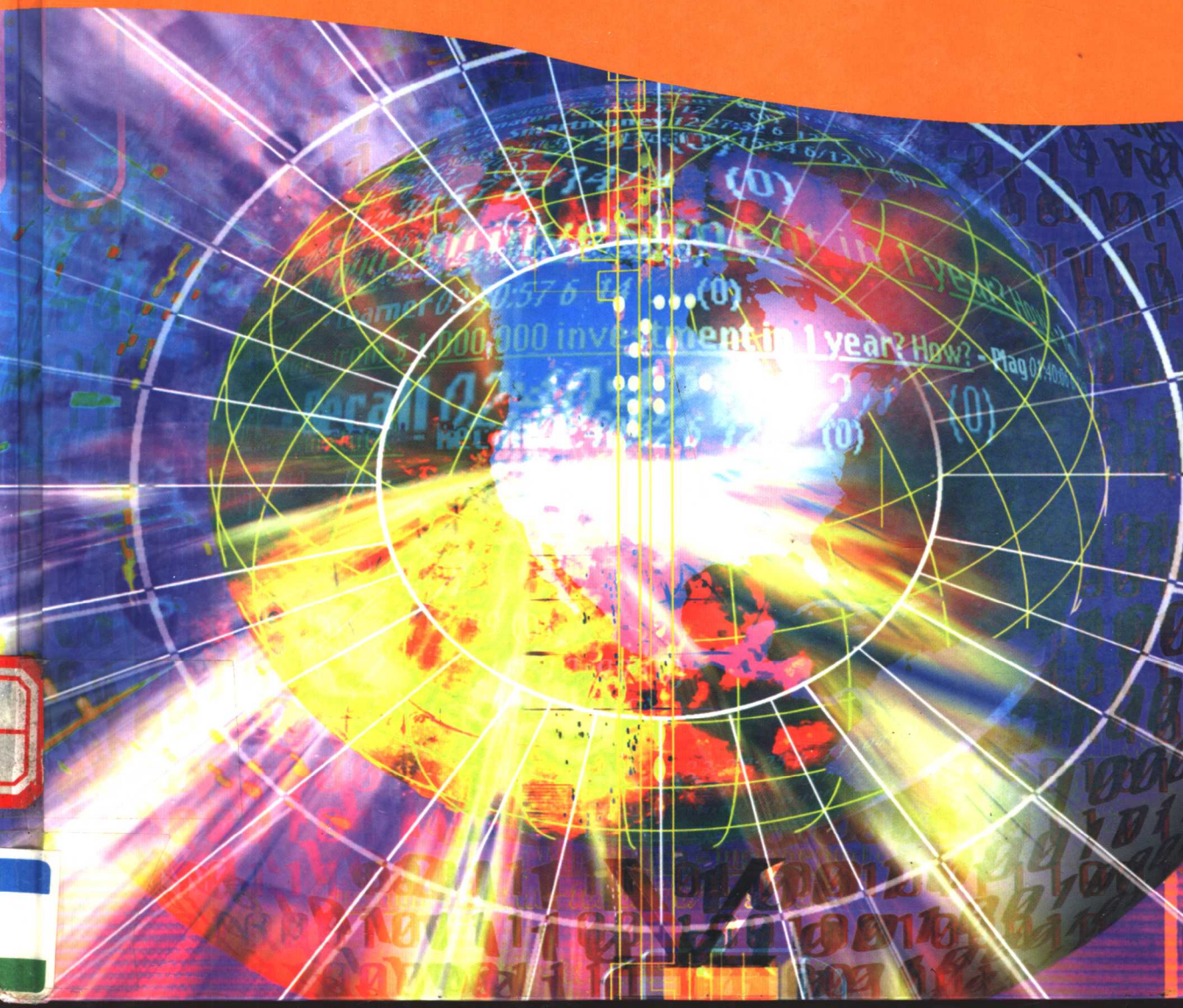


基础教育课程改革
教师通识培训书系

第六辑 潜能开发教育 ③

科学教育的发展

主 编：周 宏 中央民族大学出版社



基础教育课程改革
教师通识培训书系

第六辑 教育新理念 ③

.....

科学教育的发展

主 编：周 宏 本册主编：何世年 甘太祥
中央民族大学出版社

目 录

第一章 科学教育概述	(1)
第一节 科学的内涵	(1)
一、科学是系统化的理论知识体系	(2)
二、科学是创造知识的认识活动	(2)
三、科学是一种社会结构	(4)
四、科学是社会生产力	(5)
五、科学的文化形态	(6)
第二节 科学教育的目标	(7)
一、近四十年来世界各国科学教育目标的变化	(7)
二、我国的科学教育目标	(10)
第三节 科学教育的特性	(11)
一、客观性	(11)
二、理智性	(12)
三、实践性	(13)
四、准确性	(13)
五、进取性	(14)
第四节 科学教育的内容	(16)
一、科学知识	(16)
二、科学方法	(21)
三、科学精神	(31)
四、科学态度	(34)

五、科学价值	(36)
六、科技意识教育	(39)
七、科学思维训练	(41)
八、科学实践能力培养	(41)
第五节 中小学科学教育的原则	(42)
一、启蒙性原则	(42)
二、渐进性原则	(43)
三、兴趣性原则	(43)
四、创造性原则	(44)
五、个性化原则	(44)
六、系统性原则	(45)
七、实效性原则	(45)
八、科学性原则	(46)
第六节 中小学科学教育的意义	(46)
一、实施“科教兴国”战略的需要	(46)
二、实施素质教育的需要	(47)
三、深化中小学教育改革的需要	(47)
四、国际教育发展趋势对中小学科技教育提出的新要求	(48)
第二章 科学教育的理论基础	(49)
第一节 脑科学研究——左右脑平衡发展	(49)
一、右脑开发理论	(50)
二、开发右脑的科学依据	(52)
三、创造力和大脑	(54)
第二节 人的认知结构——认识论的研究	(55)
一、知识结构	(55)
二、能力结构	(56)
三、价值规范结构	(59)

第三节 建构主义哲学——神经元的研究	(62)
一、神经网络封闭性	(62)
二、认知结构封闭耦合	(63)
第四节 内化学说理论	(65)
一、什么是内化学说	(65)
二、内化学说的发展	(66)
三、内在的变化是关键	(66)
第五节 科学、技术、社会(STS)教育	(67)
一、全面地认识 STS 教育	(67)
二、全面地认识科学	(68)
三、STS 是一项综合性教育	(70)
第三章 中小学科学教育的途径和方法	(73)
第一节 中小学科学教育的途径	(73)
一、中小学科技教育课程	(73)
二、学科教学中的科技教育	(76)
三、家庭与社会(社区)的科技教育	(80)
四、中小学的科技教育活动	(81)
第二节 中小学科学教育的方法	(84)
一、中小学科学教育方法的实质和特征	(84)
二、中小学常用的科学教育方法	(87)
第四章 科学教育的课程	(97)
第一节 科学教育课程改革	(97)
一、培养科学素质	(97)
二、转变教育思想和课程观念	(98)
三、正确处理科技发展的无限性与课程的限定性的关系	(98)
四、科学教育与人文教育双向拓展	(99)

第二节 科学教育教材改革	(100)
一、继承和创新	(100)
二、事实系列和概念系列	(100)
三、认识结论和认识过程	(101)
第三节 科学课程的几种类型	(102)
一、自然	(102)
二、综合理科	(104)
三、STS 教育课程	(108)
第四节 科学课程中的道德教育	(110)
一、为建立科学的世界观作必不可少的准备	(110)
二、培养理性思维和守信守时的习惯	(111)
三、遵纪守法的观念与实践的养成	(112)
四、客观的科学探索和主观的参与意愿相沟通	(112)
五、培养自尊、自爱和尊重他人的品质	(113)
六、养成群体观念及协同活动的习惯	(113)
第五章 科学教育评价	(115)
第一节 评价的功能与特征	(115)
一、评价的功能	(115)
二、评价的特征	(116)
第二节 评价的类型和指标体系	(121)
一、评价的类型	(121)
二、指标体系	(123)
第三节 等级评分制的现实探索	(125)
一、等级评分制的兴起	(125)
二、对等级评分制的理论思考	(126)
三、等级评分制的现实作用	(127)

第六章 中小学教师的科技素质与科技教育	(131)
第一节 新世纪需要什么样的科技教师	(132)
一、具备高学历	(132)
二、具有热爱教育、奉献教育事业的敬业精神	(133)
三、具备科技教育的科学知识	(133)
四、要专心致志、真诚投入	(134)
五、要面向未来、勇于创新	(135)
第二节 中小学科技教师应具备的素质	(136)
一、中小学科技教师应具备的基本素质	(136)
二、中小学教师应具备的科学意识和科学观念	(138)
三、中小学科技教师应具备的科学精神和科学态度	(138)
四、中小学科技教师应具备的科技知识	(139)
五、中小学科技教师应掌握的科学方法	(140)
六、中小学科技教师应具备的科技技能和能力	(145)
第三节 提高中小学教师科技素质的途径和方法	(151)
一、改革师范教育,努力提高师范院校师生的科技素质	(151)
二、加强在职培训和继续教育,提高中小学教师的科技素质	(151)
三、国外教师在职培训及其发展趋势	(152)
第七章 我国中小学的科技教育	(163)
第一节 我国中小学科技教育的发展	(163)
一、转变观念,加强教育,提高学生的科技素质	(163)
二、改革课程,体现教育的科技性	(164)
三、开展丰富多彩的课外科技活动	(166)
四、创造良好的环境,提高教育效果	(166)
五、学科教学中渗透科技教育	(167)
六、团队活动中的科技教育	(172)

第二节 我国中小学科技教育的实践经验	(173)
一、上海市中小学的科技教育	(173)
二、山东省中小学的科技教育	(178)
三、其他省(市)中小学的科技教育	(222)
第三节 我国中小学科技教育的模式	(231)
一、“科学实践课”模式	(231)
二、“少儿科学院”模式	(231)
三、“创造科技教育”模式	(232)
四、“产业科技教育”模式	(232)
五“STS”模式	(233)
六、“多渠道并进”模式	(233)
第八章 STS 教育	(235)
第一节 STS 教育与科技素养	(235)
一、科技素养的定义	(236)
二、科技素养与学科知识	(241)
三、科技素养与经济发展	(244)
四、科技素养与科技文化	(247)
第二节 构建 STS 课程的基本构想	(253)
一、关于科学教育改革的想法	(254)
二、构建 STS 课程的基本设想	(259)
三、关于构建 STS 课程的讨论	(267)
附 1:2001—2005 年中国青少年科学技术普及活动指导纲要	(279)
附 2:2001—2005 年中国青少年科学技术普及活动内容与目标	(287)

第一章

科学教育概述

第一节 科学的内涵

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;化学家发现各种化学元素,原子的化合和分解;生物学家发现生物生理过程,生物的遗传和变异现象,生物分子结构;天文学家发现天体运动现象等等。

二是规律。例如物理学所揭示的能量守恒和转化定律,电磁运动规律,微观世界的波粒二象性原理,万有引力定律和运动三大定律;化学方面的门捷列夫周期表,光合作用;生物学方面的生物进化、遗传、变异规律;天文学方面的天体运动和天体演化规律等等。这些都是概括了大量实验事实所总结出来的客观规律,是对事物的本质的反映。因而,科学是如实反映客观事实,并对事实进行思维加工,揭示出客观事物内在规律的知识。

知识的系统化,即科学理论,也就是逻辑的科学概念。现代科学是建立在客观事实基础上,经过思维加工和逻辑论证后再经过实践检验的,有着严密结构的科学知识体系,它较好地反映了自然界的本来面目。

科学成为系统化的理论知识体系,是当代科学的重要特征。它是划分科学与非科学的根本标志。普通的常识和经验性的知识,只是零散的没有构成体系的知识,不能称之为科学。科学知识具有持久性,当一个强有力的学说力求保存下来,变得更加精确而为更多人所接受时,修正概念,而不是彻底地否定概念是科学的准则。比如,爱因斯坦创立相对论时,就没有摒弃牛顿的物体运动定律,而是指出从全面角度来看,牛顿定律只能在一个更广泛的概念中有限度地近似地使用。同时,也说明了科学具有连续性和稳定性。

二、科学是创造知识的认识活动

科学不仅表现为静态的知识,同时还表现为获取知识、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的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象力,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。

从 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长或减少,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,正如毛泽东在纪念白求恩中说:“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”是一种非常具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,是有两个因素决定的:①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。②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,唯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。

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,要既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。美国科促会将这项计划称为“2061计划”,是因为提出这项改革计划的1985年是哈雷彗星飞过地球的时间,而下一次哈雷彗星飞过地球的时间是2061年,因此将“2061”作为计划的代号。这项计划是一个内容广泛和全面的教育改革计划,这项计划的出台向传统的教育观念提出了重大的挑战,引起了全世界教育界和各国政府的极大关注。

“2061计划”达到以下几个目标:

1. 为所有的学生最大限度地提供选择事业和职业的机会;
2. 使所有的美国人都能参加与个人、社会和科学技术政策有关的决策讨论;
3. 使所有的美国学生都能够从感情上和智力上参与在美国文化和时代占主导地位的,科学和技术实践活动,以便使他们能够有兴趣及时了解和學習世界各国的科学,从事其中一个领域的实践并将了解、学习和从事科学发现作为自己终生的事情;
4. 在课堂教育上,使学生所学的知识与他们自身所遇到的困难,他们的兴趣以及对于世界的思考紧密联系在一起。

1985年,在巴基斯坦伊斯兰堡召开的科学课程研讨会议上,专家们对科学为大众的内涵、内容、目标等做了界定。目标是给予每一个人适应改善生活质量急需的知识、技能和态度。

泰国的IPSI综合理科课程具体提出七条教学目标:集中了科学的基本原理、性质、范围、科学的态度以及科学的应用等。

1987年,马来西亚中学新课程大纲讨论会上提出目标: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标中,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新世纪的改革。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新世纪,能主动适应社会变化,具有丰富情操的人。

具体目标是:

1. 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。
2. 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。
3. 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长成和发展的基础,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。
4. 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、技术与社会问题相