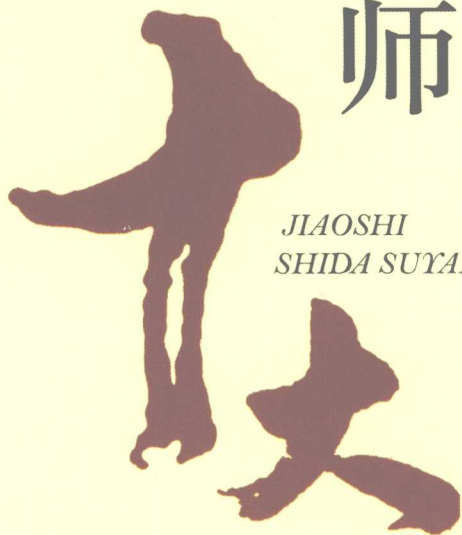


总主编◎张仁贤
著◎刘克文 刘敬华 董素静

教师

JIAOSHI
SHIDA SUYANG



素养

② 科学素养



天津教育出版社
TIANJIN EDUCATION PRESS

教师

总主编◎张仁贤
著◎刘克文 刘敬华 董素静

JIAOSHI
SHIDA SUYANG

素养

② 科学素养

天津教育出版社
TIANJIN EDUCATION PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

教师十大素养. 科学素养/张仁贤主编. —天津:
天津教育出版社, 2008. 10

ISBN 978-7-5309-5381-5

I. 教… II. 张… III. ①中小学—教师—修养 ②科学知识
IV. G635. 16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 137792 号

教师十大素养
科学素养

出 版 人: 肖占鹏

总 主 编: 张仁贤
本 册 著: 刘克文 刘敬华 董素静
责任编辑: 李勃洋

出版发行: 天津教育出版社
天津市和平区西康路 35 号
邮政编码: 300051

经 销: 全国新华书店
印 刷: 北京盛兰兄弟印刷装订有限公司
版 次: 2008 年 10 月第 1 版
印 次: 2008 年 10 月第 1 次印刷
规 格: 710 × 960 mm 1/16
印 张: 107
字 数: 1500 千字

书 号: ISBN 978-7-5309-5381-5
定 价: 580.00 元 (全十册)

前言

20 世纪 80 年代后,世界科学教育最引人瞩目的改革就是确定了以培养学生的科学素养为宗旨的改革方向。因为在当今科学技术飞速发展的世界里,人们要想很好地驾驭科学技术,使其为人类带来无尽福祉,不仅需要大量的科学家和工程师进行创造性的研究工作,而且更需要全体公民对科学和技术有相当程度的理解和掌握,以满足科学技术发展对社会生产中各职业从业人员需要不断提高劳动素质的要求,以及使公民能够有理性地充分享受现代科学技术所带来的舒适生活和闲暇的要求。为此,学校科学教育就必须为提高公民的科学素养服务,并把它作为最基本的价值取向。

我国的中小学科学教育在教育目标上有强调工具理性,重视学科本位,关注传授的知识系统性、完整性、逻辑性、结构性的传统。但是,随着我国科学技术和社会的发展进入一个新的历史时期,科学教育的发展也呈现出前所未有的新气象,传统的科学教育目标受到了极大的挑战。20 世纪 90 年代后,在实施素质教育的大背景下,受世界科学教育改革的影响,我国的中小学科学教育开始向实施科学素养教育转轨。并且,在 2001 年颁布的义务教育各有关科学教育的新课程标准和 2003 年颁布的高中阶段各科学教育新课程标准中,都把培养学生的科学素养作为实施科学教育的宗旨。这说明,科学素养作为世界范围内科学教育改革的核心观念,已在我国中小学科学教育中得到了广泛的认可,以培养学生科学素养为价值取向的科学教育目标,正指导我国中小学科学教育改革走向深入。

学校科学教育价值取向的变革,一方面对学生提出了新的要求,同时,也使广大教师面临着新的挑战,教师专业发展成为教育改革的瓶颈。在当代以科学文化为主导的人类社会中,教师的专业发展很重要的一环是要提高教师的科学文化素质。科学素养是教师科学文化素质的重要组成部分,教师具有高水平的科学素养,一方面是教师作为高素质公民的需要,另一方面又是作为文化传播者所必须具备的素质。

但是,目前我国教师的科学素养整体水平令人担忧。不少教师缺乏基本的科学素养,对科学的本质、科学探究、科学过程等缺乏基本的认识,致使长期以来,我国中小学科学教育一直存在着一些积重难返的问题,如,重英才教育,轻普及教育;重理论,轻经验;重知识的灌输,轻知识的自我建构和探究;重视科学事实和结果的传授,忽视方法过程及态度价值观教育;重知识的重复,轻知识的创新等。针对这种状况,为了更好地使教师全面系统地提高自己的科学素养的水平,我们根据多年来的教学研究成果,综合了大量国内外学者的论述,撰写了这本著作。

本书主要阐述了科学素养与教师专业发展的关系、科学素养的内涵、教师科学素养的构成要素、教师科学素养的形成机制和特点、提高教师科学素养的策略与建议,并介绍了当代科学发展前沿问题。

本书的前言、第一章、第二章由刘克文撰写,第三章、第四章由刘敬华撰写,第五章、第六章由董素静撰写。最后由刘克文修改、定稿。由于作者的学识有限,书中不可避免地存在着一些不足之处,敬请读者不吝赐教。

本书的出版有赖于杨再鹏先生的精心策划和支持,在此表示感谢!本书在撰写过程中参阅、引用了大量的国内外文献,在此一并向这些作者致以诚挚的谢意!

刘克文

2008年8月于北京师范大学

目录

前 言	1
第一章 科学素养与教师专业发展	1
第一节 科学素养与科学教育改革	1
第二节 科学素养在教师专业发展中的价值	7
第三节 当前我国教师科学素养发展现状	12
第二章 科学素养的内涵	17
第一节 科学是什么	17
第二节 什么是科学素养	21
第三节 当代科学素养的内涵	24
第三章 教师科学素养的构成	34
第一节 科学基本概念和基础理论	34
第二节 科学研究的过程与方法	63
第三节 科学世界观	79
第四章 教师科学素养形成的机制和特点	92
第一节 教师职业特点及其专业发展	92
第二节 教师科学素养形成的特点及影响因素	106
第三节 教师科学素养的形成机制	111
第五章 提高教师科学素养的策略与建议	113
第一节 提高教师科学素养的重点	113

目录

第二节 提高中小学教师科学素养的策略与建议	117
-----------------------------	-----

第六章 当代科学发展前沿问题	145
----------------------	-----

第一节 当代科学发展特点	145
--------------------	-----

第二节 主要科学领域的前沿问题	147
-----------------------	-----

参考文献	168
------------	-----

第一章 科学素养与教师专业发展

20 世纪 80 年以来,世界科学教育最引人瞩目的改革就是把培养学生的科学素养作为学校科学教育的宗旨。因为在当今科学技术飞速发展的世界里,科学素养已成为现代社会合格公民的基本素质,而一个国家公民整体素质的水平,又是构成国家综合实力的重要组成部分,所以,学校中的科学教育必须为培养和提高学生的科学素养服务,并把它作为最基本的价值取向。学校科学教育价值取向的变革,一方面对学生提出了新的要求,另一方面,也使广大教师面临着新的挑战。本章首先就科学素养与教师专业发展的关系进行阐述。

第一节 科学素养与科学教育改革

现代科学技术的发展正以前所未有的速度引起人类社会生产,生活方式的深刻变革,科学知识、科学方法和科学精神越来越广泛地影响着人们的生活质量和社会价值观念,国家、社会在进行与科学技术有关的各种决策时,也只有在公众理解的基础上才能实现决策的民主化、公开化并积极得到落实。作为公民素质重要组成部分的科学素养,不仅是决定国家经济可持续发展和社会进步的关键因素,而且对公民个人的全面发展和高质量、有尊严的生活具有深刻而长远的影响。

为了适应科学技术迅猛发展的要求,自 20 世纪 80 年代以来,世界上许多国家都把提高公民的科学素养放到国家和社会发展的

战略地位，并把它作为学校科学教育改革的宗旨。

一、STS 教育与科学素养

20 世纪 80 年代后，美国由工业社会迅速向信息社会发展。面对国际间经济、科技等方面的激烈竞争，学校科学教育面临巨大的挑战。为改善美国的科学教育质量，提高学生的科学素养，1982 年，美国科学教师协会发表了“科学—技术—社会（STS）：80 年代的科学教育”的报告，这标志着现代 STS 教育的兴起。该报告指出，科学和技术正在影响着我们生活的每一个方面，与科学技术有关的社会问题以及社会福利问题的数目与日俱增。科学和技术是我们个人和文化福利事业以及许多社会问题的中心，我们必须保证所有的公民都接受合适的科学教育。该报告提出，20 世纪 80 年代的科学教育的目的是发展所有公民的科学技术素养。它强调对科学和技术的全面理解，包括科学知识、过程、应用，并为那些有志于从事科学和技术有关职业的人提供机会。在这一报告的影响下，STS 教育在美国、英国等西方发达国家迅速开展起来，并很快成为 20 世纪 80 年代后科学教育改革的一种理想范式。

作为科学教育的一种新的范式，STS 教育有以下几个方面的特点^①：

1. 多元化

价值教育、道德教育是科学、技术与社会相互作用的核心部分，它的实现会因国家、民族文化特色的不同而有很大的差异。STS 教育承认多元文化的教育方式、多元文化的教育资源，提倡从不同的文化视角来认识和理解现实世界。

2. 开放性

STS 教育根据整个世界的变化趋势而不断更换主题。STS 教育在强调科学系统本身开放的同时，还强调与其密切相关的技术系统、社会环境、认知主体间的相互作用。STS 教育不但在内容方面是开放的，而且其研究的对象也是开放的。

3. 综合性

STS 教育的课程既体现自然学科、社会学科和人文学科在内容上的融合，也体现科学思维和科学理论体系的整合。科学、技术与社会本身都是高度复杂的系统，STS 教育系统则是一个复杂关联的系统。因此，作为一种交叉学科课程、一种跨学科课程，STS 教育课程是真正的综合课程。由此可以培养具有科学技术

^① 蔡铁权：《STS 教育：国际科学教育改革的新理念》，《科学》2003 年第 3 期，第 32～35 页。

素养、全面发展的新型公民。

4. 互动性

STS教育作为一种文化的表现形式,强调科学、技术与社会之间的互动与互因联系。在教学实施中,必然强调师—师、师—生、生—生之间的交流、对话与合作的互动。

5. 人本性

STS教育从目标上强调从个体的发展出发,实现个人发展与社会需求相统一。在教学上承认个人发展的能动性,强调学生在学习中的主动探究和主动参与,在合作中注重个人责任的落实。

6. 发展性

STS教育提出可持续发展的概念,通过科学、技术和社会之间的协调发展,建立可持续发展的社会。STS教育随着科学、技术和社会的不断发展而变化,是一个动态的系统。STS教育在开放的教育环境中引入科学、技术与社会各因素之间复杂的非线性相互作用,形成一个统一协调有序的整体,具有自组织性。因此,STS教育可以在外部提供一定物质、能量和信息的条件下,依靠内部各种因素之间的相互作用,实现自组织演化,成为一个具有内在发展动力的系统。

STS教育强调科学素养的培养和公众对科学的理解,强调科学、技术与社会协调和谐,体现了当代文化范式的转变。特别是STS教育突出了对科学的文化解读、对科学的社会价值与人生意义的理解,在课程的综合化中使学生获得对世界的综合与多维的理解,以更真实地了解现实世界。在教学方式上注重探究与体验,体现了科学教育的本质特点。在内容上,加拿大的科学家爱肯赫德认为,STS教育应涉及下面一些主题^①:①科学和技术之间的关系;②技术和民主决策;③科学家和社会决策;④科学、技术和社会问题;⑤社会对科学技术发展的影响;⑥科学家的社会责任;⑦科学家的动机;⑧科学家和他们的人格特征;⑨妇女在科学、技术中的作用;⑩科学技术的社会性;⑪科学知识的本质。这些内容说明,STS教育包括了科学、技术、社会及其相互关系的各个方面,进行STS教育是培养科学素养、实现当代科学教育目的的有效途径。

二、“2061 计划”中的科学素养

1985年,恰逢哈雷彗星回归,美国科学促进会(AAAS)组织全美数百名科

^① Aikenhead, G. & Ryan, A. G., The Development of a New Instrument: “Views on Science-Technology-Society” (VOSTS), Science Education, 1992, Vol. 76 (5), pp. 477 ~ 491.

学、教育及其他相关领域的专家制定了一项长远的、面向生活的在能看到哈雷彗星 2061 年回归的全体公民的科学素养培养计划,即“2061 计划:面向全体美国人的科学”。“2061 计划:面向全体美国人的科学”是一份纲领性文件,它以建议的形式勾画出成年人应该具有的科学素养——即所有学生在十二年级结束时所要达到的科学素养目标。它主要涉及下面四个内容范畴^①:

(1) 科学、数学和技术的性质,科学作为人类事业的能动作用。

(2) 从当前科学、数学和已由技术形成世界的角度,描述了与这个世界相关的基础知识。

(3) 人们应该了解人类科学事业历史中的某些伟大篇章,以及有助于人们思考世界如何发展的几个相互交错的主题。

(4) 对科学素养至关重要的思维习惯。

“2061 计划:面向全体美国人的科学”为面向 21 世纪提高全体美国人科学素养绘制了蓝图。据此,1993 年,美国科学促进会发表了《科学素养基准》,提出了从幼儿园到 12 年级学生在科学、数学和技术方面应达到的科学素养水平。它将“2061 计划:面向全体美国人的科学”的内容分解成具体素材并安排顺序和程度,勾画出了学生为达到科学素养标准必经的途径。“科学素养的基准”描述的是所有学生在二年级、五年级、八年级和十二年级结束时,在科学、数学和技术方面应该知道和掌握的知识和技能。如,“科学素养的基准”在科学的本质中提出的关于科学探索方面五年级结束时要求学生应知道^②:

(1) 科学调查可以采用许多不同的方式,包括观察物体的形态、所发生的变化,搜集样本进行分析和做实验。调查研究的内容可以是物理的、生物的和

社会的问题等等。

(2) 科学调查的结果很少完全相同,如果差异很大,最重要的是要找出其中的原因。学生们应严格按部就班地操作和保持完善的工作记录,为的是从中找出造成差异的原因。

(3) 科学家们对世界上发生的事所做的解释,一部分来自于他们的观察,一部分来自于他们的思考。有时,科学家们对同一组的观察会得出不同的解释,这通常会使他们去做更多的观察,以进一步解释这种差异。

① [美] 美国科学促进会著,中国科学技术协会译,《面向全体美国人的科学》,北京:科学普及出版社,2001 年。

② [美] 美国科学促进会著,中国科学技术协会译:《科学素养的基准》,北京:科学普及出版社,2001 年,第 10 页。

(4) 科学家们只关心基于确凿的证据,并具有逻辑说服力的关于事物的机理成因的论点。

这些年级的科学素养基准界限为评定学生在“2061 计划:面向全体美国人的科学”中所提出的科学素养方面的进步提供了合理的检测建议。

“科学素养的基准”不同于课程、课程大纲、课程设计或课程计划,它是一套特殊的科学素养目标纲要,这为教育工作者提供了一套工具,用来设计从幼儿园到高中三年级的课程,使这些课程符合“2061 计划:面向全体美国人的科学”提出的各项标准,以便获得预期的科学素养成果。它可以根据使用者的需要进行任意组合,最终目的是使学校科学课程设置更加多样化,更有利于提高学生的科学素养水平。

三、“美国国家科学教育标准”与科学素养

1995 年,基于每个学生都应有机会成为有科学素养的人,美国国家科学院的国家研究理事会制定了《国家科学教育标准》。该文件认为:由于社会和技术的发展,美国公民面临的问题越来越多。他们的公共和个人生活中的问题是,在他们的决策中需要必要的科学信息和思维方式。在超级市场中经常遇到的与科学知识有关的问题就有很多,比如:“这是纸做的还是塑料的?”但是最重要的是,人们应该领会到科学所带给人们的令人激动的事物以及每个人应享受到科学所带来的幸福。由于这个原因,许多专家和学者想利用《国家科学教育标准》所提供的机会提高公众的科学素养。

提高全体学生的科学素养是美国为全体在校学生提出的国家要求,因为依靠科学技术发展的社会将会极大地提高生产力;有较高科学素养的国民对社会具有重要的积极意义;公民将能够利用科学原则和科学过程进行个人决策;国民将能够使用丰富的科学知识了解我们的自然世界;知识丰富的国民将能够参与与社会有关的科学议题的讨论。

为此,围绕科学素养,美国《国家科学教育标准》对美国学校的科学教育设立了以下 4 个目标^①,即:① 由于对自然有所了解和认识而产生充实感和兴奋感;② 在进行个人决策之时恰当地运用科学的方法和原理;③ 明智地参与那些就与科学技术有关的各种问题举行的公众对话和辩论;④ 在自己的本职工作中运用一个具有良好科学素养的人所应有的知识、认识和各种技能,能提高自己

^① 美国国家研究理事会著,戴守志等译:《美国国家科学教育标准》,北京:科学技术文献出版社,1999 年,第 17 页。

的经济生产效率。美国在科学教育上的这些改革措施都是紧紧围绕着科学素养展开的,它反映了美国科学教育改革的方向。

另外,世界上一些主要国家,如,英国、加拿大、澳大利亚、印度等也都制定了致力于提高国民科学素养的学校科学教育改革和全民科学教育计划;一些国际组织,如,联合国教科文组织(UNESCO)、世界经合组织(OECD)、欧盟、世界银行等也发表宣言或制定行动计划以提高公民的科学素养,加深对科学技术的理解,促进世界经济和人类社会健康和谐地发展。

四、我国基础教育新课程改革中的科学素养

我国是一个发展中的人口大国,不仅民族成分复杂,而且农村人口众多,国民的科学素质水平较低。从2001、2003年“中国科协”对我国公民科学素质调查的结果来看,我国公民具备基本科学素养的比例分别为1.4%和1.98%,而发达国家,如美国,公民达到基本科学素养水平的比例1990年时已达7%,2000年更是达到了17%。针对我国科学文化发展的实际情况和人力资源的现状,如何把沉重的人口负担转化为有效的、可利用的社会劳动生产力,加快我国的经济和社会的发展,其关键就是要大力提高公民的科学素质。

在世界科学教育改革浪潮的影响下,为了适应我国社会和科学技术以及人的发展的要求,我国在2000年开始进行的基础教育新课程改革中,也把培养学生的科学素养作为中小学科学课程改革的方向。例如:我国《全日制义务教育科学(3~6年级)课程标准(实验稿)》指出:^①“本次课程改革以培养小学生科学素养为宗旨,积极倡导让学生亲身经历以探究为主的学习活动,培养他们的好奇心和探究欲,发展他们对科学本质的理解,使他们学会探究解决问题的策略,为他们终身的学习和生活打好基础。”全日制义务教育科学(7~9年级)课程标准(实验稿)则提出^②:“全面提高每一个学生的科学素养是科学课程核心理念。”其他各分科科学标准,如物理、化学、生物等也都明确提出课程改革要以培养和提高学生的科学素养为主旨。

需要指出的是:培养学生的科学素养,不同于英才教育,它是面向所有学生的。这不仅是现代科学发展本身的要求,而且也是科学技术日益发展的现代

^① 中华人民共和国教育部制定:《全日制义务教育科学(3~6年级)课程标准(实验稿)》,北京:北京师范大学出版社,2001年,第1页。

^② 中华人民共和国教育部制定:《全日制义务教育科学(7~9年级)课程标准(实验稿)》,北京师范大学出版社,2001年,第3页。

社会的要求。在现代社会中,作为公民,一个人需要具备基本的科学知识以有效参与各种社会、政治活动,如对公共政策议题发表看法和作出决策或选择等。为此,在科学素养的研究、讨论和培养中,我们必须明确“作为职业的科学”和“用科学”之间的区别,因为这涉及科学素养的对象问题。显然,对公众的科学素养而言,涉及的只是“用科学”的问题。

科学素养教育的兴起反映了以科学技术为主导文化的现代社会对人的发展的要求。它一方面把科学技术作为人类文明发展不可缺少的动力,要求广大公众都能理解它、掌握它、应用它;另一方面,它又是人们对现代科学技术的应用进行反思的结果。科学素养教育的倡导者们始终有这样的信念,即,在科学技术的社会里,要使我们的社会健康地向前发展,不仅需要科学和技术的专家,而且同样也需要有科学素养的公民,这是我们在学校科学教育及课程改革中把科学素养作为基本价值取向的最根本的原因。

第二节 科学素养在教师专业发展中的价值

随着我国基础教育新课程改革的不断深化,教师也面临着极大的挑战,新课程对教师的发展也提出了新的要求,于是教师的专业发展越来越引起人们的关注,并逐渐成为教育改革中的热点问题。正如华东师范大学的叶澜教授在其著作《教师角色与教师发展新探》一书中的导言中所说:“我们坚信,没有教师的生命质量的提升,就很难有高的教育质量;没有教师精神的解放,就很难有学生精神的解放;没有教师的主动发展,就很难有学生的主动发展;没有教师的教育创造,就很难有学生的创造精神”^①。这就是说,尽管新课程强调学生是受教育的主体,但是教师在教育教学中仍然起着十分重要的作用,教师的专业发展是提高教育质量的根本保证。在当代以科学文化为主导的人类社会中,教师的专业发展很重要的一环是要提高教师的科学文化素质。科学素养是教师科学文化素质的重要组成部分,教师具有高水平的科学素养,一方面是教师作为高素质公民的需要,另一方面又是作为文化传播者所必须具备的素质。因此,科学素养在教师专业发展中占有重要的地位,具体主要表现在以下几个方面。

① 叶澜:《教师角色与教师发展新探》,北京:教育科学出版社,2001年,第1页。

一、科学素养可以使教师认识当代学校科学教育的目标

按照美国的科学教育和科普专家 J. D. 米勒的看法, 科学素养应包括以下四个方面的内容:

1. 知识目标

科学素养以掌握一定程度的知识为基础。现代科学探索已经深入到自然界和人类社会的各个方面, 从自然科学来看, 作为科学素养所应当具备的科学领域和相关知识有:

(1) 宇宙科学

宇宙科学主要探索宇宙的起源和演化, 包括星系的形成和演化, 太阳系的形成和变化, 等等。目前, 科学家们在这个领域探索的主要方面有: 膨胀学说、宇宙爆炸说以及黑洞理论等等。对于宇宙科学知识的掌握和理解, 有助于形成一种科学的世界观, 能够使人的眼界、思路更加开阔, 思想得到升华, 为哲学思考提供丰富的营养。

(2) 基本物质

世界是物质的, 那么物质是由什么组成的呢? 各种不同的粒子是怎样结合起来的? 对于物质的结构、本质, 物质的运动、能量转化和相互运动的了解, 是树立唯物史观的知识基础, 可以帮助我们认识一些基本的观念, 可以帮助我们理解世界是物质的, 物质是运动的, 世界上没有离开物质的运动, 也没有离开运动的物质。

(3) 地球科学

人类产生在地球上, 从目前来看, 地球是适合人类生存的唯一场所。

地球是人类的家园, 也是唯一的家园。但到目前为止, 人类仍处于无休止的索取当中, 地球家园已经遭受了严重的创伤。因此, 今天在对地球科学进行学习、认识、研究的时候, 应从科学素养的角度, 加强人类对地球科学、地球与环境、人类与地球等各方面的了解, 以在今后的科技、经济活动中, 主动地保护我们的地球, 保护我们生存的环境。

(4) 生命科学

生命究竟是怎样产生的? 生命的本质是什么? 为什么偏偏在地球上出现生命? 在众多的生物中, 为什么唯有人具有智慧? 智慧是如何产生和发展的?

生命科学是与人类关系最为密切的科学, 但也是人类至今还没有完全揭开的难题。关于生命科学, 人们应该了解: 基因、遗传、细胞、克隆、DNA, 生

命的相互依存,生命的进化,生命的多样性,生命过程中物质和能量的代谢、交换和流动。关于人自身,人们应该了解和熟悉:人的特性,人体的结构和功能,人的生长发育,人的生殖、繁衍,群体行为和社会性,人类与环境、生物多样性的关系。

(5) 探索复杂性的非线性科学

我们日常遇到的事物大多呈现以因果关系为基础的线性关系,这种关系的特点是,直观、按比例变化、线性加和、可预测等;但这种处理事物的线性逻辑,一般是经过科学抽象和整理的。现实中的事物却是错综复杂的,例如,湍动的大气、奔腾的河流、起伏的山脉、大量原子结合起来的固体、生命和大脑的本质等等。非线性科学就是一门以探索复杂性为目标的新科学。目前解决复杂性问题的科学对于提高人的思维能力和增加科学素养,都具有重要的方法论意义。

(6) 关键的技术领域

随着科学的发展,技术领域也日益扩大,我们不需要掌握所有的技术,但需要对影响人们生活最大的当今高新技术有所了解。所谓高新技术,一般是指源于一定的科学原理、知识密集程度高、实现难度大、对设备和条件要求严、对人类社会经济影响大等特点的技术。它包括六大领域:材料及其加工技术、现代制造及其工程技术、电子和信息技术、以遗传工程为核心的现代生物技术、现代交通运输及航天技术、能源和环境技术。

2. 掌握基本的科学方法

培养公民运用科学知识和科学的思维方式对问题作出明智的选择,使他们有足够的力量胜任各种重要而富于成效的工作,使每位公民成为那种善于学习、善于推理、思维具有创造性、能决善断、会解决问题的人。基本的科学方法包括:观察与思维、逻辑推理和判断、归纳和演绎、实验的方法、调查研究的方法等。

观察方法是获取直接经验事实的最基本、最常用的方法。逻辑思维是科学研究和日常生活中判断、处理问题的重要方法。归纳和演绎是两种不同的推理和认识现实的科学方法。实验的方法是科学研究中最常用的方法,尤其是在自然科学和技术领域,实验的方法是求证和发现事物之间存在的联系和发生、发展规律的可靠方法。调查研究的方法是指对某一地区、研究对象或社会现象,用一定的科学方法进行实地考察、问卷调查等系统地搜集资料,然后用科学的观点和方法分析研究资料,得出结论,运用研究成果解释和说明问题,指导社

会实践的过程。

3. 态度、情感、价值观目标

由于对自然界有所了解和认识而产生充实感和兴奋感,认识到科学、数学和技术是人类共同的事业,认识它们的长处和局限性。同时,还应该能够运用科学知识和思维方法处理个人和社会问题。

4. 对科学技术与社会(STS)关系的了解

STS是一个专门研究科学、技术与社会相互作用关系的综合性学术领域。它是科学技术发展到一定阶段的产物,是科学技术史、科学哲学、科学伦理、科学人文相互综合和交叉的结果,也是为解决科学技术自身发展过程中所面临的一系列问题而产生和发展的。STS是一种视野、一种方法和一种重要观念。

STS是一种视野,科学技术的巨大作用只有通过STS的审视,才能确保其向着有利于人类社会的发展方向。

STS是解决科学技术发展方向,确保可持续发展的一种方法和思维。通过STS方法审视、考察、推动科学技术的发展,进而推动社会经济的发展。这种方法是把科学技术作为社会经济大系统中的—个子系统,从社会需要和对社会有利而又不损害人类社会长期发展的角度来发展和使用科学技术。

STS是一种历史唯物主义的方法,它帮助人们树立一种正确的观念。科学是一种复杂的社会活动,科学又是一个不断发展的过程。人类社会只有与自然界保持和谐,才能得到持续发展。STS所提供的就是一种开放的、发展的、共享的观念。它可以帮助我们克服和防止僵化的意识形态和盲目的排外主义。

上述科学素养的四个方面的目标为制定学校科学教育的目标奠定了基础。事实上,在我国基础教育新课程改革中,小学科学课程、初中科学课程制定的“四维”课程目标(知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观、科学—技术—社会之间的关系)以及初中、高中各分科科学课程制定的“三维”课程目标(知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观)等就是科学素养内容要求的具体反映。

二、科学素养可以使教师加深对科学探究的理解

“科学探究是科学家们用以研究自然并基于此种研究获得的证据提出种种解释的多种不同途径,也是学生们用以获取知识、领悟科学的思想观念、领悟科学家们研究自然界所用的方法而进行的各种活动”^①。在科学教育中,倡导以科

^① [美] 国家研究理事会:《美国国家科学教育标准》,北京:科学技术文献出版社,1999年,第30页。