

科学的开放性及其潜在的敌手

——论当前自然科学教育的缺陷

Problems in the Present Teaching of Natural Science

吴向红 孙 波 陈 忠

(中国人民大学哲学系, 研究生 北京 100872)

科学是诸种文化形态之一种, 既不是终极真理, 也没有指出人类认识自然的所有可能途径。任何科学理论因此都是开放性的理论。

开放性意味着, 科学理论永远要“不受保护”地面临来自各个方面的挑战。它们是: 来自哲学的挑战, 或诠释(理解)的挑战; 来自经验事实的挑战, 或实证的挑战; 来自理论内部逻辑结构的挑战, 或逻辑的检验。一个优秀的科学家必然善于认识、善于迎接, 乃至善于驾驭各种挑战。实际上只有通过这些挑战力量的推动, 科学才能进步。因此, 自然科学教育的重要任务之一, 就是引导学生懂得去认识、去迎接, 乃至去驾驭这些挑战。

我们认为, 当前我国自然科学教育中有三个潜在的观念, 恰好妨碍了学生形成上述能力。这三个观念是: 关于科学自然观的“神目观(God's Eye)”而非人文观; 关于科学实验的“验证观”而非探索观; 关于逻辑的“符合观”而非工具观。下面, 我们先从三个方面来讨论。

一、人文特征与科学自然观的开放性

在人类知识体系中, 科学自然观处于一个独特的层次。首先它不同于具体经验知识(实证知识), 包括科学知识。它体现在人们组织、建构具体科学知识的方式之中, 毋宁说是科学知识的概念基础。同样的具体科学知识可以体现出不同的科学自然观。例如, 现行中学生物学教科书中, “细胞”被作为开头, 或所谓逻辑起点, 这在某种程度上体现着还原论的自然观, 即假定一切生物现象都可以由生物体“基本单位”——细胞的运动、变化、发展来说明和解释。但是, 倘若我们变动一下各章节的次序, 把生物在自然界中的行为——生长、繁衍、食物链和生态平衡放在开头, 整本教科书就呈现了一幅对生物学和生物界完全不同的理解图景。

更重要的是, 科学自然观也不同于哲学本体论。因为本体论总是力图对自然界本身、对“自在之物”作出判定, 因此不同的本体论往往是相互排斥的。而科学, 从它创立的一开始就有一种非本体论倾向, 它并不判定自然界本身, 却纯然源发于人类试图理解自然、解释自然, 在空白的“自然之书”中寻找秩序的一种欲望。这是认知欲望而不是判定(信仰)欲望。本体论和自然观本属不同层次, 不会直接相抵触, 在本体论下可容纳不同的自然观, 在自然观中也可以体现不同本体论的张力。

作为对自然秩序的寻求, 科学自然观有鲜明的人文特征, 也就是说, 可以适用于解释学的原理: “有一千个观众, 就有一千个哈姆雷特”。如果认为科学自然观只能是唯一的, 实际上就是假定了一种非人的科学, 即“神目观”的科学。历史上, 正是不同诠释方式之间的争论——它们往往围绕着某一(组)概念或某一(组)现象展开——有力地推动着科学的进步。原子论与非原子论, 微粒论与波动论, 唯物论与唯能论, 哥本哈根诠释与非哥本哈根诠释……几乎每个重要科学概念中都隐含着不同自然观的张力。现有的科学对哪怕是“什么叫电子”、“什么叫能量”这类问题的思索也还远远没有尽头, 强行用“波粒二象性”之类“标准的”自然观一统天下, 就堵死了科学自然观的开放性。而这正是当前我国自然科学教育的一个缺陷。

这一缺陷首先体现在试图用本体论的发展史来规范自然观的发展史, 把科学史描述为“古代朴素唯物主义”到“近代机械唯物主义”, 再到“辩证唯物主义”的过程。每当现代科学史表明, 许多科学真正往往是在其他自然观指导下发现的, 如新实证主义之于爱因斯坦, 约定主义之于彭加勒, 教条主义者就辩解说, 那些人是“不自觉地”应用了辩证唯物主义。

这种教育思想必然要求学生树立“正确”的自

然观,于是掌握科学自然观的过程就变成了接受的过程,而不是理解的过程。尽管我们也经常教导学生要理解,但既然待理解的结果已预先给定,“理解”就必定沦为对上述定论的“接受”。

在教学中,科学自然观还被与宗教直接对立起来,事实上它与神学本体论是不可能直接冲突的。哥白尼、布鲁诺、牛顿,乃至当代许多大科学家都相信上帝。这里并非在为宗教辩护,我们只是强调,反对宗教不能以科学自然观作为一支直接力量,因为这样做等于假定科学自然观也是一种信仰(只有两种信仰才能直接相互反对),这就难免使科学变得宗教化、神圣化。

忽视理解,忽视科学自然观的人文特征,使学生体验不到科学所能带给人的最重要乐趣之一——幻想、沉思自然的乐趣。普遍存在于理工科学生中的知识较丰富与精神之相对不丰富,也可以在这里得到部分的解释。

二、探索性与科学活动的开放性

把科学的理解活动同其它人文性的理解活动区分开来的,是科学活动的特殊规范,即它的缜密性和逻辑性。但是,这一活动又是在寻求理解(而不是寻找断言)的前提下进行的。要而言之,科学活动的规范必须能提供给科学知识以一个可靠的基础,同时又不能使这个基础意识形态化,通俗地说就是不能变得僵化。实证主义的科学活动规范便起到了这种作用,它提供的基础是:科学实验(实践)。实证的科学活动规范认为,一个概念的涵义在于,关于这个概念的每一个命题能使人产生什么样的可想象的行为,以及由此行为会得到什么样的结果。概念的全部涵义就是,并且仅仅是,这一切可能的行为和效果的总和。

因此,对一个科学概念的认识不断深化的过程,就是以实证的方式去考察关于这个概念的所有可能命题的过程。我们把就某一概念提出合乎理性的可实证命题的思维过程称为“实证思维”。上面那句话其实应该反过来说:关于一个概念的实证思维及实验考察的过程,就是不断深化这一概念的过程,而纯粹理论思维只能澄清,不能丰富一个概念的涵义。我们看到,这一规范的实质,就是把实证过程——包括实证思维的运用及随后的实验考察——不是作为服务于概念的已知涵义,不是“验证”概念的,而是一种指向未知领域的探索与发现活动。

实证过程不是验证已知的关于概念的命题,而而努力发现关于这一概念还会有什么新的命题。这首先使我们认识到,不存在所谓“错误的”实验,只有完美与不完美、精确与不精确、严密与不严密的

实验。特别是,一次探索性的实验,在它开始之前,其目的、意图、程序都不是现成不变的,其结果更是不可预测的。然而,当前在我们的教学中,在学生的实验中,实验目的、程序,乃至“好”的结果居然都预先给定了。学生似乎在验证、在完成作业,或通过一次考试,而不是在从事探索。这无助于养成正确的科学活动观,还容易滋长学生的不严肃态度,比如修改、抄袭,乃至杜撰实验数据以获取“好”的结果,得到一个“好”的实验成绩。

其次,它还要求我们重视实证思维的训练。因为实证过程的开拓性,主要是通过开放性的实证思维来达到。原则上讲,考察某一概念某一方面的可能性质,可以有无穷多的具体实验方式。寻找这些实验方式的过程,也就是实证思维的过程,不幸却在我们的教科书中被抹去了。我们的习惯是,提出一个概念,讲它的一种性质,然后便“给”出一种实验验证,似乎天经地义就是如此。例如物态变化就是“水——冰——汽”或“萘——萘蒸气”等等。初中化学课本为了说明化学是研究“物质变化”的,给出了镁条燃烧和加热碳酸铜两个实验,对选择这两个实验的理由却略而不提,对它们是否完整地体现了“物质变化”的涵义也未提供进一步思索的线索。

这样的训练使学生倾向于“物质”=“镁条”之类的定式,久而久之使他们头脑中的概念和命题抽象而贫乏,实质上是残缺的。著名物理学家、诺贝尔奖获得者费曼在巴西的一次演讲中,就曾指出过巴西教育中存在的这类问题。总之,科学活动应该总是导向对新的可能性的开拓,而不是囿于重复已有的定式。

三、工具功能和科学理论的开放性

强调实证过程对概念涵义的决定作用并不贬低理论思维的意义,因为理论思维在澄清概念涵义的同时,还可以建构概念之间的逻辑关系。由于概念本身涵义极为丰富复杂,即使它们自身不再变化,其相互关系仍极难明确下来。事实上,现代自然科学任何一个领域的理论,都远未达到形成一个统一的逻辑体系的地步。澄清理论逻辑结构的过程也是理论走向成熟、完善的过程。历史上,欧氏公理系统的创立和近代将数学逻辑化的尝试,都推动了科学的进步。

理论思维还能创造出新的理论概念,它们不是实证概念,而是工具性的概念。象数学这样的抽象学科的发展史,几乎就是一部工具性概念不断增殖的历史。关于数学的工具性质,我们下面还将谈到。

这样的理论思维不能离开强大的逻辑工具。我们的教学中对逻辑却重视不足。过去只在中学语文课本与数学证明中涉及一些零星的逻辑学,现在语

文课本中已没有相应内容了。心理学的成果表明,大约从初中二年级起,思维就完成了由经验型向理论型的转换,逻辑思维的意识性在整个中学阶段不断发展,抽象思维逐渐占据优势地位。然而笔者之一在秦皇岛市部分中学的问卷调查却显示出,学生的逻辑能力主要取决于学生个人对推理证明题的喜好程度,课外交触的智力题多少,以及参加课外辩论赛的程度。所有这些都是间接的熏陶。这反衬出了逻辑学教学的不足。

认清逻辑的工具实质是重视逻辑教学的基础。片面地将逻辑学理解为一门纯知识体系,就混淆了逻辑原理与逻辑思维技能的区别。这种思想来自“逻辑符合论”的观点,是把逻辑看作对世界结构或者人类思维结构的描述,而不是一种规范、一种工具。列宁在谈黑格尔的《逻辑学》时很欣赏后者的观点,认定逻辑不是“教人思维的科学”,而是“关于思维的科学”。这一观点的部分继承者更致力于创建“辩证逻辑”,有人认为逻辑矛盾不但不荒谬,反而是现实存在、极其合理的。因此,在的思维方法训练中,“一方面……同时又是……”、“既是……又是……”、“是……和……的统一”之类模式被过分张扬。

我们不可否认世界本身不可能是无逻辑矛盾的,也不否认人类思维不是严格逻辑化的(否则电脑就可以取代人脑了)。但是,要求逻辑本身去符合、反映这个世界,就背离了逻辑的本性。逻辑不是一门具体科学,而是一切具体科学的工具。它并不能保证获取更多的知识内容,只保证推理的有效性。

认清逻辑的工具功能首先要把思维的内容与思维的过程(形式)区分开来。诸如“具体问题具体分析”的思维训练,偏重于内容而忽略了形式。在这里我们暂时离开一下自然科学领域,谈谈中学语文中论述文体的训练。现有训练中,强调的是观点和论据的正当性,而不强调推理过程本身的有效性,这是片面的。必须认识到,用不正确的方式取得的所谓“正确”结果,在科学上是无效的。

实际上,这种训练思路也见诸于其它学科的教学。譬如,我们的学生在完成一道题目后最关心的是“核对答案”,解题过程往往成了无关轻重的过程。这种情况下,逻辑不但起不到规范思维的作用,反而被“正确答案”规范了,实则是扭曲了。

应当把逻辑从“正确答案”中拯救出来,恢复其作为一种中立的工具。大有必要开设独立的逻辑学课程。联合国教科文组织把逻辑学列为基础技术科学第二位,《大英百科全书》则把逻辑列为基础理论科学第一位。我们设想,在一门受重视的、独立的逻辑学课程中,推理过程的有效性将被列入教学重点,而前提与结论的正确与否将被置之不理。

更进一步,对各部门具体学科的内在逻辑结构,

也要持一种工具性的态度。例如在“速度”、“距离”、“时间”三者中用谁去定义谁,主要取决于技术上的简单程度。数学更是一门工具性极强的学科。我们的教学中仍普遍认为“数”、“量”都是事物自身的规定性,这话作为一种哲学并没有错,但作为一种数学就有过时之嫌。只有古典的数学理论才把数视为实体本身的性质。17世纪人们开始把数视为实体与一个单位实体之间的关系。现代的“指称论”则认为,数在逻辑上独立于任何被测量实体及其相互关系,数是“被应用”于一个测量过程,是“被指派”给某个实体,而不是在一次测量过程中“被揭示”出来。尽管我们不能完全接受“指称论”,但它确实指出了数学的一个重要功能即工具功能。

四、共同的起源:标准答案观

上述三个方面的不适当观念,从发生学的角度讲,都多多少少来源于一种关于科学知识的整体观念——标准答案观。

我们知道,在科举制时代,学术由官方把持,具有“御赐”或“天赐”的特征。作为人间的最高权威,皇帝理所当然也是“知识的仲裁者”,但这一身份并非由他的个人素质,而是从他所处地位的“合法性”取得的。这种“合法性”在知识界内部体现为“道统”。教师本人也无权变更这个“道”,他只能“传道”,把“道”原封不动地传给学生。最后,通过由皇帝最终仲裁的、全国统一的科举,两种“合法性”被统一起来,获得了制度上的保证。

当发源于西方的近代自然科学传入中国后,从维护皇权的权威出发,也被纳入了官学的轨道,并试图用“中体”(即“道”)去框定“西用”。科学的自然观、活动过程和思维方法被剥去了,只剩下零散的、具体的科学知识。知识的来源也被割断了,仿佛它们仍然是“御赐”或“天赐”的。内容是科学的,来源却是“被给予”的,答案又是唯一的,这便是科学知识的标准答案观的最初形态。

科举制垮台之后,“五四”时期曾出现过“兼容并包”的局面。几十年后,另一种标准答案观复现于我国,其来源是教条主义。在自然观、思维过程和科学活动规范等方面,一些“标准答案”被硬塞给科学界。特别是把辩证唯物主义教条化的倾向,严重损害了马克思主义的声誉。科学家被强行要求去接受米丘林遗传学,批判爱因斯坦相对论,或者在实践中运用“否定之否定”的思维方式,等等。

这场教条主义运动已成为历史了,一些令人啼笑皆非的“标准答案”也被抛弃,或恢复了作为一种相对真理的本来面目。今天,在科学界内部,人们已可以就“电子是否也不可穷尽”之类的问题开展讨

(下转第41页)

3. 河口治理与海涂围垦

我国大江大河的河口都是经济发达的中心城市和对外联系的枢纽,河口段港口建设和航道整治是内地与海外联系的中心环节。由于河口大量泥沙的淤积,河口附近一般很难有天然的深水大港,海上巨轮难以直接停靠,限制了中心城市的发展。整治河口,在河口附近建设深水港口并与江河深水航道相衔接,将是 21 世纪战略性建设任务。根据国内外经验,河口治理是一项长期持续的巨大工程,需要大量的投资,抓住河口演变的有利时机,坚持不懈地进行,一定会取得成功。长江口和珠江口的治理具有重大的战略意义,应当作为继三峡工程之后的全国重点建设项目。与河口治理和建港工程密切联系的是海涂围垦。海涂围垦不仅可以增加城市、港口建设所需用地,而且也是固定河势、稳定岸线的重要手段,必须统一规划,严格按河口治导线,分期完成。长江口及其以南沿海,城市密集,港湾岛屿迫切需要开发利用,单项围垦工程规模相对较小,易于实施,应当作为近期开发目标。长江口以北黄海、渤海的靠岸浅滩,面积大,水深小,具有围垦的巨大潜力,对 21 世纪沿海经济的发展影响很大,应当尽早开展研究工作,制订开发规划。沿海围垦中关键因素是土地的合理利用和淡水来源,必须在规划中认真加以解决。

4. 环境水利工程将是 21 世纪新兴水利事业

本世纪内,水利建设的目的,主要为发展经济服务,建设社会效益和环境效益都十分突出的区域性水利工程体系。但是,由于修建水利工程,在一定程度上改变了地表水、地下水的分布和土地利用状况,致使部分地区河道枯萎,部分地区河湖水域缩小,部分地区的生态环境恶化,给进一步防治旱涝灾害带来了不利影响。有些地区情况十分严重,如塔里木河、河西走廊各河下游,由于上游过量开发利用水资源,形成大面积地下水位下降,极其珍贵的原有地表植被大量死亡,已经造成了不可挽回的损失。广大地区水土流失没有得到有效控制,

是一个长期影响环境改善的重要因素。水是环境的关键要素,必须正确认识水利与环境的关系,水利建设必须为改善环境服务。21 世纪,环境水利工程应对下面几个方面进行深入研究,并作出相应的措施安排:将水土保持工程从改善农业生产条件提高到改善城乡居住环境的高度,全面开展;对具有战略意义的塔里木河下游、河西走廊各河下游,以及影响国家安全的战略通道最低限度的需水要求应予保证;为防风、固沙,防止沙漠南移,提供必要的水源,如结合远景跨流域引水工程,应考虑长城沿线恢复植被建设林带的必要水源;为保持和改善环境,必须适当满足部分半干旱地区的河道用水;结合城乡建设,逐步建成河、湖、渠、沟系统与造林绿化相结合的园林化的城市和农村。

三、开展科学技术研究,引导水利事业健康发展

21 世纪,水利发展将出现一系列新情况和新问题,既需要不断进行现状调查、历史经验总结,又需要积极开展科学技术研究,特别要重视水利科学基础研究、河湖水系演变的观测试验和宏观综合性研究工作。除了常规的水利科学技术研究外,需要加强研究的主要课题有:城市化水文效应的观测试验和对防洪、排水的影响;河道演变,特别是河口及其附近海域水沙运动的规律;以城市为中心全面综合利用大江大河水资源的规划;水利工程设施与城市公用设施密切结合、充分发挥工程多种功能的技术措施和发展政策;城市水环境保护、污水资源化的技术措施和法规政策;城市水资源管理,包括水资源(地表水、地下水、污水)统一管理的科学模式和管理体制,水资源综合利用促进法,水资源开发利用的经济政策、价格体系、分工和权属关系以及保护责任等法规政策,国家、企业、农民在水利建设和管理中费用负担的基本原则和办法等。

(责任编辑 蔡今)

(上接第 11 页)

论。但是,在自然科学教育中,标准答案观的影响依然存在。从课堂教学到全国统一性的考试制度,都在一定程度上灌输着“标准答案”。

最大的影响也许是对“正确”和“错误”的一元化理解。其实,对一个命题的评价,至少可以沿四个维度来进行:(1)真实性。它是否符合于外部世界?(2)真诚性。它是否符合于说出该命题的人的内心世界?(3)正当性。它是否符合于社会公认的规范,主要是伦理的规范?(4)明晰性。它是否简单、易接受?是否能自明?是否合乎逻辑?标准答案观的第一个弊端在于把四种标准混为一体。而当它用其中

某一个标准去代替另一个,甚至代替所有其它标准时,就更具有实践上的危害性。

因此,尽管在我们的讨论中,当前存在的缺陷被分为三个方面,但是彻底地解决问题离不开整体科学教育观念的变革,建议对沿用的“学科学,用科学”口号进行改革,代之以下述口号:“学习知识,理解自然,从事科学,运用理性”。这里,知识是具体的知识,自然是开放的自然,科学是实证的科学,理性是明晰的(主要是逻辑的)理性。教育观念如作出这样的转变,终将消除“高分低能”现象,为我国 21 世纪的科学事业奠定基础。(责任编辑 蔡德诚)