

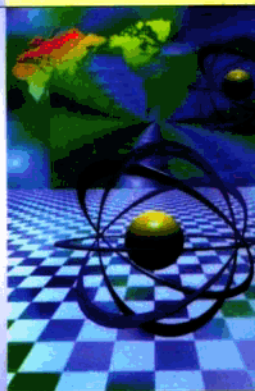
校园科技活动指导

学校科技教育概论

(上)

蒋长好 主编
王 伟

南海出版公司



目 录

第一章 科学教育简论	(1)
第一节 科学是什么	(1)
第二节 科学教育的目标	(8)
第三节 科学教育的特性	(14)
第四节 科学教育的内容	(20)
第五节 中小学科学教育的基本要求	(54)
第二章 科学教育的相关理论	(59)
第一节 脑科学研究	(59)
第二节 认识论的研究	(68)
第三节 神经元的研究	(76)
第四节 内化学说理论	(81)
第五节 科学 技术 社会 STS 教育	(82)
第三章 中小学科学教育的途径和方法	(90)
第一节 中小学科学教育的途径	(90)
第二节 中小学科学教育的方法	(104)
第四章 科学教育的课程和教材	(120)
第一节 科学教育课程改革	(120)
第二节 科学教育教材改革	(123)
第三节 科学课程的几种类型	(126)
第四节 科学课程中的道德教育	(136)

第五章 科学教育评价	(142)
第一节 评价的功能与特征	(142)
第二节 评价的类型和指标体系	(150)
第三节 等级评分制的现实探索	(159)

第一章 科学教育简论

第一节 科学是什么

科学是什么？通俗地说，科学是人们关于自然、社会和思维的知识体系，科学是人对客观世界的认识，是反映客观事实和规律的知识。科学是一项反映客观事实和规律的知识体系的相关活动的事业。随着科学以及技术的不断革新，科学已经积累成为社会文化的重要内容。现代的观点是把科学视为一种不断前进和自我矫正的探究过程，所有的科学知识都是科学探究的结果，是社会实践经验的总结，并在社会实践中得到检验和发展。

科学的产生是由于社会实践的需要，主要是物质生产的需要。科学的任务是揭示事物发展的规律，探求客观真理。科学是人们改造世界的指南。

随着现代社会的发展，对科学内涵的认识也不断深化，涉及范围也越来越广，主要包含以下方面：知识体系、创造活动、社会结构、社会生产力、文化形态。

一、科学是系统化的理论知识体系

科学知识主要包括两个方面的内容：

一是客观事实。客观事实是科学的基石，如物理学家发现声、光、电磁现象，原子结构，原子核的裂变和聚变；化

探索自然奥秘的认识活动，是创造知识和加工知识的精神生产活动。它的活动包括了三个基本要素：探索、解释、考验。

探索：对人类生存的宇宙的探索。开始于好奇心、求知欲，每一个人都在思考日常生活中有趣的事物。科学工作者设计假设、利用证据，通过调查、实验、思维加工，获取科学知识。

解释：这是对于探索过程中各种事物所做的解释。科学是一个产生知识的过程，这个过程要依靠仔细地观察现象，并且从观察中发现和提出能成立的理论。

考验：这是对于所作“解释”的考验。科学的本质是通过观察来验证，如果科学理论只适用于对已经观察到的现象的解释，那还是不够的，必须对这种解释加以验证，要通过实验、数据去证实。

美国一位著名科学教育者路特福认为，科学是一种探究的过程，也是一种开放的、积极的研究过程。科学活动的目的是探索自然事实和揭示自然规律，它的活动方式是科学实验和理论研究，其成果则是知识。

科学活动是知识的生产，是人和物等要素组成的动态过程。科学活动有其特殊性，它包括：科学劳动者、科学劳动软件和硬件、科学劳动对象、科学管理等要素。

科学劳动者：科学劳动者主要是指具有一定科学知识，会使用科学仪器、仪表、设备、技术装置，并采用科学方法去从事探索自然的劳动者。科学家、工程师、实验员、各类专业人员以及科学管理人员都属于科学劳动者范围。

科学劳动软件和硬件：科学劳动软件为两个方面，一方

面是本学科、本领域的历史资料，前人认识的成果，各种实验资料、科技情报、图书期刊等，它是科学研究的原材料；另一个方面是各学科领域通用之物，如思维方法、思维工具等科学方法，它是科学劳动者认识自然的主观手段。研究方法的正确与否关系到科学研究的效率。硬件是指各种科学工具、物质技术手段，如各种仪器、仪表、设备、技术装置，以及实验过程中所需要的材料、用具等。它们能“延伸”科学劳动者的肢体、感觉器官和大脑，是连结认识主体和认识客观之间的桥梁。

劳动对象：劳动对象是整个自然界，包括人工自然以及在认识自然和改造自然过程中形成的科研课题等等。科学家都很重视研究课题的价值和意义。爱因斯坦说：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要。因为解决问题也仅仅是一个数学上或实验上的技能而已，而提出新的问题，新的可能性，从新的角度去看旧的问题，却需要有创造性的想像力，而且标志着科学的真正进步。”

科学管理：正确地选择和安排科研课题，有计划地对科学研究进行管理，科学地组织人力，合理调配仪器、设备、材料等物质条件，分配和使用科学经费，协调好人、财、物等因素之间的关系，发挥出各种要素的作用，使科学活动具有最佳机能。

科学活动也是一种劳动，是社会总劳动中不可缺少的部分。它主要是探索自然规律的脑力劳动。但开展科学研究活动，进行科学实验、实地观测、野外综合调查、极地考察等等，也要付出艰苦的体力劳动。

三、科学是一种社会结构

在现代社会中，探索客观世界，从事科学研究以获取知识，已是一种社会活动，而且是一项复杂的社会活动，它涉及许多人，许多不同的工作，甚至在一定程度上在世界各国范围内进行。所有国家，所有民族，男、女公民都参与科学研究和应用。这些人包括科学家、工程师、数学家、技术人员、计算机编程人员、图书管理员等等。他们进行着科学研究、搜集数据、创立理论、制造仪器、交流信息等活动。这种活动逐渐形成一种社会结构，是现实社会中的一个基本部门。

科学的社会结构，是由科学研究体系、科学后勤部门和科学管理机构等共同组成的。科学研究体系在横的方面包括探索自然科学基本理论的基础研究，解决改造世界中的科学技术问题的应用研究，进行科研成果试验推广的开发研究。这体现了从科学理论过渡到应用技术，又进一步转化为直接生产力的过程。在纵的方面，包括各种类型的科学研究组织和各种科学管理机构。各类系统和机构相互联络，构成比较完整的科学社会结构，体现出一个国家和社会的科研体制。目前，我国正在建立社会主义市场经济体制，随着社会主义市场经济体制的建立和健全，科研体制也将会有较大的改革。

四、科学是社会生产力

科学与物质生产活动密切联系，担负着解决人与自然的矛盾的任务，它既是物质生产力中的一个因素，又是一种社会生产力。自然科学主要来自生产实践，通过生产实践从自然取得感性材料，或将生产实践中创造的技术经验加以总

结，上升为自然科学，再用于生产，科学也被包括在生产力中。其表现形式主要是“生产——技术——科学”。而现代科学就不同了，不再是单单来源于生产实践，而更多的是来自科学实验，从现代科学实验中得到的新知识，不只是纸上的知识，而是能够回归到生产实践中去的活的知识。由此取得的科学成果还通过转变成技术，并加入到生产过程中去，“科学——技术——生产”的过程显得非常突出。

20 世纪 50 年代以来形成的许多知识密集、技术密集的新兴生产行业，如电子计算机、微电子工业、激光工业、高分子化学工业、原子能工业等，就是以科学为基础，运用了从科学实验中得到的成果。“生产——技术——科学”与“科学——技术——生产”结合起来，构成了一个科学与生产以技术为中介的双向作用的完整过程。这个过程是从生产开始，经过科学、技术再到生产，走向生产的新阶段。现代科学已经成为人类生产过程中一个中心环节。

科学作为一种知识成果，独立的社会活动和社会机构，只是知识形态的生产力，只是潜在的生产力，还不是直接的现实的社会生产力。但是，科学是可以通过加入生产过程，与物质生产部门或生产力中诸要素相结合，转化为直接生产力的。加强对科学的管理，沟通科学与生产的横向与纵向联系，加速科学向直接生产力转化，可以促进经济和社会的发展。

中国现代化建设有许多事情是史无前例的，学者们认为，自然科学与社会科学相结合才能更好地发挥第一生产力的作用。社会科学对社会发展的作用好比是向量的方向，自然科学好比是向量模的增加或减少，两者的合成才是整个社

会的发展，缺一不可。如果没有自然科学，向量没有模，成为一个点；如果没有社会科学的正确指导，国家发展就会迷失方向或方向不对头。从生产力的要素和管理科学的重要作用来看，都说明两者相结合才能更好地发挥生产力的作用。

因此，科学实质上是一种社会生产力。

五、科学的文化形态

科学作为系统化的理论知识体系，是一种特殊的社会意识形态，它与文化密切联系，并成为文化的一个组成部分。在现代，科学不仅是文化的一个重要组成部分，而且成为文化发展的重要基础。科学技术进步使文化发生变革，科学技术也成为基本的文化形态。

作为文化形态的现代科学技术，其内容更加丰富。科学不仅包含有在认识自然和改造自然过程中积累总结出来的物理学、化学、生物学等各部门技术科学的知识，以及由此形成的体系，而且还包括，在认识自然和改造自然的活动中所形成的一套科学思想、科学精神、科学方法和科学道德，以及由此建立的价值观念和行为准则。

科学，上升到思想精神、方法论、价值论，实质上是塑造“人”。而这种“人”，不是拘泥于琐事私利，而是把人和自然融为一体，正如毛泽东同志赞扬白求恩是：“高尚的人、纯粹的人、有道德的人，脱离低级趣味的人，有益于人民的人。”自然科学大发展、大应用，像白求恩这样的人就不是个别的，而是群体的。如果说爱因斯坦反对希特勒是个别的，现在的“绿党”——绿色保护组织则是群体。“绿党”是一种非常有生命力的社会现象。作为一种社会现象，以保护自然而形成政党，形成一种为崇高目标而奋斗的社会力

量，可以说是人类自觉能动性达到新的历史高峰的伟大标志。

科学经过技术的不断革新，转变为物化的技术设备的物质产品；换句话说，科学同经济相结合，同商品市场相结合，就广泛地深入到日常社会生活的各个领域。时下流行的“商品文化”、“市场文化”概念，就是科学、技术同经济结合的产物，也是科学通过经济而呈现为更为普及的社会文化现象。

各国的一些教堂已不再是尖顶、窄窗的欧洲原有模式，而是现代文化建筑，上帝活动的场所也不得不遭到科学、技术的“侵犯”，作为文化现象的宗教活动也抵御不了科学、技术力量的扩展。宗教活动尚且如此，衣、食、住、行各个领域所呈现的文化因素或文化形态都不可避免地要受到科学、技术的支配。

科学，不仅作为精神形态，直接影响文化，而且通过技术达到经济形态，以种种物质形态成为社会文化。

科学是永不休止的发展过程。即使中世纪的宗教迫害也遏制不了科学萌芽的发展；相反，科学使人类相信自身的创造力量。科学（包括技术）经过科学教育，是社会文化前进的永远不衰竭的巨大动力。

第二节 科学教育的目标

科学教育目标是依据科学教育的原理，以哲学、教育学、心理学、教学原理作基础，按照社会的需求，学生的认知程度，配合自然科学完整的概念来制定的。

一、近四十年来世界各国科学教育目标的变化

随着对科学教育认识的变化，科学教育的目标也发生很大的变化。

20 世纪 60 年代科学教育的目标是培养科学家，是由两个因素决定的：一是自从二次大战以后，世界局势发生了新的变化，自然科学知识迅速增长，社会经济结构发生变革。二是西方与前苏联的科技竞争加剧，特别是 1957 年前苏联发射的人造卫星，使西方迫切感到加速培养高质量的科技人才，提高科学技术水平的重要性。

1969 年，美国著名心理学家罗杰斯明确提出，教育的目标应该是促进变化和学习，培养能够适应变化和知道如何学习的人。他说，“只有学会如何学习和学会如何适应变化的人，只有意识到没有任何可靠的知识，惟有寻求知识的过程才是可靠的人，才是有教养的人”。现代世界中，变化是惟一可以确立教育目标的依据。这种变化取决于过程而不是取决于静止的知识。

20 世纪 80 年代的科学教育目标是，为培养科学家转向面向全体学生而无论他今后是否从事科学工作。

1983 年，美国联邦教育部发表了《全美天才教育委员会的报告：国家在危机中》，其中就提出：科学课务必要进行修改，要适应现代化，要有利于那些不准备进大学的人，又要兼顾准备考大学的人。

1985 年，美国开始了以提高全美国人的科学素养为主要目标的科学技术教育计划。这个科学素养指的是公民必须具备科学、数学和技术基本知识。为此美国的科技界、教育界提出了“为全美国人的科学”的响亮口号，制定了计划。

让学生掌握科学知识和科学思维的方法和技能，培养学生智力和精神的发展。重点在于阐释科学和技术对增进人类生活，特别是马来西亚人生活质量的作用和贡献。

1988年，英国国家课程工作组提出的报告认为，科学技术课应考虑到对所有学生的价值。应保证所有学生，不管能力、种族、文化背景的差异，都能学好，提出科学为大众的观点。由国家科学课程工作组提出的科学教学六项目中，提出了理科学科对社会的贡献，建立科学和其他知识的联系。其中小学的目标为知识和理解、探索能力、信息技能三大类。

日本对科学教育目标做了面向21世纪的改革。改革的特点，是把幼儿园、小学、初中、高中的教育连贯起来考虑，由于高中教育已经普及，初中作为九年义务教育阶段的意义事实上已不存在。改革的基本目标是培养面向21世纪，能主动适应社会变化，具有丰富情操的人。

具体目标是：

第一，培养具有丰富情操、健康活泼的人。包括有宽广的心胸、健全的体魄、丰富的创造力、遵守社会规范、有自律自制精神等。

第二，重视培养具有学习欲望、能主动适应时代变化的能力。即把初等、中等学校教育作为培养终生学习的基础，重视培养自学欲望，主动适应社会变化的能力。

第三，重视作为国民必要的基础知识，充实发展个性的教育。即把初等、中等教育作为人的终生成长和发展的基础，作为国民所必要的基础知识必须使每个学生确实学到手。并进而在这个基础上进行发展个性的教育。

第四，加深国际理解，重视培养尊重日本的文化和传统的态度。

1989年11月，美国化学学会提出：要修改科学课程，把科学课程的焦点集中在科学、技术、社会的问题上，让所有年级科学课程更多地讲授现实社会中科学、技术、社会三者相互作用的内容，为那些对科学兴趣不高的学生将来能在技术高度发展的世界中，做好生活和适应社会的一切准备。

加拿大目前对科学教育目标的认识：科学的知识、理解力、科学在技术与社会问题中的应用。

目标立足于提高全体公众的科学文化水平，并努力把科学与技术、社会问题相联系，注重科学课程对社会发展的实效。

罗杰斯还认为，按照变化是惟一可以确定教育目标的依据。这种变化的教育目标培养出来的人，应该是既能够自我组织一些活动，并且能够为此负责，能够明智地进行选择和自我指导，能够评价别人的贡献，同时又是富有批判精神的学习者，能够获得与解决问题有关的各种知识，更重要的是他们还能够灵活地、明智地适应新的问题环境；能够有效地与别人合作；能够自由地、创造性动用所有的有关经验；他们的工作不是为了别人赞许，而是为了自己的社会目的。

二、我国科学教育目标

我国的科学教育采用的是分科教学的方式，体现在小学自然、初中的物理、化学、生物、高中的物理、化学、生物、地理课程之中。由于分科教学，所以没有总的科学教育的目标，但在各科教学大纲中都有体现。可以归纳为：一是科学的基础知识，基本概念和原理。二是培养科学的兴趣和

科学态度，学习科学的方法。三是了解科学在生产、生活中的应用。四是运用科学解决实际问题的能力。通过科学的方法训练，培养观察、实验、分析问题解决问题的能力。在一些大纲中提到培养社会问题的关心和责任感。进行唯物主义和爱国主义教育，培养高尚情操。在小学自然和初中生物大纲中提到培养健康审美情趣和审美观。

小学自然课的教学目标：

指导学生获得一些浅显的自然科学基础知识，同时培养他们的科学志趣及学科学、用科学的能力，使他们受到科学自然观、科学态度、爱家乡、爱祖国、爱大自然等思想品德教育，促进他们身心健康发展。

我国科学教育的研究工作者认为，科学教育的一个基本目标，是强调知识与行为相互依赖的关系，促使科学教育与技术教学的结合。许多学者主张，中小学科学教育目标并非培养未来的科学家，而是塑造具有科学素养的公民，使他们了解科学、技术与社会如何相互影响，并懂得如何运用科学来解决问题，改变社会。

我国《现代科技》小学实验教材培养目标：

一是帮助学生了解科技的意义、发展以及在为人类文化中所扮演的角色和对人类社会、文化、环境的作用，树立起科技意识和社会参与意识建立对社会的责任心。

二是培养学生具有实事求是的科学态度，刻苦钻研的科学精神，热爱家乡和热爱大自然的思想情感。通过对学生科学自然观的教育，激发学生对学习科学、技术的浓厚兴趣。

三是指导学生主动地获取一些浅显的与日常生活、周围环境有关的自然科学和现代科技基础知识，并在操作和运用

这些基础知识的过程中，启发他们的心智和发展适应科技社会的生活能力。

四是指导学生了解初步的科学研究方法，学会对一些科学现象进行描述、比较、概括、分析和操作的初步能力；帮助学生提高能够有效应付未来科技发展与变化的能力；并在科技活动中培养创造精神和合作精神。

五是培养学生在全面发展的基础上，促使学生具有独立个性和特长，尝试用所学知识参与讨论解决社会生活中简单的科学与技术问题。

、 第三节 科学教育的特性

科学教育具有客观性、理智性、实践性、准确性、进取性几个基本特性。

一、客观性

唯物主义者认为，真理是客观事物及其规律在人的意识中的正确反映。科学教育的第一个特性是客观性。不管什么人，只要他尊重客观事实，对客观事物及其规律作出正确的反映，他就有真理；反之，谁要是蔑视客观实际，甚至和客观规律背道而驰，那么，即使他拥有权势，也没有真理。例如，18世纪俄国学者罗蒙诺索夫，有一次在宫廷中与贵族舒瓦洛夫伯爵发生争论，舒瓦洛夫理屈词穷，于是企图利用权势，把罗蒙诺索夫压下去，他蛮横地说：“我要把你开除出科学院！”罗蒙诺索夫却坦然回答说：“请原谅，无论怎样，你也决不能把科学从我身上开除出去！”真理是客观的，任何权势都抹杀不了的。

由于客观性也就有了统一性。统一性是我们认识世界和改造世界的最根本的方法。一切认识的事物都离不开作为认识者的人；同一事物可能因人、因地而产生不同认识。比如重量，中国秤是2市斤，美国秤是1公斤。2和1是不同的，但按度量衡折算，2市斤=1公斤。同一个事物的重量，因人们所用度量衡不同而表面“量”不同，但实际量是一样的。无论中国人、外国人在科学知识面前都是平等的。

二、理智性

科学教育是培养学生具有理性的教育。理智性是在人们的求知欲望和求知活动过程中所产生的性格、情感。它是和人们的认知活动、求知欲望和认识兴趣的满足，以及对真理的探求相联系的。例如，学生在发现问题时所产生的惊奇，分析问题时所产生的怀疑，解决问题时所产生的愉快等等，都属于理智性。理智性与人的思想品质联系在一起。理智是一种热烈追求和探索知识与真理的高尚情操，不是满足低级的、本能性的需要，而是满足高级的、社会性的需要，是在智力活动过程中所产生的情感和体验。

理智性是属于人类高级形式的情感，它反映了每个人的精神世界的状态，都和社会的一定原则与标准，一定的社会需求相联系，目标都是指向周围的社会现实。理性自始至终贯穿在道德和美感之中。

理性教育是要求学生从问题的发现到问题的解决，都要经过合乎逻辑的理性思维，决不允许随意胡编、信口开河，也不能容忍道听途说，人云亦云。冰为什么浮在水面上，因水结成冰的时候体积变大了，冰的体积为什么会变大，因氢链加多的缘故。“冰冻三尺非一日之寒”，这话符合物理科学

的道德，因为冰要结三尺，必须散发大量的热，需要很长时间的零度以下的低温。“种瓜得瓜，种豆得豆”也是符合生物学的道理，是 DNA 复制。主观随意是科学的大敌。科学教育要让学生克服自己的任性、意气用事、随心所欲、我行我素等毛病，养成一切都要经过理智过滤的良好习惯。

三、实践性

马克思主义第一次对实践作出了科学的说明，把实践看做是人类有目的地改造客观世界的物质活动。在人类的实践活动中，最基本的是生产活动，生产活动是人类一切活动的基础。在生产活动中，表现了人类实践活动的一些基本特点。首先，生产是改造自然界的物质活动。换句话说，实践是改造客观世界的感情的物质活动。物质世界是通过物质力量而不是通过意识改变的。实践是在意识指导下进行的活动，而不是无意识地自然发生的过程。实践是社会的实践，只有在社会实践中，才能有与此相联系的个人的实践活动。有目的地改造客观世界的物质活动，可以看做是实践的最本质的特征。

科学实验是近代从生产实践中分化出来的一项相对独立的实践活动。它利用仪器设备、控制实践条件，对有计划地改造成的自然现象的变化作精密的观察和研究，直接或间接服务于生产实践。科学实验的作用日益显著，已经成为人类认识自然、改造自然的强有力的手段。实践不仅是认识的来源，而且是认识发展的动力。实践向认识提出了课题，而且给认识提供了必要的手段。对认识成果的应用和发展也离不开实践。总之，实践不仅是认识的来源，认识发展的动力，而且是检验认识是否正确的标准。