

五年制专科层次小学教师培养教科书

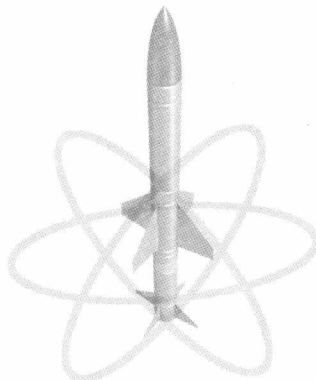
小学科学教学论

XIAOXUE KEXUE JIAOXUELUN

湖南省教育厅组织编写

(试用)

 湖南科学技术出版社



湖南省小学教师教育教材建设委员会

顾问 许云昭 郭开朗 管培俊

主任 张放平

副主任 朱俊杰 周德义

成员 (以姓氏笔画为序)

王玉清 王永久 王身立 邓士煌

左 清 白解红 石 鸥 李纪武

李求来 李维鼎 李艳翎 顾松麒

凌宪初 黄超文 赖阳春

※

※

※

※

※

本书主编 蔡海军

副主编 温群雄 唐建生

编写人员 蔡海军 温群雄 唐建生 陈 莉

郑 敏

序

PREFACE

进入新世纪，随着我国社会主义市场经济体制的确立和科学技术进步日新月异，整个社会对优质教育资源日益增长的需求以及教育自身的改革与发展不断深入，对教师队伍建设提出了更新、更高的要求。按照教育部“教师教育要有计划、有步骤、多渠道地纳入高等教育体系”的部署，各地积极推进三级师范向二级师范的过渡，有力地提升了小学教师培养的学历层次。但是，经过几年的实践，我们发现，虽然小学教师培养的层次提升了，形式过渡了，但由于培养内容和模式没有进行相应的调整 and 改革，因此，培养的质量和效益没有得到相应的提高，有的地方甚至在下降。同时，一个不能否认的事实是，目前小学教师队伍的年龄结构、学科结构、学历结构、知识结构、教育观念、教学方法、创新意识和创新能力还不能适应教育现代化的发展要求，小学教师队伍年龄老化现象比较严重，农村小学音乐、美术、综合课教师短缺，信息技术和英语教师严重不足，受过高等教育的小学教师的比例仍然很小，这些都严重地妨碍了基础教育持续、健康和均衡发展。

2005年3月，根据湖南省委、湖南省人民政府关于加强农村中小学师资队伍建设的决定和部署，湖南省教育厅针对当前农村小学教师年龄老化和教师教育中生源质量下降，师范专业教育弱化，教育实习环节不落实等突出问题，成立专题调研组，深入师范院校和市（州）、县（市、区）教育部门及中小学校，就中小学教师培养情况开展调研，撰写了专题调研报告。当时，我在湖南省人民政府担任副省长，主持全省的教育工作时认真审读了这个调研报告，对此报告给予充分的肯定并就中小学教师培养工作提出了一系列建议与意见。在此基础上，湖南省人民政府办公厅批转了湖南省教育厅《关于进一步加强中小学教师培养工作的意见》（以下简称《意见》），决定采取有力措施进一步完善教师教育体系结构，规范教师教育办学秩序，加强教师教育宏观规划与管理，同时还决定在全省实施农村小学教师定向培养专项计划，以此为突破口吸引优秀初中毕业生报考教师教育专业，改革师范生培养模式，强化实践教学环节，全面加强小学教师培养工作。教育部对湖南省这项工作给予高度评价，并于2005年12月专门发简报向全国推介。

根据《意见》的要求,湖南省教育厅开始实施农村小学教师定向培养专项计划,为全省农村乡镇以下小学定向培养五年制专科层次小学教师。2006年和2007年两年共招生录取优秀初中毕业生3102名。这批学生分别与其所在县政府签订了协议书,承诺毕业后回协议所在县(市、区)乡村小学服务5年以上,对此,社会各界反响非常好。2007年《中共湖南省委、湖南省人民政府关于建设教育强省的决定》计划“十一五”期间以这样的方式为农村培养1万名小学教师。

接下来,将这些学生培养成什么样的小学教师,以及如何来培养的问题摆到了我们的面前。基于以下几个方面的考虑,我们决定按“全科型”模式培养这批学生,即使他们成为“适应基础教育改革、发展和全面实施素质教育的需要,能够承担小学各门课程的教学任务,基本具备从事小学教育、教研和管理的能力,具有一定的专业发展潜力,德智体美等全面发展的专科学历”的小学教师。这是因为:

第一,小学生具有整体认知世界和生性活泼的心理特点,要求教师具有良好的知识结构和综合能力,具有能歌善舞、能写会画的艺术素质,对儿童富有爱心、同情心、恒心和耐心。第二,传统的中等师范学校培养的小学教师知识面较宽,音乐、美术、体育、“三笔字”、普通话等基本功扎实,教学技能突出,动手能力较强,能很快胜任小学各学科教学,基本属于“全科型”小学教师类型。第三,实践证明,按学科专业教育与教师专业教育相分离的模式进行分科培养的小学教师,不能很好地适应小学教育。第四,西方发达国家普遍认为小学教师是一种综合性职业,应通过一体化的训练使师范生成为符合现行小学教育要求的合格教师,能够胜任小学阶段国家统一课程所有学科的教学。第五,目前我国农村地区地域辽阔,地形复杂,教学点量多面广且规模很小,有的地方甚至是一人一校,在现行的教师编制标准的前提下,客观上要求每个教师必须能够胜任各科教学,有时还要求能够“包班”。第六,由2~3个教师教授一个班的小班化教学是我国基础教育与国际接轨的必然趋势,这有利于增强教师的责任感,增加教师与学生交流、沟通的机会,从而全方位地了解学生,并给予学生更多的关心、关注和鼓励。

构建科学、合理的课程体系是实现“全科型”小学教师培养目标的关键。为此,我们成立了“湖南省小学教师教育教材建设委员会”,分三个步骤进行课程开发:一是制订颁发《湖南省五年制专科层次小学教师培养课程方案(试行)》,将课程体系分为必修、选修两大块,其中必修部分分文化、教学技能、课程教学理论、教育实践四大模块。该课程体系的最大特点是降低了文化类课程所占比重(53.2%),提高了教育理论和实践类课程比重(24.7%),并根据农村小学教育的需要设置英语、音乐、美术、体育、计算机必选课,鼓励学生发展个性和特长。二是按严格程序研制学科教学大纲。先采取招标(邀标)的

方式,从专业、职称、教师教育资历、科研成果等方面,确定参与编写教学大纲的人员,然后组织教师教育专家、教师教育第一线教师、学科专家、优秀小学教师等各方面人员组成评审组,对教学大纲进行初审、终审和最后鉴定,直到合格为止。三是在对培养目的、意义、步骤、内容选择及编排、使用等方面进行论证的基础上,组织编写五年制专科层次小学教师培养的整套教材。

教材是课程的重要载体,是实现课程目标的根本保障。由湖南省教育厅组织编写的这套教材是湖南省教师教育研究群体集体智慧的结晶,具有以下三个方面的显著特点。

一、科学性。每本教材都在研制教学大纲的基础上编写,由学科专家组最后审定,既注重学科知识内在体系的完整性,又吸收学科最新研究成果。整套教材反映了当今世界教师教育的发展趋势,力求加强学科之间的相互渗透和知识整合,形成功能互补、相互协调的知识体系。

二、针对性。充分考虑培养对象的初中学历起点、可塑性强及专业发展方向等因素,将文化基础课定位在与专科学历相适应的水准,开足英语、音乐、美术、体育、舞蹈等课程,增加教育类课程,强化教育实践,力求满足我国基础教育课程改革对小学教育发展和农村小学教师的新要求。

三、实用性。借鉴传统中等师范教材、现行师范专科教材及国外小学教师培养教材的成功经验,在内容选择上力求使学生“知识博、基础实、适应广”,具有宽泛、扎实的理科、文科、艺术、信息技术、教育学、心理学、教育法律和法规等方面的知识,在内容编排上,注意由浅入深、循序渐进,符合学生的身心特点和认知规律,力求使师生易教易学。比如英语、音乐、美术、体育、计算机等课程,除基础课外,还增加了选修课,内容更多,难度更大,要求更高,目的在于发展学生的个性和特长。

基础教育的基础在小学。一个人可能不接受高等教育,但不能不读小学,否则他(她)就是文盲,就无法生存和立足于当今社会。因此,小学教育的重要性无论怎么强调都不过分。我分管教育多年,十分关注教师队伍尤其是小学教师队伍建设,深切感受到在经济发展水平和教育硬件相对薄弱的背景下,加强教师队伍建设是促进教育事业发展的根本依靠。由于目前专科层次小学教师培养教材的使用处于无序状态,编写这套培养“全科型”小学教师的教材,既是小学教师队伍建设的重要内容,也是一项开创性的工作,可以在小学教师培养史上浓墨重彩地写上一笔。坦率地说,这也是我经历过的最有意义的工作之一。

由于时间短、任务重,这套“全科型”小学教师培养教材可能还有不尽如人意之处。建议先试用,然后组织力量对教材的使用情况进行广泛调研,在征求教师、学生意见和建议的基础上,对教材进行修订,努力使教材更完善,以不断适应基础教育改革与发展对小学教师培养的要求。

恰逢今天是我国第 23 个教师节，让我以激动的心情向广大教师与教育工作者致以节日的问候，并向教育界和全社会推荐湖南省教育厅组织编写的这套“全科型”小学教师培养教材。

是为序。

A handwritten signature in black ink, reading '许云刚' (Xu Yungang). The characters are written in a cursive, flowing style.

2007 年 9 月 10 日

目 录

CONTENTS

上篇 课程篇

第一章 小学科学课程概述	(1)
第一节 科学、科学教育与小学科学课程	(1)
第二节* 我国小学科学课程的历史沿革	(13)
第三节* 国际小学科学课程改革与发展	(17)
拓展活动	(22)
课外资源	(22)
第二章 小学科学课程标准	(23)
第一节 小学科学课程标准概述	(23)
第二节 小学科学课程目标	(28)
第三节* 小学科学课程内容	(34)
拓展活动	(39)
课外资源	(40)
第三章 小学科学课程资源	(41)
第一节 小学科学课程资源概述	(41)
第二节* 小学科学教材资源	(44)
第三节* 小学科学实验室资源	(49)
拓展活动	(53)
课外资源	(53)

中篇 教学篇

第四章 小学科学教学理念	(54)
第一节 小学科学教学理念概述	(54)
第二节 “做”科学的理念	(58)
第三节* “用教材教”的理念	(61)
拓展活动	(65)
课外资源	(65)
第五章 小学科学教学方法	(66)

第一节 小学科学教学方法概述	(66)
第二节 假说演绎教学法	(68)
第三节 探究研讨教学法	(76)
第四节* 自然教学法	(79)
拓展活动	(82)
课外资源	(83)
第六章 小学科学教学艺术	(84)
第一节 小学科学教学艺术概述	(84)
第二节 小学科学课堂导入艺术	(87)
第三节 小学科学课堂提问艺术	(91)
第四节 小学科学课堂调控艺术	(95)
拓展活动	(101)
课外资源	(101)
第七章 小学科学教学评价	(102)
第一节 小学科学教学评价概述	(102)
第二节 小学科学课堂教学评价方法	(106)
拓展活动	(111)
课外资源	(112)

下篇 学习篇

第八章 小学科学学习方式	(113)
第一节 小学科学学习概述	(113)
第二节 小学科学自主学习	(118)
第三节 小学科学探究学习	(123)
第四节 小学科学合作学习	(129)
拓展活动	(134)
课外资源	(134)
第九章 小学科学学习能力	(135)
第一节 小学科学观察能力	(135)
第二节 小学科学实验能力	(142)
第三节 小学科学创新能力	(146)
拓展活动	(150)
课外资源	(150)
第十章 小学科学学习评价	(151)
第一节 小学科学学习评价概述	(151)
第二节 小学科学学习评价方法	(156)
拓展活动	(164)
课外资源	(164)
附 录	(165)

一、小学科学教学设计案例·····	(165)
二、小学科学课堂教学实录·····	(172)
参考文献·····	(185)
后记·····	(187)

备注：标“*”的章节为课外阅读材料

上篇 课程篇

第一章

小学科学课程概述

内容导读：小学科学课程集中体现了小学科学教育的培养目标和教育内容。科学教育的发展是与科学、技术及社会生产力的发展紧密相连的。当今人类社会正处于知识经济时代，需要所有新一代普通公民都具有一定的科学素养。小学科学课程就是以培养科学素养为宗旨的科学启蒙课程。为此，科学课程的研究与改革已成为世界各国教育改革的热点之一。本章首先概论了科学、科学素养、科学教育和小学科学课程的内涵，然后介绍了我国小学科学课程的历史沿革和国际小学科学课程的改革与发展情况。通过学习要求理解科学的本质、把握科学素养的内涵、明确科学教育的价值、把握小学科学课程的特征，了解国内外小学科学课程的改革与发展的整体情况。

第一节 科学、科学教育与小学科学课程

小学科学课程是以培养科学素养为宗旨的科学启蒙课程。要有效实施小学科学课程，必须先从整体上把握和理解科学、科学教育与小学科学课程。

一、科学

（一）科学的本质

科学，英文 science，本义是知识。science 源于拉丁语 scio（知、知识），后来逐步演化为 scientia（知识、学问），又演变为 science。首先指对应于自然领域的知识，在英汉词典里译为理学，经扩展，引用至社会（社会科学）、思维（思维科学）等领域。在古代，科学不是独立的，被包含在哲学之中，称为自然哲学。1687 年，牛顿出版了一本经典力学的名著，书名为《自然哲学的数学原理》，这里的自然哲学就是科学。在科学发展起来后，科学家为了将科学与哲学相区分，采用本义为知识的 science，这一说法逐渐流传开，并且得到了公认。

在古代的中国，“科学”是外来词，以前译为格致，即格物致知，以格物而得的知识是科学。进入 20 世纪之后，特别是五四运动时期，陈独秀、李大钊等大力倡导科学与民主，从而使科学这一概念在我国广为传播。

科学的概念是不断丰富、发展和完善的。在不同的时期、不同的场合，科学有着不同的

意义。到目前为止,也没有一个为世人所公认的“科学”定义。人们更多的是从某一个侧面,对科学的本质特征加以揭示和描述。现在,人们普遍认为科学的内涵至少包括以下几个方面:

(1) 科学是人们认识客观世界的一种探索活动。从这个意义上说,自地球上有人以来就有科学。早期的科学探索活动是低级的、简单的,现代的科学探索活动是高级的、复杂的。科学家就是专门从事科学探索活动并有一定成就的人。在现代社会里,科学探索活动已经成为一种有组织、有计划、有很多专门人才参加的大规模的事业。

(2) 科学是人们对客观世界的正确认识,经过多年的积累,已经形成了分门别类的知识体系。

(3) 科学是一种探知未知世界的过程和方法。经过长期的积累和实践的检验,已经总结出很多符合认识规律的、行之有效的科学研究方法。

(4) 科学是一种精神、一种思想、一种态度,这是在科学探究过程中和在科学认识的基础上形成的,是破除迷信、消除愚昧、克服主观偏见等唯心主义的有力武器。

(5) 科学是第一生产力。在人类历史上,科学与技术一直是人们充分利用自然资源、推动生产发展的重要因素。当今,由于科学技术高度的发展,社会已经进入知识经济时代,科学技术已经成为促进生产和社会发展的关键因素。

(6) 科学是把“双刃剑”,能造福于人类和社会,也能在一定条件下危害人类和社会。随着科学的发展,人们越来越认识到要全面理解科学、善待科学。

总之,科学的内涵非常丰富。科学是人类探究周围世界客观规律的活动,其方法主要采用观察、假设、实验、求证等,其结果是构建了并继续扩充博大精深的科学知识体系,其价值是将人性中的好奇心和求知欲转化为一种卓有成效的认知模式,转化为宏伟壮丽的科学事业,从而推动人类社会的文明与进步。

(二) 科学的基本命题

美国科学促进协会(AAAS)1989年发表的《面向全体美国人的科学》的报告把科学的本质具体表述为12个基本命题:

1. 世界是可以理解的

科学假定宇宙中的万事万物都具有一定的规律,人类可以通过智慧和工具来研究这些规律,并且最终掌握这些规律。科学也假设宇宙是一个巨大的系统,其中的基本规律处处相同,因此,研究宇宙某一部分所获得的知识,也可以适用于宇宙的其他地方。

2. 科学观念是不断变化的

科学过程有赖于手段或工具的适用性及结论推导的准确性。由于后来的、新的手段或工具常常超过了原先的、旧的手段或工具,所以观念的变化和理论的更新是不可避免的。正因为如此人类才能越来越接近真理。

3. 科学知识是经久耐用的

科学家们根据迄今为止对客观世界的认识所作出的种种预测,绝大多数都得到了令人信服的实证。连续性与稳固性如同变化一样是科学的特征。科学会勇敢地扬弃其知识宝库中不再有用的东西,更会细密地修正原先不够完善的理论,使之得到广泛持久的认同。

4. 科学不能为所有问题都提供完满的解答

首先,科学不是万能的。世界上确有许多事物是不能用科学来审视的。例如宗教信仰。其次,有许多事物是可以而且应该用科学来审视的,但由于客观事物在不断发展之中,探究

活动在逐步进行之中,因此也不可能要求科学时时处处都提供完满的解答。

5. 科学需要证据

一个科学见解必须要有证据支持,至于证据的来源,必定是某些情境中的观察和测量。这些情境可以是天然的。观察可以依靠人体感官直接进行,也可以借助增强感官能力的仪器设备如声呐等来操作。有的时候观察是主动的,有的时候观察却又只能是被动的。在某些情况下,人们可以有意识地控制条件来引出结果,以便获得证据。

6. 科学不迷信权威

科学尊重权威,但不迷信权威。这一点与注重证据是相辅相成的两个方面。伽利略所做的比萨斜塔实验说明在科学的证据面前不能迷信权威,要相信科学证据。

7. 科学是逻辑和想像的结合

科学需要证据,这就要求科学家充满理性的严谨,对证据进行分析、综合、抽象、概括和逻辑推理。科学也需要想像。科学活动的核心行为之一就是阐明假设并且验证假设,而假设的产生与想像密不可分,想像是一种创造性劳动。有时,科学发现出于意外甚至产生于事故。

8. 科学具有解释功能和预测功能

科学在逻辑和想像结合的基础上产生结论或理论。这些结论或理论必须符合以下两点才能够被普遍认同:一是在一定范围内、一定程度上可以解释人们观察到的某种现象,二是在一定范围、一定程度上能够预测某种现象的发生或者预言某种事物的存在。也就是说,科学理论必定具备解释功能和预测功能。

9. 科学努力识别偏见并避免偏见

科学注重证据。然而在处理数据上面,存在着这样或那样的偏见。任何一位从事科学活动的人都应该警惕偏见,事先设想产生偏见的可能,注意采取防范偏见的措施。

10. 科学是复杂的社会活动

科学是一种社会活动,不可避免地反映社会的价值取向。因为科学具有社会属性,所以科学信息的传播对于科学和社会两者的进步都是至关重要的。

11. 科学需要伦理道德的规范

首先,从事科学活动的人,其自身的行为必须符合科学的伦理道德。其次,必须充分预见和预防科学实验的结果所可能造成的危害,包括对人和动物。还有,在直接或间接地应用某项科学研究成果的时候,必须注意防范这项研究成果可能会带来的负面影响。

12. 科学受到组织与管理

科学体系被划分成不同的科学领域,每个领域又再被划分成不同的学科。另外,科学活动由各种公共机构来管理。不同的机构对于科学活动的导向可能不同,但机构的管理往往反映出时代对于科学的要求,从而影响着科学发展的方向。

上述 12 个基本命题,相对完整地反映出科学本质的复杂涵义,得到了世人的普遍认同。

二、科学素养

(一) 科学素养的演进

科学素养是由文化素养引申而来的。科学素养一词译自英文 scientific literacy。英语中有两个层面的意思:一是跟学者有关,指有学识,有文化;另一种是针对一般公众而言的,指能够阅读,能够书写。

科学素养一词一开始时是被用作一个理想化的口号,没有一个完全特定的意义。第一次

使用“科学素养”一词的是美国学者科南特(Conant)。他在1952年出版的《科学中的普通教育》一书中认为,被人们称为专家的那些人,其最大的特点是他们具有科学素养。这是从科学家的角度论述科学素养。

首次使用“科学素养”一词来探讨科学教育问题的是美国斯坦福大学的学者赫德(P. D. Hurd)。他于1958年发表了一篇题为《科学素养——对美国学校的意义》的论文,把科学素养解释为理解科学及其在社会中的应用,并探讨了科学与社会的关系。自此以后,人们开始关注科学素养的问题,“培养科学素养”作为科学教育的口号也经常被提及。

1964年,美国的国家科学教师协会(NSTA)的课程委员会发表了一份有影响的文件《理论到实践》,主张“科学教学必须培养出具有科学素养的公民”。这表明科学素养已从一种口号开始向科学教学的目标演进。

1971年7月,美国的国家科学教师协会在其题为“70年代的学校科学教育”的情况报告中明确指出“科学教育的最主要目的是培养具有科学素养的公民”,主张“为了促进科学素养,科学课程必须在科学概念、科学过程(包括理性思维过程)、科学技术的社会方面,以及科学价值之间,保持一种均衡的思考”。

1983年4月,美国国家优质教育委员会发表了一份具有世界影响的报告《国家处在危险中:教育改革势在必行》。此报告的科学部分指出:科学教育的目的是培养一代具有科学素养的美国人;科学课程必须要修订,不仅为那些准备升学的学生,更要为那些不打算升学的学生。这表明科学素养的培养已成为国家优先发展的方向,确立了其作为国家目标的地位。

1989年和1993年,美国科学促进协会分别发表了两个重要报告:一个是《为所有美国人的科学:2061计划》;另一个是《科学素养的基准》。这两个报告确立了“为全体学生的科学课程”的思想,全面系统地提出了科学素养的具体内容。

(二) 科学素养的内涵

培养科学素养有一个从“口号”向“目标”演进的过程,“科学素养”的内涵本身也有一个不断丰富变化的过程。

20世纪40年代以前,人们理解的科学素养是指“会读能写”。如《英汉教育词汇》解释为①识字;②读写能力。《西方教育词典》解释为“一个人的读写能力和他所属的集团或文化对他所期望的读写能力”。

20世纪50年代科学教学所要实现的科学素养,注重“概念性的知识”、“科学的本质”和“科学的伦理”,脱离“科学与人文”、“科学与社会”的关系,把科学素养的内涵理解为着重于科学知识的掌握。

进入20世纪60年代后,科技对社会生活的影响愈来愈大,人们对科学素养内涵的理解有了变化和发展,“科学与社会”、“科学与技术”、“科学与人文”已扩充为科学素养的内涵。1966年,美国一批学者根据1946~1964年间的文献调查,论述了“科学扫盲”的内容,揭示了科学素养的六个范畴。即:

- (1) 概念性知识:构成科学的主要概念、概念体系或观念。
- (2) 科学的理智:科学研究的方法论。
- (3) 科学的伦理:科学所具有的价值标准。
- (4) 科学与人文:科学与哲学、文学、艺术、宗教等文化要素的关系。
- (5) 科学与社会:科学与政治、经济、产业等社会诸侧面的关系。

(6) 科学与技术: 科学与技术之间的关系及差异。

进入 20 世纪 80 年代, 美国国家科学教师会发表的《科学—技术—社会新尝试》中进一步认为, 科学素养对于一个人是否可以在社区里发挥功能是很重要的。

1996 年, 美国发布了“国家科学教育标准”(NSES), 给科学素养下的定义为: “为个人决策, 参与市民的和文化的事务以及经济生产力需要的知识和科学概念的理解以及过程”等。

目前, 人们对科学素养的理解主要包括: 科学知识(概念、定律、理论等), 技能, 科学方法, 科学过程, 过程技能与思维方法, 价值观, 解决社会及日常问题的决策, 创新能力, 科学、技术、社会及其相互关系, 科学精神, 科学态度, 科学伦理与情感。

就小学科学教育而言, 科学素养是指小学生对在日常生活、社会事务以及个人决策中所需要的科学概念和科学方法的认识和理解, 并在此基础上所形成的稳定的心理品质。它有四个核心要素, 即: 科学兴趣、科学概念、科学方法和科学精神。

(1) 科学兴趣: 指对科学的好奇心和求知欲, 以及由此产生的亲近科学、体验科学、热爱科学的情感。主要表现在两个方面: ①对科学事实、科学现象的兴趣; ②对科学探究的兴趣。

(2) 科学概念: 即科学知识, 是培养科学精神、科学方法的载体。科学知识指对自然事物、自然现象和科学技术的理解, 对科学、技术、社会相互关系的理解, 对科学技术和对人类社会发展双重作用的理解。主要表现在三个方面: ①事实的知识(know-what); ②原理和规律的知识(know-how); ③知道产生源头的知识(know-who)。

(3) 科学方法: 指对认识客观事物的过程和程序的了解或把握, 知道如何运用科学技术知识去尝试解决问题, 会提出假设或猜想, 会搜集有关的信息或证据, 会进行判断、推理和决策, 会同他人交往, 并且能与他人合作、共同解决难题。主要表现在四个方面: ①科学工作的方法, 包括观察、实验、提出问题和假设以及验证假设等; ②科学评价的方法, 包括解释科学技术结果, 评价科学证据; ③科学交流的方法, 包括用科学的语言描述事物、制表、画图、获取信息、阅读信息、处理信息和与人交流信息等; ④科学思维的方法, 包括观察、对比、分析、判断、推理、想像和创造等。

(4) 科学精神: 指对科学技术具有正确的价值判断、形成负责的学习态度, 既勇于探究新知又能够实事求是, 既能独立思考又乐于互助合作。主要表现在六个方面: ①探索求知的理性精神; ②实验验证的求实精神; ③开拓创新的进取精神; ④互助友爱的协作精神; ⑤自由竞争的宽容精神; ⑥敬业牺牲的献身精神。

以上四大要素未必涵盖科学素养的全部, 但却较好地勾勒出科学素养的基本轮廓。

三、科学教育

(一) 科学教育的内涵

科学教育的内涵随着科学在整个社会中地位的变化而变化。在现阶段, 学术界对科学教育有不同的理解和解释: 科学教育是一种通过现代科技知识及其社会价值的教学, 让学生掌握科学概念, 学会科学方法, 培养科学态度, 且懂得如何面对现实中的科学与社会有关问题做出明智抉择, 以培养科技专业人才, 提高全民科学素养为目的的教育活动。科学教育是关注科学技术时代的现代人所必需的科学素养的一种养成教育, 是将科学知识、科学思想、科学方法、科学精神作为整体的体系, 使其内化成为受教育者的信念和行为的**教育过程, 从而

使科学态度与每个公民的日常生活息息相关,让科学精神和人文精神在现代文明中交融贯通。我们对科学教育的内涵可以从以下几个方面加以理解:

1. 教育目标上以培养科学素养为中心

科学教育在教育目标上表现为由以知识技能为中心转向以科学素养为中心。科学素养不仅包含对现代科技知识的掌握,而且涉及科学精神、科学态度、科学方法、科学能力和行为习惯等多方面。

2. 教育内容上强调现代科技与日常生活相结合

现代的学校教育要求面向全体学生,满足每个学生的需求,这里不再仅为升学做准备,而是结合日常生活,强调对生活常用的知识的传授。科学本身向社会生活的广泛渗透,也需要科学教育及时把当前生活中需要的科技知识包括进去,让学生更好地在现代社会中生活。

3. 教育方式上强调科学内容与科学过程的结合

当前人们了解科技信息,运用科学技术知识解决日常生活中的问题时,主要依靠已有的知识积累。科学教育要解决科学素养问题,首先要进行科学知识的教育。但是,一个现代社会中的人只懂得术语和概念是远远不够的,以科学方法、科学探究为核心的科学过程是一种直接经验,它更注重参与、体验、内化,这一点对学生来说尤显重要。科学内容与科学过程相结合体现在科学教育的内容、方式、方法及整个教学过程中。

4. 教学过程上强调知识教育与能力培养的结合

素质教育强调学生的全面发展,其中最突出的就是能力的培养,或智能、智力的培养。知识经济时代把智能当作现代经济发展的资本,智力具有创新性,在基础教育阶段必须十分重视学生自身智力的培养。在科学教育过程中就要让学生多参加科学实践活动,教师要做好组织者和助手,使学生真正从“读”科学转为“做”科学。

(二) 科学教育的价值

科学教育作为教育的一个组成部分,在现代社会具有基础的、首要的地位。探讨科学教育的价值以及如何在科学教育中实现其价值,将十分有益。基于对教育价值的理解,科学教育的价值应该包括个体价值、社会价值、综合价值等几个方面。

1. 科学教育的个体价值

科学教育的个体价值指科学教育的属性对个体的需要及发展的满足和适合程度。表现为培养和提高人的全面科学素养。所谓“全面”是指科学教育培养人的科学素养是知、情、意并重的,是智力因素和非智力因素协调发展的。

科学知识的教育在科学教育中仍然非常重要。科学知识结构是训练人的理性,培养人的智力结构的基础。科学知识的教育是个体发展(因而也是社会进步)的基础。在现代及知识经济时代,很大一部分科学技术知识将以科学方法的形式出现,传授“点金术”的智力教育由此变得非常必要。迄今为止,人类的思维方式已经过了三次变革,第一次是以左脑的语言、逻辑思维方式日益成为认识的主导方式标志的“左脑革命”;第二次即“计算机革命”;第三次是半左脑功能和右脑功能整合起来的“右脑革命”。“右脑革命”在当代教育中的表现就是“创造教育”。创造教育在发展个体的创造性思维、开发创造性潜力中起着主导作用。不管是“智力教育”还是“创造教育”,它们在知识经济时代的首要形式就是科学教育。但科学教育不仅仅是科学知识的教育,科学情感、科学意志的教育将比科学知识的教育更为重要。传统的科学教育是“科学知识→科学方法→科学态度”的教育,现代的科学教育则应是“科学精神→科学方法→科学知识”的教育。科学情感和科学意志是科学素养的非智

力因素部分,其核心是科学精神。

科学教育的个体价值是手段价值与目的价值的统一。科学揭示自然界、社会和人的思维发展的客观规律,使人获得真理,摆脱愚昧,走向“人性的完善”。科学教育再现和浓缩人类科学活动的漫长历史,将科学知识以一种无比概括的高效方式传给受教育者,从而为培养人的合理的智力结构打下基础。科学教育通过培养人的科学精神、科学态度等完善人的科学素养。培养和提高科学素养可以使人获得经济价值和精神价值,这就是科学教育的手段价值。揭示、追求真理的强烈欲望是人和动物的本质区别之一,进行一定的科学活动,接受良好的科学教育是现代人的最大需求之一,是现代人所追求的人生目的之一。可见,接受良好的科学教育对个体来说,不仅具有条件价值,而且具有目的价值。

2. 科学教育的社会价值

科学教育的社会价值,即科学教育的属性对社会的需要及发展的满足和适合程度。贝尔纳认为科学有三个社会价值:“用于直接满足人类需要”、“是社会变革的主要力量”,“发现社会运动和社会需要的意义和方向”。这三个价值可以概括为物质价值和精神价值。科学教育是以科学为中心的人类活动,其价值也有物质价值和精神价值之分。科学教育的物质价值和精神价值可概括为:促进社会全面进步。

(1) 物质价值。科学教育的物质价值有物质生产、消费价值之分,但主要是物质生产价值,或称生产力价值。马克思提出了科学技术是生产力的观点,邓小平则进一步提出了“科学技术是第一生产力”的观点。科技作为生产力,是潜在的和间接的,要把这种潜在的和间接的生产力变为直接的生产力,就得通过教育尤其是通过科学教育来培养人这种科技的载体。邓小平同志认为,实现四个现代化,科学技术是关键,基础在教育,这很好地概括了科学教育的生产力价值。在知识经济时代,不仅知识成为生产力,教育也将成为“知识生产力”,而科学教育则是首要的“知识生产力”。

当代世界的经济竞争、综合国力竞争的重要方面是科技竞争,归根到底又是科学教育的竞争。科学教育可提高社会科学能力的总体水平,是科技加速发展的内在动力,是提高民族素质的根本途径。为此,各国都非常重视科学教育。日本在近一个多世纪的发展中,先后采取了“教育立国”、“技术立国”和“质量立国”战略,为此科学教育的发展受到高度重视。对科学教育的生产力价值,邓小平同志有着非常深刻的认识,他说:“我们要实现现代化,关键是科学技术要能上去。发展科学技术,不抓教育不行。靠空讲不能实现现代化,必须有知识、有人才。没有知识,没有人才,怎么上得去。”科技和教育的密切关系最充分地表现在科学教育上,抓科技就必须抓教育尤其是科学教育。

(2) 精神价值。科学教育具有巨大的精神生产和精神享受价值,这是传统科学教育所缺乏的。精神生产和精神享受价值都是文化价值。科学教育的文化价值最根本的是文化革新和文化建设价值。

科学教育具有重大的文化革新价值,这表现在两个方面。首先,科学领域的开拓。科学革命的发生引起的文化革新最先只是在一个较小的范围内发生的,要扩大这种革新的范围,提高革新的力度,必须借助大规模的科学教育。其次,科学教育通过直接培养创新型人才来作用于传统文化,也能引起文化的革新。这种文化革新能力甚至是当代民族文化素质高低的重要标志。科学教育的文化革新价值又表现为三个层次:第一,科学教育“生产”的新科技,物化在新物质、新产品中进入物质文化领域,扩大其范围,必变其内涵。第二,科学教育本身作为一种制度文化,其革新必然相应地引起教育制度、政治经济制度等其他制度文化

的变革。作为制度文化的外部因素,科学教育又通过吸收、借鉴、扩散别国和其他地区的先进科技知识而引起制度文化的变革。第三,科学教育通过对文化核心部分的观念文化的冲击而引起文化革新,如“理解科学”教育可以使人们改变对自然界的态度,由崇拜自然、征服自然到亲近自然、关爱自然;有关“试管婴儿”知识教育能引起人们传统生死观、家庭观的改变。

科学和科学教育本身作为一种文化形态(从科学教育是一种科学活动的角度来看,科学教育也是一种科学文化),具有重大的文化建设功能。斯诺认为:“科学文化确实是一种文化,不仅是智力意义上的一种文化,而且是人类学意义上的一种文化。”

科学教育的社会价值是物质价值和精神价值的统一。精神价值通过物质价值来表现,物质价值以精神价值为灵魂。传统的科学教育将二者割裂开来,倾向于忽视精神价值。人文教育理论完全否定科学教育的人文教育价值是根本错误的。

3. 科学教育的综合价值

人是个体人和社会人的统一。科学教育的个体价值和社会价值也是统一的。科学教育的综合价值就是指它的个体价值和社会价值相统一的价值。科学教育具有真、善、美的价值及三者统一的自由的价值,这就是科学教育的综合价值。科学一直以其求真、求善、求美为自己的最终使命,而科学的这种追求真、善、美的最终使命和本质属性不仅提供了科学教育与人格培养相统一的可能性和现实性,而且科学所具有的这种真、善、美的终极意义,把人导向了人生最高境界的追求。

“真”即真理、规律。科学教育首先就是要展示自然界、人类社会及人的思维发展的规律;而且科学教育还参与到真理发现的过程中去,是人类发现真理的重要一环。“求真”是人和动物的本质区别之一,培养求真的方法、态度和精神是科学教育的主要目的之一。在科技知识剧增的今天,科学方法的教育将比普通科学知识的教育更为重要,掌握了科学方法就掌握了获取科学知识的武器,而且科学方法本身也在更新,其教学将是终生的。

科学是求“善”的活动。科学不是“超人”的,而是具有人性的,“无论科学可能变得多么抽象,它的起源和发展本身都是人性的。”贝尔纳认为,“发现社会运动和社会需要的意义和方向,这是科学的功能。”可见,科学具有“求善”的价值。科学教育是一种科学活动,也具有“求善”的价值。如前文所述,科学教育可以革新人的旧道德观念,拓展人的道德视野,为道德品质的培养提供理论方法的指导。科学教育教人善待他人,善待社会,善待自然,善待科学本身,是“人力价值”与“人性价值”相统一的教育。

科学追求美,而且本身就是美,即科学美。彭加莱说:“科学家是因为有用才研究自然的。他研究自然是因为他从中得到快乐;他从中得到快乐是因为它美。”科学美是科学活动的不竭动力的终极目的之一。科学教育的重要方面是揭示和传播科学美。通过揭示传播科学美,科学教育可以培养人的科学美感和审美能力从而提高人的审美素养。科学教育的美的价值还表现在它本身就是美,不论是其教育目的、教育内容,还是教育方法、教育手段,都以美为原则并且以美为归宿。因而它绝不是枯燥的和毫无意义的,接受科学教育的过程同时也是感受美、鉴赏美的过程。

人类追求的永恒目标是真、善、美及其统一。卢嘉锡认为,“科学教育是真、善、美的统一。”首先,科学教育的真和善是统一的。科学教育的真可以强化人的理性力量,创造性、宽容的生活环境;消除人与人之间的敌意与战争,代之以爱与和平;消除人与社会间的对立与排斥,代之以和谐与相容;消除人与自然的征服、掠夺关系,代之以和睦协调的关