

“发现教学法”的再发现

韩 锋

(新疆师范大学物理系 乌鲁木齐 830054)

把改进教学方法,使教育的重点从传授知识转向培养能力作为一个研究课题,多年以前就引起了一些有识之士的高度重视.人们逐渐形成了一个共识:由于科学技术的发展导致知识在日新月异地更新,所以教育(尤其是大学教育)应该在致力于传递和储存知识的同时,努力追求获得知识的方法(学会如何学习).要改善课堂结构,充分发挥学生的主体作用.要激励学生们的参与意识和进取精神;激励他们对未知领域的探寻精神.在教学中,针对学生和课程的实际情况,有的放矢地运用“发现教学法”,并在实践中不断改进,以创造出具有中国特色的新的启发式教学法.这对于教育的改革和整体的优化,促进教育面向世界、面向未来、面向现代化,培养高素质的合格人才,有重要的实践意义和理论价值.

一、什么是“发现教学法”

50年代末,美国教育学家布鲁纳提出了一种新型的启发式教学法.主张学生在掌握知识结构的同时,更要学会独立地发现问题、探究问题和掌握解决问题的方法.主张在教学中最大限度地激励学生的想象力,让学生积极参与、经历和体会发现的过程.认识到“知识”是一个过程,而不是一些现成的教条.教学要从“掌握科学内容”向“也掌握科学过程”转移.无疑,这对启动学生的思维,并逐步形成正确的科学态度是非常有意义的.从60年代初开始,美国的一些重点大学开始对大学基础物理课程进行改革,尝试按照当时物理学工作者在各个前沿研究领域所使用的方式来介绍物理学.为此形成的教材有《伯克利物理学教程》1—5卷和《费曼物理学讲义》1—3卷.与此同时,前苏联则有所谓的“问题教学法”,它强调“通过让学生从事类似于科学家发现真理的学习活动,以调动其

学习主动性和积极性,掌握学习与发现的方法”.这些都可以看作是发现教学法思想的表现.

二、发现教学法的实施

研究一种教学方法,归根结底是一个实践问题,只有实践证明确实有效的方法才是好的方法.尽管在科学发现中充满了直觉、灵感和机遇的作用,我们仍有必要在教学中让学生们知道科学家们是怎么做的,模拟或重现当时的发现过程.在可能的情况下,将此过程浓缩和剪辑后,让学生们学着走一次.通过具体事例去把握复杂现象的本质和理解普遍的规律.当然,由于教学时间的限制,也由于教学性质的要求,我们没有必要,也不可能把科学发现过程中所有的失败和胜利的曲折历程再原原本本地重演一遍,而完全可以删削去发现过程中一些非本质或非规律性的枝节过程,突出其本质的和规律性的过程资料,使其脉络清晰,成为可以学习的东西.有时甚至也不必拘泥于一定是发生过的历史事实,只要是在那样的条件下可能发生的.因为我们不是做科学史的研究,而是要教给学生某种思想和方法.在朗道与栗弗席兹的名著——《理论物理学教程》的“量子力学(非相对论理论)”卷的第一章第一节中,用电子衍射现象来阐明电子具有波动性时,有一个注解:“电子衍射现象实际上是在量子力学建立以后才发现的.但在我们的论述中,我们不去拘泥于理论的历史发现顺序,而是尽量采用这样的讲法,使得量子力学的基本原理与实验现象之间的联系表达得最为清楚.”又如,在学习万有引力定律时,看看它怎样可以从开普勒定律中提炼出来,将是很有意义的.钱临照教授指出:牛顿那时已熟悉开普勒第三定律 $R^3/T = \text{常数}$.如果把它和向心力公式 $F \propto V^2/R$ 结合起

来,就有 $F \propto V^2 / R = 4\pi^2 R^2 / T^2 R = (4\pi^2 / R^2) (R^3 / T^2) \propto 1 / R^2$ 得到距离的平方反比定律. 事实上,牛顿却并不是从开普勒第三定律导出平方反比定律的,他用的是几何法和求极限的方法.

科学发现过程的再编制在教学上有三种方法(缩短、平坡和比较)是可供参考采用的. (1) 缩短,就是将知识内容和原发现过程加以剪裁,在内容上精炼浓缩,在时间和空间上进行简化. 爱因斯坦、费米和费曼等著名科学家授课时在这方面的做法值得记取:采用直观、生动的实例切入课题,目标明确,简明而清晰. 这里值得注意的是,不能把那些有重要启发意义的思维方法、有特色的事例也给“精简”掉,否则会使丰富多彩的科学发现过程成为“理所当然”的平淡乏味的程式. 在教学中如果能把科学家当时的思路、考虑问题的方法以及工作方式的特点等比较充分地反映出来,对提高学生的科学素养、能力和水平是很有意义的. 举例来说,人们发现,天王星的不规则运动行为无法用已知的定律加以解释,但如果假定在天王星外侧的某个轨道上有一个新的行星的话,一切反常现象就都可以解释了. 在勒威耶和阿丹姆斯计算出这一行星的位置以后,葛雷只花了半个小时进行搜索,就在离预定位置 1° 的地方发现了这颗新行星,命名为海王星. 学生们通过了解这个事例,可以学习如何正确地对待反常现象以及理论思维的重要. (2) 平坡,即对原发现过程坡度(跳跃度、难度等)较大的情况,加以平易化,使之变成对学生虽有一定的难度但在其水平上还是可以理解的东西. (3) 比较,是指把题材编制成可资比较选择的几种可能行得通的途径,学生运用已有的知识、经验和能力,在各种可能性中洞察和选择其中最好的解决方法. 这或许是“发现教学法”最富特色的地方之一.

总的来说,“发现教学法”就是要充分发挥学生作为主体的能动作用,利用缩短、平坡和比较等方法,对科学发现过程进行再编制. 适当地设计问题情景,从问题出发,激发学生的探讨心理. 想象一下,如果当初科学家没有发现它,

自己能不能通过一些推理、分析的步骤把它找出来. 反过来也可以说,想象一下当初这些联系和规律性的东西是怎样被科学家们发现出来的. 在这里,需要一些猜测,需要一些设想,需要站在当今科学的高度对真实历史进行一些简化和提炼. 正如我们已经说过的,因为我们不是在做精确的考证,只要事先跟学生说明,那么从教育的角度来看,这样做就是值得的,也是允许的. 这种方法的长处在于,学习和体会一下科学家创造性工作的过程,这对发展我们自己的分析、综合与评价能力是大有好处的. 学生的认识活动与科学家发现真理的探索活动在性质上并没有什么两样,学生应该而且可以在类似于科学家发现真理的活动过程中掌握方法和学习知识.

“发现教学法”的再发现,将使我们的教学有可能从罗列事实、条块分割、“述而不作”的状态中解脱出来. 学生学到的将不再是为了应付考试而死记硬背的知识教条,不是一个知其然不知其所以然的“知识库”. 只有通过科学发现的过程体会科学的精神和意义,我们的知识才是系统的、整体的且相互有联系的,而非零散的、片断的和孤立的,是开放的而非保守封闭的,才能使知识真正成为解决实际问题的工具.

三、“发现教学法”的再发现

我们所说的再发现,指的是针对我国当前教育的实际情况,继承和借鉴一般启发式教学法的思想与方法,从原有“发现教学法”的构成、特点和规律上进行实事求是的分析,加以适当地改进,创建有中国特色的“发现教学法”.

1. “发现教学法”强调知识和能力的均衡发展,防止过度专门的专业教育造成学生的眼界狭小,这无疑是正确的. 然而,系统完整的知识结构又是学生将来发展的基础. 教师可以在课堂讲授知识的过程中,精心组织材料,安排一个学生可以自己发现知识结构的环境,在教师和学生双向交流的过程中,引导学生发展能力. 在课堂设置上则可在必修课中侧重专业训练,在选修课中侧重知识面的拓展,当前尤其应注意文理多学科交叉与渗透.

谈牛顿的科学方法论

聂承昌

(华南师范大学 广州 510631)

牛顿所以能够为自然科学建立起一个历史的丰碑,除了他所处的历史条件外,主要是因为他自觉遵循和有效运用科学研究方法的结果。牛顿的科学方法,植根于自然界简单和谐的科学信念,继承和发展了培根的实验科学思想和伽利略的实验-数学方法,概括而言,就是实验-归纳、数学-演绎的方法。牛顿把这套科学方法,完整地概括在《自然哲学的数学原理》第三卷的“哲学中的推理法则”之中。

一、坚持简单性的科学原则

牛顿的法则1称:“除那些真实而足够说明现象者外,不必去称:‘除那些真实而足够说明现象者外,不必去寻找自然界事物的其他原因。’”同时他补充说:“自然界不作无用之事,只要少做一点就成了,多做了却是无用;因为自然界喜欢简单化,而不爱用什么多余的原因夸耀自己。”就质而言,这是一条简单性法则,牛顿把它置于众法则之首,可见它在牛顿科学思想中的重要地位。

自然界的事物无限丰富多彩,错综复杂的自

然现象简直令人眼花缭乱,但科学家的研究却一再表明,自然界的本原及其普遍运动规律是简单的。于是,简单性逐渐成为一种科学信念和原则。伽利略就认为:“自然界能通过少数东西起作用时,就不会通过许许多多东西来起作用。”牛顿把简单性作为一条指导原则,努力寻找能够解释自然现象的“真实而足够”的原因。比如,对于“什么力使行星保持在轨道上运行”这个所谓“17世纪两大问题”之一的解释,当时简直是众说纷纭。开普勒为了找出支持他的行星三定律的物理机制,提出了磁力说,他认为“几乎所有的多重运动都是由一个最简单的、磁力的和物质的动力造成的”,行星是由太阳发出的磁力所驱使的。当然,开普勒没有找到正确的答案。尔后笛卡尔提出了以太涡旋说,虽然一时附和者众,然而时间却证明他离真理更远。正是牛顿,建立起万有引力定律,才找到了使行星绕轨道运行的“真实而足够”的原因——万有引力,从而给这个世纪性问题作出了简单而圆满的答案,支配宇宙万物的万有引力定律公式本身则是简单

2. “发现教学法”强调在教学过程中,“完全是学生的活动”“实验操作系由学生自己设计,自己操作”。结合我国当前教与学两方面的情况,课堂教学仍然是主要的教学方式,教师仍然是起主导作用的。完全的学生活动极有可能造成教学时间的难以把握甚至教学秩序的混乱,导致教学水平的下降。我们的“发现教学法”必须注意这一点,不能由于学生的活动增加而失去控制和驾驭课堂的能力,造成放任自流。当然,这对教师的学术水平和组织能力也都提出了一个较高的要求。

3. 由于计算机应用的日益普及,将从根本上改变科学工作者的工作方式。人们将没有必要去手工完成那些有固定格式的、机械的计算

工作,而有可能腾出时间和精力去做更多的富有创造性的工作。这就要求教育适应这种形势,把教学的重点从传递和储存信息转向学习“发现”的方法。

从我们这些年的实践情况来看,针对学生和课程的实际情况,有的放矢地运用“发现教学法”,能激发学生的学习兴趣,引导学生思维分析的深入,学到的知识比较牢固和灵活。如果我们大家都来关心教学方法的改进,逐步将分散的、教师个人自发的试验推向有计划地、合理地阶段,将点上的试验逐步向面上推广,同时定期或不定期地召开学术会议进行交流探讨,那对我们教学水平的提高将是大有裨益的。