

教材·学校制度和社会进步——在纪念 牛顿《原理》出版三百周年时形成的思想

Teaching Materials, School System and Social Progress

于光远

(中国自然辩证法研究会理事长)

牛顿《自然哲学的数学原理》一书*初版序言写于1686年5月8日,出版时已经是1687年7月间的事情了。1987年正好是这部具有划时代意义的科学巨著问世三百周年。我在大学是学理论物理的,后来一直从事马克思主义理论工作,因此我认为在纪念中我应该写一篇理论性的文章,说一些自己的看法。于是我就以《教材·学校制度和社会进步》为题写了一篇不长的文章,发表在1990年6月9日的《科技日报》上。文章发表后我觉得言犹未尽,一直想再写一篇比较长一点的文章,好把自己的看法表达得更充分些。由于我答应担任《科技导报》顾问编委已有多,导报社也多次向我约稿,然而我始终没有动笔,现在我就决定仍用这个题目给这个刊物写篇稿,利用这样一个机会来实现我的那个心愿。

在纪念《原理》出版三百周年时,我为什么写这样一篇文章呢?一开始我想写的不是这个题目。《原理》是为古典力学和天文学奠定科学基础的著作。它在科学史上的地位非常高,其意义值得从多方面进行阐发。因此最初我考虑从科学的角度来写这篇纪念文章。我想先写一篇关于运动学基本规律的文章。“牛顿三大定律”是初中学生一接触到物理学课程就要学的,足见它的重要性。在牛顿《原理》发表之前,科学家对物体的运动已经作了许多观察和试验,在《原理》这本书中就特别介绍了伽利略所作的落体实验和好几位科学家做的物体碰撞试验。但是象牛顿那样归纳出运动的基本定理或定律之后,人们才能对物体运动作出精确的定量的描绘,才能对物体的运动有精确的

和定量的预见——即只要事先知道物体的质量和它在运动开始时处在怎样的状况以及在运动中受到外力影响的状况,人们就可以计算出运动将要经历的过程和达到的结果。这说明基本定理或定律的重要性。当然基本定理、基本定律总有它的适用范围。牛顿是把太阳系中的诸星体视作他说的物体。《原理》在讲运动基本定律时,牛顿就举行星和彗星为例。《原理》的主要内容就是根据运动学的基本定律对行星和彗星(当然也有地球的卫星——月亮)的轨道进行数学分析,从中发现和论证万有引力的存在和它的规律。《原理》应该被看成今天物理学界所谓的“宏观物体”在速度大大小于光速时的运动学的科学经典。因此我认为写篇用当代科学的眼光来评论三大定律的纪念文章还是一件有意义的工作。

在1987年我还想到,关于相隔一段距离的两物之间是否可以发生相互作用,是一个古老的物理学和哲学的问题。在《原理》出版之前,有众多的物理学家、天文学家、哲学家不承认这种作用的存在,不承认相隔一段距离的两物之间存在着吸引或排斥。磁石同性两极排斥、异性两极吸引的现象还未能改变这些科学家的观念。《原理》提供了相隔如此遥远的两个天体之间存在强大吸引力的有力证明,使相隔一段距离的两物间可以存在吸引和排斥得到公认。它的意义不限于力学和天文学,它对电磁学、光学等都有很大的指导意义。现代物理学中的强相互作用、弱相互作用等观点,归根到底都受惠于《原理》。因此我觉得用这个题目写纪念文章也是很有意义的。

我还考虑过以牛顿《原理》为例,讲讲数学在物理学发展中的作用。这个题目在当代也还是一个值得讲一讲的问题。在《原理》发表前后,牛顿和

* 牛顿这部著作是用拉丁文写的,题目是《philosophiae naturalis principia mathematica》,译成中文就是《自然哲学的数学原理》。世界英译本则改为《自然哲学的数学原理和宇宙系统》。

胡克关于万有引力定律发明权问题之争中,我认为牛顿有一个无可争辩的强点,就是他对万有引力的存在作了有力的数学论证。在万有引力定律的发现中,萌芽万有引力的观念,对万有引力的存在有了某种猜测固然重要,但是如果不能完成数学上的论证,就不能说完成了这项科学发现。牛顿先是在《论运动》这篇论文中,然后又在《原理》这部著作中,根据他概括出来的三大定律,对关于太阳系诸星体运行进行的天文观测得到的大量数据和前人对这种运行进行研究得到的规律性的认识作了严密的也是巧妙的数学分析,使人们为之折服。牛顿的功绩主要地就在这里,所以牛顿把他的这部著作命名为自然哲学的“数学原理”,突出了数学这两个字。

当然牛顿的发现不是偶然的,它有17世纪欧洲整个经济文化的发展作为历史背景。如果要对《原理》作全面的研究,这一方面的探讨也是不可少的,不过在1987年我没有想过要写这方面的文章。在30年代有一位何封,他写过一本从这个方面讨论《原理》的小册子。如果我记得不错的话。这本书是新知书店出版的。

我还考虑过其他一些题目,但是最后我还是选择了《教材、学校制度和社会进步》这个题目。在纪念牛顿《原理》出版时我想到这个题目,有这样一段故事。那就是,1942年是牛顿诞辰三百周年,我们这些曾在延安工作的、学过自然科学的人,并没有因为当时正处在抗日战争的艰苦岁月忘记了对牛顿这位科学伟人的纪念。当时,延安自然科学研究会已经成立了一年多。于是由这个团体发起召开了一次纪念会。会上许多人发了言,徐特立也发表了一篇热情的讲话。会后,延安《解放日报》发表了报道、通讯和文章。为了对这项纪念活动作准备,我通读了一遍《原理》的中译本。这个中译本是郑太朴翻译,上海商务印书馆1931年出版的。这是一部有三十六万个方块字的巨著。除了在第一篇前面有“运动的基本定理或定律”外,这部书的主要部分是运用平面几何方法来计算行星、彗星椭圆形轨道,论证万有引力定律。在微积分发展起来后变得很简单的问题,当时牛顿用平面几何去研究,却需要高超的技巧来克服不少困难。为此牛顿花了很多时间。1942年我读懂《原理》中的几何演算也花了不少时间。1987年我重读时又把自己做过的演算忘了,决心不再去做1942年做过的工作。可是这次我却加深了这样一个认识,那就是,后人实在没有必要去学习牛顿在《原理》中使用的方法。在有了火车和汽车之后,古代用来长途旅行的马车就应该淘汰;有了微积分之后,用平面几何的方法去研究行星彗星椭圆轨道的方法,也应该淘汰,没有必要让青年学生去学习。《原理》这本书

应该让科学史的研究者去钻研,青年学生只要知道有这样一本书就可以了。科学史的研究者对牛顿在当时巧妙地用平面几何的方法研究椭圆形轨道不得不表示钦佩,而从教育工作者的立场来看,就不得不认为应该绕开他的笨拙的运算——从现代人来看他的运算的确是非常笨拙的,让青年学生掌握聪明的办法。

于是我就想到了教材。

教材是按照教学的目的,遵循教学的规律编写的,或者挑选出来的,供受教育者和教育者使用的书籍和其他物件,包括教科书、教授法和各种教学资料等等。其中教科书当然是主要的。已有的教材中有一些不能视作科学著作,同时也有一些教材是为了专门教学的目的而写的科学著作或者是从原来的科学著作中挑选出来的。但是即便属于科学著作的教材,仍然不同于研究论文。两者之间存在原则性的区别。这种区别,不是在写作时是否需要进行科学研究,是否需要发挥创造性。研究论文是科学研究的成果,是创造性劳动的表现,这是谁都很清楚的。可是编写教材就常常不当作一种科学工作来做。其实要编写好一本教材,也要做认真的研究工作,也要发挥高度的创造性。教材和研究论文之间的区别在于它们对社会进步起着不同的功能,担任着不同的任务。研究论文的任务是提出和论证研究者的发现、发明和创造,用经过科学论证的新的观点和办法来促进社会的进步。因此评价研究论文的标准是它是否提出了新的观点和办法,这些观点和办法是否重要,它对所提出的观点和办法是否给予了有力的论证。研究论文的水平 and 价值就表现在这些地方。而教材的任务就是另外一个样子。编写教材不要求提出和论证新的观点和办法,而是要把历史上已经创造出来的文化成果,按照教学的要求、教学的规律进行系统的整理,即在已经创造出来的文化成果中挑选出更加优秀的、更加重要的,按照一定的逻辑体系进行传授。教材工作中的研究和创造性表现在“编写”中。评价一部教材的标准是看它选材是否得当,对人类文化的创造的介绍和概括是否准确,对人类文化成果的整理是否符合教学的要求,最后看它在教学中产生的效果是否比较理想。

要看到在漫长的历史长河中,人类在劳动中不断取得的优秀的创造物,这就是上面我们说的在编写教材时要对之进行系统整理的历史上已经获得的文化成果。在考虑到我们应该继承和发展已经获得的文化成果时,我对文化曾经下过一个定义:文化就是可以传播开来,可以一代一代传联下去的人类优秀的创造物。人类创造出来的已经成为文化成果的东西就会不断积累起来。文化积累和社会进步相并而行。两者基本可以视作同一

个过程。但是文化的积累不是简单的叠加,而是一个不断更新、不断提炼的过程。文化的内容是多方面的,包括知识(系统化了的知识就是科学)、艺术、技术、技巧等等。既然文化是可以传播开来、可以代代相传的人类优秀的创造物,不论它们的内容采取何种形式,也不论它们的价值是否非常高,我们都应该努力使它们保存下来,不能使我们在获得了它们之后又丧失掉。但是历史上人类创造的文化成果很多很多,而一个人可以用来学习和掌握已经创造出来的文化成果的时间却很有限,两者之间存在着尖锐的矛盾。如果没有解决这个矛盾的途径,就会出现这样两种情况中的一种:要么人类的后一代不能把历史上的文化遗产,甚至包括其中许许多多珍贵的、对于我们来说很有用的文化遗产保存下来,要么人们花了几乎全部时间去掌握已经获得的成果而没有更多的时间去从事创造。不论是哪一种情况,人类社会的进步便成为不可能的事。

客观的历史找到了这样的一条路,那就是事情并不如我上面说的那样绝对,而做到:(1)过去创造出来的文化成果比较不重要的丢掉了一部分,较为重要的尤其很重要的被继承下来了;(2)同时后人也能有时间去从事创造。之所以能够做到这一点道理就在于文化的不断更新和不断地得到提炼。比如,现在我们并不是从欧几里得的《几何原本》去学平面几何,并不是从牛顿的《原理》去学运动学的三大定律和万有引力定律。如果我们那样去做,学完今天的中学课程就已经相当老了,更不要说学完大学课程了。现在我们有比较好的教材,就可以改变这种状况。由此可见教材在社会进步中的重要地位了。

于是,人类的历史就呈现出这样一种规律性:

1、前人的发现和发明,写进教材,成为后人无须重新去发现和发明就可以掌握的知识,成为已知的东西,不再象未知的东西那样需要去探索。

2、学习经过系统整理后的教材,去掌握前人的发现和发明,比当初去发现和发明需要花费的劳动要少许许多多倍。对于这一点,马克思在《剩余价值理论》中写过这样一句话“再生产它(指一个科学研究成果——于注)所必要的劳动时间,和它的原始生产的必要的劳动时间,总是无法相比。例如,一个青年学生也可以在一个小时之内学会‘二项式定理’。”(《剩余价值学术史》第一卷,人民出版社1975年版,第391页)。

3、当后来的发现和发明取代了自己把它作为基础的早先的发现时,后人可以直接去掌握新发现和发明,不必重复历史的过程,因而可以更减少掌握知识的时间。

4、在编写教材中可以把前人的发现和发明不

断更新,高度浓缩,并且根据教学认识论、教学心理学的原理进行系统的整理,以大大提高效率。当然起作用的不止是教材,还有整套先进的教学方法。

5、在教材中,也就是在学习过程中,对学习内容有—个时间次序的问题。安排这种次序的原则是由浅入深,由易及难。这个次序同发现和发明的次序基本是一致的。因此,越是古老的发明和创造,越是会被低年级的学生所掌握,越是近代和当代的发现和发明越不得不安排到高年级去学习。不过这种次序并不是绝对的。在这里还要强调具体的问题通过具体的研究去解决。

6、因此存在恩格斯根据黑格尔所说的这样一种客观规律性:“人类的个体和历史的平行关系”(恩格斯《自然辩证法》,于光远等译编本第87页)。在没有开始学习科学知识之前,婴幼儿精神发展是距人类比较近的动物祖先和蒙昧野蛮时期的原始人智力发展的压缩了的再现。在幼儿开始学习科学知识之后,智力和知识的发展,可以视作人类进入文明时期之后文化史的压缩了的再现。整个学校课程和教材的由浅入深,人的个体的智力和知识的长进就同文化从古老到现代的发展相对应。

上面写的这几条说的是个别的人的问题。由于人类文化积累得如此之多,任何一个人都已经没有可能掌握这么多方面的文化遗产了。即使有一些有学问的人涉猎比较多的文化领域,但是涉猎面广的结果,就是不能在某些专门的领域钻得更深。而且,即使博学,也离全面掌握所有文化部门远得很。现在我们说的“全面发展”其实只能是很有限度的。为了一代人能够把历史上的文化遗产都继承下来,在学生时代就要有分工,就要建立分科分类的学校制度。这就是说,不但为了有一套先进的教学方法需要建立现代学校制度,为了青年一代能够打好全面掌握文化遗产的基础,也需要建立现代学校制度。我这里说的学校制度是广义的,它包括教育工作中常讲的学制,即包括按照受教育者的年龄和循序渐进的原则建立从幼儿园到研究生院的一整套教学机构。这一整套教学机构同一整套教材又是相互适应的。在学校中还有一整套教学方法和督促检查学习状况和升学、转学、毕业的方法及制度等等。学校制度是一个整体。学校制度也是随着社会的进步不断发展的。关于学校制度,我们可以讲的话很多,在这篇文章中我只想强调学习年限和分科分系两条。我认为这两条是最为重要的。

现在我讲一个关于教育的基本主张:我们应该有一个明确的观点,要做到青年一代在二十五岁左右,通过教材和学校制度能够把全部人类历

史文化遗产基本上掌握起来;在二十五岁以后,一方面继续学习掌握人类历史上已经取得的文化成果,而主要把时间和精力用于新的创造。这样社会文化就可以在原有的文化积累之上有更多的积累,整个社会也就可以在原有的基础上更加进步。

“二十五岁”这个年龄是我作出的判断。我没有什么特别的根据。我只是简单地作了这样一个计算,一个人六岁入小学,在小学、中学和大学一共学十六年,再加上三年研究生,这个人的年龄就到了二十五岁。社会上有这么多所高等学校,高等学校有这么多院系和专业,可以做到整个一代(不是某一个别的人)把全部历史文化遗产基本上掌握了。当然我说的这个年龄未见得那么准确,我希望教育学家、心理学家和社会学家做一番深入的调查研究,用某种科学方法去确定:通过历史上关于科学家、发明家获得发现、发明的年龄的记载,对于这一问题的研究也有参考价值。

我那么说,既是观察已有的事实后作出的一种判断,又是对教育工作的一种主张。关于人类继承文化遗产和发现发明,在不同历史时期有不同的情况。比如中国古代和近代,尤其是当代的情况就很不相同。我认为,要使得后人能在以比较短的时间掌握比较多的文化这件事情上更前进一步,就要有某种理想。我认为,应该为这种有科学根据的理想去奋斗,有意识地促进社会更快地进步。因此,在这样一件事情上要有一个正确反映历史学和教育学客观规律的明确的理论观点,要有在这个理论观点指导下的一套可行的教育主张和社会主张。这样的观点和主张要能引起教育学工作者和教育界的重视,被接受为工作中的一个指导思想。在这种思想指导下实践,要争取得到社会各界广泛的支持。广大青年也要能够接受这样的观点和主张,更自觉地在学校学习和在毕业后积极从事创造活动。

我有一个“分做三截的一对平行线”的形象的说法。在这里我制作了这样一张图。

图中上面这条线的第一截表示从原生生物到人类生物进化的过程,下面这条线表示胎儿在母腹中从受精卵到临产儿的成长。上下两条线有酷似的发展次序。它们的起点都是最简单的生物组织,它们的终点都是人。但是上面这一个经过了几十亿年漫长的岁月,下面这一个只有十个月。恩格

斯在《自然辩证法》里写道“人的胚胎的发展史仅是我们动物祖先从虫豸开始的几百万年躯体发展史的一个压缩了的再现”(同上引书第304页)。恩格斯这段话有一个缺点,那就是把地球上生物起源的时间说得太迟了一点,然而他说的这个道理则是完全确切的。发现这种现象的是德国生物学家Haechel。这一对平行线的第二截,上面这一

人的个体发展与人类起源和发展
之间平行关系示意图

第一截	第二截	第三截
从原生生物到人类起源的生物进化史	从蒙昧和野蛮时代到古代文明时代再到当代人类文化发展的历史 人的比较近的动物祖先和原始的人类精神发展的历史	人类社会文化未来的进步
从受精卵到临产儿在母亲子宫里的胚胎发育史	婴儿精神发展的历史	从幼儿到成人智力和知识发展的历史
		智力、知识成熟的人的发现、发明和创造的历史

条表示的是人类从蒙昧和野蛮时代到文明时代直到现代的文明史,下面这条线表示人的个体从新生儿到智力和知识发展成熟的青年人(我假定为二十五岁左右)的智力发展史。在这里需要说明的是,在婴儿从母腹中生产后的一个比较短的时间内,它的“精神发展是我们动物祖先,至少是比较近的动物的智力发展更加压缩了的再现”。这一点在图中也有所表现。这对平行线的这一截,可以说是恩格斯发现的。这对平行线的这两截的共同点是下面这一条是上面这一条的压缩。这对平行线我认为还有第三截。这一截平行线上面这条线,表示人类未来的进步。下面这条线是人的个体在其智力和知识发展到成熟以后的创造。这对平行线的这一截的思想,就是本文的思想。这对平行线这一截的特点是上面这条线的放大。上下两条线“比例尺”的基本关系没有变,但上下两条线的因果关系变了。前两截上线是“因”,下线是“果”,第三截下线是“因”,上线是“果”。因为有了人的个体的创造活动,才有上线上整个人类的进步,人的个体今日的创造预示整个人类未来的进步。

以上看法希望读者不吝指教。