

化学教育 与科学素养

陈日红 赖英慧 张立峰 主编



吉林人民出版社

前 言

化学是一门以实验为基础的基础自然学科，实验教学能为学生正确认识物质及其变化规律提供实验事实，它具有目的性、探索性、现实性和易感知性。我国著名化学家戴安邦指出：“只传播化学知识和技术的化学教育是片面的，全面的化学教育要求教师既要向学生传授化学知识和技巧，又要训练科学方法与思维，还要培养科学精神和品德。学生在化学实验中是学习的主体，他们在教师指导下进行实验，训练使用实验解决化学问题，使各项智力皆得到发展。”所以，化学实验是化学教育的一种有效的教学形式，它可以帮助学生建立和巩固化学基本概念和基本理论，获取化学知识，这一点在新教材中也得到充分体现。人民教育出版社的实验教材中其实验教学内容不是单独另立，而是穿插在基本理论、基本概念、元素化合物、化学计算等内容之中，方便了学生的学习活动，保证了学生学习过程的统一和完整。最主要的是，它还可以培养学生的科学素养(科学素养的内涵：一是指有学识、有学养，跟学者有关；另一类是指能够阅读，能够书写，对象是一般的普通大众)，而科学素养的培养，笔者认为最终的目的还是要培养他们科学的学习方法和思维方法，正所谓给对方“鱼”，不如教会对方如何“捕鱼”。所以，下面笔者就以化学实验教学与科学学习方法和思维方法的培养做以下概述。

目 录

第一章 漫谈化学教育	1
第一节 化学教育概述	1
第二节 化学教育发展历史	33
第三节 化学教育发展现状	47
第四节 化学教育的重要性	70
第五节 对于化学教育的反思	78
第六节 教师要在化学教育中具有创新精神	100
第二章 化学教育与科学素养	128
第一节 初中化学教育与科学素养	128
第二节 高中化学教育与科学素养	172
第三节 大学化学教育与科学素养	222
第三章 科学素养和化学教育并重	235
第一节 科学素养的培养方法与途径	235
第二节 化学教育与科学素养的关系	244
第三节 化学教育与科学素养二者并重	259

第四节 在化学教育中培养科学素养	264
结束语	319
参考文献	320

第一章 漫谈化学教育

第一节 化学教育概述

一、化学教育观念的八个转变

近年来,随着世界范围内科学技术和经济的发展,许多国家的教育发生了巨大变革,化学教育观念有了很大的转变。人们对化学教育的认识由低级走向了高级,由封闭走向了开放,由单一走向了多元,由局部走向了整体。下面,笔者分八个方面来探讨化学教育观念的转变问题。

(一)教材观的转变

在高科技蓬勃发展的今天,科学技术是第一生产力的观念日益深入人心,教学内容的现代化是我国化学教育改革的重要课题。

传统教育理论认为:教材应按逻辑顺序进行编排,它不考虑学生的接受能力和认知层次,因此内容繁杂,只重视纵向的知识体系,却忽视了知识的横向联系和综合运用,只利于教师教,不利于学生学。现代教学理论则重视教材内容的基本性,主张学习化学的基本结构。

而新的教材观应是以下五种观点:(1)教材现代化。把 20 世纪以来化学学科中的新成果吸收到教材中来,使教材反映现代科学技术的新成就。(2)教材理论化。在教材中加强基础理论和基本知识的比重,提高理论水平。(3)教材结构化。在教材中反映出化学学科的基本结构,使学生便于学

习,掌握本学科的基本框架。(4)教材的多样化。除必修课外,还应开设各种类型的选修课,以拓宽学生的知识面,建立合理的知识结构。(5)教材的趣味化。增加教材的可读性,增加化学史和化学小实验,提高学生学习化学的兴趣。

现代教学理论认为,教材内容应包括五个层次:知识层次、能力层次、情感层次、认知层次、教学思想及方法层次。从教材的结构上,应突破重点,以重点带全面。比如,对于讲重点知识,教师可以结合科学发现的过程及化学史讲清来源和应用范围,使学生掌握学习思路和方法,提高举一反三、触类旁通的能力。

(二)教师观的转变

现代教育理论认为,作为教师不应只满足于能教好课,而应该具有较高的教育理论修养。一方面,教师应进修一些有关教育理论方面的课程,包括教学论、课程论、化学教育学、化学学习心理学、教育测量学、智力心理学等。另一方面,教师应结合教学进行教育研究,每学期都应写一些科研论文,这样,教师就不只是在单纯地进行知识的传授,而是像心理学工作者那样发现学生心灵的奥秘,捕捉学生内心的感受,培养学生健康良好的个性,帮助其建立起高尚美好的情操。

教师是教育活动的组织者,其对学生的发展起着不可替代的作用。未来社会对教育的要求归根结底是对教师的要求,无论是教育观念的更新,还是教学内容、教学方法的改革都取决于教师的素质和态度,教师不会做的事,很难让学生学会做,教师不具备的品质,也很难在学生身上培养出来。因此,教师必须掌握广博的知识与各种技能,教师不仅要具备化学知识,还应该掌握社会知识与实用技术知识,不仅能讲授,还要能够运用现代

化的教学仪器。教师除了要注意自己的知识结构和外部行为之外,更应该注意自己的个性及心理品质,应该从政治、道德、知识、能力、心理、审美能力等诸方面提高自己,全面发展,综合提高,成为“全能型”“开拓型”“创造型”的教师。总之,要让学生具有各种品质,首先教师应该具有,21 世纪的教师要走在 21 世纪学生的前头。

(三)人才观的转变

一般来说,人才分三个层次:那些具有非凡创造力和创造精神,具有突出智慧、丰富学识和优良心理品质的高级人才是人才的第一层次;能够熟练掌握和通晓某一方面的知识和技能,既能动脑又能动手的专业人才是人才的第二个层次;有一定文化素养和实践经验的广大公民和普通劳动者是人才的第三个层次。社会对于这三个层次的人才都是需要的,缺一不可。比如,在矿厂,既要有工程师,也要有技术员和技术工人;在大学和研究所,既要有教授、研究员,也要有资料员和实验员,社会对各种人才的需求有一个合理的比例。如果建筑公司只有绘图员没有施工工人,医院只有开药方的医生没有抓药的护士,那么工作将如何开展!但当今个别人认为,只有高分考上大学才是人才,在高分、大学、人才之间画等号,因而在中学阶段一切围绕分数转,只抓智育,不抓德育、体育、美育,在智育中,只抓知识,不抓能力;在知识中,只抓高考要考的知识,不抓生活知识和社会知识,这一切都是片面人才观的反映。

社会主义建设对人才的要求不仅是多层次的,而且是多方面的,既需要科学家,也需要音乐家、艺术家、体育明星、发明家。学校要把培养多种人才作为自己的任务,长期以来,人们一直认为人的大脑分为两个区域,分别控制语言和数学两种智能,美国哈佛大学加德纳教授却认为人具有

六种智能,由大脑的六个区域来控制,前两种是众所周知的语言和逻辑(数学)智能,后四种则分别为音乐智能、体育智能、空间想象智能和感知自己或他人情感的智能。这六种智能各有自己的信息储存库,这一点可由某些健忘症患者的症状来证明。他们有时丧失了某种记忆力,而另一种智能却异常发达,这同时也证明了这六个区域中的某一区域若缩小,即某种智能衰退。其他区域则相应扩大,占据原属于另一智能的区域。另一智能则有可能发展。这就为我们培养各种人才做了生物方面的最好注释,也就是说,学生在这六种智能中的任一方面的发展都是有可能的。所以,我们完全没有理由只以文化课的分数高低来衡量是不是人才,而应努力发现学生的特殊才能,为学生特殊才能的发展提供特殊的条件。

(四)认识观的转变

近年来,“STS”(科学·技术·社会)教育正在世界范围内兴起,这是由于近半个世纪以来科学技术的发展已越来越广泛地影响着人类社会,因而,科学、技术、社会这些本属不同范畴和不同性质的体系在现代社会中已越来越成为紧密关联、相互渗透的整体,而化学在“STS”教育中占有特别重要的地位。现代高科技领域取得的成果在很大程度上可以说是化学学科发展的结果。因而,中学阶段的化学教育应该完成三个任务:(1)教给学生基础的、系统的化学知识;(2)培养学生科学的思维方法和能力;(3)使学生养成科学的态度和培养学生美好的情操。但相当一部分教师在教学中连一项指标都达不到。因为他们不是让学生自己去学习、去思考,而是让学生大量地背诵,靠死记硬背记下公式,会套公式算题即可,而新的教学观念则认为,“背诵一些定理定律不是学习,能背诵并记住的东西并不一定能理解,而不理解的东西是学不会的”。

还有个别教师在教学中不考虑中学生的生理和心理状况,把中学生当作“缩小了的成年人”,不注意中学生的思维习惯、认识过程和认识规律,一切教学活动都按教师的思路进行,让学生被动地接受知识。笔者认为,在教学中要具体体现学生的主体与教师的主导地位的完美结合,要调动学生的积极性,让学生提问题、找思路、做实验,错误让学生自己分析,是非曲直让学生自己分辨,方法优劣让学生自己比较,以真正体现学生的主体地位。

(五)知识的转变

目前的教学中过多地强调知识的重要性,其实,知识不过是我们教学中的一个目的,我们还应该注意非知识性素质的培养。

强调全面提高人的素质,以适应社会发展的需要,不但要学习书本知识,更要注意培养能力和技能,不但要培养化学方面的能力,还要通过学习化学养成正确的自然观和科学态度,如终生学习观点和自学能力,与别人合作的能力,选择、处理和运用信息的能力。

强调渗透和综合,现代科学发展有两个突出特点,即高度分化和高度综合,一方面门类越分越细,另一方面由于各学科之间的广泛渗透,产生了许多综合性的边缘学科。所以不但要强化化学知识,还要注意化学与其他相关学科之间的联系;不但要重视书本知识,还要注意社会知识、人文科学,使学生的知识广、博、精、深,为未来的发展打下良好的基础。

要注意培养“学是为了用”的观点,努力创设学生自己动手实验、观察、制作、创造的机会,把化学变成活生生的实物、活生生的生活以及活生生的化学。

(六) 过程观的转变

化学教学中狭义的过程一般是指化学实验过程、概念的形成过程、规律的演变过程或某一被研究系统从一个状态变到另一个状态的过程。我们知道,知识与能力是构成现代人才的两大要素,知识是能力的基础,并在一定条件下转化为能力,然而并不是所有的知识都能转化成能力,只有活的知识才具有能力价值,化学过程和终端结论相比,前者属于活的知识,后者属于死的知识。在教学过程中,倘若忽视化学过程的分析研究,而强求学生死记硬背结论,实属本末倒置,在教学中,要把重点放在做好化学实验及分析化学过程中,这样,学生不但通过研究过程掌握了知识,还掌握了研究问题的方法。

广义的教学过程是学生在教师的指导或引导下,通过自己的学习活动来掌握文化科学知识,发展认识能力,逐步认识客观世界的过程。众所周知,在一般的认识过程中所涉及的是认识的主体和认识的客体之间的关系,这可以称为认识论中的“二体问题”。

但在教学过程中,除了认识的主体(学生)和认识的对象(客体)之外,还有教师起着重要的作用。所以,教学过程是个“三体问题”。处理好教学过程也就是处理好教师、学生和客体之间的关系,这三者相互依存、相互联系和相互作用就构成了教学过程的基本矛盾,由于人们对这三者在总体中所处的地位及其矛盾有不同的认识和不同的处理方法,就导致了不同的教学思想、结论和方法。

比如,过分强调教师在教学过程的主导作用而忽视学生学习的主动性是注入式教学法的基本特征,这种教法主要表现为“教师讲,学生听”,教师将知识“嚼烂”喂给学生,而新的教学观点则认为,学生在一定的

条件下完全可以独立地发现问题、解决问题,这一定的条件则靠教师来提供并由教师进行指导和引导,这种方法称为“指导发现法”。也就是说,学生依据教师和教材提供的材料、背景、场所、器材,由教师启发指导他们通过自己的观察、实验、思考、问答、讨论、分析推理来综合概括自己发现问题、解决问题和得出结论,使学生成为知识的再发现者,这种方法最显著的特点就是注重获取知识的过程,最大限度地调动学生学习的主动性和积极性,使他们由接受教师灌输知识的被动地位转变为自己发现和获取知识的主动地位。学生自己参与问题的发现、实验分析及结论的整理过程,这种重视过程的教学方法对于学生的自学能力、实验能力、思维能力、解决问题的能力 and 创造能力的培养、强化和提高都是颇有益处的。

(七)课堂观的转变

传统的课堂教学是一个教师面对全体学生讲,基本上是教师与学生的单向传递,美国教育家林格伦曾把课堂上的师生交流分为四种:第一种是单向交流,即教师讲,学生听;第二种是双向交流,即教师问,学生答;第三种是多向交流,即师生之间、学生之间相互问答;第四种是综合交流,即师生共同讨论、研究、做实验。所以,我们的教学信息传递方式应该由单一转向多向。

以前,我们过分地强调保持教师的尊严,保证课堂的纪律性、严肃性,使课堂气氛紧张,学生情绪受到压抑,现代心理学证明,紧张的情绪是妨碍学习、抑制智力的。所以,教师应在课堂上营造和创立一种宽松和谐的氛围,把紧张的学习过程转变为愉快的学习,还可以精心设计游戏、实验、创设情境,让学生感到学习有趣味、有意思,如现在流行的“愉快教育法”“幽默教学法”“快乐学习”等均属这种类型。

(八) 评价观的转变

教育的评价功能有多种,但主要表现为甄造功能和发展功能两种,人们历来对评价的甄造功能比较重视,并通过它来体现教育的人才分配作用,而对评价的发展功能研究得不够,人们希望通过甄别选拔考试对学习者的按智力水平层层选拔进入高一级学校深造,堆砌“象牙宝塔”。

教育评价观念的更新主要表现在应从重视评价的甄造功能转变到重视评价的发展功能上来,让评价为学生的发展服务,让评价更有利于促进学生的德、智、体、美、劳全面发展,要注意评价信息的及时反馈,调节教与学的进程,让评价促使学生萌生成就感,以激发学生的学习内驱力。

在我们教学的不同阶段,我们可以采取不同的评价手段,但不论是形成性评价、诊断性评价还是终结性评价和系统性评价,其都应遵循心理学家布鲁姆所说的:“评价作为一种反廓—矫正系统用于教学过程中的每一步骤上判断该过程是否有效;如果无效,则必须采取什么变革,以确保过程的有效性。”

在评价方式上,教师应适当地将学生个人自我评价的“自控”、小组同学相互评价的“互控”及教师和学生共同组成的评价反馈矫正网络的“调控”三种方式有机地结合起来,形成学生自身、学生与学生、学生与教师的三维主体评价反馈矫正网络,以促进教学中主客体适时的相互转换,调动教与学的积极性。

二、“绿色”化学教育

随着社会不断发展,人口不断增长,环境污染日益成为当今世界的突出社会问题,而中学化学与环境问题密切相关,因此,教师应义不容辞地承担起培养学生环保意识的职责。在中学阶段进行绿色化学理念的教育

是培养具有绿色意识和环保能力的高素质人才的根本途径，也是解决环境问题的根本途径。

环境与发展问题已成了当今世界共同面临的两难选择，成了对 21 世纪人类最严峻的挑战，人类不得不面临新的环境问题。为了从根本上预防和治理环境污染，人们必须依靠近年在国际上引起极大关注的化学领域——绿色化学。

(一) 绿色化学的概念

“绿色化学”是当今社会提出的一个新概念。在“绿色化学工艺”中，理想状态是反应物中原子全部转化为欲制得的产物，即原子利用率达到 100%(原子经济性)。原子的利用率越高，意味着生产过程中废物的排放量越少，对环境的影响也越小。

把绿色化学融合于中学课程教材改革和课堂教学改革之中，变绿色化学为中学化学教育的一个重要的组成部分，这是中学化学教育的崭新课题。

(二) “绿色化学”在中学化学中的渗透

在化学教学中培养学生的环保意识，应该抓住教学中的各个方面，并从多角度对学生进行环保教育。

1. 抓住教材的环保内容渗透环保教育

化学教师应该结合化学教材中的诸多章节向学生介绍环保的相关知识。例如，结合硫、氮的氧化物，介绍空气污染、酸雨的形成及其危害；结合一氧化碳等有毒气体的教学，在课堂上介绍其对环境和人体的影响以及相关的实验操作注意事项；结合炼钢炼铁的工业流程，介绍工业污染及废气、废渣的处理；结合重金属元素的教学，介绍重金属对水的污染并给人

体健康带来的危害;结合磷肥的相关知识,介绍湖泊水质的富营养化;结合有机高分子化合物的内容介绍白色污染及其危害和解决方法,等等。课堂是教师的第一阵地,作为化学教师,我们要抓住这一阵地,紧密联系教材,在日常教学中渗透环保教育,让学生理解环保的必要性和紧迫性,并逐步培养起环保意识。

2.在实验教学中推进环保教育

作为化学教师,我们要利用实验教学让学生参与到环境保护的实践中来。首先,我们要培养学生的实验习惯,如在密闭系统或通风橱中操作有毒气体,对反应后的尾气进行吸收,不让其扩散到空气中;反应后的废液、废渣不随意倒入水池,而是分类回收,等等,使学生养成环保的好习惯。其次,我们要帮助学生学会从环保角度设计、改进、挑选实验方案,选取实验药品,使学生尽可能地采用一些无毒无害、低污染、低能耗的实验方案以及选择一些无污染、可回收、可循环利用的药品,从小培养学生在科学实验和工业生产上的环保意识。

3.发挥考试的导向功能,强化环保教育

近年来,环境保护试题在各地中考试卷中都有出现。这些题中,有的仍落在化学的基础知识上,而中考其实应发挥其导向作用和教育功能,并引导学生关心社会、了解社会,推动中学的素质教育,提高学生对环境保护的认识。我们化学教师在平时就应注重把身边实际与知识相结合,在日常考试练习中给学生营造一个重视环境、保护环境意识。

4.利用丰富的课外活动开展环保教育

根据现行《中学化学教学大纲》的要求,学生环保意识的培养仅靠在课堂上的培养是不够的。教师应该把环保活动作为化学课外活动的一个

重要组成部分,把培养学生环保意识作为化学课外活动的一个重要目标来认真有效地实施,而教师可以采取如下三种课外活动开展环保教育。

(1) 专题讲座

教师可以结合国内外重大的环境污染问题和重大的环保活动举办专题讲座,如结合6月5日世界环境日向学生介绍当前世界关注的全球性环境问题有哪些;结合9月16日国际保护臭氧层日向学生介绍臭氧层的相关知识及其被破坏的原因和氟利昂的应用及其替代技术;结合我国提倡消除白色垃圾活动谈谈白色垃圾的起源及其危害。

(2) 组织学生参观活动

教师可以利用假期组织学生到附近典型的污染工厂(如焦化厂、水泥厂和镀锌厂)和受污染河流等处参观,与厂里工人和技术人员及河流周围的居民交谈,明确环境污染的危害性和环保的紧迫性。

(3) 组织学生进行小课题研究

①教师可以组织学生对雨水、江水和工厂废水、民用废水的pH值测定后进行比较;②了解空气质量是怎样评估的,API值与空气质量级别的对应关系,调查繁忙公路上二氧化碳及空气污染气体的含量;③调查目前各品牌冰箱中氟利昂的使用情况,与以前情况对比如何;④对比小白鼠在不同空气质量、不同酸度的饮用水的条件下的生长情况;⑤从环保角度改进课本上的一些实验,并进行讨论研究。通过这样的一些课外活动,让学生活动在环保第一线,把平时所学的化学知识用到实处,亲身参与环保活动,真真切切体会环保任务的艰巨,有利于学生把被动的培养环保意识转为自发的、主动的培养自身的环保意识。

随着世界经济的发展,一场绿色变革浪潮正席卷全球,21世纪将成为

绿色世纪。在中学化学教学中开展绿色化学教育是历史赋予我们的责任。绿色化学教育有利于保护人类赖以生存的环境,实现人类社会可持续发展,中学化学必须体现绿色化学教育,要让绿色化学的思想和内容贯穿于整个教育活动之中,真正做到绿色无所不在,只有这样,我们的教育才能够充满生机,绿意盎然。

三、从“化学教学”到“化学教育”

化学教学在起到传授化学知识的同时,还应该肩负起化学教育的责任,这是一种哲学性质上的认识。教师要更新教育观念,迈出从化学教学走向化学教育的起始步伐;注重教学生成,寻找化学教学走向化学教育的契机。以此帮助高中生进行化学的深层次认识。

(一)更新教育观念,迈出从化学教学走向化学教育的起始步伐

新课程理念强调尊重学生的主体地位,发挥教师的主导作用。毫无疑问,在由化学教学向化学教育过渡的过程中,教师的主导作用显得十分重要。从目前的教学实际来看,教师教育观念的更新非常重要。而事实上,只要我们在教学中注意做到以下两方面的细节,我们或许就能够有效地迈出走向化学教育的第一步。

首先,要认识到化学教育不是一个空洞的概念,其是由一点一滴的与化学有关的元素组成的。人教版化学选修教材以“化学与生活”和“化学与社会”为书名,实际上就是在提醒我们进行化学教育。

例如,在“保护生存环境”一节知识的教学中,我们就可以结合生活中的例子实施:我们以前都能闻到某些地方的自来水有漂白粉的味道,而现在则没有。这是因为现在已经用臭氧(O_3)等作为消毒剂和漂白剂代替原来使用的二氧化氯(ClO_2)和次氯酸($HClO$)等,这样就能达到避免氯化物

对人体造成危害。在这类知识的教学中,我们既能渗透化学知识,又能落实化学教育的内容,即化学不总是生硬知识与抽象的符号、化学式等,其与人类生活密切相关,我们常说的“生活离不开化学”往往也就体现在这种联系上面。

其次,认识到化学教育存在于化学教学的任何一个组成部分。从目前的教材编排来看,课本上的内容往往都具有显性或隐性的化学教育因素;而从现在的化学习题来看,目前的命题材料也越来越重视这一点。近年来的各类考试中经常出现这样的信息题,在对它们进行解答时,就有化学教育的空间。

例题:

2011年是国际化学年,中国的宣传口号是“化学——我们的生活,我们的未来”。下列叙述不正确的是()。

A.多用电子邮件、QQ等即时通信工具,少用传真打印机,属于“低碳生活”方式

B.PM_{2.5}是指大气中直径小于或等于2.5微米的颗粒物,是危害人体健康的污染物

C.氢键在形成蛋白质的二级结构和DNA双螺旋结构中起关键作用

D.高纯度的硅单质被广泛用于制作光导纤维,光导纤维遇强碱会“双螺旋”

这样的题目,每个选项其实都提供了一个信息点,而对这些选项进行分析所用的知识又绝不局限于教材,因此这样的题目是非常好的化学教育的素材,教师在日常教学中要给予高度重视。