为概念发展中的组成部分。新自然科学教程强调的观念是：结论是历史性的，它今天暂时成立，将来可能被改变或遭到反对。新的自然科学教程还强调数学和概念模型的作用，它围绕着科学探索过程（特别是在低年级水平）和统一理论观念（特别是特殊的高级中学课程）组织教材，而不是按学科科目范围安排内容，最新科学发展成果是新课程的整体部分，而不再是教材结尾附录里的简单材料。尽管新课程的权威们意识到也许会使学生

在可能获得的科学知识数量上造成缺陷，但是他们更偏爱的还是深度，而不是广度。最后对技术应用的注意降低到最小限度，提出科学家所面临的问题代替了动机的逐渐形成。这样，人们寻求的科学评价是人类智慧的努力。(Goodlad, 1964; Lockard, 1967; Marshall & Burkman, 1966; National Science Foundation, 1966; National Science Teachers Association, 1964; Schwab & Brandwein, 1962.)

可以想象，仅仅由于教材的变化是不能自动地引导学生加深对科学的进一步了解的，新课程的开创者们主张在教学方法上也应有相应的改变。讲授、演示、录像常常是适用的。但是，更应该提倡广泛地进行课堂讨论。(Brandwein et al, 1958; Lockard, 1967; Schwab, 1963.) 另外实验经验也被编入新的教程之中，以期通过对问题的解决，使学生获得对科学过程的理解。实验课常用来介绍、探讨、提出问题，而不是用来证实对某一特殊课题的论述。因为新课程开创者们坚信，以学生自己进行的研究工作为基础的讨论将提供有关如何提出和解决自然科学问题的实例，而这种教学方法也将有助于激励学生更多地参与教学。

总之，传统科学教程偏重于集中科学事实、定律、理论和技术应用方面的知识，而新教程则强调科学性质、结构、科学的完整性和探索过程。传统的教学方案倾向于容纳大量的专题，而现代教学方案则

强调深度而不是广度。传统课程大量地以讲授和背诵为方法进行教学，并且在课程并非必要的实验练习中寻找证明，而现代教学方案则强调发现研究，作为课程发展的基础。显然，现代科学方案和传统科学方案之间形成了鲜明对照，然而这两种方案及其相应的目标在当今美国中小学校的自然科学教学中并存着。

表-1是自然科学教育规格明细表，表中列出了现代科学方案和传统科学方案包含的教学目标的范围。

目前，在学校使用的方案中，没有一个能够达到表中所列出的全部目标，但是任何一个特殊的方案都能用这些目标子集来表示（这些目标子集确实能够达到这一目的）。在以后的章节中，几个有代表性的自然科学教学方案就具备这样的特征。这些特征可由每一方案包含的内容域范围来说明。在说明这些以前，描述和讨论一下表-1所列出的各种教学目标和内容范围就显得十分必要了。

第二节 学生行为

自然科学课程或大纲的制订者以及教师都希望达到的教学目标，并期望通过学生显示的行为来表示。这些行为组成了表-1的横坐标。没有任何分类体系是完美的，并适合每一个人。这里采用的分类体系成功地适用于学生行为的所有范围。这些行

为可从中小学校自然科学教学的结果中找到。对于看过《教育目标分类学》第一卷(Bloom, 1956)及该书第一部分附录的读者来说,包含在这个体系中的分类范畴是极熟悉的。然而这个体系最中心的问题是与进行科学探索过程相联系的学生行为范畴。这种行为范畴中心的正确性不仅在于强调当代自然科学教育趋向于探索过程,而且强调科学不是简单的知识结构,而是一种有意义的极重要的探索系统。我们的分类体系当然也收编了与自然科学学习不寻常地相联系的学生其他行为——学生实验工作的技能、对科学的态度以及学生对科学和其他各方面文化和个体差异的关系的倾向性。

2.1 知识和领会(A.0)

这个类目是指学生唯一或几乎唯一地通过读书、听讲座或从其他辅助渠道获得的科学知识内容和理解。对于学生和科学工作者来说,这些无疑是获得科学信息的正统途径。然而,这并不意味着知识和领会不能通过科学教学课程外的其他来源获得。然而,这些知识来源不同于学生按实验程序(B.0类)获得的科学资料,也不同于包含在探索中形成的概念、总结及理论(D.0及E.0类)。从广度上来说,任何教学方案都利用书籍、录像、讲座或其他传递科学内容的工具(实际上所有的教学方案都如此)。在知识和领会类目中,或多或少地含有这些条目。对于这个类目中提出的行为,学生已经获得

了具体资料，需要的时候能够加以回忆(A.1到A.9分目)，并且能够在新的背景下通过证实或熟练地进行使用，举例论证对这些知识的理解(A.10到A.11分目)。前面九个分目主要来自布卢姆《教育目标分类学》认知领域内有关知识类别的部分。布卢姆的《教育目标分类学》为描述学生所学的各种科学知识提供了极其合理的结构。

“蜜蜂有六只脚”；“石灰石浮在水银上”；“3月21日到9月23日，美国昼长夜短”，等等，都是学生在自然科学学习中应该知道的事实例证，用以说明分目A.1“具体事实的知识”，包含在知识和领会类目之中。学生应知道的具体事实是无穷的，几乎所有程度的自然科学教学大纲所规定的课程，都要求成功地学习和回忆一些具体事实。随着复杂程度的增加，应该知道的事实趋向于含有数量不断增加的科学术语、概念、惯例。但是，这些具体事实的知识常常作为教学目标。

分目A.2“科学术语的知识”是关于正确定义和正确使用被科学家所公认的术语的知识。例如：“头、脑、股是蜜蜂身体的三个部分”；“石灰石是无机物”；“3月21日叫春分，9月23日叫秋分”等等。

下一个分目A.3“自然科学概念的知识”，同样是关于概念的定义和正确使用。尽管在自然科学中，什么叫“概念”，还没有统一的看法。这里所用的“自然科学概念”这一术语表示那些观察现象或相互关系的抽象观念，这种关系已被科学家所发现，并具