

THE PSYCHOLOGY OF LEARNING CHEMISTRY

化学学习心理学

——促进学生高效学习的实证研究

毕华林 亓英丽 著

“宏观—微观—符号”三重表征化学学习研究

化学学习动机及其影响因素研究

化学学业成败归因与自我效能感研究

非智力因素对化学探究学习影响的研究

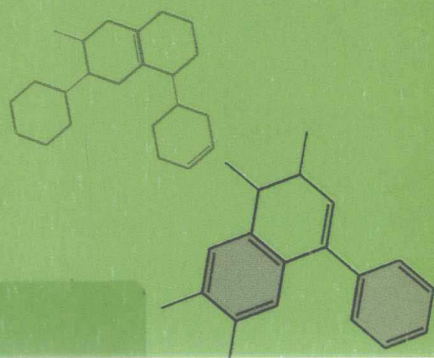
化学事实性知识学习策略的研究

化学概念学习中相异构想的研究

中学生化学方程式学习的研究

化学学习中元认知能力培养的研究

化学自主学习能力的构成与发展研究



山东教育出版社

THE PSYCHOLOGY OF LEARNING CHEMISTRY

化学学习心理学

——促进学生高效学习的实证研究

毕华林 亓英丽 著



山东教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学学习心理学/毕华林, 元英丽著. 济南: 山东教育出版社, 2012

ISBN 978-7-5328-7393-7

I. ①化… II. ①毕… ②元… III. ①中学化学课—学科心理学 IV. ①G447

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 183635 号

化学学习心理学

— 促进学生高效学习的实证研究

毕华林 元英丽 著

主 管: 山东出版传媒股份有限公司

出版者: 山东教育出版社

(济南市纬一路 321 号 邮编: 250001)

电 话: (0531)82092664 传真: (0531)82092664

网 址: <http://www.sjs.com.cn>

发行者: 山东教育出版社

印 刷: 山东德州新华印务有限责任公司

版 次: 2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

规 格: 787mm×1092mm 16 开本

印 张: 18.75 印张

字 数: 338 千字

书 号: ISBN 978-7-5328-7393-7

定 价: 29.00 元

(如印装质量有问题, 请与印刷厂联系调换)

印厂电话: 0534-2671218

序

肇始于德国心理学家、教育家赫尔巴特(Johann Friedrich Herbart, 1776—1841)的学习心理主要研究学习的实质、类型、过程结构、学习动机、学习迁移与学习条件等有关学习的一般性问题。基于学生是学习的主体,学习心理是教育教学的理论基础,该学科是教育心理学的传统研究领域和核心组成部分。21世纪的学习心理研究体现出关注影响学生学习的所有内外部因素,关注教育实际中所存在的一系列问题、展开学科学习心理研究的趋势^①。

20世纪90年代开始的我国大陆地区的化学课程与教学研究的发展呼应了上述趋势^②。毕华林教授等的新著《化学学习心理学——促进学生高效学习的实证研究》便是很好的证明。

毕华林教授长期专注于学生的化学学习研究,其研究团队成果丰硕,可见于诸多方面。如其书中提及的:学生关于不同类型的化学学科知识的加工、建构过程和结构化水平以及学习策略、智力技能的习得;学生学习动机水平的测查,影响学生学习动机的内部心理因素(如自我效能感、归因等内部认知因素);非智力因素对化学学习的影响,元认知能力、自主学习能力的培养等。

毕华林教授及其团队的研究体现了我国大陆地区改革开放以来化学学习研究的时代特色。

一、凸显学科的学习研究

在开展知识丰富领域中的学科学习心理研究的初期,应用了一般学习心理的理论、观点乃至方法。一方面,这种应用属于应用性的研究,扩展了一般学习心理理论的适用范围(研究问题扩展到了知识丰富的学科领域、研究对象则包含了中小学在校学生,从而反哺了一般学习心理理论研究)。另一方面,这种应用相对于学科学习(乃至教学)的理论与实践而言,又属于基础性的研究,其研究结果可以为学

① 张爱卿. 20世纪学习心理研究的回顾与展望. 教育研究, 2000(2): 47-51

② 李广洲, 任红艳, 龚正元. 化学课程与教学研究 30 年. 南京: 南京师范大学出版社, 2012: 13-17

科教与学实践提供心理学理论依据,从而丰富、拓展学科教与学的理论^①。这也正是学科学习心理研究的真正意义和价值之所在。

从初期的“拿来”、“证实”到学科学习心理理论的逐渐成熟与发展,都离不开将一般学习心理理论与具体学科的学习特点有机地结合。学生化学学习的关键,是在头脑中形成对化学知识的宏观、微观和符号表征并建立三者间的有机联系,“宏观—微观—符号”三重表征的确立及其相互转换具有化学学习特有的学科特色。抓住中学生对于化学教学中事实性知识的获取、核心概念的确立、智力技能的习得和问题的解决等学习过程进行研究,从而为指导学生的化学学习实践提供依据,既有理论意义也具实践价值。学习研究凸显化学的学科特色是毕华林教授团队进行研究的一大特点,更是一个亮点。这和美国《化学教育》刊文所折射的世界性化学学习研究的主流趋势也是完全一致的^{②③}。

二、实证求真的研究范式

我国大陆地区的化学学科教育研究,在改革开放以来的30余年时间内,取得了令人瞩目的成果,连同“文化大革命”之前的17年成果,一代又一代的化学教育研究者构筑了化学教育的学科基础。

不可否认的是,我们的成果、我们的认识有着明显的中华文化的印记,有着鲜明的当代中国特色。“西方学者将我们大多数的(社会科学)研究论文归为‘思辨类’,与实证方法和人类学方法皆不相同”^④。研究应该强调将个人观点与事实相区分。只有“思辨”——思考、逻辑推演和猜想以及“解释”,没有一手资料的支撑,这是科学主义兴起之前的事,是“前科学的”,尚不具备“科学”研究的基本特征^⑤。短平快的空泛议论,既然未能厘清事情的“为什么”,当然亦就不能据此探讨并推进“怎么办”;既然未能解决本土学科教育的任何理论和实践问题,当然也就无法实现和国际化学学科教育研究的主流接轨。因此,刘知新先生等老一代化学教育研究者不止一次语重心长地告诫我等后辈,要多做具体(微观)一些的实证研究^⑥。

得自刘知新先生的真传,毕华林教授的新著提供了较为丰富的实证求真研究

① 李广洲,任红艳.化学问题解决研究.济南:山东教育出版社,2004:17-19

② J. Dudley Herron, Susan C. Nurrenbern. Chemical Education Research: Improving Chemistry Learning. Journal of Chemical Education, 1999, 76(10): 1353-1361

③ 张琳,李广洲.美国《化学教育》“Research: Science and Education”专栏刊文的调研.化学教育,2008(5):77-80

④ 张红霞.我国课程与教学研究的困境与出路.教育发展研究,2005(3):39-43

⑤ 陈向明.从“范式”的视角看质的研究之定位.教育研究,2008(5):30-35

⑥ 刘知新.化学教育文选.北京:高等教育出版社,2003:186

示例。每个具体的研究,要么通过实地调查、访谈、口语报告等获取可观察到的经验性质性资料,进而归纳分析、获得解释;要么通过研究测试,获取定量数据并经过处理而说明问题。因而,其研究结论具有说服力。这是毕华林教授团队的学习心理研究的重要特色。

在当今我国大陆地区教育氛围之下的实际学科学习研究中能坚持实证求真,是需要定力的。“中国文化中宏观的思维方式和不精于实践理性的传统”^①对学科教与学研究范式及评价有着难以估量的深刻影响。毕华林教授的胆识和执着,对更多的后来者来说,是榜样。

三、注重规范的结果处理

成熟而有质量的(学科)教育科研,一定是严格遵守学术规范和注重科学研究方法的^②。在多年来的学习心理研究中,毕华林教授在注重研究方案设计和研究程序规范的同时,非常关注实证性定量数据的获得过程和后处理分析技术以及经验性质性资料的获得和归纳阐释过程。

对于研究获得的访谈、口语报告等质性资料,使用概念图、问题行为图等技术;对于研究中的调查、测试结果,考查其效度(内容效度、构想效度等)以及信度(实施过程中误差控制情况);对于定量数据的后处理,则尝试颇具难度的多元方差分析、多元线性回归分析、因素分析和路径分析等多元分析技术。此外,还使用了 Rasch 模型、SOLO 分类评价标准和模糊综合评判法等。

不懈地追求研究结果处理方法的科学化、技术的规范化,以进一步增强结论的说服力,是毕华林教授团队的学习心理研究的又一重要特色。实际地说,这在我国大陆地区从事化学学科学习研究的同行中树立了标杆,和国际理科学习研究中的量化趋势是一致的,已接近国际同行处理定量数据、质性资料的技术水平^③。

随着国内基础教育的推进,以最终服务于基础教育为己任的理科(包括化学)学科学习研究当然面临着进一步发展的机遇。然而,同样不可忽视的是,躁动的社会环境及其对高等师范教育发展的作用,二者都对化学学科学习研究者本身产生影响;几十年来一直存在的从纯粹化学家的科研及评价标准出发的强势诱惑,国内 21 世纪以来越来越明显的“纯粹教育学家”^④的去学科化的话语挤压,“苦海”和“火坑”二者则都对化学学科学习研究的方向造成干扰。这些不全是我等研究者

① 张红霞.建构主义对科学教育理论的贡献与局限.教育研究,2003(7):79-84

② 全国教科规划办.教育科研大家谈.教育科学出版社,2007:前言

③ 笔者曾就此专门做过 JCE、JRST、SE、IJSE 等国际知名理科(化学)教育研究刊物的刊文调查。

④ 邢红军.中国基础教育课程改革:方向迷失的危险之旅.教育科学研究,2011(4):5-21

们所能够左右得了的。但是处于“炼金术阶段”^①的化学教育研究(包括化学学习研究)的操作却是研究者最可能进行尝试的。“此路不通”^②之际,敢问路在何方?毕华林教授新著的出版无疑能给有志于此的研究者带来启示。

学科建设是一个随着研究的逐渐深入而逐步成熟的过程,化学教与学以实验为基础、以化学用语为工具,突出这个特征的化学学习心理研究(尤其是微观实证研究)需要时间,其结果也需要化学教与学实践的检验;定量数据的获得过程和质性资料的获得、归纳阐释过程的规范化、定量数据处理的科学化(差别的把握)都需要通过相当数量研究实践的历练才能达成。从这种意义上说,毕华林教授的学习心理研究无疑是为我国大陆地区的同行开了一个好头。

读《化学学习心理学——促进学生高效学习的实证研究》书稿,写了这些话,既是个人的读后感想,也是对我国化学学习心理研究的期盼。是为之“序”。

李广洲

2012年7月於随园

① A. H. Johnstone. Chemistry Teaching Science or Alchemy? Journal of Chemical Education, 1997, 74(3): 262-268

② A. H. Johnstone. You Can't Get There from Here. Journal of Chemical Education, 2010, 87(1): 22-29

目 录

第一章 “宏观—微观—符号”三重表征化学学习研究	1
第一节 “宏观—微观—符号”三重表征化学学习的涵义	1
一、化学学习的三种表征形式	2
二、“宏观—微观—符号”三重表征化学学习的涵义	3
三、化学学习中的三重表征例举	7
第二节 中学生化学反应三重表征学习水平的测查	9
一、研究方案设计	9
二、研究的理论基础	10
三、测查结果及分析	11
四、研究结论	20
第三节 中学生化学变化微观认识水平的测查	22
一、测查方法	22
二、测查对象	22
三、测查结果分析	23
四、研究结论	31
第二章 化学学习动机及其影响因素研究	35
第一节 中学生化学学习动机的类型分析	35
一、化学学习动机的含义	36
二、化学学习动机的分类	37
三、化学学习动机的影响因素	38
第二节 中学生化学学习动机水平的测查	40
一、调查问卷的编制	40
二、测查样本的选择	41
三、测查结果分析	41

四、研究结论	49
第三节 影响中学生化学学习动机因素调查	53
一、调查问卷的编制	53
二、问卷初测及项目分析	57
三、调查结果分析	60
四、研究结论	71
第三章 化学学业成败归因与自我效能感研究	77
第一节 研究的理论基础与方案	77
一、研究的理论基础	77
二、研究方案	79
第二节 中学生化学学业成败归因调查结果分析	83
一、化学学业成败归因倾向性分析	84
二、化学学业成功归因差异显著性多元方差分析	85
三、化学学业失败归因差异显著性多元方差分析	90
第三节 中学生化学学业自我效能感调查结果分析	94
一、化学学业自我效能感描述性分析	94
二、化学学业自我效能感差异性分析	95
第四节 化学学业成败归因、自我效能感与学业成绩关系分析	99
一、相关显著性分析	100
二、多元线性回归分析	102
三、路径分析	108
四、研究结论	111
第四章 非智力因素对化学探究学习影响的研究	117
第一节 化学探究学习中非智力因素的界定	117
一、化学探究学习的基本要素	117
二、化学探究学习中的非智力因素	120
三、学生的认识论观念	121
第二节 研究方法与研究过程	123
一、研究工具	123
二、研究程序	124
三、问卷调查	125
四、数据处理	127
第三节 非智力因素对化学探究学习的影响分析	130

一、结果分析	130
二、研究结论	135
第五章 化学事实性知识学习策略的研究	142
第一节 化学事实性知识的学习策略	142
一、化学事实性知识的学习过程	142
二、化学事实性知识的学习策略	144
第二节 化学事实性知识学习策略培养的实验研究	156
一、实验目的	156
二、实验模式	157
三、实验对象	157
四、实验步骤	157
五、实验结果分析	162
第六章 化学概念学习中相异构想的研究	167
第一节 相异构想的涵义与特点	167
一、相关术语的辨析	168
二、相异构想的特点	174
第二节 中学生“电解质”概念相异构想的探查	179
一、探查工具的设计	179
二、统计工具的选择	184
三、样本选择和实施	185
四、数据统计及分析	185
五、“电解质”概念相异构想的呈现阶段	197
六、基于 SOLO 分类标准的相异构想的类型	200
第七章 中学生化学方程式学习的研究	210
第一节 中学生化学方程式认知结构发展水平的测查	210
一、研究假设	210
二、研究方法 with 程序	211
三、研究结果分析	212
四、研究结论	221
第二节 构建知识网络图对化学方程式学习影响的研究	222
一、研究方法 with 程序	222
二、研究结果分析	223
三、研究结论	227

第三节 氧化还原反应理论认知水平对化学方程式学习的影响研究	227
一、研究方法 与 程序	228
二、研究结果 分析	229
三、研究结论	235
第八章 化学学习中元认知能力培养的研究	237
第一节 运用自我调节学习循环模式培养学生元认知能力的研究	237
一、研究的理论基础	238
二、研究方法	242
三、结果分析	244
四、研究结论	245
第二节 化学问题解决中学生元认知能力培养的研究	246
一、研究的理论基础	247
二、研究方法 与 程序	252
三、结果 与 分析	254
第九章 化学自主学习能力的构成与发展研究	260
第一节 化学自主学习能力结构的构建	260
一、自主学习的特征	260
二、自主学习能力的含义	262
三、自主学习能力的结构	262
第二节 中学生化学自主学习能力发展水平测查	266
一、调查问卷的构成	267
二、测查对象	267
三、测查结果 分析	268
四、研究结论	274
第三节 化学自主学习能力构成因素相关分析	277
一、化学自主学习能力各因素的相关分析	278
二、化学自主学习能力路径分析	280
三、结论 与 分析	284

第一章

“宏观—微观—符号”三重表征化学学习研究

化学是一门在分子、原子水平上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学。物质的性质体现在宏观变化上,物质的组成、结构等微观知识则是理解性质、把握变化本质的基础,而化学符号作为化学学科特有的语言,则从微观层次上科学、简明地表达了宏观物质的性质及其变化规律,成为联结宏观与微观的桥梁。因此,在学习者头脑中形成对化学知识的宏观、微观和符号表征,并建立三者间的有机联系,即建立三重表征,可以说是学习者学习化学的关键。与物理、生物等其他自然科学的学习相比,“宏观—微观—符号”三重表征的化学学习具有其独特的学科特色,对于增进学生对化学知识的理解和培养学生良好的化学学科素养具有重要的意义和作用。

第一节 “宏观—微观—符号”三重表征化学学习的涵义

“Representation”一词在英语里有“代表”“表示”“象征”等意义,即以一物作为另一物的代表,或用一种信号代表一种事物,在心理学中被译为“表征”^①。“表征”是现代认知心理学的核心概念之一。知识在人脑中的储存方式称为“知识的表征”。学生在学习化学的时候,是如何表征化学知识的呢?

^① 皮连生. 智育心理学. 北京:人民教育出版社,1996. 42

一、化学学习的三种表征形式

化学作为研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门学科,既研究物质宏观上(可以直接观察到)的性质及变化,也研究物质微观上(不能直接观察到)的组成、结构。由于研究和交流的需要,出现了表述物质组成、结构和变化的符号。因此,化学学习者心理上就形成了对物质特有的三种表征形式:宏观表征、微观表征和符号表征。它们可以是图像的、声像的、动作的、符号的,也可以是语义的、情境的、概念的、意象的,各自以独特的方式反映着化学学科知识,共同构成了学习者头脑中的化学认知结构。

1. 宏观表征

宏观表征即宏观知识或信息在大脑中记载和呈现的方式,主要是指物质所呈现的外在可观察的现象在学习者头脑中的反映,通常包含以下几方面:

(1) 人的感觉器官(如眼、耳、鼻、手等)能直接接触到或察觉到的形形色色的物质。如金属钠在头脑中的表象。

(2) 物质表现出的性质(包括物理性质和化学性质)以及由性质所决定的物质的存在与用途等。如钠的物理性质、钠的化学性质、钠的存在与用途。

(3) 物质发生物理和化学变化时所呈现的各种现象。主要包括:沉淀的生成、气体的逸出、颜色的变化、发光、发热等现象以及物质自身三态变化等。如:将钠投放在水中,钠浮在水面上,立刻融化成一个闪亮的小球,并伴有“嘶嘶”的声音;小球向各个方向迅速游动,并逐渐缩小,最后完全消失;滴有酚酞的水变成红色。

中学化学知识的宏观表征特别丰富,因其具有鲜明、直观、生动、具体等特点,而成为学生最易形成和接受的表征形式。它不但有利于激发学生的学习兴趣,培养学生的观察能力和形象思维能力,而且还为学生学习化学提供了具体的感性认识,为进入微观和符号领域的学习打下了坚实的基础。从个体学习化学的整体进程来看,对知识进行宏观表征是化学学习的开端,它在很大程度上决定了化学学习活动的成败。

2. 微观表征

微观表征即微观知识或信息在大脑中记载和呈现的方式,主要是指不能直接观察到的微粒(如原子、分子、离子等)的运动和相互作用、物质的微观组成和结构、化学反应机理等微观领域的属性在学习者头脑中的反映。

如钠与水反应的微观信息包括:钠原子的最外层只有一个电子,反应中很容易失去该电子而变成具有稳定结构的钠离子,而水中的氢离子可以得到该电子,从而变成氢原子,两个氢原子相互作用结合成氢分子等。

从认识论的角度分析,从宏观表征过渡到微观表征是学习者对物质由感性认识上升到理性认识的一次质的飞跃。它不再是对知识浅层次的感知,而是一种理性的、深刻的、对知识本质层次上的理解,能否对知识进行正确的微观表征是衡量一个学生是否理解了化学知识的一把重要“标尺”。

对知识进行微观表征,可以帮助学生把宏观现象还原为微观粒子的内部作用与运动,从而揭示现象的内在联系和本质属性,这对于研究物质及其变化规律、保持学生的学习兴趣都具有重要的意义。而且随着微观表征的不断深入,也使得学生对化学知识的学习和认识不断深化和发展。

3. 符号表征

符号是主观思维、客观事物与过程的标记,既可作为系统和要素的标记,又是过程与程序的标记,还是人和机器实现对话的中介与要素^①。化学符号是随着化学科学的发展而出现的一套简明、严密、国际通用的符号系统,是说明化学问题的一种简短易懂的形式,是一种高度概括和抽象的专业语言。

符号表征即符号在大脑中记载和呈现的方式,化学中的符号表征主要是指由拉丁文或英文字母组成的符号和图形符号在学习者头脑中的反映。化学符号表征从表达形式上分,有由拉丁文或英文字母组成的符号和图示两大类;从功能上分,有表示元素(原子或离子)的符号或图示(如元素符号、核素符号、离子符号、原子结构示意图等),有表示物质组成和结构的式子和图式(如化学式、结构式等),以及表示物质变化的式子和图式(如化学方程式、电离方程式等)。例如:

钠与水的反应	钠离子的结构示意图
$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 或: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$	

二、“宏观—微观—符号”三重表征化学学习的涵义

宏观表征、微观表征和符号表征虽然是从不同角度对化学知识进行的表征,但这三种表征形式之间不应是孤立无联系的。学生对化学知识的建构不是某一种或两种表征形式能够单独完成的,单一的表征只描述了知识的一个方面,如果要形成完善的认知结构,达到对知识的深刻理解,必须要从宏观、微观、符号三种表征的有机整合入手,建立起化学学习的三重表征。

① 王德胜. 科学符号初探. 北京师范大学学报(社会科学版), 1994, 1

1. 三种表征有机结合的内在依据

心理学的研究表明,使用多种表征的学习效果要优于单一表征。其中认知灵活性理论就强调通过多维表征的方式完成对知识意义的建构。认知灵活性理论也称为认知弹性理论,是建构主义的一个理论分支。所谓认知灵活性,意指学习者以多种方式同时建构自己的知识,以便在情境发生根本变化时能够做出适宜的反应。该理论认为只有在显示多重事实时才能以最佳方式对结构不良领域的现象进行思考,这是因为从单一视角提出的每一个单独的观点虽不是虚假的或错误的,但却不是充分的。因此,这就要求学习者要具有超越单一概念维度的多维度知识表征能力。即学习者能从多于一个观点的角度检查某一概念,这既能增强对该概念自身的理解,同时也能增强将这一理解迁移至其他领域的能力。显然,多重表征的目的正是为了达到对复杂知识尽可能完整的理解,从而使学习者获得具有足够弹性与灵活性的知识,以适应多变的真实情境。

从化学知识的学科属性上来说,建立三种表征间的有机联系能够反映出化学知识的内在联系。化学是一门较为复杂的学科,它涵盖了宏观、微观、符号三大领域的知识,这些知识之间相互作用、紧密联系,共同汇成了化学知识的海洋。

在化学上,宏观和微观的关系是:微观结构决定了宏观物质的性质,宏观物质的性质归因于微观结构。物质在宏观上表现出来的性质,尤其是化学性质,是无数微观粒子集体行为的表现,是物质的微观结构在宏观上的具体反映。

化学符号的出现则为化学科学思维从普遍性和深刻性上把握事物的现象和本质提供了保证,使得化学科学思维在形式上达到了极致。例如,一个化学方程式反映了一个宏观现象和反应本质,是对隐藏在错综复杂、扑朔迷离的现象背后的本质的一种抽象,在普遍性上它包括了自然界中不论何时何地所发生的这一变化,在深刻性上它摒弃了各种纷繁复杂的现象,只把其“精髓”昭示出来^①。化学符号是对宏观与微观的一种抽象、概括,它将丰富的宏观、微观信息浓缩成最为简练的形式,而且在更多时候,符号是从微观角度来诠释其含义的,这在某种意义上是为人们更好地认识不可视的微观提供了一种简便的方式。而且更值得一提的是,符号中既包含物质及其宏观现象,又包含着微观本质,还表示着量的关系,它的绝妙之处就在于从原子、分子等微观层次准确、简明地表达了宏观物质及其变化规律,巧妙地绕过了存在于微观和宏观世界之间认识上的鸿沟,因而为宏观与微观的交流提供了最大的便利,成为联结宏观和微观的有效中介和桥梁。

作为化学学习的对象,这些客观知识之间本身是有着各种各样联系的。那么,

① 刘仪. 对初中化学学科特点的再认识. 内蒙古教育, 1999. 5

学生通过化学学习在头脑中所形成的宏观表征、微观表征和符号表征之间也应反映出这种联系,也就是在三种表征之间也应建立起有机的内在联系。只有这样,我们才能更准确地理解和把握化学知识,才能够灵活地去运用。相反,如果无视或割裂这些内在联系,使得宏观表征、微观表征和符号表征之间相互孤立,那说明学生还没有习得化学学习的要领,充其量只是学到了一些孤立、零散的“知识碎片”,这无益于学生对化学知识的整体建构。因此,在化学学习中,学习者必须要建立三种表征的内在联系。

其次,建立三种表征间的有机联系能克服单一表征的局限性,发挥表征系统的整体优势。宏观表征究其本质,是属于对事物的感性认识,反映的是事物的表象和外部联系,相对来说要浅显一些。如果不对其进行抽象、概括、归纳、推理,不探究其根源、本质,学生就难以对知识有深刻、透彻的把握。这样长期下去,由于学生不理解知识,只图一时“热闹”,所以当学生对宏观现象的最初热情消失后,会最终导致其丧失学习兴趣。因此,在对化学知识进行宏观表征之后,还需要进行思维上的“加工”。而微观表征因其高度的抽象性而成为化学学习的一大难点,要形成正确深刻的微观表征,通常需要借助生动具体的宏观表征和简明概括的符号表征。否则,学生就只能习得空洞、晦涩的微观知识,甚至对其产生曲解,进而会刻意回避微观。而离开了微观,学生就无法在原子、分子层次上揭示事物的本质及其变化规律,也就无法形成对知识的深刻理解。同样,假如抛开相应的宏观表征和微观表征,而只是孤立地对知识进行符号表征,那么表征的也只能是符号这种抽象的形式,造成表征的形式与表征的意义相脱节。这样的符号表征非但无助于学生对知识的理解,反而增加了学生的记忆负担。长此以往,学生就会产生畏难厌学情绪,甚至把符号表征当成毫无意义的“第二外语”。

从上述分析可以看出,宏观表征、微观表征、符号表征对于化学学习都具有十分重要的意义,但如果三者孤立,就会对学生理解化学知识产生很大的局限性。而如果将三者进行有机结合,则能取长补短、相互促进,共同促进学习者对化学知识系统、深刻的理解。

2. “宏观—微观—符号”三重表征化学学习的涵义

所谓“宏观—微观—符号”三重表征化学学习,就是指学习者能从宏观、微观和符号三种表征水平上整体认识和理解化学知识,并建立起三者间的有机联系。当学生在进行化学学习与推理时,必须不断地在这三种表征水平之间进行转换,学生不同表征间转换的能力对于学生有意义地理解化学知识是非常重要的。我们用图 1-1 来表示化学学习过程中宏观表征、微观表征、符号表征之间互相转换、紧密结合的动态涵义。

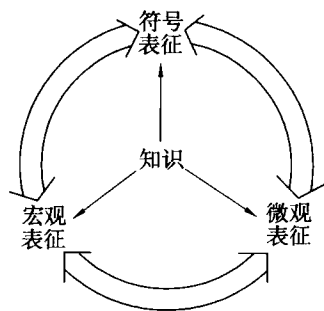


图 1-1 化学学习的三重表征

具体来说,我们可以从以下方面来认识“宏观—微观—符号”三重表征化学学习的内涵:

(1) 三重表征是从多个角度来理解、认识化学知识的。三重表征强调整理解化学知识角度的多样性,它为化学学习提供了宏观、微观和符号三个有力的视角,使学习者在三维“空间”内对化学知识予以全方位建构。

(2) 三重表征突出的是各种表征间的联系与转换。在化学学习过程中,三种表征相互联系,相互依存,每一种表征功能的体现往往需要其他表征的辅助与支持,不同表征通过相互联系而自由转换、互译。可以说,三重表征的关键就是通过建立宏观表征、微观表征和符号表征的内在联系,从而实现三种表征的融合,并通过这种理性与感性、具体与抽象的完美融合,来实现学习者对化学知识的全面理解。增进学生对化学知识的理解是三重表征最主要的功能。

(3) 三重表征是一个有机整体。虽然三重表征是由宏观表征、微观表征和符号表征三个部分构成的,但不是三种表征的简单拼凑,各种表征之间相互联系、相互融合,使得三重表征由三个基本组成部分融合为一个有机整体,这种整合后所发挥的整体优势要远远大于基本组成部分的简单相加,它为学习者思考、学习化学提供了更为开阔的心理视野。

宋心琦教授说过:“化学家的伟大之处在于,他能够从如此大量的分子所经历的亿万次变化的集合中,抓住事物和事件的本质,从原子或分子的角度来认识这一切,对它们进行科学的分析、分类、模拟和人为的多次再现,并用简洁明了的化学语言把它们记录下来,使之成为可供交流和运用的经验和知识。”^①这是化学家的三重表征,当然,我们并不是要求也不可能实现每个学生都达到化学家那样的程度,

① 宋心琦. 化学的明天. 南宁:广西教育出版社,1999. 19