

21世纪
小学教师
教育系列教材

总主编 张民选
惠 中

小学科学 课程与教学

● 主编 刘德华



中国人民大学出版社

21 世纪小学教师教育系列教材

总主编 张民选 惠 中

湖南师范大学 2009 年度出版基金资助

小学科学课程与教学

主编 刘德华

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

小学科学课程与教学/刘德华主编.
北京:中国人民大学出版社,2009
(21世纪小学教师教育系列教材)
ISBN 978-7-300-11162-9

- I. 小…
- II. 刘…
- III. 科学知识—教学研究—小学—师资培养—教材
- IV. G623.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 157908 号

21 世纪小学教师教育系列教材
小学科学课程与教学
主编 刘德华

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)	010-62511398	(质管部)
	010-82501766 (邮购部)	010-62514148	(门市部)
	010-62515195 (发行公司)	010-62515275	(盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	北京鑫丰华彩印有限公司		
规 格	170 mm×228 mm 16 开本	版 次	2009 年 9 月第 1 版
印 张	21	印 次	2009 年 9 月第 1 次印刷
字 数	379 000	定 价	33.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

总序



在中国，由中等师范学校培养小学师资源远流长。1896年，盛宣怀在上海创办南洋公学，内设师范院培养各级教师，拉开了中国师范教育的序幕。1902年，张謇创办通州师范学校，中国出现了培养近代小学师资的师范学校。新中国成立以来，我国逐步建立起三级师范的教师培养体制，即由中等师范学校培养小学师资，高等师范专科学校培养初中师资，师范大学培养高中师资。在相当长的一个历史时期，这一体制适应了中国经济、社会和国民教育发展的现实，中等师范学校成为我国师范教育的一个重要组成部分，培养了大批合格的小学师资。

20世纪80年代以来，中国师范教育的社会背景正在逐步发生变化。一方面，教师专业化形成强劲的世界性潮流，极大地推动了教师教育理念和制度的创新，许多国家和地区对小学教师的学历要求越来越高，小学教师培养早已突破中等师范教育的范畴，进入高等教育领域；另一方面，改革开放使中国经济和社会进入快速发展的新阶段，特别是东南沿海地区和一些中心城市，逐步形成了对高学历小学教师的现实社会需求，开始了对高学历小学教师培养的实践探索。1984年，江苏南通师范学校招收初中毕业生，学制五年，培养大专层次的小学教师，是这一探索的起点。1985年，上海建立了全国第一所培养专科程度小学师资的上海师范高等专科学校，为上海地区培养高学历的小学师资。1998年，南京师范大学晓庄学院、杭州师范学院教育系开始了培养本科学历小学教师的探索。1999年，上海师范大学、南京师范大学、杭州师范学院和东北师范大学先期被教育部批准开设本科小学教育专业，表明小学教育专业已被正式纳入我国高等教育体系。

进入新世纪，教育部明确提出了我国教师教育发展的目标：到2010年基本形成以本科院校为依托的专科、本科和研究生三个层次，以本科和研究生为主的教师教育新格局；2015—2020年基本实现教师教育的本科化，全国中小学教师平均学历水平得到大幅度提升；到2010年，全国城乡新增小学教师中，具有本

科学历者平均达到 70%；通过新教师补充和在职教师培训，使在职小学教师基本具备大专以上学历。在这样的背景之下，我国三级师范教育体系迅速向二级甚至一级师范教育过渡，培养高学历小学教师获得较大的发展空间。据不完全统计，目前开设小学教育专科专业的学校已达 130 多所，开设小学教育本科专业的学校已达 60 多所，同时，函授、夜大、自考、电大等在职小学教师学历提升教育的发展速度也十分惊人。

小学教育专业是我国高等师范教育体系中一个全新的专业，加强教学基本建设是专业建设的中心问题之一。课程是组织教学的基本单位，教材则是课程的载体，加强小学教育专业的教材建设则是保证教学质量的重要方面。近年来，这一问题引起了培养学校和出版社的重视，已出版了部分教材，取得了一定成绩。但是，由于高学历小学教师的培养模式、课程体系仍在探索阶段，课程结构的调整必然导致教学内容的变化，这些都应体现在新的教材中。有鉴于此，我们组织编写了这套“21 世纪小学教师教育系列教材”。

在本套教材的编撰过程中，我们始终坚持以下原则：

(1) 科学性。教材的选题必须科学、合理，能够反映 21 世纪高等教育领域课程体系和教学内容改革的成果，反映我国基础教育课程改革和小学教师教育的发展趋势；编写框架的设计应科学、新颖，编写内容的选择应反映本学科研究的新成果、新动向，适应 21 世纪我国小学师资培养的要求。

(2) 实用性。教材的内容应坚持理论与实践相结合，注意紧密联系我国小学教师专业发展和小学教育教学的实际，注意对实践经验的理论总结；教材的形式应改变纯理论演绎的传统方式，采用理论与实践有机结合的、灵活多样的表达方式，以利于学生的使用。

(3) 开放性。在教育国际化的大背景下，教材编撰必须具有国际视野，注重汲取国际上特别是发达国家小学教师教育和初等教育领域的研究成果；同时将教材编撰与小学教育专业建设紧密结合，及时反映专业建设的成果，并组织各方面的专家参与此项工作。

本套教材的组织编写，得到了教育部师范司和全国从事小学教师教育工作的兄弟院校领导的大力支持，得到了中国人民大学出版社领导的直接关心，上海市教师教育高地建设项目也给予了一定资助，在此，我们一并表示衷心感谢。我们希望“21 世纪小学教师教育系列教材”的编撰出版，能够进一步推进小学教育专业建设，为我国小学教师教育事业作出一定的贡献。

张民选 惠 中

2006 年 10 月 26 日于上海



第一章 科学的本质	(1)
第一节 科学的定义与特征	(1)
一 科学的定义	(1)
二 科学的本质特征	(4)
第二节 科学的多维视角	(5)
一 作为知识系统的科学	(5)
二 作为探究活动的科学	(7)
三 作为思维方法的科学	(9)
第三节 科学主义与伪科学、反科学	(11)
一 科学与科学主义	(11)
二 科学与伪科学	(13)
三 科学与反科学	(14)
第四节 科学、技术与社会	(16)
一 科学与技术	(16)
二 科学、技术与社会	(17)
三 科学文化与人文文化	(19)
第二章 科学教育的历史	(24)
第一节 西方科学教育的发展	(24)
一 西方科学教育的产生	(25)
二 西方科学教育的发展	(27)
三 西方 20 世纪的科学教育	(30)
第二节 我国科学教育的发展	(33)
一 我国古代的科学教育	(33)
二 我国近代科学教育的兴起	(35)
三 我国 1949 年后教育的变革	(36)
第三节 科学教育价值取向的历史演变	(39)
一 西方科学教育价值取向的历史演变	(39)
二 我国科学教育价值取向的历史演变	(40)



三	科学教育的人文价值	(42)
第三章	科学教育中的问题与改革	(47)
第一节	科学教育与生活世界	(47)
一	哲学视域里的生活世界	(48)
二	科学教育与生活世界的疏远	(49)
三	回归生活世界的科学教育改革	(50)
第二节	科学教育与科学研究世界	(52)
一	科学家视野中的科学研究世界	(52)
二	科学教育与科学研究世界的隔绝	(55)
三	走进科学研究世界的科学教育	(56)
第三节	科学教育与科学历史世界	(59)
一	历史发展进程中的科学世界	(59)
二	科学教育对科学历史世界的遗忘	(60)
三	面向科学历史世界的科学教育	(62)
第四章	科学教育的理论基础	(68)
第一节	心理学基础	(68)
一	儿童思维发展的阶段	(68)
二	儿童的学习动机	(72)
三	儿童的前科学观念	(73)
第二节	多元智能理论	(74)
一	多元智能理论的内容	(74)
二	多元智能理论与科学教育	(76)
第三节	建构主义理论	(77)
一	建构主义的兴起	(77)
二	建构主义科学教育观	(78)
第四节	STS 理论	(79)
一	STS 研究领域	(79)
二	STS 教育	(81)
三	STS 教育案例	(82)
第五章	科学教育目标	(91)
第一节	公民科学素养	(91)
一	科学素养的内涵	(91)
二	我国公民的科学素养	(95)

第二节	国外的科学教育改革与目标	(97)
一	国外科学教育改革	(97)
二	国外科学教育目标	(100)
第三节	我国科学教育目标	(102)
一	我国小学科学课程目标	(102)
二	我国小学科学教学目标	(105)
第六章	小学科学课程标准	(112)
第一节	小学科学课程标准的研制	(112)
一	小学科学课程标准研制的背景	(112)
二	小学科学课程标准的内容	(114)
第二节	小学科学内容标准与实施	(117)
一	小学科学内容标准的结构	(117)
二	小学科学课程的实施建议	(122)
第三节	小学科学教材	(124)
一	课程标准对教材编写的建议	(124)
二	我国小学科学教材的特点	(127)
第七章	小学科学课程改革	(134)
第一节	美国小学科学课程改革	(134)
一	美国小学科学课程改革的历史	(135)
二	20世纪60年代美国的小学科学课程改革	(136)
三	20世纪80年代后美国的小学科学课程改革	(137)
第二节	英国小学科学课程	(140)
一	英国小学科学课程发展的历史	(140)
二	20世纪80年代后英国的小学科学课程改革	(142)
第三节	日本小学科学课程	(145)
一	日本小学科学课程发展的历史	(145)
二	20世纪80年代后日本的小学科学课程改革	(147)
三	世纪之交日本的小学科学课程改革	(147)
第四节	我国香港小学科学课程	(149)
一	20世纪80年代香港的小学科学课程改革	(149)
二	世纪之交香港的小学科学课程改革	(150)
第八章	小学科学教学理论	(158)
第一节	小学科学教学过程	(158)

一	教学过程的本质	(158)
二	小学科学教学理念	(160)
第二节	小学生学习科学时的误解与教学	(163)
一	小学生在科学上的误解	(163)
二	理性对待小学生误解的方法	(165)
第三节	小学科学教学模式	(167)
一	基于知识传承的教学模式	(167)
二	基于探究发现的教学模式	(169)
第四节	小学科学教学伦理	(173)
一	科学教学中的生命伦理	(174)
二	科学教学中的公正伦理	(175)
三	科学教学中的宽容伦理	(177)
第九章	小学科学教学设计	(182)
第一节	教学设计理论模型	(183)
一	行为主义教学设计模型	(183)
二	“联结—认知”教学设计理论模型	(184)
三	以学为基础的教学设计理论模型	(185)
第二节	小学科学教学设计程序与原则	(187)
一	小学科学教学设计的程序	(187)
二	小学科学教学设计的原则	(189)
第三节	小学科学教学设计类型	(191)
一	学期教学设计	(191)
二	单元教学设计	(192)
三	课时教学设计	(196)
第十章	小学科学教学案例	(203)
第一节	美国小学科学教学案例	(204)
一	美国小学科学教学思想	(204)
二	美国小学科学教学案例评析	(206)
第二节	英国小学科学教学案例	(210)
一	英国小学科学教学思想	(210)
二	英国小学科学教学案例评析	(211)
第三节	日本小学科学教学案例	(214)
一	日本小学科学教学思想	(214)

二	日本小学科学教学案例评析·····	(215)
第四节	我国香港小学科学教学案例·····	(218)
一	香港小学科学教学思想·····	(218)
二	香港小学科学教学案例评析·····	(221)
第十一章	小学科学学习资源的开发·····	(229)
第一节	小学科学学习资源的分布·····	(229)
一	大自然中的科学学习资源·····	(230)
二	社区中的科学学习资源·····	(231)
三	网络媒体中的科学学习资源·····	(231)
第二节	小学科学学习资源开发的原则与途径·····	(233)
一	科学学习资源开发的原则·····	(233)
二	科学学习资源开发的途径·····	(236)
第三节	小学科学学习环境的创设·····	(237)
一	安全的教学环境·····	(237)
二	探索性的教学环境·····	(241)
三	课堂教学环境设置·····	(242)
第十二章	小学科学教学评价·····	(248)
第一节	小学科学教学评价概述·····	(248)
一	教学评价的概念·····	(248)
二	教学评价的历史·····	(250)
第二节	小学科学教学评价类型·····	(251)
一	收集教学评价资料的方法·····	(251)
二	小学科学教学评价类型·····	(253)
第三节	小学科学教学评价原则·····	(257)
一	教学有效评价的要素·····	(257)
二	教学评价的原则·····	(258)
三	试卷的编制与考试·····	(262)
第十三章	小学科学教师的培养·····	(270)
第一节	美国科学教师的标准与培养·····	(270)
一	美国科学教师的标准·····	(270)
二	美国小学教师的培养·····	(273)
第二节	小学科学教师的培养与中美比较·····	(275)
一	我国小学科学教师的培养·····	(276)

二	小学教师培养的中美比较	(283)
第三节	小学科学教师培养中的问题与变革	(285)
一	小学科学教师培养中的问题	(285)
二	小学科学教师培养的变革	(287)
第十四章	小学科学教师的专业发展	(293)
第一节	教师专业发展的历史与内涵	(293)
一	教师专业化的历史进程	(293)
二	教师专业发展的特征与内涵	(295)
第二节	小学科学教师专业发展的目标	(297)
一	小学科学教师专业化的时代要求	(297)
二	小学科学教师专业发展的目标体系	(299)
第三节	小学科学教师专业发展的阶段	(302)
一	教师专业发展阶段的划分	(303)
二	小学科学教师专业发展的阶段特征	(306)
第四节	小学科学教师专业发展的范式	(307)
一	影响教师专业发展的因素	(307)
二	小学科学教师专业发展的范式	(309)
参考文献	(316)
后 记	(321)



科学的本质



内容提示与思考

- ◎ 科学是什么，它有哪些基本的特征？
- ◎ 科学有哪些不同维度的内容？
- ◎ 伪科学与反科学有什么不同？
- ◎ 科学与技术是什么样的关系？
- ◎ 科学文化与人文文化的关系怎样？

小学科学教育正确的教育理念、合理的课程结构与有效的教学活动都需要多方面地理解科学的本质。在思考科学教育问题之前，我们需要理解什么是科学。科学可以从不同的维度去思考，科学与科学主义、伪科学与反科学、科学与技术、科学与社会、科学文化和人文文化这些概念需要理性地加以审视。

第一节 科学的定义与特征

一、科学的定义

通常所说的科学是自然科学的简称。《辞海》对科学有如下的表述：

关于自然、社会和思维的知识体系。它是为适应人们的生产斗争和阶级需要

而产生和发展的，是实践经验的结晶。每一门科学通常都只是研究客观世界发展过程的某一阶段或某一种运动形式。科学的任务是揭示事物发展的客观规律，探究客观真理，作为改造世界的指南。自然科学是研究自然界的物质形态、结构、性质和运动规律的科学，包括数学、物理学、化学、天文学、气象学、海洋学、地质学、生物学等基础学科，以及材料科学、能源科学、空间科学、农业科学、医学科学等应用技术学科，是人类改造自然的实践经验，即生产斗争经验的总结。它的发展取决于生产的发展，并反过来推动生产的发展。^①

科学一词的历史考察

在古代，中国没有科学一词，与之相当的是“格致之学”。《礼记·大学》中说：“致知在格物，物格而后知至。”其中的“格物”有接触事物的意思，致知可以理解为获得知识。19世纪70年代，日本开始用“科学”代替“格致”，康有为（1858—1927）首先把科学一词介绍到我国。严复（1854—1921）在翻译《天演论》时把英语词汇 science 翻译成“科学”。1915年，留美学生创办了《科学》刊物，从此科学一词就成了“science”的定译。五四时期的“赛先生”指的就是科学。英文 science 源于拉丁语 scio，意为知识。古代的科学没有独立的地位，它被包含在哲学之中。在牛顿的《自然哲学的数学原理》中，“自然哲学”即是指科学。

显然，《辞海》所讲的科学具有广义性，不仅包括了自然科学，也包括了社会科学和人文科学。对于什么是科学这一问题，有许多不同的思考和回答。

最早对科学进行明确规定的是亚里士多德（Aristotle，公元前384—前322），他认为科学研究是一种从观察上升到一般原理，然后再返回到观察的活动，科学的重要功能在于解释，科学解释就是关于某种事实的知识过渡到关于这个事实的原因的知识。

罗素（Russell，1872—1970）把凡是诉诸人类的理性而不是诉诸权威的一切确切的知識，称为科学。罗素所强调的是把科学知识 with 宗教知识严格地加以区分，把“从经验中得来的知识”与“天启的知识”区别开来。

贝尔纳（J. D. Bernal，1901—1971）认为，“科学是对未知的发现，是在非常不可预见的要素之中的发现”^②。他还给科学多方位定位，“科学可以作为一种

① 参见《辞海》，1746、1897页，上海，上海辞书出版社，1979。

② [英] J. D. 贝尔纳：《科学的社会功能》，325页，上海，上海人民出版社，1982。

建制，一种方法，一种积累的知识体系，一种维持和发展生产的主要因素，以及构成我们的诸信仰和对宇宙、对人类的诸态度的最强大的势力之一”^①。

巴伯 (Bernard Barber, 1918—) 认为：“只有当理性思维被应用于我们可以称之为‘经验的’目的——即对于我们的几种感官或对于科学仪器的形式加以改进发展的感官来说，是可以达到的客体时——科学才存在。”^② 巴伯重视的是人的理性运用于经验领域的过程，随着经验领域的拓展，科学研究的范围与对象也在不断地扩大。

杜威 (John Dewey, 1859—1952) 对科学的规定是：科学是一种工具，一种方法，一套知识体系。对人类生存而言，科学是一种手段和工具；对人的思维过程而言，科学是一种方法；对思维的结果而言，科学是一种知识体系。杜威强调的是科学不同于意见、猜测和神话传说。

任鸿隽 (1886—1961) 认为，广义的科学是人们运用智慧对客观现实分门别类地解释，是系统的知识。狭义的科学是关于某一现象的认识，有条理地观察，对实验结果加以解释和推理所得的结论。

胡明复 (1891—1927) 对科学作过如下的说明：“科学观动察变，集种种变动成事实，集多种事实而成通律，有条有理，将自然界细细分析，至于至微，而自然界运行规则见焉。”^③

上述对于什么是科学这一问题的回答，有的强调科学与宗教的区别，有的强调科学与主观意见的差异，有的强调科学与技术的不同；有的强调科学的知识体系，有的注重科学探究过程与方法，有的更重视科学的精神与气质。

正如贝尔纳所言，科学的本质是不能用定义一劳永逸地固定下来的，科学在人类社会发展的历史中发生了急剧的变化，以至于人们无法给它下一个合适的定义，他认为：“过于刻板的定义有使科学精神被阉割的危险。”^④ 但是我们还是有必要对科学的概念加以适当的限定和说明。首先，科学是客观存在在人脑中的反映，这一客观存在不仅指自然界的物质世界，也包括社会界的精神存在；其次，科学是以范畴、定理、定律、规律等形式反映客观存在的本质与规律，是一种系统化了的知识体系，它不同于意见、猜测和传说；最后，科学不仅仅指认识的结果，也应该包括认识的思维过程与思维方法。从探究的过程看，科学是一种探索

① [英] J. D. 贝尔纳：《历史上的科学》，6页，北京，科学出版社，1959。

② [美] 巴伯：《科学与社会秩序》，8页，北京，三联书店，1991。

③ 转引自段治文：《中国现代科学文化的兴起》，8页，上海，上海人民出版社，2001。

④ [英] J. D. 贝尔纳：《科学的社会功能》，13页。



未知的创造性活动，这一创造性活动以批判为基础。

本书中所指的科学是自然科学，它以物质世界为研究对象，研究物质世界的现象，力图把握物质的属性、本质和运行规律，以便于人们在社会实践活动中合理地利用和改造物质世界，并建立人与自然之间的和谐关系。一般而言，科学可以分为无机的科学和有机的科学，前者包括宏观和微观力学、物理学、化学、地质学和天文学，后者包括生物科学以及研究人的生理学和部分心理学的内容。人是自然界的一部分，人在物质层面的某些属性与特征可以成为科学研究的对象。

二、科学的本质特征

科学的本质特征在不同的时期会有变化。目前科学的本质特征被归纳为十个方面。

(1) 科学应该是系统化的，它是对物质世界的一般性、共同性、规律性的描述。人们可以从不同的角度，以不同的方式，用不同的观念来描述世界上的事物，但科学有它自己特定的角度、观念和方法。

(2) 科学力图对事物做出统一的、数量化的、因果性的解释，甚至对未来的事情做出预测，这是科学家的愿望，但很多时候是做不到的。由于多种因素之间的相互作用，科学家研究的这些系统并不遵循简单的规律，然而科学家们还是在努力探索。

(3) 科学是极为严谨的，它建立在实验的基础上。科学实验有自己严格的定义，科学实验是可以重复的。

(4) 从社会学的角度看，过去的许多知识系统，几千年来基本上都保持不变或者变化很少。然而，科学要不断充实自己的知识，人们不断地用过去的知识创造新的知识。科学知识是一种不断修正、补充和自我扩张的系统。

(5) 从某种意义上说，科学探索是一种带有游戏性的活动，有时会得到意想不到的结果。人们进行科学探索的时候，很多重要科学成果的获得，开始并不是出于直接预定的计划和功利目的，而是出于对大自然持久的好奇心。

(6) 科学与技术之间呈现一种极其复杂的互动关系。从人类创造历史的过程看，人类最先创造的是技术。在相当长的时期内，科学在很多国家依附在哲学的传统上。技术则长久地依附在工匠的传统上。这两种传统相互之间的影响非常小。直到 17 世纪近代科学诞生之后，这种情况才发生了质的变化。

(7) 科学家们对待实验结果很认真，在追求预想结果的时候，格外关注这些



实验带来的副产品和副结果。如果实验的结果偏离原来的假设和预期的结果，也可能预示着新的发现，科学家会感到高兴。

(8) 科学是不可替代的，然而科学并不能解决一切问题。因为有很多人类关心的问题，在目前以至相当长的时期内，科学家还不能做出满意的答复，但是他们会努力继续探索这些问题的原因，并寻求解决问题的方案。

(9) 科学不仅仅是一种知识系统，而且是一种思维方法。科学从不迷信权威。科学家不断地质疑，发现新的东西。无论是探究自然的奥秘，还是解决人类所面临的实际问题，科学的途径、方法和手段都在不断地被创造。即使是应用已有的知识解决问题，也是以创造性的方式实现的。科学在不断地创造中增长自己新的知识。科学接纳一切新的思想，但是它们最终都必须遵循科学本身的规则——严格的实验验证和严密的逻辑推理。

(10) 科学是人类共同的文化。人类的文化千差万别，但科学是共同的文化，因为科学能够促进任何一个地区的人类社会迅速发展。

第二节 科学的多维视角

一、作为知识系统的科学

作为科学研究的成果的科学理论不仅仅是知识，而且是一种系统的知识，如欧几里得（Euclid of Alexandria，公元前 330—前 260）的几何学、哥白尼的日心说、牛顿（Isaac Newton，1643—1727）的经典力学、爱因斯坦（Albert Einstein，1879—1955）的相对论、道尔顿（John Dalton，1766—1844）的原子论、达尔文（Charles Darwin，1809—1882）的进化论、赖伊尔（Charles Lyell，1797—1875）的地质学原理等。

20 世纪上半叶的逻辑经验主义认为，科学是一种可以确证的知识体系。可确证性是科学的一个本质属性。如果一个命题所断言的内容与经验事实相符，那么这个命题就被证实。1915 年爱因斯坦提出了广义相对论，其中一条定律是：“光线通过强的引力场会弯曲传播。”若干年后，英国科学家爱丁顿（Arthur Stanley Eddington，1882—1944）利用一次观察日全食的机会，验证了爱因斯坦的这个观点。因此爱因斯坦的理论就被经验事实所确证。而宗教断言：“上帝是存在的。”这个命题无法被经验事实所检验，它就不是科学命题。

与逻辑经验主义不同，英国哲学家波普尔（Karl Popper, 1902—1994）提出：科学是一种可以证伪的知识系统。用经验事实证明科学理论是错的，这是证伪。他认为可证伪性是科学知识的本质特征。从逻辑上看，要证明所有的天鹅都是白的，个体的经验有限而无法确证这个命题，但是只要发现一只天鹅并非白色，就可以证明这个命题是假的。历史地看，一些观点曾经被认为是真理，但是后来被证明存在着一些错误，如亚里士多德的物理学、托勒密（Claudius Ptolemaeus, 约公元 90—公元 168）的地心学说、斯塔尔（Georg Ernst Stahl, 1660—1734）的燃素说等。



天文学家哥白尼

哥白尼（Copernicus Nicholas, 1473—1543）生于波兰，创立了天体运行论这一“自然科学的独立宣言”。哥白尼 10 岁时父亲去世。1491 年至 1495 年，哥白尼进入波兰的克拉科夫大学学习。1496 年哥白尼前往直意大利求学，先后进入博洛尼亚大学、帕多瓦大学和费拉拉大学学习和研究法律、天文学、数学、神学和医学，他同时还学会了希腊文。1503 年，哥白尼获得了教会法规博士学位。1510 年后，他先后从事过牧师、管理、外交等工作。他是一个杰出的经济学家，著有《货币的一般理论》一书。他医术高明，利用业余时间行医，免费为穷苦人治病。他还是一位出色的数学家，发表过关于球面三角的论文。当条顿骑士团疯狂侵略波兰时，他挺身而出保卫自己的祖国。尽管事务繁忙，但他始终保持冷静的头脑，把主要精力放在天文学的研究上。

无论是证实还是证伪，都说明科学理论具有可检验性。科学知识的证实和证伪反映出科学知识可以接受反驳和批判。波普尔说：

由此科学家看一种理论应当看它是否受到批判讨论；看它是否使自己受到各种批评，又是否能经受得住这些批评。例如，牛顿理论预言了当时没有观察到的偏离开普勒定律的现象（由于行星之间的相互作用），由此反使自己受到有意的经验反驳，反驳的失败则意味着理论的成功。爱因斯坦的理论也受到类似的检验。一切真正的检验实际上都是有意的反驳。只有当一种理论成功地顶住了这些反驳的压力，我们才能声称它已为经验所确证或确认。^①

① [英] 波普尔：《猜想与反驳》，365 页，上海，上海译文出版社，1986。