

国家985工程Ⅱ期资助项目
“科技进步与人文精神”研究丛书

主编 欧阳康

科学教育与人文教育

——历史考察·理论探讨·实践探索

李太平 主编



人民出版社



国家985工程Ⅱ期资助项目
“科技进步与人文精神”研究丛书

主编 欧阳康

科学教育与人文教育

历史考察·理论探讨·实践探索

李太平 主编

人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学教育与人文教育:历史考察·理论探讨·实践探索/李太平主编. —北京:人民出版社, 2010

(科技进步与人文精神研究丛书/欧阳康主编)

ISBN 978-7-01-008984-3

I. ①科… II. ①李… III. ①科学教育学-研究 ②人文科学-素质教育-研究 IV. ①G42 ②C4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 100404 号

科学教育与人文教育:历史考察·理论探讨·实践探索

KEXUE JIAOYU YU RENWEN JIAOYU; LISHI KAOCHA · LILUN

TANTAO · SHIJIAN TANSUO

李太平 主编

策划编辑: 张 芬

责任编辑: 张 芬

出版发行: 人 民 大 学 出 版 社

地 址: 北京朝阳门内大街 166 号

邮 编: 100706

邮购电话: (010) 65250042 65258589

印 刷: 三河市顺兴印装厂

经 销: 新华书店

版 次: 2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月北京第 1 次印刷

开 本: 880 毫米×1230 毫米 1/32

印 张: 8.625

字 数: 208 千字

书 号: ISBN 978-7-01-008984-3

定 价: 20.00 元

著作权所有 侵权必究

“科技进步与人文精神”研究丛书

编委会名单

顾 问 杨叔子 张勇传 刘献君

主 任 欧阳康

副主任 张建华 钟书华

委 员(按姓氏笔划为序)

申 凡	何锡章	陈荣秋	吴廷俊
张廷国	张金隆	张端明	张 昆
林少官	罗玉中	罗家祥	洪 明
徐长生	徐晓林	殷正坤	尉迟治平
雷 洪	樊蕨蕨		

总 序

本丛书是由国家“985”工程Ⅱ期项目之一、华中科技大学科技进步与人文精神国家哲学创新基地主持的“科技进步与人文精神”重大课题的最终成果之一。

有关科技进步与人文精神的关系的学术关注由来已久，但对于本课题的专门研讨和集中组织则发端于2004年国家启动的985工程Ⅱ期项目。当时我们设计的“科技进步与人文精神”课题获得批准，被列为华中科技大学的985Ⅱ期项目之一。于是一批人文社会科学、自然科学和工程技术方面学者在课题的感召下组织起来，开始了积极的学术研究。

之所以设计本系列研究课题，是基于这样的认识：人类进入工业化时代以来，一直面临着如何处理“科技发展与人文精神”的关系问题。现阶段，新科技革命和经济全球化对人文社会变革提出了更高的要求，使科技发展与人文精神的良性健康互动问题变得更加突出和紧迫。其突出表现是：

其一，科技发展需要人文精神的引导和提升。

对于人类社会来说，科技的发展可谓一把“双刃剑”。一方面，科技发展是现代化的重要杠杆和推动力，没有科技发展就没有先进的生产力，没有高度发达的物质文明就不可能改善人类的生活方式和生活质量；另一方面，科技发展在生态、心态、伦理、社会、文化等领域也为人类社会带来了一系列严峻问题。正确认识和把握科技发展的两面性，需要确立一个更高的价值

尺度——人的意义和价值。而人文精神正是对于人的意义和价值的追问，是对人生之谜和社会之谜的解答。在这个意义上可以说，科技发展从根本上需要人文精神的引导和提升。如果脱离人文精神的指导，科技的发展可能是片面的、单向度的，而最终的结果也必将导致自身的危机。

其二，人文精神的塑造需要立足于当代的科技发展。

人文精神的培育和弘扬既要继承优秀的历史传统文化，又要立足于现实进行新的创造。当代人文精神面临的最大挑战来自科学技术的高速发展和广泛应用，这也是建设当代人文精神的最重要基础。因此，培育和弘扬人文精神必须立足于当代科技发展，不断地从中吸取营养、充实内涵。唯其如此，人文精神才能体现出先进文化的前进方向，才能与时俱进，发挥引导作用。如果一味地沉湎于传统文化之中，忽视当代科技发展对传统文化渗透和影响的现实，其结果只能是被世界边缘化。

其三，科技发展与人文创新的良性互动是当代中国现代化进程的重要价值取向。

对于当代中国的社会主义现代化建设来说，尤其需要科技发展与人文精神的良性互动和合理有效整合。这也是由中国的历史与现实矛盾所决定的。中国的传统文化历来轻科技而重人文，这就决定了科技发展的需求与传统的人文精神之间存在着相当程度的矛盾和冲突。当代中国迫切希望通过大力发展科学技术推动经济的跨越式发展，并取得了巨大成就，却对人文精神有所忽视，造成理想信念的迷失和人文精神“滑坡”现象。这就要求在制定和实施可持续性发展战略时，必须正确处理科技发展与人文精神的关系问题。不仅要关注物质财富的生产，而且要推动精神文化进步，促进人的全面发展；不仅要关注当代的发展，而且要为未来长远发展奠定基础；不仅要关注中国自身的发展，而且要寻求与世界各国的和谐共存。

其四，科学教育与人文教育并重是大学教育的重要方向。

大学不仅是传授科学知识的场所，同时也是培育和弘扬人文精神的殿堂。因为传授科学知识的最终目的，归根结底还是对人文精神的塑造。在某种意义上可以说，现代的大学教育体制本身就是人文精神的产物。因此，我们在将科学知识传授给学生的同时，绝不能忽视为他们提供作为精神营养的人文精神。另一方面，知识的题材本身密切关联，知识的所有分支都相互联系，构成知识的各门科学之间相互补充、相互纠正、相互协调。在建设世界一流大学的过程中，如果过分地强调科学教育而忽视人文教育，必然会使真正的科学精神偏离正确轨道。而如果忽视了科学教育，人文教育也难以获得坚实的科学技术基础。把科学教育和人文教育内在地结合起来，在真、善、美的统一中培养和塑造健全的人格，这是当代大学教育的发展方向。

其五，重视科技与人文的互动也是当前我国哲学社会科学创新的现实要求。

我国哲学社会科学的发展既需要依托于人文社会变革和人文精神状态，也需要借鉴自然科学和工程技术所提出的重要理论和有效方法。目前，“科技发展与人文精神”研究领域的部分问题已经成为学界关注的焦点，也取得了一些阶段性成果，但更多的问题尚未引起足够的关注，更缺乏深入全面的研究。通过建立创新平台和创新团队，对“科技发展和人文精神”进行跨学科、多层次、全方位的综合研究，不仅可以更好地发挥出哲学社会科学的功能，也有可能推动哲学社会科学研究的范式转换与方法论创新。

为了全面推进“科技发展与人文精神”研究，创新基地在学校有关部门的领导下，根据建设规划组建了管理机构，包括学术委员会和管理委员会；编辑出版了《科技与人文》研究文集（共五期）；制作了《科技与人文》主题网页；创建了“科技

进步与人文精神”专题文献电子信息资料库；举办了“科技进步与人文精神基地建设咨询暨学术研讨会（2005.7）”；召开了“后现代视野中的‘科学与精神’国际学术讨论会（2005.10）”；举办了“科技进步与人文精神”系列学术讲座（10期），等等。

当然，最为重要的是开展全面、系统和深入的学术研究。在反复论证的基础上，“科技进步与人文精神”创新基地组建了“基础理论创新平台、制度与政策创新平台、实施与应用创新平台”三个大的学术平台；设置了13个重大研究课题，分别是：“科技发展与人文精神的哲学反思研究”（首席专家欧阳康教授）、“中华文明中的科技与人文”（首席专家罗家祥教授）、“现当代文学与科技发展研究”（首席专家何锡章教授）、“科技进步与道德建设研究”（首席专家黄长义教授）、“自主创新与经济增长方式转变研究”（首席专家刘海云教授）、“信息技术与大都市政府管理创新研究”（首席专家徐晓林教授）、“自主创新与知识产权管理研究”（首席专家王宗军教授）、“创新型国家与法治环境建设研究”（首席专家易继明教授）、“科技、媒介与和谐社会建设研究”（首席专家申凡教授）、“中国公众的科技素养和人文素养研究”（首席专家雷洪教授）、“科技教育与人文教育的互动研究”（首席专家刘献君教授）、“科技发展与英、日、德的语言演变研究”（首席专家杨文秀教授）以及“社会信息科学的理论与实践研究”等。

正是在上述课题研究的基础上，发表了大量的学术论文，产生了二十多本学术著作。除了已经先行出版的著作外，我们优选部分编选了本系列研究丛书，并把它们作为本项目研究的最终成果汇编。

我有幸担任创新基地的主任和本丛书的主编，要借此机会感谢国家教育部学位办和社科司等单位领导对本课题的宏观指

导；感谢学校有关领导、部门尤其是学位办、社科处对本创新基地的大力支持和指导；感谢校学术委员会主任委员杨叔子院士、副主任委员张勇传院士、著名经济学家张培刚教授、林少宫教授等对于基地建设的自始至终的关心与支持；感谢编委会所有成员从各种角度对基地工作的大力支持；感谢各重大课题研究项目的首席专家和成员对于各自承担课题的积极组织 and 有效参与；感谢基地副主任张建华教授和钟书华教授为基地建设和课题组织付出的辛勤劳动与智慧；感谢社科处刘建平处长、方梅副处长、童志勇同志和学位办赵仲宇副处长等给予的热情指导；感谢李宗荣教授、蔡虹编审、万小龙教授、雷瑞鹏副教授、陈刚副教授等为基地发展所做的细致工作；感谢邹维琄老师、杨玲、冯艳霞、陈明益同学等为基地的悉心奉献；感谢有关各方的大力支持！

本创新基地及其课题研究可以说是我校近年来以文科为基础而开展的规模最大、参与人数最多的跨学科合作项目。在基地的运行和课题的合作中，我们努力做到既依据科学研究的规律，切实尊重和实践科学精神，也发挥和感悟人文精神；既产生了一大批学术成果，极大地提升了学术水平，也建设和锻炼了学术团队，提升了协同攻关能力。基地自身的建设和实践可以说是实现科技进步和人文精神良性健康互动的有效体现和积极成果。

科技进步与人文精神的关系是现代人类文明进步，尤其是中国特色社会主义现代化进程中的重大课题。本课题结题之际，正值我国纪念改革开放 30 周年之时。蒙人民出版社领导的关心与支持，本系列丛书能够顺利出版。这些成果从不同侧面记载了近代以来中华民族实现现代化的心路历程，反思了当前科技进步与人文精神二者关系中的重大问题，指出了二者有机融合和共建的基本方向，也在思想理论、宏观政策和具体操作层面

导 言

这本书是多位学者共同研究的结果。学者们围绕科学教育与人文教育的历史、基本理论和现实问题进行了多方面的探讨。本书分为历史考察编、理论探讨编和实践探索编。以下是对这本书的简要介绍。

历史考察编由贾永堂（华中科技大学教育科学研究院教授、教育学博士）和李太平教授（华中科技大学教育科学研究院教授、教育学博士、博士生导师）共同完成。贾永堂教授主要探讨了西方大学人文教育发展的历史和命运，李太平教授主要回顾了20世纪西方中小学科学教育发展的轨迹以及科学教育发展过程中蕴涵的人文精神。

贾永堂教授在本书第一章《西方大学人文教育发展简史》中，首先讨论了人文教育的内涵。他认为，人文教育是指对受教育者所进行的旨在促进其人性提升、理想人格塑造及个人与社会价值实现的教育，其核心是人性教育，是人的灵魂与精神的教育，其实质是通过广博的文化知识的滋养、高雅的文化氛围的陶冶、优秀的传统文化的影响和深刻的人生体验，引导受教育者涵养其人文精神、完善其内在世界。人文教育使人理解并重视人生的意义，找到正确的生活方向与生活方式，在根本上体现教育的本质与理想。从学科范围而言，广义的人文教育

除了人文学科教育外，还包括社会科学教育及美学和艺术教育（甚至还包括自然科学教育的部分内容），亦即通常所谓的人文社会科学教育或哲学社会科学教育；狭义的人文教育是与自然科学教育和社会科学教育并立的一种教育，其核心学科是文学、历史、哲学和艺术，它不包括以培养专门的人文工作者为目的的教育，或者说专业性的人文教育，尽管后者为前者提供了重要条件。

在西方，自古希腊时期开始，就形成了重视个性及其自由发展的思想传统。西方较为系统的人文教育思想，最早反映在亚里士多德的著作中。他将教育分为两类，其中，适合于自由人的自由教育强调使人文雅和高尚，其实质就是人文教育；由智者派首创的文法、修辞和逻辑及柏拉图倡导的算术、几何、天文和音乐（统称“七艺”）的教学就是最早的人文学科教育。古希腊的人文教育传统随后在罗马得到了延续，在罗马帝国后期，人文教育已经开始走向专业化。进入中世纪以后，基督教的至高无上对古典人文教育传统形成一定的抑制作用和负面影响，但古典人文教育的具体内容却依附于宗教、以宗教化的“七艺”教育的形式延续下来。

欧洲在文艺复兴时期重新确立了人文教育的地位。意大利人文主义学者彼特拉克坚决反对经院主义、禁欲主义，主张回到古希腊罗马时代。弗吉里奥提出了博雅教育（liberal education）的理想，讨论了具体的教学科目，并推荐了经他修改的“七艺”课程。维多里诺被认为是第一个新式教师，他办了一所他称为“快乐之家”的学校。总之，意大利人文主义教育的突出特点是强调古典文学艺术的学习。

文艺复兴在意大利兴起后，慢慢向其他欧洲国家传播：在尼德兰（今天的荷兰和比利时），人文主义及人文主义教育的发源地不在宫廷，而在群众团体创办的城市学校里，这些学校的

课程引进了人文学科。在法国，人文主义教育的中心在法兰西学院，该学院设立了很多学科，并使这些学科得到了很好的发展，包括希腊语、拉丁语、希伯来语、法语和哲学等。英国人文教育具有本土性和传统性特点，人文教育一般都与生活有关，是为美好生活做准备的。

具体到中世纪的大学里，人文教育基本上一直处于被排斥、被边缘化的境况。在文艺复兴时期，人文主义是一种先进文化，大学则是中世纪以来的学术与教育的中心，大学与人文主义很少发生关联，除了英国以外，在其他地方，大学都不是人文主义和人文主义教育的中心，在有些国家，甚至是反人文主义教育的中心。在意大利，一方面，在大学之外，人文主义及人文教育蓬勃发展；另一方面，大学继续把重点放在文、法、医、神等专门学科的研究和教学上。在整个意大利的大学里，人文学科的学习主要是以课外活动的形式出现的，而绝大多数民众支持的是专门化的职业教育，人文教育始终没能在大学中占据重要地位，人文学科的教师比专业教师少得多。在德国，人文主义最开始也受到大学教授的怀疑和敌视，学生们对此也不感兴趣，因为人文学科在某种程度上既陌生又不实用，而经院哲学则已在大学中取得稳固的地位。

但大学作为当时的学术中心，必然受到作为先进文化的人文主义的冲击。随着人文主义的扩展，大学终究要接纳人文主义，因为大学从根本上就是为学术而存在的，虽然这种接纳有一个长期而曲折的过程。到16世纪以后，在宗教改革的推动下，人文主义及人文教育才开始在德国大学中占据一定地位，甚至一度兴盛到足以与旧学术分庭抗礼的程度。人文主义逐渐兴盛的结果，是许多大学逐渐变成人文主义中心。在英国，大学一直是自由思想的中心，人文主义一经兴起，很快就在大学中发展起来。牛津大学和剑桥大学当时就建立了专门研究和教

授人文学科的学院。

从17世纪末到19世纪初，整个西方国家对他们自己创造的大学普遍持强烈的怀疑和批判态度。在英国，大学被视为与社会格格不入的半寺院机构而遭到抨击；在法国，大学被视为无知的堡垒而最终被彻底关闭，取代它们的是独立文理与专门学院；在德国，主要是在普鲁士，无论是统治阶层还是普通民众，尤其是知识阶层，对传统大学反应冷淡，倾向于以实用的、职业导向的学校取代传统大学。在18世纪末19世纪初的20年间，德国大学有一半关门停办，大学生总数则减少到不足七千人。

1806年，德意志最大的邦国——普鲁士——在第一次普法战争中遭受失败。由于丧权辱国的刺激，举国上下谋求改革，力图重振国民精神。社会各界都将振兴国民精神的任务赋予教育。当时哲学家费希特发表了《告德意志国民书》，恳请国人注重教育，以振奋人心。1807年8月，哈勒大学校长带领部分教授谒见普鲁士国王威廉三世，请求以哈勒大学的教师为基础在柏林重建大学。这一请求得到了国王的支持。1807年，哲学家费希特呈请创设柏林大学，后经洪堡等有识之士的努力，到1810年，柏林大学正式创立。

柏林大学首届校长费希特认为，国家民族的振兴从根本上取决于教育的革新，教育的目的在于使人回归自然，而在于促进人类文明、提高人民道德。他认为明晰的理智在于认识能力而不在于知识的增加，为此他倡导积极学习，反对只获得死知识的被动学习。他还指出，智育教学也是为了德育，认识能力的发展固然重要，但其本身不是发展教育的第一要义的独立的目的，只是培养学生道德的手段而已。费希特被视作德意志民族精神的塑造者。

柏林大学的主要创办者洪堡提出了三条办学原则：独立性、

自由与合作三者统一的原则，教学与研究统一的原则和科学统一的原则。他反对向学生进行实用的职业教育，认为大学教师的任务之一是对学生的研究进行引导。大学不应沿袭传统，仅仅满足于传授现成的知识，而应当走在创造知识的前沿，大学同时应承担起科学研究与教学的双重职能。为了确保大学能顺利地进行研究与创造，洪堡提出了教授治校和学术自由的基本原则，学术自由与大学自治（教授治校）是洪堡式大学教育理想付诸实施的先决条件。这些原则以后进一步扩展为大学的三大自治权，也就是所谓的高等教育的三大自由：学习自由、教学自由和研究自由。

柏林大学由于锐意进取、勇于改革，很快成了德国新老大学的榜样。老大学以它为模式进行改造，新大学在创立之时即以它为楷模和蓝本。至1850年左右，德国大学的学术水平已跃居世界前列，德国在科学的各个领域，都毫无例外地处于领先地位。

德国在科学领域所取得的巨大成就，如果从内外因方面分析，在很大程度上应归功于自由探究的氛围及德国人的天赋才能与个性。而在一定意义上，这种天赋才能和个性是人文精神与人文教育的结果。柏林大学在当时的历史条件下获得成功的保障，是学术自由与大学自治。培养内心自由的学者无疑是人文教育的追求；没有新人文主义者对理想学者、理想学术、理想教育、理想大学等的追求，德国大学就不会有辉煌的成就。

此后，西方大学逐渐形成了人文教育的传统。直到19世纪初，欧美国家大学依然维持着以古典人文学科为主体的课程体系。

19世纪中后期之后，随着近代科学的突飞猛进，科学思维与科学方法逐渐成为主导性思想方法，人文学科和人文教育在大学中的领地逐渐萎缩。

早在17世纪，部分大学就开始设立自然科学讲座，教学内

容开始扩大并日益世俗化。在这一方面，英国大学走在了世界的前列，牛津大学和剑桥大学的毕业生及教授，如培根、波义耳和牛顿等引发和领导了科学革命。特别是牛顿，作为现代科学的奠基人，其卓越的科学成就促使大学在拓展课程内容方面迈出了至关重要的一步。18世纪以后，牛津大学和剑桥大学也开始在其课程中引进自然科学。在剑桥大学三一学院院长本特利（Bentley）的影响之下，剑桥大学几乎变成了英国自然科学的研究与教学中心。在19世纪20年代伦敦大学建立以后，自然科学全面进入大学课程体系。

美国在殖民地时期，自然科学的教学也逐渐受到大学的重视。18世纪中叶以后，各学院已经拥有了足够的设备向学生展示天文学、物理学以及化学的实验研究方法，许多旧课程中增加了新内容，如在数学教学中增加了测量与航海知识；一些学院建立了化学和自然哲学教授席位，如哈佛学院早在1728年就建立了数学与自然科学教授席位。独立战争以后，美国无论是老的文科学院还是新建院校，都非常重视自然科学教学。

科学教育系统地进入美国高等学校始于19世纪中后期。19世纪60年代以后，随着进化论的传播和工业革命的开展，科学在社会中的地位与作用开始得到广泛认可，科学在大学中的地位也逐渐上升。同时，美国经济社会的发展也对高等教育提出了培养高层次创新人才的新要求；从德国留学归来的大批美国学生带回了德国大学的理念。所有这些因素都促使科学和科学教育在美国研究型大学中获得了日益重要的地位。20世纪以后，科学教育的地位日趋强化，并逐渐成为专业教育的主体。

迄今，放眼世界，科学和科学教育最终在大学中占据了绝对优势，人文学科与人文教育已经被挤压至边缘处于弱势地位。但在西方，始终存在着维护人文教育理想的声音，始终有学者站出来捍卫大学人文教育的传统。例如，1861年创立的麻省理

工学院最初只是一所纯粹的技术性院校，建立不久就成为技术教育的领导型大学。后来人文学科也发展起来了。现在的麻省理工学院不仅工科实力超群，其人文社会科学诸院系的实力在整个世界都名列前茅。该校能长期占据世界一流大学的最前列地位，与其科技人文教育并重的办学思路密不可分。1934年，科南特入主哈佛大学，他终于使哈佛大学走向特有的混合型大学模式：本科教育秉承英国模式，强调通识教育，注重文化传承；研究生教育采取德国模式，注重研究，强调创新。20世纪中后期，加强人文教育的呼声引起广泛回应，很多学校在其课程体系中做了明确的要求。80年代以来，包括美国、英国、日本及苏联在内的许多国家都推出了以加强人文教育为基本内容的大学课程改革方案。

李太平教授在本书第二章总结了20世纪西方科学教育发展的轨迹，并分析了轨迹形成的原因。20世纪西方科学教育获得了很大发展，科学教育在发展过程中呈现出与人文教育融合的趋势。这种趋势表现在科学教育的发展轨迹之中。

第一，科学教育从教育的边缘走向中心。进入20世纪以后西方科学技术有了很大发展，科学在学校的课程结构中仍处于边缘状态，学校课程还是以人文社会学科为主。第二次世界大战以后，科学教育得到了很大发展，科学教育从战前的边缘地位上升为学校教育的中心。

第二，科学教育理念从培养精英转变为“为了所有的学生”。20世纪50—70年代美国科学教育改革的宗旨是精英主义：“美国的教育必须致力于从各方面发现和培育有才能的人。我们的社会和我们的教育的新口号必须是‘优秀’。”^①到80年代，

①〔美〕罗伯特·梅逊著，陆有铨译：《西方当代教育理论》，文化教育出版社1984年版，第143页。

科技应用更加广泛，人类生活在一个科技环境之中，不管是天赋优异的人，还是芸芸众生，都必须掌握一定的科学知识。因此，普及科学成为社会和教育的重要任务。

第三，科学教育的目的从知识结构向素质发展。在 20 世纪 50—70 年代科学教育改革中，人们普遍强调学生掌握学科的知识结构。布鲁纳说：“不论我们选教什么学科，务必使学生理解该学科的基本结构。”^①到了 80 年代，英美等发达国家普遍强调培养学生全面的科学素养：“国际科学教育界普遍认为，在基础教育阶段，科学素养教育应是学校理科教育的重要目标。”^②

第四，科学教育内容从科学问题转向社会 and 人的发展问题。20 世纪 50—70 年代科学教育改革者主要关心科学本身的理论问题，自然科学工作者也进入科学教育的领域，开创了学问中心课程。到 70 年代，人们强烈要求学校科学教育应关注社会问题和人的发展问题，在科学教育中让学生有机会考虑科学和技术革新的社会、经济和生态影响。

第五，科学课程形态从学科中心课程到综合课程。学科中心课程风靡于 20 世纪 60 年代，在科学教育中备受推崇，被认为是精英人才和卓越人才的最佳课程形式。到 80 年代，西方科学课程走向综合化，西方发达国家初中科学课程基本上是以综合课程的形式开设的。

20 世纪西方科学教育发展之所以呈现出这种发展变革轨迹，与社会生产、生活的科学化和人们对科学的认识深化密切相关，与科学主义和科学人道主义等社会思潮对科学教育的影响密切

① [美] J. S. 布鲁纳著，邵瑞珍译：《教育过程》，文化教育出版社 1982 年版，第 31 页。

② Bybee, R. W. & DeBoer, G., "Research on the Goals for Science Education", In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Teaching and Learning of Science*, New York: Macmillan, 1994, pp. 357-387.