

我国科学方法教学的传统 反思及研究展望

胡扬洋¹, 乔通²

(1. 首都师范大学 教育学院, 北京 100048; 2. 西南大学 科学教育研究中心, 重庆 400715)

摘要:我国科学方法教学的传统存在描述方式粗线条化以及教育内容的知识决定论倾向。科学方法教育的心理学基础包括皮亚杰的认知结构理论和信息加工心理学。科学方法教育的科学哲学基础是一种科学的结构观,其中布鲁纳和施瓦布有不同的观点。基于历史与哲学的视角,科学方法的特征被概括为主体性、客观性、试探性和历史性。科学方法教育发展的进路包括科学方法教学心理学的深入研究、科学方法课程内容的进阶研究、科学方法教学方式的逻辑研究、科学方法教育理论的系统研究、物理科学方法的科学教育哲学研究。

关键词:科学方法;科学教育;科学教学;科学结构;学习进阶

中图分类号:G40-03 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-8129(2015)03-0057-08

一、我国科学方法传统描述方式的粗线条化

科学方法教学的思想蕴含于对科学方法界定和表述的语言中。上世纪七八十年代,我国物理教学的早期研究者阎金铎先生,基于物理学的深厚修养以及在中央广播电视大学主讲《基础物理》的丰富教学经验,在讲述“教给学生分析物理问题的方法”时提出:“物理学作为一门科学,从客观到主观,从具体到抽象,有一套完整的科学体系和一种独特的思维方法、处理方法。”并以一力学问题为例说明了“解决问题的思路 and 步骤”,包括:(1)明确所研究问题的整个物理过程,这是分析的前提,只有搞清了物理过程,才能根据问题的要求和计算的方便,正确、巧妙地确定研究对象;(2)分析研究对象的受力情况,这是解决问题的关键;(3)考虑研究对象的特点,选用所遵循的规律,或考虑有无加速度,或描写初状态或末状态;(4)建立坐标系或规定正方向,或规定势能的零点,根据所遵循的规律列出方程;(5)求解,必要时进行讨论^[1]。这种概括体现了科学方法的完整性和基础性,对规范当时我国的物理教学有其必要性与重要作用。

老一辈物理教育家乔际平先生则将“一般解物理问题的思考程序和步骤”概括为:(1)弄清物理现象和物理事实,搞清物理过程;(2)确定研究对象;(3)分析过程特点,根据物理过程的特点选用定律,列方程、求解,即将物理问题转化为数学问题;(4)分析答案,即再将数学问题还原为物理问题,看一看在物理上说明什么问题,是否符合物理事实^[2]。这种概括方式将解决问题的起点拓展到“物理现象”,并且将最后一步“讨论”的内容明确为“还原为物理问题”,不仅更鲜明地体现了科学的内涵,而且整体上更加简约。

以上两种关于科学方法的论述大同小异,均属同一层面的概括。在两位先生合编的《高中物

收稿日期:2014-11-10

作者简介:胡扬洋,首都师范大学教育学院博士研究生。

乔通,西南大学教育科学研究中心博士研究生。

理:概念·规律·方法》一书中,对从力学到电磁学的各个单元知识分别作了结合性的说明,每章均分为基本概念和基本规律、解题的基本思路和方法、解题的某些技巧和其他问题三个部分。表 1 是第三章“运动学”的基本框架^{[3]31-54}。

表 1 《高中物理:概念·规律·方法》“质点动力学”部分内容框架

序号	节次	内容
1	基本概念和基本规律	1. 路程和位移;2. 时间和时刻;3. 速度;4. 加速度;5. 匀变速直线运动的规律。
2	解题的基本思路和方法	1. 根据题意确定研究对象;2. 明确物体做什么运动,画出草图;3. 考虑运动过程的特点,选用反映其特点的公式;4. 建立坐标系或选定正方向,列出方程;5. 求解,必要时进行讨论。
3	解题的某些技巧和其他问题	1. 从运动学基本规律中导出的一些推论;2. 用 v-t 图解题;3. 以解题方便为原则,坐标系可任意选取。

如表 1 所示:前述对科学方法的概括被纳入了第二部分,而第三部分“解题的某些技巧”则包括了当前教学中强调的“整体法”、“隔离法”、“图示法”、“假设法”等“科学方法”以及更加细致的“解题技巧”。

值得肯定的是,一线科学教学历史形成的关于“科学方法”、“解题技巧”的表述看似细碎、功利,实则有其必要性,且反映了长期以来教学经验的厚重积淀。而一种声音却认为这是“方法泛滥”,其实这是因为对科学教学的专业性缺乏理解,并对学生学习科学的困难程度估计不足造成的。正是鉴于对科学方法教育内容的理解混乱,近年来有论者提出了在课程标准中纳入科学方法的必要性,因为课程文本对以上科学方法的排斥有可能造成“自取其短”的遗憾,然而这并不代表传统的科学方法表述没有不足。

二、科学方法教育内容的“知识决定论”及其成因

科学方法的传统概括方式对提升当时的教学质量是作出了贡献的,但是由于历史局限,该种概括方式亦失之笼统,并进而直接导致了科学方法教学内容的“知识决定论”倾向。有老一辈研究者提出:“分析物理问题的思路和方法不是凭空而来的,其依据仍然是有关的基本概念和基本规律。”^[1]这种观念的影响极大,以至于有研究者将其进一步发展为“内容决定方法”^[4],其“内容”指的仍然是科学知识本身。这种“知识决定论”的影响一直绵延至今。

在肯定传统科学方法表述方式合理性的同时,亦应指出:关于科学方法的教育内容,“知识决定论”的观念已极大地束缚了科学教师的教学观念和科学教育水平的继续提升。其深层原因则是我国传统科学教学囿于习题而忽视“原始问题”的导向。近年来已有诸多学者对原始问题展开了系统的研究,使我们有条件洞悉科学方法教育内容“知识决定论”的本质。邢红军教授指出:“原始问题是对自然界及社会生活、生产中客观存在,能够反映物理概念、规律本质且尚未加工的物理现象的描述。而习题则是把物理现象和事实经过一定程度抽象后加工出来的练习作业。”^[5]两者的关系与区别如图 1 所示。

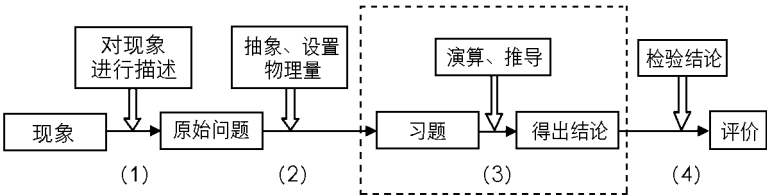


图 1 原始问题与习题的关系和区别

传统的习题局限于图中的虚线框中,缺失了从科学现象出发,聚焦问题、建立模型、设置物理

(科学)量等原始问题的特有心理表征(representation),而直接从“小车”、“滑块”等抽象完成的模型与质量(m)、体积(V)等明确的科学量出发,这就必然导致所使用科学方法的片面与异化。具体而言,习题解决不需要建立模型的过程,只需要判断所要运用的科学知识,进而进行数学推演,这一过程在科学方法教育内容上,也就自然地反映为“知识决定方法”的观念了。显然,解决科学原始问题所包含的直觉、灵感、抽象、概括等科学思维都注定无法在习题中找到位置,而它们正是科学方法的真正源头,且或许更为重要。因此,并非“知识决定方法”,而应是“问题催生方法”。

综上所述,将科学思维局限于知识框套与数学推演才导致了对科学方法描述的粗线条化与教育内容的“知识决定论”。这种片面性会使得学生对科学思维过程的体验无法深入与完备。而事实上,由外显的操作到内隐的思维,由粗线条的描述到精细化的界说,其实体现着一代人、两代人甚至整个民族科学素养的提升。诚然,我们不能苛求前人,但需做到继往开来,有所创新。

三、科学方法教学的心理学基础

我国科学方法教学理论与实践的发展已历经几十年,作为一种教学工作,其心理学的依据与基础亦需要被深刻地理解。对教学问题,诚如杜威所言:“心理的考虑或许会遭到忽视或推在一边,但它们不能被排除出去。把它们从门里赶出去,它们又从窗子里爬进来。”^[6]更何况科学方法与人们的科学认识成果密切相连,甚或科学方法就是认识的成果本身。

(一)科学方法教学的皮亚杰认知心理学基础

皮亚杰的认知心理学对儿童发展与教学产生了重要影响,科学方法的教学已无法回避这一重要的研究体系。在皮亚杰的认知心理学中,“图式”是指动作的结构或组织,这些动作在相同和类似环境中由于不断重复而得到迁移或概括。主体所具有的第一个图式是遗传获得的图式——反射图式,通过机体与环境、主体与客体的相互作用,在反射图式的基础上建立起感知运动图式,以及后来的具体运算图式、形式运算图式。儿童的认知发展实际上就是由低一级水平的图式不断地在环境适应过程中建构成高一级水平的新图式,从而使其认知结构不断发展、完善。而图式的“运算”就是一种能在心理上进行的、内化了的动作。进一步,皮亚杰把动作分化的内向发展成为内化建构,而把动作分化的外向发展成为外化建构,两者合称双向建构^[7]。这为科学方法的教学提供了有效的指导和启示。

笔者认为:科学方法就是图式中“动作”的高级形态,外化的“动作”就是科学学科方法,内化的“动作”就是科学思维方法,二者在主客体的相互作用中共同参与内外建构。由于学科方法是由思维所操纵的,所以习得、使用学科方法过程本身也是对思维方法的训练。没有思维方法的参与,学生就无法将客观的学科结构内化为认知结构。以上与皮亚杰认知心理学的联系对科学方法的分类和教学都提供了宝贵的基础。

(二)科学方法教学的信息加工心理学基础

信息加工心理学作为当代认知心理学的主体内容,笔者亦试图对科学方法及其教学作出基于信息加工心理学的分析。根据加涅的学习结果分类理论,学习被分为五种类型:言语信息、智慧技能、认知策略、动作技能、态度。科学方法属于认知策略。以上每一种类型的学习都需要一定的条件才能实现,其中,学习条件分为必要条件和支撑性条件。必要条件是学习中不可缺少的条件。缺少必要性条件,学习便不能出现。支撑性条件是对学习产生加速或减速作用的条件。缺少支撑性条件,学习不一定不能发生,但其效率不高。科学概念和规律的学习属于智慧技能的学习,而智慧技能学习的必要条件是较简单的智慧技能的构成成分,其支撑性条件是态度、认知策略和语言信息。科学方法作为认知策略,对促进科学概念与规律的学习起着重要作用。

信息加工心理学把问题解决看作是信息加工系统对信息的加工,把最初阶段的信息转换成最终状态的信息。学者将学习的信息加工过程区分为加工过程和执行控制过程,前者如信息的输入、

短时记忆、长时记忆和提取等过程,后者指对信息加工过程起监测和控制作用的过程。从整个解题过程来看,如果学生遇到熟悉的题目,头脑中储存的科学知识块很快被调动起来,题目就顺利地得到解决。而如果学生遇到比较复杂的题目,他就必须动用头脑中的相关知识,并根据题目特征尝试各种策略来寻找答案,在这个过程中就需要用到科学方法。应用知识过程中的科学方法就相当于对人的心理加工起控制和调节作用的执行控制过程,对整个解题过程起着控制和调节作用。

(三)科学方法作为认知策略的学习机制

对科学方法作为认知策略的归属需从程序性知识的分类谈起。在信息加工心理学的视域下,知识被分为陈述性知识和程序性知识两大类,而程序性知识又被分为智慧技能与认知策略,如图 2 所示。

智慧技能是一般所谓“技能”的一部分,而认知策略则是一种特殊的程序性知识。相较而言,认知策略是对内调控的,它的作用对象是我们头脑内的学习、记忆、思维等活动过程;而智慧技能是对外办事的,它作用的对象是外界的符号、事物。科学方法是作为科学认识主体为把握科学认识客体而采用的一般思维手段,对科学主体的活动起着调控作用,因此科学方法的学习属于认知策略的学习。

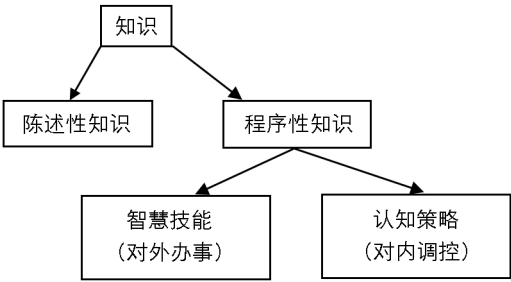


图 2 知识的分类

从知识表征的角度来看,包括认知策略在内的程序性知识是以“产生式”的形式在头脑中进行表征的。产生式这一术语来自计算机科学,信息加工心理学创始人西蒙和纽厄尔认为,人脑与计算机一样,均为符号系统,其功能都是操作符号。计算机之所以具有智能——能完成各种运算和解决问题,是因为它储存了一系列以“如果/那么(if/then)”的形式编码的规则的缘故。相应地,人经过学习,头脑中也储存了一系列以“如果/那么”的形式表示的规则,这种规则也被称为产生式。

有论者认为科学方法属于程序性知识中的智慧技能,而不是认知策略。笔者认为,这种认识混淆了智慧技能和认知策略这两个心理学概念。如前所述,智慧技能和认知策略同属程序性知识,它们都是以产生式的形式在头脑中进行表征的。它们的不同在于:智慧技能是对外调控的,认知策略是对内调控的。所谓“对外办事”是指激发起思维操作(即行动)的条件是外在的信息,比如看到题目中有两球相碰这一信息,立即想到动量守恒知识;而所谓“对内调控”则是激发起思维操作的条件是内在的心理感受和思维过程。例如,通过审题发现题目中所提供的信息不足以确定具体的科学过程,这时想到用“假设法”,在这里,激发“假设法”这一思维操作的条件是“意识到题目中信息不足”这一内部心理状态和思维过程,而非题目中直接给出的信息。因此,科学方法的心理学本质是认知策略,而不是单纯的智慧技能。

四、对科学方法基本特征的认识与启示

对科学方法教育传统进行追溯与检讨后我们得到的启示是:科学教育教学的发展已注定无法回避对科学本质、科学史观的理解,单纯的抽象的习题训练不仅使科学方法本身受到限制,更使整个科学思维模式与文化生态受到损害。为更为深刻地理解传统、展望未来,笔者立足历史与哲学的视角,总结了科学方法的主要特征及其对科学方法教学的启示。

(一)科学方法的主体性

科学认识过程是人类自觉能动地认识自然的过程,科学方法作为科学工作者实现认识目的的手段,其产生亦是科学劳动者自觉能动性发挥的结果和体现。如果没有获取科学真理的强烈愿望也就不会去努力寻求获取和运用真理的手段。正如爱因斯坦所言:“要是没有追求清晰理解的热

忱,甚至根本就不会产生科学方法。”^[8]此外,科学方法的主体性除了体现在科学家的主观能动性之外,还体现为科学研究的目的性。人类正是为了探索自然界的规律才对自然进行深入细致的观察,也正是为了从自然界中获取自己所期望的事实才从事科学实验。费尔巴哈说过:“一切手段就应当是目的。”目的正是手段的本质规定,离开了目的,手段就不成为手段。而传统科学方法教学思想倾向于将科学方法视为绝对客观的存在,由此就不免导致科学方法课程与教学的机械与片面。

(二)科学方法的客观性

从认识和改造自然的视角来看,科学方法来源于人的主观,从而容易给人们一种印象:似乎科学方法是纯粹主观自生的,科学方法不过是科学家们为了自己的方便而制定的,因此可以随心所欲地选择或约定自己使用的方法。其实不然,任何一种科学方法都是人类在科学实践中逐渐形成的,并且在认识世界的实践中,始终要根据客观实际,依据目标和实际情况去选择并确定自己的研究方法,正如卡拉汉说:“归根到底,我们判断那种方法更多的是应用它的结果和后果,而不是用它的先验的可靠性。”^[9]人的认识规律性经过千百次的实验检验才在人的意识中以某种模式固定下来,科学方法因此才具有普遍的客观性。这一认识对科学方法教学思想的启示是:基础教育阶段的科学方法的教学不应采取过于激进的解构主义科学观与知识论,而应时刻使学生意识到科学方法是符合客观实际并能达成主观目的的一种手段。

(三)科学方法的试探性

由于科学劳动总是针对尚未清晰的领域,因此科学活动和其运用的方法必然具有尝试性和探索性的特点。这种探索性来自自然界本身复杂与多样的联系,这种联系使得人类的认识不可能一下就找到其中的规律,而需要反复地尝试和猜想,并反复将猜想与事实相比较才能发现其中的规律,正如开普勒尝试了七十余次才最终发现了行星运动的椭圆轨道。科学家正是通过无数次的尝试,最后才找到与事实符合的猜想,获得科学成就,而不是轻而易举地就找到那把“打开自然秘密的钥匙”。鉴于此,科学方法就不能被周密地、一次性地传授或训练,而应允许科学方法的学习拥有大胆尝试、科学外推、直觉预测的因素。这在很大程度上正是科学研究更为完整的内涵。

(四)科学方法的历史性

科学方法的发展与科学的历史发展是并驾齐驱的,不同的历史时期都有新方法的涌现与旧方法的消亡。古希腊时期的哲学家和科学家更关注对自然的整体理解,因此这个时期的思维方式与探索自然的方法是思辨的、猜测的和玄想的,其重视理性而轻视实验,更不会有实验方法的出现。这种对待自然哲学的态度一直持续到中世纪乃至文艺复兴时期。到了近代,伽利略发明了实验观察和数学推理结合的方法,由此拉开了近代科学的大幕。而现代科学则出现了向理性方法和审美方法的回摆,爱因斯坦的探索性演绎法、逻辑简单原则、准美学原则、形象思维等科学方法就是其集中体现。进入20世纪,方法论手段急剧分化,并经常由科学本身造就出具体形式,具体表现为在现代科学中,数学、控制论和专门研究方法论的科学部门,都已起着重要的方法论作用。然而,与此不相称的是,基础教育阶段的科学课程主要集中于近代科学,并且缺乏综合化的整体设计,由此也不免使科学方法教育内容存在局限。因此,增加科学课程中现代科学的内容并加强历史感,从而使科学方法的教学体现科学发展的思想史,就是需要进一步探索的方向。

五、科学方法教学的科学哲学反思

如前所述,科学方法教育教学的发展已无法回避作为文化的、完整的“科学”。而提升科学素养、理解科学本质事实上已成为当前国际科学教育改革核心理念。科学教育观念的变革需要在一般的教育学、心理学的基础上开展史哲纵深研究,而科学哲学则是科学方法教育必须引入的反思视角。

(一)科学方法对科学本质观的建构

“科学方法”作为一种科学教育的教学观以及科学教学中使用的话语,正体现了一种对科学结构的“建构”,这已然涉及了一种科学本质的观念。事实上,在各种哲学、科学哲学、教育学的论述中,“思维”、“方法”、“过程”等概念往往相互交叠、不加区分,其内涵都在于说明如何由一种(或多种)知识(或现象)得出另一种知识。因此,科学方法的体系实则表征了科学学科的一种内在结构。而对科学方法把握的方式,就意味着对学科结构方式及其精细程度的认识。

具体而言,科学方法的确定性、客观性越强,就说明该门学科的结构化程度越稳定、越精密,也即“范式化”程度越强。因此,提出“科学方法教育”的前提就是肯定学科结构的存在,并坚持要以结构化的认知方式看待科学。这实际上是一种“经典”科学本质观的反映。

与此相反,一些后现代、激进建构主义的科学观对科学本质则采取了“去结构化”的观点,而“去结构化”就是“去方法化”。例如有后现代科学哲学家认为:并没有什么科学方法,而是“怎么都行”^[10],这种科学观与我国的“本土实用主义”传统共同影响了科学教育对科学方法的态度。鉴于此,笔者认为:基础科学教育应谨防极端的“去方法化”的不良影响,并对科学学科进行必要的、明确的结构化把握。

(二)两种科学形态下科学方法的不同价值

从另一视角来看,上述的经典科学本质(结构)观并不新鲜且并不唯一,布鲁纳的结构主义课程与教学论早已在国际基础教育课程改革中产生了深远而广泛的影响。从某种程度上说,这也是我国科学方法教学思想的源头之一。然而,长期以来为实践所忽视的是美国生物学家、教育学家施瓦布的科学学科结构观。与布鲁纳不同,施瓦布区分了两种不同的“科学”:当学科处于按同一的探究方式而不断地开拓新知识、新领域的状态之时,施瓦布称之为稳定的科学(stable science);当旧的探究方式不能解决新的问题时,原有的探究原理受到怀疑,新的尝试性的探究原理取而代之,应用旧的原理而获得的知识被遗弃,其中所包含的事实被重新组合、重新使用,这一时期,学科便处于流动状态,施瓦布把处于原理转换时期的科学称为流动的科学(fluid science)^[11]。

若以科学哲学家库恩的科学革命学说来审视,“稳定的科学”就相当于科学范式稳定时期的“常规科学”,而“流动的科学”就相当于科学革命时期范式的转换。相较之下,布鲁纳的科学结构观更倾向于特指常规的、稳定的科学,而施瓦布的学科结构观则显然更加完整和全面。在此基础上,施瓦布提出的科学教育主张强调培养学生的“科学探究能力”,这是一种“对探究的探究”,是一种批判性地理解科学的本性与过程的能力^[11]。

以上对“两种科学”的区分也伴生了对科学方法重要程度的不同判断。在“常规科学”的观念下,科学范例的意义更为强烈,科学知识更加具有确定性和“经典”性,因此,获得这些知识的过程中所使用过的科学方法也“分享”了足够的合理性,从而获得了被仿效的地位与价值;对“革命的科学”,“科学革命”的目的本身就是追求新的科学知识,而新知识的未然性与不确定性也必然造成了新科学方法的未然与不确定,而旧有的科学方法则已经成为了“革命”的对象。对于这两种不同的科学方法观,科学教育注定要在复杂性中作出抉择。

(三)科学方法教育的科学社会学诠释

事实上,与科学工作一样,科学教育亦无法在真空中展开。因为科学与科学教育工作都是一种社会活动,所以对其进行研究时就需要社会学视角的介入。具体而言,施瓦布的科学结构观貌似比布鲁纳的更加完备,但是若仍以库恩的范式学说来审视,则可发现其在更深层次上的一种缺憾。虽然有学者认为施瓦布与库恩“差不多同时分别提出了较为一致的元结构理论,只不过库恩采用了范式的概念,用范式的科学和革命的科学来表述科学革命的结构,而施瓦布使用的概念则是稳定的科学和流动的科学”^[11],但是施瓦布终究未能提出“范式”这一概念,从而不可避免地失去了理解关于范式的社会学以及心理学内涵的机会,这使其科学哲学观在库恩的学说面前显出了局限性。

库恩的科学革命理论认为,常规科学(有稳定范式的科学)使科学家避免在第一原理上陷入无谓的争论,从而形成科学共同体,使研究能朝一个方向有组织地不断深入下去。因此,拥有范式对于科学来讲绝对是幸事而非憾事。而科学革命则不仅存在于科学真理发展的内在维度,亦存在于科学作为社会建制的“社会革命”之维。

施瓦布未看到科学范式的社会学之维,进而在其论述中缺少了一种“科学教育社会学”内涵。事实上,科学作为一种社会建制,同属其建制组分的基础科学教育注定是“常规”的、培养常规科学家(工作者)的,甚至其本身就是在为科学“塑造”(或规训)范式。因此,企图在科学建制下的科学教育领域施行“革命—流动”的科学,无异于使科学共同体“自毁长城”。综上所述,施瓦布的学说为何没能在科学教育界占据主流,而布鲁纳的“常规”科学结构(本质)观的影响为何能够如此深远?以上分析应该能够为科学教育者提供启发。

六、科学方法教学的研究展望

通过对我国物理科学方法教学思想进行深入梳理,其最大的启示意义在于对传统思想在发掘与尊重基础上的深刻反思与理论分析。对科学方法教学的进一步研究则可从以下进路展开。

(一)科学方法教学心理的深入研究

科学方法教学心理的研究不仅存在基础理论的局限,而且未能体现基础教育不同学科的特征。具体而言,基于信息加工心理学由于其早期目的和理论基础的局限性,使得它受到形式逻辑规则的约束和信息加工系统中假设特征的制约,表现出外部效度或生态效度不高的缺陷^[12]。而在不同学科间,物理学科、化学学科、生物学科等的科学方法教学方面,分别有何种不同的教育心理学规律,这些都需要进行具体深入的研究。

(二)科学方法课程内容的进阶研究

在我国基础教育课程改革的背景下,已有诸多学者提出要将科学方法教育纳入课程标准与科学教科书,这一主张需要更为具体、系统的落实方案。国外关于“学习进阶”的研究为科学方法课程内容的安排提供了启示。有学者指出:学习进阶的实质是刻画学生特定心理结构的阶段性发展^[13]。学习进阶的理念已被体现在如美国国家科学教育课程标准的“共通概念—核心概念”的整合系统之中。科学方法课程内容亦有必要借鉴这种方式,因为我们发现,科学方法亦体现出了从具体到抽象的层次性特征,其对应的认知水平与思维方式需要以进阶发展的视角进行整体观照。

(三)科学方法教学设计的逻辑研究

用“程序”、“步骤”等描述科学教学的过程已遇到了极大的争议,其缘于基于信息加工理论的教学设计的范式局限。“科学方法”视角的提出使科学教学的过程更多地凸显了学科特征,这使对具体教学过程的安排有可能避免了抽象心理学、教育学条目的附会与框套,而更多地依据学科本身的内涵。由于任何科学知识的获得与应用,以及科学的探究都要经由科学方法,因此,科学教学的过程本身就是科学方法合乎逻辑的展开。由此,教学过程也拥有了内在的“教学的逻辑”。与“程序”不同,“教学的逻辑”突出了科学的思维方法,表明了时空次序的联系与意义。更为微观地说,教学的逻辑不仅包括教学语言的逻辑性,教师的教学设计、举手投足、演示的节奏、板书的结构、活动的安排等都是教学的逻辑,因此都需要教学逻辑给以解答并不断叩问。

(四)科学方法教育理论的系统研究

科学方法教学的研究与实践在我国已开展了几十年,对其进一步研究不应再满足于经验之谈,而应着手构建适应我国教学实际、有中国特色的科学方法教学思想,这事实上已经成为了实践领域的迫切要求。近年来我国学科教育领域兴起的“高端备课”^[14-15]研究同“高观点(Advanced Stand-point)”^[16-18]研究一道,都反映了最近几十年来科学教育的研究积累对课堂教学发挥的影响并使二者相互交融的趋势,这更是科学教育理论与实践开始真正结合的重要生长点。这种融合有赖于系

统完备、逻辑一致,且富有实践力的科学教育理论体系的发展。

(五)科学方法的科学教育哲学研究

类似于“科学革命”这一主题之于科学哲学,“科学方法”亦有潜力成为科学教育哲学思考的“范式”或突破口。前述对科学方法的科学哲学讨论已然为此提供了重要启示,而现实中关于科学方法的议题则更加丰富。譬如,虽然确定性的科学方法是常规科学的重要特征,而为什么科学方法教育反而在科学界有很大争议?是否科学教学与科学教科书都必然地在塑造科学范式?事实上,科学教育作为一种建制,现实中处于科学建制与教育建制的“张力”之间。就我国而言,从“三机一泵”到“科学探究”,科学教育的理念与教科书编写从来都受到科学建制以外的理念与力量更多、更强地干预。类似的话题还有很多,这些都需要展开科学教育哲学的反思。

参考文献:

[1] 阎金铎. 中学物理教材教法[M]. 北京:北京师范大学出版社,1981:54-55.

[2] 《乔际平教育思想文集》编委会. 乔际平教育思想文集[M]. 北京:首都师范大学出版社,2011:42.

[3] 阎金铎,乔际平. 高中物理:概念·规律·方法[M]. 北京:北京师范大学出版社,1983:31-54.

[4] 中央广播电视大学杂志编辑部. 物理[M]. 长春:吉林人民出版社,1984:10.

[5] 邢红军,刘利. 物理教学促进中学生思维品质的发展研究[J]. 课程·教材·教法,2013,33(7):97-102.

[6] 施良方. 课程理论:课程的基础、原理与问题[M]. 北京:教育科学出版社,1996:26.

[7] 李静. 运用原始问题促进中学物理素质教育的研究[D]. 北京:首都师范大学硕士学位论文,2008:25-26.

[8] 爱因斯坦. 爱因斯坦文集:第一卷[M]. 许良英,范岱年,译. 北京:商务印书馆,1976:397.

[9] 李醒民. 科学方法的特点[J]. 湖南社会科学,2009(1):30-39.

[10] 保罗·法伊尔阿本德. 反方法:无政府主义知识论纲要[M]. 周昌忠,译. 上海:上海译文出版社,1992: I-IV.

[11] 徐玉珍. 区分两种不同的学科结构理论——施瓦布与布鲁纳学科结构理论比较及其对我国科技教育的启示[J]. 课程·教材·教法,1996(8):55-59.

[12] 邓铸. 问题解决的表征态理论与实证研究[D]. 南京:南京师范大学博士学位论文,2002:33-34.

[13] 王磊,黄鸣春. 科学教育的新兴研究领域:学习进阶研究[J]. 课程·教材·教法,2014,34(1):112-118.

[14] 王磊. 从知识解析为本到基于学生认识发展 促进化学教学设计与实践向高水平跨越——北京师范大学化学教育研究所“高端备课”项目简介[J]. 化学教育,2010(1):2.

[15] 邢红军. 初中物理高端备课[M]. 北京:中国科学技术出版社,2014: I-II.

[16] 邢红军. 高中物理高端备课[M]. 北京:中国科学技术出版社,2014: I-II.

[17] 菲利克斯·克莱因. 高观点下的初等数学:第一卷[M]. 舒湘芹,陈义章,杨钦樑,译. 上海:复旦大学出版社,2008: I-II.

[18] 郑泰玉,王文涛,于海波,等. 高观点下的中学物理问题探讨[M]. 北京:高等教育出版社,2011: I-II.

Tradition Reflection and Development Road of the Thought of Science Teaching in China

HU Yang-yang¹, QIAO Tong²

(1. College of Education, Capital Normal University, Beijing 100048, China;

2. The Research Center of Science Education, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: The traditional science teaching in China is characterized by broad-brush description and knowledge determinism in educational content. The psychological base of science education consists of Piaget’s cognitive structure theory and information processing psychology, and its philosophical foundation is a scientific structural view, among which Bruner’s and Schwab’s opinions vary. Based on the angel of history and philosophy, the scientific method is characterized with subjectivity, objectivity, exploratory and diachronism. The developmental access to science education consists of in-depth study of psychology teaching, the advanced study of course content, logical study of teaching methods, systematic study of educational theory and philosophical study of physical science methods.

Key words: science method, science education, science teaching, structure of science, learning progressions