

量子理论对化学教学规律的诠释

胡志刚¹, 郑学秀², 李秀华¹

(1. 福建师范大学 化学与材料学院, 福建 福州 350007; 2. 福州阳光国际学校, 福建 福州 350015)

摘要: 量子理论的神奇之处在于可以较好地揭示化学教与学的若干规律。量子理论的量子能级跃迁原理可以诠释化学顿悟学习, 波粒二象性原理可以诠释化学概念图策略, 几率波原理可以诠释化学教学的最优化, 不确定性原理可以诠释化学教学时机的把握。

关键词: 量子理论; 化学教学规律; 诠释

中图分类号: G423 **文献标识码:** A

文章编号: 1008-0627 (2012) 02-0015-04

自20世纪以来, 各国教育家的研究中出现了许多新的教学思想。其中不乏将某学科领域的理论运用于教学领域并获得成功的案例。苏联著名教育家巴班斯基借鉴工业最优化管理理论提出“教学过程最优化理论”;^[1] 美国著名教育家布鲁纳把心理学理论应用到教育学中, 成为建构主义教学论流派的代表人物之一; 此外, 还有人在教育学中引入了法律中的“案例”、医学中的“诊断”和生物学中的“反刍”等, 他们的研究成果亦很好地解释了一些教学现象。据此, 笔者由量子理论引发出对化学教学的几点思考。

一、量子能级跃迁理论对化学顿悟的诠释

量子理论表明, 能量并不是连续的, 而是逐渐累积的, 当粒子接收了一定的能量后就会发生能级跃迁到更高能级上。^[2]

“量子能级跃迁”理论与“学习顿悟”的现象类似, “学习顿悟”的过程也是一个“能级跃迁”的过程。

通过问卷调查显示, 学习过程中出现“顿悟”现象者大约占80%, 说明这是一种普遍存在的现象, 在我们研究和组织学习的过程中不可忽视。现代心理学所指的“顿悟”是瞬间对知识的理解领悟, 是在“格式塔”变化后对事物间本质关系和规律的理解。德国心理学家柯勒通过多年的黑猩猩实验, 发现了“顿悟”学习心理现象。在顿悟学习的准备阶段, 关键信息已经部分地被提取出来, 意识知觉水平之下的某种“力量”使

得必需的信息更加容易被个体获取。当受外界刺激时, 被激活的信息就易于被全部提取出来, 形成“扩散激活机制”。^[3] 从而, 个体理解潜力被激活, 出现知识创造螺旋上升的飞跃突变。

这方面的实证研究已在学习心理研究中得到广泛认同。顿悟学习是一种潜移默化积蓄的过程, 直到有一个明显的认识飞跃而出现质变, 使个体的行为模式或规则出现重大变化。作为人类理解的知识, 它与背景环境密切相关, 由单个具有独立意义的语意或意群构成。在此理论的基础上, 我们以“量子能级跃迁”来隐喻顿悟学习机制, 提出学习也具有类似“量子能级跃迁”现象的假说。

在化学教学中, 教师应努力为学生顿悟创造条件, 给学生以丰富的理性及感性认识, 使学生用熟悉的知识和经验联系、类比不熟悉的知识, 从已有知识经验中获得对新知识的启示, 使之瞬时顿悟, 有助于简化学生的思维过程。例如, 要面向全体学生, 让每个学生都有体验和经历用化学实验验证假说和猜想的机会。教师要指导学生, 特别是要帮助和指导那些有困难的学生完成设计方案并进行实验。

如在初中化学中物质构成微粒知识学习时, 对“构成物质的微粒之间是有空隙的”的假设的验证, 学生在设计方案时可能产生一定的困难, 这时老师就可以引导学生设计“一定体积的水和酒精混合”的实验方案和“气态、液态和固态物

收稿日期: 2011-10-10

第一作者简介: 胡志刚(1957-), 男, 江西安福人, 教授, 主要研究方向: 化学课程与教学论。E-mail: huzhigang-js@163.com

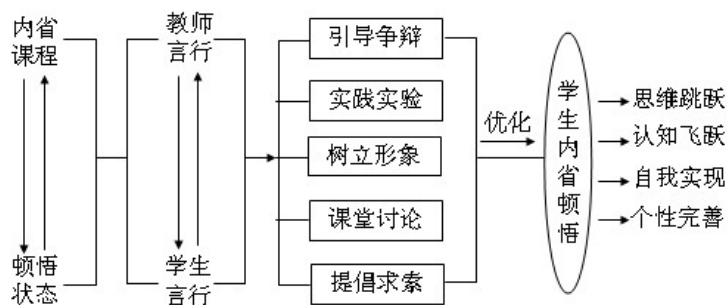


图1 化学内省顿悟课堂教学流程

质的压缩”实验进行验证。通过实验、讨论、小结,最后得出结论——构成物质的微粒之间是有空隙的,使学生的知识结构得到优化,形成顿悟。

将“顿悟教学”放在化学教学中进行探索尝试,把多媒体教学手段引入课堂,根据教学内容选择具体教学媒体。这要求化学教研组的教师认真备好每一节课,共同探讨教法的具体细节,引导学生进行探索活动,真正做到“内省课程,顿悟解法”的较高境界,见图1。

二、波粒二象性原理对化学概念图策略的诠释

波粒二象性原理告诉我们,微粒兼具粒子性与波动性,二者缺一不可都不可能完整地描述微粒的整体性质。微粒既有波的连续性也有粒子的个体性,对于化学知识呈现亦如此。

学生每天都要学习新的化学知识。有些知识彼此联系十分紧密,正如物质波一样是连续的,一环扣一环,具有严密的逻辑系统。在一节课里,前边的知识学不好,概念不清楚,常常会影响后边的学习,降低学习效率。学习一个新的概念常常是学习另一个新的概念的预备概念。然而,又有些知识彼此处于相对独立且平行的地位,正如微粒的粒子性一样并不连续,新的命题与认知结构中已有的特殊的观念既不能产生从属关系又不能产生总括关系。这些知识的教授中,如果处理不好,很容易导致学生机械学习。

这时,就需要教师根据不同的知识结构特点,采用相应的教学方法,使相对独立的知识具有复合意义。例如,教师可以通过形成并列结合学习,利用顺口溜、谐音等方法加强学生对知识的理解。布鲁纳主张提高教学内容的学术水平和抽象理论水平,让学生学习和掌握学科的基本结

构。即“不论我们选教什么学科,务必使学生理解该学科的基本结构”。

学科的基本结构,具体地讲就是指每门学科的基本概念、基本原理和法则的体系。通过对结构的掌握,使不同概念间形成一定的联系。其中,概念图策略便能很好地表现出每一个知识点,亦能将知识点通过一定的线索串联起来。概念图策略是指学习者按照自己对知识的理解,用结构网络的形式表示出概念的意义以及与其它概念之间联系的一种策略。^[4]一个化学概念的获得,既包括对它本身涵义的理解,同时还包括对不同概念间的各种相互联系的理解。新的概念只有纳入相应的概念系统中,与其它概念建立起必然的联系,才能被学习者全面、深刻地理解和掌握。

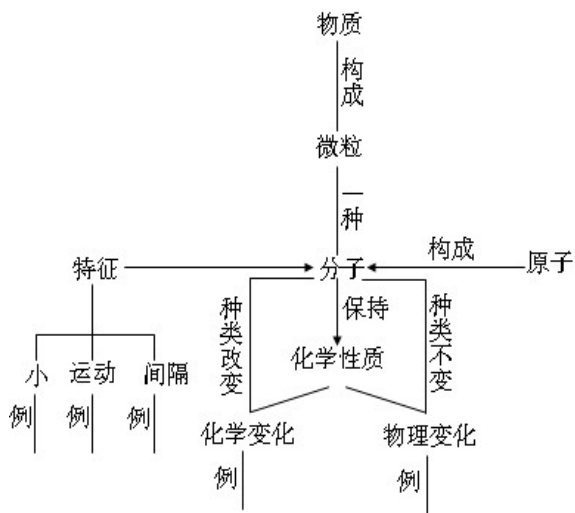


图2 分子的概念图

现以图2为例进行说明。分子是保持物质化学性质的一种微粒,这样“分子”这个核心概念就与“微粒”及“化学性质”这两个概念联成了概念图的中心内容;然后,完善“微粒”和“化

学性质”这两个相关概念，找出他们的上位概念及下位概念。此外也不能忽略“分子”这一核心概念所直接体现的性质特征，如“质量很小”“不断运动”“有间隔”等。通过这个概念图，就将分子、原子、微粒等不同概念通过一定的线索串连在一起了，使这些相异或相似的概念更易被理解、吸收。

概念图的实质就是以科学命题的形式显示概念之间的意义联系。它帮助学生首先弄清楚并理解教学内容中少数关键性的概念，最后用具体的知识或实例来佐证和充实概念。通过概念和连接词构成的命题的形式可生动形象地反映出概念之间的意义联系。

三、几率波对化学教学最优化的诠释

几率波，代表着通过实验测量所获得的所有可能结果的几率情况。玻恩的几率波解释第一次把几率概念引进基础物理学，“粒子的运动遵循几率定律，而几率本身按因果律传播”。这里，几率波看作是自然本身的一种本质特征。量子力学一般只预言一个事件的几率，而对这个事件的发生不作任何决定论的断言。这是一次极不寻常的思想冒险，它向人们展示了一个潜在的、不确定的量子世界，在这个世界中代表几率的波函数主宰着一切。人们所能做的仅仅是谈论几率，即在适当的实验条件下于某个位置找到电子的几率，或发现电子的速度为某一值的几率。

在化学教学中的任何一种教学方法都不可能完全适用于每一种化学知识的传授，也不可能完全适合每一个学生。所谓“教学有法，教无定法”，我们能做的只是尽量将最大几率集中于对化学教学有益的方面来。

对于不同层次、不同爱好和特长的学生都要求参与到教学活动中，并在不同基础上，使学生素质有整体意义的提高。总之，教学的主体是学生，课堂教学要面向全体学生。

例如，设置的问题要难易适中，不能过难，只面向少数尖子生。我们曾设计过一道题：

已知完全中和一定量的某硝酸，需要 100g 的氢氧化钾溶液，若改用 100g 的氢氧化钠溶液，则反应后溶液的 pH 是：（选填大于 7、小于 7、等于 7）。

据课后化学科代表调查：这道题在化学基础

稍好的班级讲解，有 90% 以上的同学能够理解；但在普通班只有 25% 左右的同学可以理解，45% 左右的同学似懂非懂，30% 的同学一点不懂，说明这道题在某种程度上是失败的。

因此，问题设计不当，非但不能调动学生思考的积极性，反而使学生感到高不可攀，挫伤学生学习的积极性；当然也不能过易，学生不经过任何思考都能回答出来，要考虑大多数学生，使大部分学生想一想都能回答出来，这样才能使学生的主体作用得到最充分的发挥，师生之间才能形成一种水乳交融、心心相印的教学情感。这里就是要考虑教学中的几率问题，如何将最好的教学效果几率最大化。不应该只提倡所谓的“精英教育”，要考虑到学习的整体效果，使教学效果向着最优化发展。

四、不确定性原理对化学教学时机把握的诠释

海森伯发现，量子力学对基于经典力学的那些物理概念，如位置和速度，施加了一种应用限制。人们不再能同时谈论电子的位置和速度，因为他们不能以任意精度被同时测定，并且这两个量的不确定度的乘积将大于普朗克常数除以粒子的质量。这一关系后来被称为海森伯不确定关系。一个系统中各种关系的呈现并非严格的成比例的，而是由一些原因产生很不同的结果，无法用线性关系来解决。

在化学教学过程中，亦存在不确定性，主要表现在学生与老师两个方面。如若能够把握住化学教学中的不确定这一千载难逢的好时机，则会取得意想不到的效果。“时机”即是指教者在教的过程中可以获得最佳教学效能的一段时间的契机，和对这种契机的创设、捕捉与利用。这种教的时机的把握关系到教师的主导作用能否使学生主体地位的学习出现最高的效率，发挥最大的时间效能，取得事半功倍的学习效果。因此说，把握化学教学时机应成为一条化学教学原则、教学理念、教学方略，应引起人们足够的重视。^[5]

通过一段观察，发现学生存在着对知识学习的不确定性。他们有时知道现象却不了解其中原理；有时了解原理却不知道如何运用；有时头脑中存在的认识与科学概念不一致等等。如何利用学生这种知识上的不确定性，把握他们对同一个

知识的不同方面认识的缺乏,来形成他们思维冲击,我们认为选准这个时机是至关重要的。学生问题的不确定把握得准能收到事半功倍的效果。

例如,在讲“碱的性质”一课时,做了一个“空中斩鬼的游戏”,先用喷壶向空中喷“水”,然后把刀劈向空中,只见刀上顿时鲜血淋漓!同学们愣住了,问“世界上真的有鬼吗?”要想弄懂此问题,这节课就来学习“碱的性质”,捉住这个“鬼”,好吗?这里就抓住了学生知识上的不确定,引发了学生的学习兴趣。

此外,教学过程的不确定性还表现在教师的教学中。在化学教学过程中经常发生一些意料之外的突发事件。这些偶发事件亦可以作为一个转瞬即逝的好时机,如何把握时机机智地处理好,防止或避免冲突,要求化学教师必需具备一种重要的特殊能力。教学过程是一个控制系统,是一种特殊的认识活动。作为教学过程中的主体——学生,他们的认识水平、道德情感不同,因而在教学过程中各种意外情况随时都可能出现。如何把握时机把课堂上的意外情况及时引导到教学的艺术构思中去,甚至令教学过程更加流畅自然,这就要求教师应有冷静理智的自制、自控

力。如在作化学演示实验时,由于客观原因实验不成功或出现结果异常,学生议论纷纷,这时教师可马上话锋一转,叫学生回答实验为什么不成功,这样可引导学生从反应的原理、实验装置设计、试剂的选择以及条件的控制等方面进行思考和分析,同样可达到预期的教学效果。教师在面对“意外”情况,应冷静地对待学生,保持心理上的平衡,从而把握时机,主动积极地找到解决问题的方法。

参考文献

- [1] 巴班斯基. 教学过程最优化——一般教学论方面[M]. 北京: 人民教育出版社, 2007: 5.
- [2] 潘道皑, 赵成大, 郑载兴. 物质结构[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 36-40.
- [3] SMITH S M. Getting into and out of mental ruts: a theory of fixation, incubation, and insight[M]// STEMBERG R J, DAVIDSON J E. The nature of insight. Cambridge, MA: The MIT Press, 1995.
- [4] 刘知新. 化学教学论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 232-234.
- [5] 胡志刚. 教育时机论[M]. 哈尔滨: 黑龙江人民出版社, 2003: 269.

On the Application of Quantum Theories in Chemistry Teaching

HU Zhi-gang¹, ZHENG Xue-xiu², LI Xiu-hua¹

(1. College of Chemistry and Materials, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China;

2. Fuzhou Sunshine International School, Fuzhou 350015, China)

Abstract: The paper attempts to present the application of Quantum Theories in chemical teaching and learning such as Quantum Energy Level Transition Theory applied in interpreting chemical insight learning, wave-particle Duality Theory in instructing chemical concept graph strategy, Probability Wave Theory in expounding on the optimization of the chemical teaching and Uncertainty Principle in helping take opportunities in chemistry teaching.

Key words: quantum theory; laws of chemical teaching; explanation

(责任编辑 赵 蔚)