

中学科学教学心理学的研究进展

胡卫平¹ 王新²

(1. 北京师范大学发展心理研究所, 北京 100875;

2. 伊犁师院物理系, 新疆 伊犁 835000)

[关键词] 中学; 科学教学; 心理学; 研究进展

[摘要] 本文对中学科学教学心理学的研究进展进行了概述,认为中学科学教学心理学的研究主要从四个方面进行:第一,概念教学研究;第二,专家与新手比较研究;第三,思维能力培养的实验研究;第四,科学教师研究。

[文献标识码] A [文章编号] 1002 - 5308(2001)03 - 0014 - 05 [中图分类号] G447

心理学是科学教学的基础,国外对科学教学的研究大都从心理学的角度来探讨。自从1879年科学心理学诞生以来,对科学教学心理的研究有了长足的发展,本文对近年来国内外科学教学心理研究的进展作一概述。

一、概念教学研究

1. 对概念转变的研究

众所周知,学生在学习科学之前,头脑中已经存在了一些来自于生活经验的对科学现象的直觉认识,其中有些与科学的理解基本一致,但是有些理解与科学概念相违背,这就是错误概念(misconception)或相异概念(alternative concept)。这些概念的核心特点有:是学生头脑中强烈具有的一种稳定的认知结构;不同于专家的概念;会对学生如何理解自然现象并作出科学的解释产生重要影响;必须被克服、避免或消除,以使学生接受科学的理解。错误概念往往不简单是由于理解偏差或遗忘而造成的错误,它常常与日常直觉经验相联系,植根于一个与科学理论不相容的概念体系。

概念转变指个体原有的某种知识经验由于受到与此不一致的新的经验的影响而发生的重大改变。这里的“概念”比一般的概念范围广,它是指关于某一对象的观点、看法。概念的变化有两种可能,一种可称为“丰富”,即新知识的纳入补充了现有的知识,通过积累的方式使这些知识发生变化。另一种可称为“修订”,这是指新获得的信息与现有的信念、假定或有关理解之间存在着冲突,因而要对原有的理解作出调整。

对于概念转变的研究始于本世纪70年代,80年代研究成果开始涌现。1982年,Posner等提出了著名的概念转变模型(conceptual change model)^[1],他们认为,一个人原来的概念要发生顺应需要满足四个条件:对现有概念的不满。只有感到自己的某个概念失去了作用,他才可能改变原概念。新概念的可理解性(intelligibility)。学习者需懂得新概念的真正含义,而不仅仅是表面的理解,他需要把片断联系起来,建立整体一致的表征。新概念的合理性(plausibility)。个体需要看到新概念是合理的,而这需要新概念与原有概念、信念相一致。这

[收稿日期] 2000 - 10 - 20

种一致包括:与自己的认识信念的一致;与自己的其他理论知识一致;与自己的经验一致;与自己的直觉一致等。新概念的有效性(fruitfulness)。个体应看到新概念对自己的价值,它能解决其它途径所难以解决的问题,并且能够向个体展示出新的可能和方向。Posner等人(1982)还认为,个体对新概念的接受会受到其现有的其它概念的影响,他们把影响概念转变的个体的经验背景称为“概念生态圈”(conceptual ecology),它包括:反例;类比与比喻;认识信念;形而上学的信念与观点;其它领域的知识;与新概念相对应的概念。

概念转变模型自诞生以来,对科学教学产生了重要的影响。Hewso & Thorley(1989)对100篇研究文献进行了综述,发现这些研究有的是借助于概念转变模型的某些观点来分析、解释错误概念,另外的研究则把它作为设计建构性教学的思想基础,这些研究表明:概念转变模型有效地帮助学生由错误概念向科学概念转变。

概念转变模型也遭到一些批评,概括起来有以下几种:除要看到概念内容的改变外,还要看到学生认识方法的改变^[2]。概念转变除受认知影响外,还受动机、态度的影响^[3]。概念转变常常并不是随核心信念的改变而整个地改头换面,而是一个一个地进行的^[4]。概念的转变是一个渐进的过程。有时两种概念同时存在和使用^[5]。针对上述批评,Strike & Posner对概念转变模型作了一些修改^[6]。首先,把发生转变的概念本身也看成是概念生态圈的一个组成部分,以体现概念生态圈的动态性;其次,他们把学习动机、对某学科的性质和价值的认识等因素放到了概念生态中。

在我国科学概念教学中,也非常重视概念的转变。例如,阎金铎、田世昆主编的《中学物理教学论》中指出:经验中形成的不正确、不科学的概念的干扰,是中学生学习物理概念中常见问题之一。学生日常生活中形成的错误观念的干扰是学生学习物理规律中常见问题之一。吴维宁调查了学生学习“分子运动论”的相异概念的18种模式。我对中学生学习科学概念的心理障碍进行了分析,概括出四个方面,即感性认识不足,思维方法不当,思维定势的影响和相关概念的干扰。相关概念干扰之一就是相异概念的干扰。

2. 对概念图示的研究

概念图示(concept mapping)作为一个研究课题首先是由Novak & Gowin(1984)进行的^[7],Novak和他的同事基于奥苏贝尔(Ausubel)的认知同化学习理论在科学概念学习领域做了12年的纵向研究,将概念图示作为一个工具表征知识结构(Novak & Musonda, 1991)。研究表明,实验组比控制组更有效地掌握了概念。自从Novak提出了“概念图示”这一工具,它已成为有效的教育媒介。例如,有研究表明,概念图示能帮助教师有效地教学(Beyerbach & Smith, 1990; Hoz et al., 1990)。也许更重要的是,概念图示被认为是促进奥苏贝尔有意义学习的潜在的教学方法。至少有三项研究证明这一结论是正确的,七年级学生的分类及问题解决技巧(Novak et al. 1983);地球科学概念(Ault, 1985);生物概念(Lehman et al. 1985; Dkebukola, 1990; Setwart et al. 1979)。Willerman & Macharg(1991)检查了概念图示的使用作为一种预先的组织者的情况。因为概念图示将知识组织成层次结构,因此,研究者假设,如果在物理课的一开始,就给学生呈现概念图示,那么,这些学生的成绩比没有使用概念图示的学生的成绩要高。他们选取了82名被试,实验组40人,控制组42人。被试的种族、性别,社会经济背景基本相同,阅读与数学成绩无显著性差异。实验组被教给具有层次结构的概念图示,控制组没有利用概念图示方法,其它情况相同。结果表明,实验组的成绩显著高于控制组。Harton等人(1993)对19项关于概念图示的研究报告进行了元分析(meta-analysis),结

果表明,概念图示对学生的学业成就有积极的效应,对学生的态度的影响更为明显。

在我国要求学生掌握概念之间的联系和关系,掌握学科的基本结构,就是概念图示思想的体现。

二、专家与新手比较研究

这里,我们所说的“新手”是指刚开始学习一门新学科的学生或差生,“专家”是指熟悉某一领域的教师,优等生及其他的真正专家。关于“专家”与“新手”的比较研究,主要是从如下两个方面进行的。

1. 专家与新手解题思维过程的研究

最早对科学学科领域专家和新手差别的研究(Dorothy & Simon, 1978; Larkin, Reif, 1979)采用解题时的出声思维的分析^[8]。结果发现,新手比专家所用的时间更长,出现的错误更多。出声思维的分析还发现专家与新手在问题的分析和表征上,在选择解答方法上,都存在显著的差异。新手的问题表征是以题目中的问题为基础,采用逆向推理的思维策略,一步一步求解;专家在解题之前,先画出图示或想象出问题的动态图景,采用顺向推理的思维策略,一步得解。

2. 专家与新手在图式知识上的差别

概念性知识是一定领域的定理性知识。程序性知识是关于解决问题的思维操作过程的知识,是关于如何实现从已知状态向目标状态转化的知识。二者结合构成问题图式,即解决各类问题的基本框架。

奇(Chi)等(1982)认为,图式如果能用来分析问题和决定采取什么解题方法,那么它应该有助于人们判断哪些问题是相似的,哪些问题是不同的。他们让8名专家(物理学博士生)和8名新手(已接受一学期物理教育的本科生),把24个问题根据解题方法归类。专家和新手都划分出8-9类,都需要40秒左右的时间决定一个问题属于哪一类。但专家和手新的划分结果差异非常大。奇认为,新手根据问题的表面特征归类;专家则根据物理学原理和定律来判断类别。奇还用20个概念测试专家和手新的分类过程。结果表明,新手具有表面化的图式,专家则具有深层次的图式。

拉金(Larkin)认为在科学推理中存在着三种知识和表征:日常知识(朴素图式)、科学推理知识(专家图式)、有效方程式(专家图式的公式形态)。前两类知识是定性的,只有有效方程式是定量的。专家具有三种表征,新手只有第一种和第三种。对新手来说,在朴素图式和有效方程式之间没有重叠或清楚明白的联系,朴素图式不可能直接转变为有效方程式。

三、思维能力培养的实验研究

思维能力是智力与能力的核心,科学教学中学生思维能力的培养引起许多心理学家、教育家、科学教育家的重视。我国著名心理学家、教育家林崇德教授在中小学进行了20年的基础教育改革实验研究,其中措施之一就是培养学生思维品质的培养做为发展智力、培养能力的突破口,经过实验,学生的素质有了明显的提高。由于这一研究是在所有学科中进行的,因此,可以认为是科学教学中培养学生思维能力的成功典型之一。

英国著名科学教育家Adey等人(1989)通过科学教育对学生认知加速的实验研究(cognitive acceleration through science education)^[9],简称CASE,并于1991年出版了《思维科

学》,用于指导认知加速实验。思维科学包括30个活动,直接用于对学生两年多的干预。建议对学生进行系列训练,所有的思维科学课有详细的计划,以便不漏掉重要的一步。第一步包括实物准备、创设情境,以激励学生的认知冲突,在这时,教师干预是元认知能够产生。第二步和第三步围绕认知结构的建立展开。CASE计划包括两大部分。一是一系列课程,二是教这些课程的方法。Adey认知加速实验的理论依据是皮亚杰的心理学理论,实验目的是在于发展学生的思维能力。有10%的英国中学参加了这一实验,结果表明,学生的思维能力有了大幅度的提高。

在我国,还有很多有关科学教学中思维能力的培养研究,如殷传宗等人(1996)的“初中生解答物理说理题的逻辑思维研究”;段金梅、武建刚(1986)的“中学生物理思维能力的发展与培养研究”;毕华林等人(1999)的“化学教学中学生思维能力的培养研究”;叶也维(1999)的“初中化学教学中培养思维能力的探索”;张志玲(1997)的“生物教学中的科学方法教育”等。我们(1994-1999)也在部分中学进行了“中学生科学思维能力发展与培养的理论建构与实验研究”。

四、对科学教师的研究

在国外,对科学教师的研究主要集中于对教师知识的研究。在过去的十年内,对教师教育的研究已经从观察行为和教学技巧转移到对教师知识和观念的研究^[10]。这一转变受到对加工——产品研究结果的越来越不满的影响。起初,对教师知识和观念的研究集中于教师的思维过程(Clark & Peterson, 1986)。最近,对教师的实践知识(Carter, 1990)或技能知识(Grimmett & Mackinnon, 1992)的研究有所增加。按照Jan H. Van Driel等人的观点,教师的实践知识是综合的知识,这些知识是在他们的教学实践中积累起来的。Shulman(1986)提出了教学法知识的概念(PCK),它使教师对学科知识进行解释和转换,使学生便于学习。值得注意,PCK包括对一般学习困难和学生前科学概念的理解。一般研究认为,科学教师的实践知识包括科学教学和学习的知识(Prawat, 1992; Appleton & Asoko, 1996; Johnston, 1991; etc.)、科学性质的知识(Lederman, 1992; King, 1991; Gallagher, 1991; etc.)。对教师的教学法知识研究表明(Smitc & Neale, 1989; Clermont, 1993; Adam—Krockover, 1997; etc.),熟悉特定的课题并与教学经验相结合,对教学法知识有积极的影响。尽管有经验的教师与新教师在教同一门课程时,具有相似的学科知识,但他们的教学法知识可能有很大的区别,这些区别表现在课堂教学实践中,具有不同的教学策略。

在我国,林崇德、申继亮等人从心理学的角度对教师的素质进行了研究,他们认为,教师的素质包括职业理想、知识结构、教育观念和教学能力。在此基础上,袁克定对中学物理教师策略性知识及程序性知识的结构、发展进行了研究^[11],结果表明,教师的策略性知识包括思维导向策略、知识同化策略和过程监控策略。在影响青年教师策略性知识水平发展的诸因素中,教龄的影响比学历和学校类别更为显著;随着教龄的增加,策略性知识也在不断发展,其第一次变化最为明显的时期大约出现在从教五年左右。教师的程序性知识结构特征可以由属性分类和操作步骤两个子维度共计12个变量来进行测量。在影响青年教师程序性知识水平发展的诸因素中,教龄的影响比学历和学校类别更重要;随着教龄的增加,程序性知识在不断发展。

在我们科学教育界研究最多的是对科学教师的素质作定性的描述。阎金铎教授认为^[12],教师的工作具有两个基本特点:一是教师工作的长期性、复杂性和艰巨性;二是教师工作的发

展性和创造性。物理教师的修养包括三个方面。第一,高尚的情感和意志;第二,强烈的学习兴趣;第三,较强的教学能力。范杰认为^[13],中学化学教师应具备四个方面的素质。第一,思想道德素质;第二,科学文化素质;第三,心理素质与身体素质;第四,化学教师的教育技能。周美珍等人认为^[14],中学生物教师应具备四个条件,一是具有专而深的科学知识和广博的知识素质,以及较强的生物学实验能力;二是掌握教育科学理论,具有纯熟的教学技能和管理教育的能力;三是具有教育科研能力和创造能力;四是遵循师德要求,加强师德修养。

总之,近年来,对中学科学教学中心理学问题的研究越来越深入,越来越广泛。如关于类比方法在科学教学中运用的研究,关于科学问题解决策略的研究,关于中学生科学概念发展的研究,关于中学生科学能力发展的研究等等。由于篇幅所限,这里只将国内外研究最多的几个方面进行了简单的概括。

参考文献

- [1] Posner G J, Strike K A, Hewson P W, Gertzog W A. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change[J]. Science Education, 1982, 66:211-227.
- [2] Gr-Perez D, Carroscosa J. What to About Science "Misconceptions"[J]. Science Education, 1990, 74:531-540.
- [3] West L H T, Pines A L. How "Rational" is Rationality[J]? Science Education, 1983, 1:37 - 39.
- [4] Duschl R A, Gtomer D H. Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implication for Educational Practice[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1991, 28:839 - 858.
- [5] Demasters S S, Good R G, Peebles P. Patterns of Conceptual Change in Evolution[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1996, 33:407 - 431.
- [6] Strike K A, Posner G J. A Revisionist Theory of Conceptual Change, In: R A Duschl, R J Hamiltoned. Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practice, State University of New York Press. 1992, 147 - 176.
- [7] Phillip B. Horton. An Investigation of the Effectiveness of Concept Mapping as an Instructional Tool[J]. Science Education, 1993, 77:95 - 111.
- [8] 张庆林主编. 当代认知心理学在教学中的应用[M]. 西南师范大学出版社, 1995, 389.
- [9] Marion Jones and Richard Gott. Cognitive Acceleration Through Science Education: Alternation Perspectives [J]. International Journal of Science Education, 1998, 20:755 - 768.
- [10] Jan H. Van Driel, Nico Verloop, Wobbe de Vos. Developing Science Teacher's Pedagogical Content Knowledge[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1998, 35:673 - 695.
- [11] 袁克定. 关于专家型教师与新手教师认知结构特征的对照性研究和计算机模拟系统[C]. 北京师范大学博士论文, 1999.
- [12] 阎金铎等. 物理教学论[M]. 南京:江苏教育出版社, 1991. 246.
- [13] 范杰主编. 化学教育学[M]. 杭州:浙江教育出版社, 1992. 163.
- [14] 周美珍等. 中学生物教学法[M]. 北京:高等教育出版社, 1991. 2.

(下转第 22 页)

On orientation of teaching methods ——Rethinking of discussion methods in Chinese language education

YAN Ping¹ LIU Cai-xia²

(1. Chinese Education Research Room, Chinese Department, Beijing Normal University, 100875;

2. Chinese Department, Huaibei Coal Normal Academy of Anhui 235000, China)

Key words: Language education; discussion methods; orientation

Abstract: Proper attitudes are crucial to the orientation of discussion methods. It is generally accepted that discussion methods enhance and invigorate students' thinking, encouraging them to stretch their imagination and explore the alternatives. Unfortunately, the outcome of a discussion method is solely contingent on a teacher's attitudes in applying it. The teacher might set his/her teaching objectives to effect a uniform common understanding. Therefore, the orientation of the discussion method is more often than not confined to achieving such "common understanding", which in turn translates into a tether that binds students to prevent them from developing their intellects, expressing their new ideas, and voicing their different opinions. As teachers, we should by all means avoid this kind of partiality when applying discussion methods, allowing them to be utilized to the fullest.

(上接第 18 页)

The progress in the psychology research in the secondary school s science subjects

HU Wei-ping¹ WANG Xin²

(1. Developing Psychology Research Institute of Beijing Normal University, Beijing, 100875;

2. Physics Department of Yili Teachers Training School, Yili, Xinjiang, 835000, China)

Key words: middle school; Science teaching; psychology; study development

Abstract: This paper introduced four aspects of study development of science teaching psychology. First, science concept teaching study. Second, the comparison study between experts and beginners. Third, the cultivation study of scientific thinking ability. Fourth, science teacher study.