

科学发现与非逻辑思维

刘玉涛,张培富

(山西大学科学技术哲学研究中心,山西太原,030006)

摘要:通过举例,论证了科学发现是一个非逻辑思维过程的观点,提出要正确认识和把握科学发现的实际机制,完善和改进学校人才培养的模式,特别应加强对大学生科学创造和科学发现思维方式的训练。

关键词:科学发现,非逻辑思维,学校教育

中图分类号: B80

文献标识码: A

科学家的最高职业目标就是有所发现、有所发明和有所创造。科学家的学术地位和声望是与他的科学发现成就的大小成正比的。一部科学史就是一部科学发现史,科学发现是科学赖以生存和发展的基石。因此,科学发现的重要性是不言而喻和显而易见的。

1 科学发现是一个非逻辑思维过程

接受学校教育,特别是高等教育是现代科学发现和发明人才成长的必要前提。然而,现代教育,特别是我国的学校教育存在一个严重的误区,它把知识掌握的多少和逻辑思维是否严密当作科学发现的必要和充分条件。因此,我国学校教育的主要内容就是知识的传播,在学习大量而无限的科学知识基础之上,包括完成大量没完没了的作业和解题训练,以达到培养严密逻辑思维的目的。

可以说,传统科学和学校教育肯定和强化了“科学发现是一个逻辑思维过程”的观念。然而,20世纪后半叶对科学史,特别是对科学家科学发现和创造过程的个案研究,打破了长期统治人们头脑的神话,提出了“科学发现主要是一个非逻辑思维过程”的命题,使对科学发现的研究和认识上升到一个新的高度,也开始动摇了学校教育的传统模式。

逻辑思维就是我们日常工作、学习和生活所需要的正常思维方式和方法,包括大家所熟悉的归纳和演绎、分析和综合、类化和比较等,这些思维方法都有一定的规则可遵循,我们对这些思维方法也都有比较深入的研究和认识。人们既可以从日常生活和工作的实践中掌握这些逻辑方法,也可以从学校教育获得更严密的逻辑训练。

非逻辑思维就是没有什么确定的逻辑规则可遵循的思维过程,比如直觉和灵感。一方面,人们对这类思维方法缺乏足够深入和清晰的认识;另一方面,人们对这类思维方法又存在传统上的偏见和看法,常常更多地把它与宗教、巫术、迷信、神秘主义和非理性联系在一起,从而把它排除在了科学的范畴之外,它也就失去了在学校实施教育的领地。

2 科学发现的直觉思维

逻辑思维是一个渐进的连续过程,而科学发现则采取跳跃的形式,其中有一个突变,这就是创造,它是逻辑思维的中断,在心理学中称之为下意识或无意识认识。法国著名物理学家和数学家,19世纪末20世纪初科学领域批判学派的代表人物彭加勒曾把下意识比拟为某种“原子”,他们在脑力工作开始之前处于静止状态,仿佛固着在“墙上”;当有意识的工作驱使注意力集中于所研究的问题时,这些“原子”便从墙上下来开始运动,即使意识休息了,下意识的思维也不休息,“下意识的原子”不停地工作,直到得出某种解决的办法。在科学发现中,下意识活动的主要形式是直觉,创造过程达到高潮时产生的特殊体验是灵感,直觉这种思维形式和灵感这种情绪体验常常相伴出现,在瞬间对事物的本质有了顿悟和把握。

生物学家达尔文在进行进化论研究的过程中,以阅读马尔萨斯人口论作为休息时,受其观点的启示,把适者生存观念引入进化论中。彭加勒总是在进行了一段紧张的数学研究之后,到乡下旅行,到海边散步时,突然得到问题的答案。爱因斯坦说他有关时间、空间的深奥概括是在病床上想到的。欧盟曾有一个发展高技术的“尤里卡”计划,而“尤里卡”正是阿基米德在澡盆里发现浮力定律时的叫喊声。德国化学家凯库勒梦中发现苯环结构的过程是梦中直觉的典型例子。

事实上,绝大多数科学发现都来源于直觉的猜测。爱因斯坦曾说:“我相信直觉和灵感。”要通向这些定律,并没有逻辑的道路;只有通过那种以对经验的共鸣的理解为依据的直觉,才能得到这些定律。”

直觉除了导致科学发现,还可以表现为科学家的科学鉴赏力,进行有价值的选择。在科学研究中,选择有前途的研究方向、领域和课题,识别有希望的线索,决定行动方案,发表对新发现的想法等,都是在缺乏充分的佐证和事实的情况下必须做出的决定和判断。杰出科学家与普通科学家的一个重要区别就是科学鉴赏力水平的高低。原子核物理学奠基人卢瑟福有非凡的战略直觉能力,选择了有价值的科研方向和项目,开创了原子核科学研究的新领域,形成了著名的卢瑟福学派。他所领导的剑桥大学凯文第旭实验室成为诺贝尔奖获得者的摇篮。

科学的鉴赏力就来自于别人的经验、自己的经验和思想这三者的总和。

实际上,直觉的选择和判断作用,充斥了我们的日常工作和生活。人的一生充满了无数的直觉选择。我们的许多决定都是在缺乏足够的可靠知识和根据来进行逻辑推理的情况下,凭直觉做出的。天才的军事家就是有超常的直觉判断能力,在军情紧急,情报有限的情况下,能够迅速做出对取胜有利的决定。

捕捉直觉的时机是很关键的一步。直觉总是出现在意识的边缘而不是中心。首先,在浓厚的兴趣、强烈的愿望支配下,对问题和资料进行长时间的考虑,直至达到思想的饱和,甚至有苦思冥想、直至无奈的感觉。紧张工作之后的暂时放松,如漫步、沐浴、剃须、入睡等,摆脱其他问题的干扰,保持乐观的心态,与别人讨论或阅读其他论文以促进思维活动。正是在对所要解决问题的潜意识思维的情况下,往往随机地得到了问题的答案。笛卡尔、歌德等人认为,早上睡醒后平静的几小时最有利于新发现。爱迪生和达芬奇总是随身带着纸与笔,以便及时记下瞬息即逝的新想法。

3 科学发现的形象思维

形象思维是富于科学发现和创造的另一种非逻辑思维形式,在科学史上有很多经典的实例。20世纪初,卢瑟福通过对前人的原子结构模型进行充分考察和科学实验检验后,毅然否决了其他科学家的各种原子结构模型。而善于联想的特点此时帮了他的忙,他想到了太阳系的组成,把九大行星绕着太阳旋转的观念直接引到了原子结构的问题上,提出了原

子的“太阳—行星系”结构模型,结果非常成功,今天依然是我们对原子结构宏观把握的基本的直观模型。

法拉第是英国19世纪自学成才而富于创造的著名科学家,常常能够用日常简单而直观的方式解决深奥而抽象的科学难题。在对电磁现象的研究中,由实物的“线”、“管”,提出了“电磁场力线”、“电磁场力管”模型。善于理论思维的英国科学家麦克斯韦在此基础上建立了经典的电磁理论,而麦克斯韦本人则有把每个问题在头脑中构成形象的习惯。

1985年科学家发现了石墨和金刚石之外的碳的第三种同素异形体——C60,而C60结构的发现得益于科学家把它与足球结构的直观联想。该项发现荣获1996年诺贝尔化学奖。

现代科学研究开始揭示形象思维对于科学创造的重要性。割裂脑的研究表明,逻辑思维和语言主要受大脑左半球的支配,形象思维和整体知觉主要受大脑右半球的支配。当欣赏音乐时,右半球功能是把音乐序列连接成乐曲的知觉音乐形象,而左半球的功能却是读乐谱。当只能用一个耳朵听音乐时,没有音乐素养的人对左耳听到的音乐特别喜欢,也容易记住,因为此时的神经冲动通过传导神经传到了大脑右半球;相反,受过良好音乐教育的人,更容易记住右耳听到的音乐,因为大脑左半球用分析的方式听音乐,把它分解成更熟悉易记的音符。通常认为,“左撇子”的人比较聪明,因为左手更多地受到右半脑的支配,而右手更多受到左半脑的支配。“左撇子”的人的大脑右半球受到更多的锻炼,更擅长用右脑思维。

艺术创作主要运用创造性的形象思维,更多地依赖个人的主观素养。所谓天才的艺术家就是善于形象思维的艺术家。擅长左脑思维的科学家属于思想家型科学家,他们通过把现实加以分割和肢解,用分析的方式理解和把握世界;擅长右脑思维的科学家属于艺术家型科学家,他们能完整地、全面地、从整体上去理解和把握世界,从而易于达到物质世界的本质层面,有所发现和创造。

形象思维的特点是完整的大脑完整地知觉现实。日常的形象思维是被动的复现表象,而创造性的形象思维却是把表象重新组织安排,创造出新的形象,从而直观形象地揭示对象的本质和规律。

凯库勒喜好建筑艺术,爱因斯坦具有职业小提琴家的造诣,钱学森艺术修养很高。这些善于形象思维的特长正是他们科学发现和创造的利器。

显然,联想和想象是形象思维的基本过程。爱因斯坦曾深刻地指出“想象力比知识更重要,……想象力是科学研究中的实在因素。”想象力可以超脱逻辑思维的束缚和已有事实的局限。培养富有浪漫主义精神的想象力是科技工作者提高科学思维能力不可缺少的重要一环。

4 学校教育 with 创造性思维

既然科学发现是一个非逻辑思维过程,学校教育就应该加强而不是削弱这方面的训练。许多世界著名的华裔科学家对此有深刻的见解。

诺贝尔奖获得者杨振宁认为,中国传统教育是从已经了解了的、抽象的原则出发,然后一步一步推演出来的。这种方法可以使学生少走弯路,使学生一步一步地、完完整整地把一门学科学好。但是,这样培养出来的学生“胆子小,老师没讲的不敢想,老师没教的不敢做”。诺贝尔奖获

得者李政道认为,我们的祖先提出了“学问”两个字,就是要“学问问题”,而不是“学答”。现在很多青少年很注意“学答”而不“学问”。没有问题就没有发展。

人们通常会有这样的认识:艺术家的创作完全是主观所使,在主观创造的空间表演;科学家的创造则主要是一个客观的过程,完全按照客观规律办事。然而,按照这样的理解去培养人才,艺术家将变得随心所欲,科学家将成为一架运算机器。只有正确地认识与把握逻辑思维和非逻辑思维、主观和客观、艺术和科学的关系,才能有利于创造性思维的培养。

学校课程设置和教学要使学生逻辑思维和非逻辑思维都得到训练。比如,广泛开设有助于右半脑开发的艺术类课程,强化形象思维的训练。事实上,由于受应试教育的影响,我们学校的艺术教育不但被普遍边缘化,甚至在中学阶段被普遍取消了。

改变逻辑思维导致科学发现的传统观念,倡导发散式思维,重视非智力、非理性、非逻辑因素在创造性活动中的作用。

情感上的敏感性是科学家应该具有的一种可贵品质。一个伟大的科学家应该被看作是一个创造性的艺术家,而把他仅仅看成是一个按照逻辑规则办事的人是非常错误的。当今学校教育过于强调了知识传播、智力教育和理性教化的重要性,漠视情感培养、人文关怀,从而抑制和扼杀了青少年的创造力。

钱学森认为,科学工作源于形象思维,终于逻辑思维。形象思维源于艺术,所以科学工作是先艺术,后才是科学。著名建筑学家梁思成认为,建筑师要有哲学家的头脑,社会学家的眼光,工程师的精确,心理学家的敏感,文学家的洞察力,还应是一个有文化修养的综合艺术家。

中国科学整体水平与世界发达国家科学整体水平有50年以上的差距。我国计划在21世纪中叶达到发达国家的先进水平。这就要求我国的科学呈加速发展的态势。我国目前的学校教育模式若不改革,非但不能缩小与发达国家的科学水平差距,甚至会拉大。科学经历了综合—分化—再综合的发展历程。我国学校教育主要停留在分化阶段,没有很好地去适应现代科学的综合化与一体化发展趋向。

我国何时能培养出第一位诺贝尔奖获得者,有人乐观地认为21世纪30年代会出现,也有人认为至少在21世纪50年代之后才会出现。这个情况,一方面说明世界一流科学家的培养是与国家的科学整体发展水平相联系的,应对我国的实际科学水平有一个清醒的认识和客观的评价;另一方面又说明,科学和教育绝非一朝一夕的事情,其发展也不是完全能由市场规律来支配的。然而,我国目前的科学与教育发展呈现更多的短期市场行为,包括大学生的培养。比如,理工科大学生,与10多年前相比,实验室训练和实践的时间、水平普遍减少和减低了,这是非常严重的问题,因为缺乏科学训练实践的经验积累,非逻辑思维和科学创造力就会成为无源之水、无本之木。

(责任编辑:邱娅男)

第一作者简介:刘玉涛,男,1974年8月生,山西省侯马市人,现为山西大学科学技术哲学研究中心2001级硕士研究生,山西省太原市,030006。

Science Discovery and Non-logical Thinking

LIU Yu-tao, ZHANG Pei-fu

ABSTRACT: This paper discusses on the opinion that the science discovery is a non-logical thinking process, and puts forward that we should accurately understand and hold the practical mechanism of science discovery, perfect and improve the talents training mode in school, especially should strengthen the training for students' thinking mode of science discovery and science creation.

KEY WORDS: science discovery; non-logical thinking; school education