

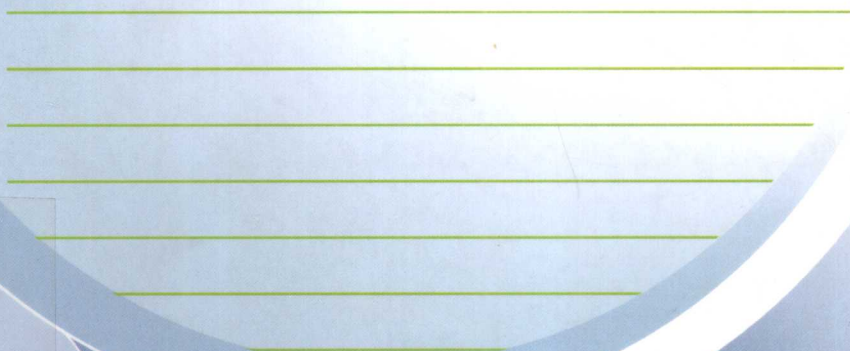


教育部师范教育司组织专家审定
高等院校小学教育专业教材



小学科学 课程与教学

□ 张红霞 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部师范教育司组织专家审
高等院校小学教育专业教材

小学科学课程与教学

主 编 张红霞
副主编 张洪鸣 张 俊
编写者 张红霞 张洪鸣
张 俊 单道华
方锦强 左兆军

高等教育出版社

内容简介

本书以国际科学教育理论和实践的最新进展为视野,以我国科学教育发展现实为根据,以“自然课”的理论和实践经验及师资条件为基础,在全面论述科学课程与教学的诸多经典主题的同时,充分注意我国科学教育理论和实践中的特殊困难和问题;力争做到国际理论与国内需求统一,理论性与实践性统一,学术性与可操作性统一;内容全面,富有挑战,鼓励读者进行参与式阅读;版面新颖,采用专题栏目的新形式,既突出了教材的主题和思想,又方便了读者。

本书可作高等院校小学科学教学与研究的课程教材,也可供小学科学新课程教师培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

小学科学课程与教学/张红霞主编. —北京:高等教育出版社, 2004. 8
ISBN 7-04-015099-9

I. 小... II. 张... III. 科学知识-教学研究-小学 IV. G623.62

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第063521号

策划编辑 禹明秋 责任编辑 禹明秋 封面设计 王凌波
版式设计 范晓红 责任校对 尤静 责任印制 孔源

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
排 版	高等教育出版社照排中心		
印 刷	北京市南方印刷厂		
开 本	787 × 960 1/16	版 次	2004年7月第1版
印 张	19	印 次	2004年7月第1次印刷
字 数	300 000	定 价	20.10元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前言

中国是世界上历史最悠久的文明古国之一,但近代科学却没有在中国产生。当然,影响我国科学发展进程的,有着多方面的、复杂的因素,不过,也与长期受落后的农业社会生产力制约,人们不重视科学技术有关。在古代中国人眼中,科学技术是雕虫小技,因而从事科学技术类工作的“工匠”的社会地位十分低下。从五四运动开始,中国进步的知识分子开始倡导“科学与民主”的先进思想,但近期的调查资料表明,中国人的科学素养远远落后于许多发达国家。所有这些现象无不说明了一点,科学文化在我国的传播还任重道远。教育是文化的重要传播工具和新文化的创造工具,尤其是基础科学教育,应义不容辞地担负起传播和弘扬科学文化的重任。

与国际相比,我国目前大多数地区的基础科学教育水平大致相当于西方发达国家19世纪末到20世纪初的水平。今天,世界上发达国家的科学教育已经经过了20世纪六七十年代第一次基础科学教育改革的浪潮,而我们那时正在进行“文化大革命”。当时对高等科技教育的态度只是“理工科大学还是要办的”,基础科学教育则处于瘫痪状态。20世纪七十年代末、八十年代初终于迎来了“科学的春天”,但当时主要的精力不得不放在解决温饱问题的经济建设上,以及与之直接相关的发展高等科技教育上,主要的教育目标是培养经济建设急需的科技精英人才。而80年代中期的西方世界已开始进入新一轮的全面的科学教育。教育目标从单纯以科学知识和科学方法为中心,向科学态度和价值观的领域拓展;从面向“精英”,向面向全体学生的范围拓展。其中最显著的标志可以说是美国1985年启动的“面向全体美国人”的“2061”科学教育计划,以及英国几乎是在同时颁布的有史以来第一次全国统一的科学教育大纲。这些文献提出了一个共同的21世纪科学教育目标的新理念:融合科学知识、科学方法、科学态度和科学价值观为一体的“科学素养”。

我国正是在这个时期开始与国际科学教育接轨,从2000年开始了全国范围的新一轮基础教育科学课程改革。广大教师和研究人员经过近几年的学习和探索,积累了一定的经验和教训。《小学科学课程与教学》正是在这样的背景下诞生的。

应该指出的是,我国目前正在进行的小学科学课程改革是建立在原有的“自然”课的基础之上的。自20世纪80年代开始的自然课的改革实践中,已经有少数教师有意识或无意识地运用了一些今天的科学课的教学法,也涌现了一批优秀的教育研究成果。因此,多年发展起来的自然课师资队伍及教学经验的积累,对目前的科学课程与教学无疑是一份宝贵的资源,而且它们的作用也已经在改革中显现出来。本教材的编写工作正是建立在充分吸收这些宝贵经验的基础上,根据我国社会、文化、教育现状,构建全新的面向21世纪的科学教育学科的理论体系。

● 本教材的内容特色

《小学科学课程与教学》的基本编写原则是,以国际科学教育理论和实践的最新进展为视野,尽可能全面介绍发达国家近年来的先进理论与实践成果。同时,充分注意以我国科学教育发展现实条件为根据,以“自然课”的理论和实践经验及师资条件为基础。从教材内容上看,我们在全面论述课程与教学的诸多经典主题(如教育和教学目标、心理学基础、课程模式、教学模式、教学方法、评价方法)的同时,充分注意了我国科学教育理论和实践中的特殊困难和问题,如我国教师对科学性理解上的困难,科学素养在我国文化传统下的本土化含义。从编写风格上看,本教材尽可能注意理论性与实践性统一,学术性与可操作性统一。文中穿插有大量简短的教学案例,使深奥的理论寓于教师所熟悉的教學情境中。此外,鼓励读者进行参与式学习。通过设计生动、富有挑战的思考题,鼓励读者分析和反思教材内容,将所学的理论运用到教学实际中。

● 本教材的内容呈现特点

本教材各章内容呈现由6个栏目组成,依次是:“本章提要”、“导言”、“正文”、“小结”、“理解·反思·探索”、“阅读导航”。

在“本章提要”栏目中,以条款的形式对该章内容进行提纲挈领的概括,使读者在阅读前就能对本章大意和主要观点有所了解,有利于在学习过程中抓住重点。

通过“导言”栏目,使读者将自己在日常教学中常常会问或可能会问的问题与本章的主题联系起来,这样既可以帮助读者进入角色,又便于读者带着问题进行参与式学习。同时,它也能起到承上启下或贯通各章的作用。

“正文”部分采用小节的形式逐层展开次一级的主题。在理论论述的同时,融进课堂教学的实际问题和教学案例,使理论与实际相联系。

“小结”是根据正文的论述,对全章内容、导言中提出的问题总结性

的回答。

“理解·反思·探索”包括设计生动、富有挑战的思考题,还包括批判式地反思所学内容的讨论。鼓励读者自己分析和反思教材,帮助读者将所学的理论迁移到教学实际中去。

“阅读导航”栏目对一到两篇涉及该章主题的重要参考文献进行简介,包括其内容和特点,引导读者进行拓展阅读。

最后,应该指出的是,我国的科学教育研究刚刚起步,即便在西方,以科学素养为目标的21世纪的科学教育新理念和实践也还在完善之中,因此还有很多基础性的理论问题需要进一步研究,如科学课程与教学模式有什么特殊性?科学素养究竟怎样测量和评估?怎样将西方的科学教育理论应用到我们这个具有不同的文化传统的国家?因此,本教材相比于其他传统学科的教材,如语文、数学的教材而言,存在更多的不确定性,需要大家进一步探讨。

本书的编写分工如下:第一章、第五章、第八章的前三节由张红霞执笔;第二章、第三章由张俊执笔;第四章、第九章由单道华执笔;第六章由张洪鸣执笔(其中第三节“科学课堂教学模式”由张洪鸣、张红霞共同执笔);第七章、第八章的第四节、第十章由张洪鸣执笔;第十一章由方锦强执笔;第十二章由左兆军执笔(其中第三节“课外科技活动的主要形式”由张洪鸣执笔)。最后由张红霞进行统稿和修改。

本书在编写过程中参考了国内外同行的资料与文献,并引用了部分教学案例,在此仅致最诚挚的谢意。国家科学(3~6年级)课程标准研制组核心成员、中国教育学会小学科学专业委员会常务理事郁波老师仔细审读了书稿并提出了许多中肯而具体的修改意见和建议;高等教育出版社的禹明秋女士,作为本书的策划和责任编辑,为本书的出版做了大量细致的工作,在此一并表示衷心感谢。

由于编写时间仓促、水平有限,加之这是我国第一本高等院校小学教育专业层次的综合科学教材,无论在理论上还是在文字上都会存在一些问题。因此真诚欢迎读者提出批评和修改意见,为我们共同奋斗的科学教育事业不断努力。

张红霞

2004年4月于南京大学

目 录

■前言	I
-----	---

第一章 科学教育的目标

第一节 什么是科学	2
第二节 正确认识科学的性质	11
第三节 科学教育的目标	15

第二章 科学教育的历史回顾

第一节 近代科学与科学教育的诞生	28
第二节 20世纪国际小学科学教育的发展	33
第三节 探寻我国小学科学教育的定位	41

第三章 儿童科学学习心理

第一节 皮亚杰对儿童科学学习心理的研究	49
第二节 认知结构理论与儿童的科学学习	55
第三节 建构主义学习理论及其对科学教育的影响	60

第四章 观察在科学探究中的地位

第一节 科学观察追求真实	72
第二节 测量和实验的意义	76
第三节 科学观察的方法	80
第四节 观察教学的过程	83

第五章 科学课程与教材

第一节	科学课程的特点	93
第二节	科学课程编制模型与教材结构	101
第三节	科学教学目标及其内容标准	109
第四节	HPS 在科学课程中的地位	117

第六章 科学教学模式

第一节	新课程对科学教学的要求	127
第二节	科学教学的基本要素	129
第三节	科学课堂教学模式	134
第四节	科学教学的基本技巧	146

第七章 科学教学过程

第一节	确定教学目标重点	153
第二节	科学课的教案编写	155
第三节	选择活动材料	159
第四节	探究教学的过程	162

第八章 科学课程与其他课程的关系

第一节	科学与人文的关系	175
第二节	科学课程与技术课程	185
第三节	科学与宗教、迷信及其他	188
第四节	跨学科综合课	191

第九章 科学教育评价

第一节	成功学习的标志	196
第二节	小学科学教育评价的目标和类型	202

第三节	过程性评价的技术	208
第四节	建立科学的教学评价标准	216
第五节	对评价结果的解释	220

第十章 科学教师

第一节	科学教师的素养	226
第二节	科学教师与课程资源的开发	229
第三节	科学教师与科学课教学	233

第十一章 科学教育的媒体与设备

第一节	戴尔的经验之塔	244
第二节	电脑、多媒体、网络与科学教学	248
第三节	选择科学教学设备的原则	254
第四节	科学活动中的安全教育	260
第五节	科学实验室的建设	262

第十二章 课外科技活动的设计与管理

第一节	小学课外科技活动的特点	269
第二节	课外科技活动设计的原则	272
第三节	课外科技活动的主要形式	275
第四节	课外科技活动的组织与管理	278
第五节	科技活动的特殊评价形式	281
第六节	小学科技活动中常见的问题	282
■参考文献	288

第一章

科学教育的目标

- 什么是科学
- 正确认识科学的性质
- 科学教育的目标

本章提要

1. 科学是以客观事实为根据,对世界进行解释的一项人类活动。对自然现象进行解释就是自然科学;对人类社会现象进行解释就是社会科学。技术是以科学理论为依据,对客观世界进行改造和创造的人类活动。

2. 小学科学教育的目标是:根据大多数科学家公认的科学观念和研究方法,通过符合孩子们认知规律的教学过程,培养具有初步科学素养的21世纪社会所需要的公民。

3. 科学教育的目标是随着社会和科学技术的发展而不断发展的。一个国家的科学教育目标也应该是根据本国的具体情况和需求而设定的。也就是说,科学没有国界,但科学教育有国界,这就是科学教育本土化的概念。我国目前的小学科学教育目标的重点应放在培养孩子们基本的勤于观察、善于观察的能力上,从而养成尊重事实、严谨求实、质疑创新的品质。

导 言

在谈到科学的本质的时候,有些教师会认为“科学就是为了解决问题”;在谈到科学研究过程的时候,有些教师会认为“提出问题比解决问题更重要”,因此在课堂上突出“提出问题”的环节,如在认识空气的课堂上,在孩子们一旦将气球吹大后,便接着发问:“看到气球被吹大这个现象,我们能提出什么问题呢?”也有些教师每课必循“提出问题—预测—实验—讨论”的步骤;在谈到孩子们进行科学探究的性质的时候,有些人认为“科学探究就是孩子们心中的童话世界”。你是怎样看待这些观点的呢?

第一节 什么是科学

要进行科学教育,首先要弄清“什么是科学”的问题。从国际经验看,目前各级各类的科学教育都空前重视科学性质的教学内容。这无论是对于学生而言,还是对于教师教育层次而言都是如此。许多研究已经表明,教师对科学性质的认识程度,比其科学知识的多少更直接影响教学效果。只有掌握了什么是科学才能把科学知识讲活;只有掌握了科学与其他知识的差异,才能教好科学课程;只有掌握了科学的精

神,教学中才能得心应手、灵活主动、游刃有余。当然,用人文主义者的视角,还是用科学家的视角,会得出不同的答案。不过,本书采用的是代表大多数科学家的观点,其原因很简单,因为我们是科学教师,而不是文学、艺术等教师。

为了回答科学是什么的问题,我们需要认真考察科学研究的目的、研究方法和科学家的个性特点,以及它们与其他学问、学者的不同之处。

一、科学研究的特殊目的

从某种意义上讲,各行各业的人都在解决问题,但他们所关心的问题 and 关心的目的是大不相同的。科学家与艺术家、工程师之间就存在很大差异。科学家的工作是为了观察和解释已有的客观世界。自然科学家是对自然界进行解释,社会科学家是将人类社会作为客观存在来研究,其方法也是以观察和实验为手段,只是客观程度较低。艺术家则完全不同,他们是为了充分表达自己的情感和思想,并使这种表达能够引起他人情感的共鸣。至于工程师的工作,用航空工程的先驱、美国加州理工学院的冯·卡门教授的话说:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”^①那么有人会问,这是说科学家的创造性没有工程师大吗?当然不是,科学家的创造产物是观察世界的新方法或解释世界的新理论、新模型;这不同于工程师制造的新桥梁、新汽车、新卫星。关于两者的关系将在第八章中详述。

对于科学研究目的的正确认识,直接关系到我们的教学工作。例如,它与我们在探究课堂上向学生提出的问题紧密相关。我们先看看科学家提出的问题有什么特点。首先,科学研究的问题常常都是些“脱离实际”的问题,如:“为什么地球会绕着太阳运转,而且其轨道是椭圆而不是正圆?”其解释是存在一个无形的力,牛顿把这个力称为“万有引力”,其大小被严格地描述为与两个物体的质量乘积成正比,与其距离的平方成反比。这个著名理论显然在当时不能创造出任何实用价值,尽管它与“牛顿三定律”一起,为近代机械论哲学的产生和实验科学思想的发展奠定了坚实的基础;也可以说,直到20世纪的人造卫星(气象卫星、资源卫星、军事卫星)等航天事业大发展,才在经济等

^① 刘微. 从国际比较看我国工程教育改革. 中国教育报, 2001-09-28(4)

领域创造了实用价值。哥白尼当年提出的“日心说”也不能产生任何经济效益,甚至有被处以火刑的危险,但它对人类长期以来封闭的世界观(地球是宇宙的中心,宇宙是一个层层相套的有限的天球)是一个彻底的改变,^①这为文艺复兴时期的人文主义思想和近代科学革命的产生和发展开辟了道路。

当然,科学问题有时可能看起来与实际问题的差别,如,医学的发展难道不是源于要治病救人吗?不过,科学家与普通医生不同的是要找出发病的原因或病菌致病的机理,而医生则是根据这些机理的解释设计出具体的医疗方案。例如英国细菌学家、青霉素的发现人弗莱明(Alexander Fleming)的科学问题是:“为什么培养器皿中的细菌意外地死亡了?”而不是:“怎样攻克疟疾?”。事实上,“怎样攻克疟疾?”这样的实际问题,不是任何科学家个人能够完成的,它是全社会的工作,要靠各行各业、各级政府的有效管理,靠全民通力协作,靠制定行之有效的法律、制度。

到这里大家可能已经看出了科学问题的一些特点。实际上,科学问题除了上述特点外,还有很多。下面我们结合课堂教学的需要,对其进行进一步的分析和总结,并针对课堂教学提出一点建议。

第一,区分实际问题和科学问题。先看一个教学实例。教师向学生展示了一系列环境污染的图片、数据等,然后提出的问题是:“我们应该怎样改善环境?”这是典型的“实际问题”。这个课上下去就很难是科学课了,而是“社会”课、思想品德课。因为孩子们的回答很可能是:“不随地吐痰”、“爱护野生动植物”、“制订环境保护法”等等。那么与此主题相关的真正的科学问题应该是什么样的呢?如,“不同颜色的池塘中,鱼的数量(或种类)有什么不同?”“为什么污染的池塘里的鱼种类少、数量少?”而这类问题的引出不是挂挂宣传图片就能达到目的的。

第二,区分真科学问题和假科学问题。在一节题为“一杯水的观察”的探究课上,当教师问孩子们要研究什么问题时,有一个孩子说:“很多成语都用到水,比如说‘知识的海洋’,我想‘研究’为什么要用水来形容。”这是一个科学问题吗?不是,而是一个文学修辞问题,如(海)水的无边无际、水的柔美、水的清纯、水的瞬息万变等等。而社

^① 吴国盛. 科学的历程. 北京:北京大学出版社, 2002. 22

会科学家关心的科学问题可能是“用水作为形容词的历史起源、演变过程是怎样的”等。它们的区别在于,前者是一个与个人的情感、习惯相关的,用“好”或“坏”进行“主观”判断的问题,如用“知识的海洋”比用“知识的沙漠”来形容知识的丰富性要“好”;但后者“用水作为形容词的最早记录是汉代还是唐代?”则是一个需要用“真”或“假”、“对”或“错”进行“客观”判断的问题。因而我们说,前者是假科学问题;后者是真科学问题。对真假科学问题的判断主要是看其答案的依据是客观事实还是主观感觉。

另外,在教学中还有其他形式的假问题。如我们常常可以听到这样的课堂提问:“大家能提出什么科学问题呀?”学生们的回答形式则常常是:“我想研究……为什么……”或“我想研究……怎么样……”。真正的科学问题只能由学生在活动中遇到不解和矛盾自己产生出来,教师可以帮助学生将问题表达清楚,不应、也不可能向学生“逼”出问题来。

第三,区分开放性问题 and 封闭性问题。在一堂探究“空气”的课中,教师一开始让孩子们自由地吹气球,在大家都有了足够的体验后,教师提出了问题:“气球为什么会被吹大啊?”这是不是一个科学问题?可以说“是”,因为它试图寻找气球被吹大这个客观现象的解释。但先让我们与下面一个问题比一比:“气球的大小与气球的硬度有什么关系?”我们说后者更加科学化,或科学性更高,因为它对“气球被吹大”这个现象的认识更进了一步,暗示了某些变量之间的因果关系的存在:大小与硬度;孩子们也容易被这个因果关系的奥妙所吸引。而对前一个问题,年幼的孩子们甚至会回答:“因为我们使劲地吹,所以它就变大。”而这样的回答在逻辑上并没有什么错。

让我们对上面出现的三组问题做进一步分析:

A组:“气球为什么会被吹大啊?”

“气球的大小与气球的硬度有什么关系?”

B组:“怎样抗击疟疾?”

“青霉菌在什么温度、湿度等条件下会产生?”

C组:“我们应该怎样改善环境?”

“不同颜色的池塘中,鱼的数量(或种类)有什么不同?”

如上文本框中有A、B、C三组问题,每组中的两个问题有什么规律性的差异呢?对于B和C组,我们可以用是否是“实际问题”来区别它

们,但 A 组的两个问题似乎都不是实际问题,那么它们的差异在什么地方呢?

仔细分析,我们可以看出它们的差异在于所包含的变量(这里可以理解为影响因素)的个数不同。对于每一组的第一个问题往往暗含有多变量,而第二个问题只有较少的变量。如 A 组中的第一个问题“气球为什么会被吹大啊?”它所涉及的变量包括气球的材料、空气的含量、空气的可压缩性、吹气人的力气等等。这样的问题往往会使孩子们非常迷惑,难以把握问题的关键。因此,为了进一步明确它们的关系,我们将三组中的前一个问题称为“开放性问题”,后者则是“封闭性问题”。显然,对于年龄较小的儿童,较封闭的问题比较开放的问题更加合适。

综上所述,我们初步认为,对本章开头指出的关于科学研究中提出问题的特殊重要性的论断,应该做具体分析。在科学家的研究中,提出新的科学问题必须建立在较全面掌握前人已有的科研成果之上,并对本领域的科学发展趋势有较好的洞察能力,从而符合逻辑地指出其进一步发展的方向,因而这里的新问题的提出往往是较大的科学创新活动的前奏。而对于孩子们来讲,清楚地、自发地提出科学问题往往是较困难的事;他们常常是在教师精心设计的、有结构的学具和活动的引导下,从实际问题中产生科学问题,然后大多是在教师的帮助下,才能清楚地将科学问题表达出来。关于学具与教学活动设计问题将在第七章详述。

二、科学研究的独特方法

我们说一个人很有知识,是指科学知识还是指常识? 科学与常识相比具有什么特点? 我们的答案是前者比后者更经得起进一步观察和实验的检验,前者比后者更倾向于准备接受别人的修正,前者比后者具有更明确的适用条件的阐释,前者比后者更具有预见性或普遍性等等。如,“在北半球,夏季的太阳高度角大于冬季的太阳高度角”,这是科学知识;而“太阳在夏季比冬季要厉害”仅仅是常识。这是因为,第一,前一个陈述不随天气、气候的变化而变化,所以经得起观察验证;第二,“太阳高度角(观察点与太阳的连线与地平线的夹角)”比“厉害”定义清楚,因而使重复观察结果与原有的结果容易进行客观的比较;第三,“在北半球”这个适用条件非常必要,因为在南半球这个客观真理就会成为谬误。

科学知识之所以与常识不同,是因为它们是通过科学方法而获得的。那么,科学方法的步骤和本质是什么呢?

一般来讲,科学家们进行一项完整的科学研究往往包括如下几个步骤(图1-1),而且各个步骤之间是一个不断循环往复的过程。

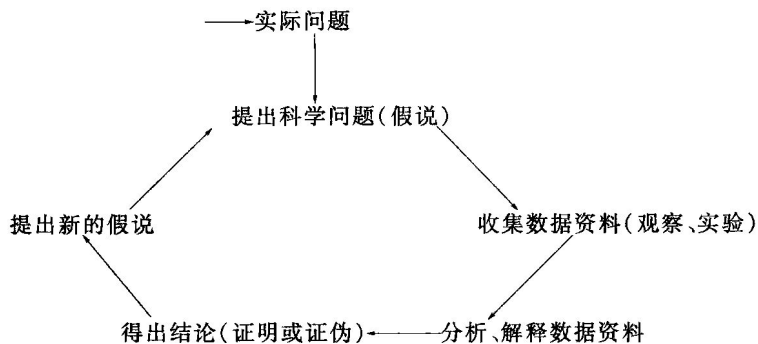


图1-1 科学研究的步骤

科学知识正是通过这样的循环往复,不断被验证或修改,从而不断得到积累。总而言之,科学研究方法具有如下本质性的特点:

(1) 以观察为手段、以事实为根据。观察主要是基于人的感觉的直接经验;实验是借助于仪器的间接的或人造的观察。经验资料的整理和分析主要建立在归纳逻辑的基础上。统计调查是大范围的间接的观察,是归纳逻辑应用的典型。科学拒绝脱离事实的感情用事和浪漫的基于想像的结论。

(2) 可重复性。科学理论经得起别人按照你的研究设计和步骤,进行重复实验。这里强调的不仅是科学方法的规则性,还有操作步骤和所获结果的表述的准确性和清晰性。如果是一项科学研究,它就很容易被自己或同行所检验,因为过程的各个步骤是一个系统,对结论有怀疑,可以回溯检查。要么是观察错误,要么是推理错误,别人可以通过重复你的工作(可以实际的、也可以用头脑思维的方法去审查证据的充分性),指出超出证据所能支持范围之外的结论,也可以提出另外的解释。在教学中,可以通过不同小组之间的比较进行验证,也可以通过提问的方式,引起孩子们的相关思考:“如果我们将温度改变,是否可以得出相同的结论?”或者:“我们今天的实验如果下个星期再做一次,会得出相同的结论吗?”

(3) 可积累性。是否是科学研究,不在于你的理论有多深奥,而在

于你的观察资料有多真实。理论是对观察现象的解释,如果观察是真,即使解释是假也还有一定的意义,因为后人可以在你的研究的基础上,通过积累更多的资料,重新解释。而如果反过来,观察是假,理论很大,便没有任何科学价值。

(4) 理论的可证伪性。可证伪性概念最初是由大科学哲学家波普尔提出的,其含义可以通过下面的例子来解释。我们常常听到这样的说法:“素质教育就是要德、智、体、美、劳全面发展”。这个陈述不可证伪,因为一个人的素质无非就是德、智、体、美、劳这些方面,因而没有进一步探讨的余地,而如果换一种陈述:“素质教育在现阶段就是要加强学生的创新能力”,则成为“可证伪”的陈述,因为创新能力并不能够包括人的所有优秀素质,因此它有进一步探讨的意义,如可以提出素质教育在现阶段的重点不是创新教育,而是要加强学生的道德品质教育。因此,只有可证伪的陈述才可能是科学的命题。^①

然而,不是记住了这些步骤和特性就等于掌握了科学方法。例如,在《美国国家科学教育标准》一书中的课例“仓鼠威利”中,孩子们起初对“喷水壶里的水消失了”这一观察事实,提出了“是仓鼠威利把它喝了”的解释,因为放学后教室里没有其他会喝水的动物了。但当老师问孩子们,是否有把握肯定威利从它的笼子里跑出来过的时候,孩子们发现了自己的证据不足。后来,孩子们设计了一个新的观察:将沙子铺在喷水壶的四周,从而可以留下威利的脚印。

显然,起初孩子们犯了一个观察不全面的错误。这种错误在小学科学学习阶段是常见的错误。孩子们的观察往往不够仔细、不够全面,容易将观察的事实与自己的经验相混淆。如,所有的孩子大概都会凭感觉认为,当从高空中将一个铁球和一个木球(同样大小)在无风的情况下向下落,铁球应该比木球先落地。但实际上做一下却并不如此,连亚里士多德都犯了这个错误。这个伟大的实验是伽利略首次进行的。因此,我们要培养孩子们仔细观察、如实记录的习惯,而且对孩子们的观察数据的解释要认真、谨慎,杜绝脱离孩子们的数据,直接给出标准答案的做法,而是要让孩子们重新观察,自己通过“将沙子铺在喷水壶的四周”来检验自己的猜想。

由此可见,观察的不仔细、不全面,必然导致错误的解释和结论。

^① [美]查尔默斯, A. F. 科学究竟是什么. 查汝强等译. 北京:商务印书馆,1982. 48