

广义问题式学习法在分析化学教学中的实践

郭智勇, 魏丹毅, 王 邃, 干 宁, 谢洪珍

(宁波大学 材料科学与化学工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘 要: 文章探讨了问题式学习法(PBL)在分析化学课程建设中的应用, 提出“广义 PBL”的思维, 建立一系列“广义 PBL”教学方法, 并凝练为“一个中心两条线, 三个抓手四根弦, 五个层次六手段”, 进而探讨了由此衍生的考核手段的改革思路。

关键词: 问题式学习法(PBL); 分析化学; 教学改革; 地方性高校

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-0627(2009)01-0113-05

一、PBL 的含义及背景

1967年, 美国的神经病学教授 Barrows 在加拿大的麦克马斯特大学医学院首创问题式学习 PBL (Problem-Based Learning, 也称作基于问题的学习法)。PBL 以信息加工心理学和认知心理学为基础, “把现在广为采用的被动学习方法改变为更加主动的学习, 包括自我指导的独立学习以及导师辅导等方法, 以保证终身连续地学习”。^[1]可见, PBL 强调以学生的主动学习为主, 而不是传统教学中的以教师讲授为主, 把学习设置到复杂的、有意义的问题情景中, 使学习者投入自主探究和团队合作, 最大限度地调动其自学的积极性、激发和支持学习者的创新意识和高水平思维, 从而获取隐含在问题背后的科学知识, 最终形成解决问题的技能和终身自主学习的能力。这种最早起源于 20 世纪 50 年代的医学教学方法, 目前已经在国际上广为流行, 不仅在医学教学中受到推崇, 而且也被许多学科借鉴以进行教学改革, 包括分析化学。

传统的分析化学教学片面注重知识的传授, 课程目标定位狭窄, 对于与分析化学学习及学生发展相关的一些重要能力(如问题解决能力、自主学习能力、协作交流能力等)较少关注, 由此带来了一些不良的教学结果, 培养出的学生在分析化学的专业素养方面不能满足社会需求。为适当这一变化, 使原本有学科交叉性质的分析化学具有更丰富的内涵, 世界范围内的分析化学教育改革正在进行, 改变原有的老师“教”、学生“学”的传统教学模式, 使学生带着问题学习的 PBL 教学模式受到关注。实际上, PBL 在分析化学教学中的应用并不是一个全新的概念, 1960 年代中期, 美国 Illinois 大学的 Laitinen 教授就在本科分析化学课程初次尝试 PBL。^[2]在随后的 20 年里, 相关研究与探讨不断深入, 近期较为显著的工作有 St. Olaf 学院 Walters 的角色扮演方法、^[3]Bates 学院 Wenzel 的合作学习实验^[4]和 Kansas 大学 Wilson 等在仪器分析教学中实行 PBL 的尝试^[5], 均成效显著。但除了有限的几所高校作了初步的思考与研究外, PBL 目前在国内分析化学教学的应用并不多见, 值得借鉴的经验很少。

二、广义 PBL 在分析化学教学中的实践

考虑到国内外大学教学模式、教学方法、文化背景以及学生的思维方式、学习习惯等多方面的悬殊差异, 完全采用国外经验并不适合中国大学教学国情。PBL 学习方式最初起源于医学院校, 所以解决的问题通常以一个具体的病例为发端, 然后进行扩散性学习, 但对分析化学而言, 这就相当

收稿日期: 2008-08-10

基金项目: 浙江省分析化学精品课程; 宁波大学教研项目(JYXMxzh200726)。

第一作者简介: 郭智勇(1973-), 男, 江苏江都人, 宁波大学材料科学与化学工程学院副教授, 博士。

于某一个专业性问题,可以将这种传统的 PBL 学习法称为是“狭义 PBL”。实际上,因为学科特点的差异、专业性质的不同,“狭义 PBL”在医学专业教育可以获得非常好的效果,而在分析化学教学领域,针对某一个或某几个专业性问题进行 PBL 学习,效果并不理想。近年来,我们提出“广义 PBL”新思维,把 PBL 思想作为教与学的灵魂,不再局限于传统的 PBL 学习方法的承继,而是将其贯穿于一系列教学方法之中,作为一种培养学习内部动机、鼓励有效合作、发展自主学习和终生学习技能的广义方法。

(一) 教学目标

1. 学生应熟练掌握主要分析化学方法的基本原理、应用范围及其优缺点,能够根据具体的分析对象、自身具备的实验条件选择合理的分析方法。

2. 培养学生的独立分析和解决问题能力、团队协作精神、书面与口头的专业表达能力。面对具体的分析问题时,能够拟定完整的、可行的研究方案,包括:文献调研、方法研究、样品采集、样品前处理、样品分析、质量控制、报告总结等,且具备最终实施的能力。

3. 培养学生的自我提升和终身学习的兴趣和能。学生必须具有终身学习的能力,才能最终成为富有创新精神的与时俱进的科技人才。

(二) 课程描述

分析化学发展至今,已经远远超出化学领域,既有包括定性分析、重量法、容量法等内容的经典分析化学,也有包括光谱、波谱、色谱、电化学等内容的现代分析化学以及与相关学科交叉而衍生出的新领域如化学计量学、自动化分析、专家系统等等。总之,通过与数学、物理学、计算机科学等相关学科的结合,分析化学已经发展到分析科学阶段,成为一门多学科性的综合性科学。

(三) 内容剖析

在分析化学课程教学过程中,我们认为,实际上可以把分析化学课程内容分解成两大部分六个层面。两大部分为:理论与实验。六个层面为:理论部分包括原理、计算、结果分析,实验部分包括:基本操作、成熟方法的应用、新方法的创立。学生在这六个层面的学习中,主要存在八大共性问题,即:如何开展理论内容的自主学习、如何掌握最新的研究动态、如何直观了解分析仪器的原理和构造、如何解决繁琐的计算问题、如何掌握解析谱图的方法、如何提高实验基本技能、如何应用成熟方法分析实际样品、如何创立新方法。

(四) 建设思路

基于上述思考,在具体实施中,提出课程建设思路:针对所述的内容与问题,贯彻“广义 PBL”思维,建立一系列“广义 PBL”教学方法,并凝炼为“一个中心两条线、三个抓手四根弦、五个层次六手段”,其中,“一个中心两条线”是指导思想,“三个抓手四根弦”是行动纲领,“五个层次”是实践教学模式,“六手段”是理论教学方法,并与上述的内容与问题相对应(见表 1)。

(五) 实施方案

1. 一个中心:以培养学生对分析化学学科的自我提升和终身学习的兴趣和能为中心,实现课程的教学目标。

2. 两条线:课堂教学与课外学习两条线。作为化学专业四大基础课程之一,分析化学课程通常在一个学年、理论课和实验课各 100 学时内完成,要在如此之短的时间内,全面而深入地介绍分析化学的各个方面,是不可能实现的。分析化学是一门实践性学科,需培养学生的动手能力和解决问题的能力,且分析化学的发展极其迅速,“授人以鱼,不如授人以渔”,教给学生自我提升和终身学习的能力显得非常重要。因此,必须同时注重课堂教学与课外学习两条线。

3. 三个抓手:以教学、科研、服务地方为提高课程质量的三个抓手。首先,教学是高校的本位、教师的本职工作,故提高课程质量的重要性,此处毋庸赘言。其次,抓科研促教学,“没有高水平的科研就没有高水平的教学”,教师的科研成果向优质教学资源的转化,可推动教学内容和课程体系改

表1 广义PBL教学法框架

两大部分	六个层面	八大问题	广义PBL教学方法
理论	原理	如何开展理论内容的自主学习	网络平台
		如何了解方法的最新应用	选择章节指导性自学
		如何直观了解分析仪器的原理和构造	查文献写综述
	计算 结果分析	如何解决繁琐的计算问题	拆装废旧仪器
		如何掌握解析谱图的方法	参观商检局, 交流
			编制计算程序
实验	基本操作		分组讨论, 团队学习
		如何提高实验基本技能	基本操作“人人”过关
			基础实验
	成熟方法的应用	如何应用成熟方法分析实际样品	综合实验
			设计实验
			直接对外测试样品
新方法的创立	如何创立新方法		开放实验, 自主选题
			参加教师科研

革, 极大地促进本科教育、教学质量的提高。最后, 坚持为地方服务以促进教学。宁波大学是一所“立足宁波、紧贴浙江、为地方经济与社会发展服务的综合性大学”, 学校的人才培养目标是: “主要面向地方培养经济建设和社会发展第一线需要的应用型人才, 同时培养基础理论知识宽厚、具有较强科研能力的基础型人才和学科交叉、知识综合、适应面广的复合型人才”, 因此, 本课程定位于“为后续课程的学习、培养具有创新意识的为地方经济服务的研究型应用人才打好基础”。在具体实践中, 采用适当的组织方式, 可以实实在在地促进教学, 具体如后述。

4. 四根弦: 学生能力的培养应该是全方位的, 但在一门课程当中, 则应当有所侧重。我们觉得, 在分析化学课程的教学中, 应当“调好四根弦, 唱响一支曲”, 即: 着重培养学生的自主学习能力、团队合作能力、实践动手能力、创新能力, 促进全面素质的提高。(1) 自主学习能力。分析化学内容繁杂、发展日新月异, 学生必须具有终身学习的自主学习能力, 才能与时俱进。(2) 团队合作能力。当今社会, 人们在工作学习中所面临的情况和环境日趋复杂, 单靠个人能力已很难完全处理各种错综复杂的问题并采取切实高效的行动, 需要人们组成团体, 建立合作团队来解决错综复杂的问题。(3) 探究设计能力。化学是一门实验科学, 通过在实验教学中探究活动的设计和实施, 使学生能够自觉地获取知识和技能, 受到科学方法的训练, 体验探究的乐趣, 形成和发展探究设计能力, 非常重要。(4) 创新能力。创新是社会、国家、科学、文化进步的灵魂, 没有创新的亦步亦趋的跟随, 沦为平庸, 所以, 学生创新能力的培养极为关键。

为实现上述目标, 具体实施时从“五个层次”抓实验教学、“六手段”抓理论教学:

5. 五个层次: 实验教学分为五个层次: 操作、基础、综合、设计、开放。

(1) 操作。为培养学生严谨的科学作风、使学生掌握过硬的基本技能, 教师可以让学生在观看基本操作多媒体光盘的基础上并通过6学时的练习后, 实行教师与学生间一对一考核, 直至“人人过关”。

(2) 基础。通过基础实验, 培养学生严谨的科学态度和实事求是的工作作风, 领会和掌握分析化学的基本理论和基础知识, 巩固和加深对理论的理解, 培养学生独立工作和独创性思考的能力, 掌握基本的分析化学实验原理、实验方法和技巧, 提高科学思维和分析问题、解决问题的能力, 为后期的综合、设计、开放实验以及理论学习打下基础。

(3) 综合实验。在学生掌握分析化学实验基本原理、基本操作的基础上, 在分析化学二级学科层面上安排的, 与科学前沿紧密结合的, 旨在提高学生综合运用基础知识和基本技能, 培养学生科

研素质和创新能力的实验。将两个以上三级专业方向的基本理论、基本实验技能融合贯通在一个实验中,使内容成为综合联系化学、材料、生命、环境、能源等学科,集分离与提纯、物理性质测定、化学性质研究、结构表征、性质解释等为一体的实验。

(4) 设计。依托学院的仪器资源,对地方企业的送检样品进行分析检测。组织流程是:样品送检→学生提出解决方案→指导教师审核,提出修改意见→学生实验,教师现场指导→报实验结果,撰写实验报告。这种校企合作方式,一方面解决了企业的技术难题,更主要的是锻炼了学生的解决现实问题的能力。

(5) 开放。学生或自主选题,或参与教师的科研课题,在教师指导下独立进行综合和创新性研究,真正感受从事化学研究的真谛,培养其爱科学、学科学、用科学的积极性和主动性,培养其科学素养,提高其进行科学研究的能力。

6. 六手段:采用六种手段促进理论教学。

(1) 网络教学增平台。建设网络课程,进行网络教学,通过多媒体和网络技术提供界面友好、形象直观的交互式学习环境,成为课堂外的第二学习平台。在自建的“分析化学”精品课程网站,除了多媒体课件、讲义等常规内容外,还包括大量的课外学习资源,学生通过网络学习,可以进一步拓宽专业视野,增强专业能力。

(2) 编制程序算 pH。化学分析的酸碱滴定法中 pH 的计算分为多种类型,同一种类型中又根据具体情况使用不同的计算公式,判据复杂、计算繁琐,对这一部分内容学生普遍存在畏难情绪。可以组织学生采用已学的 Visual Basic 编制计算程序,按每 3~5 人分为一组,组长负责程序流程图、主程序和人员安排,各组员根据安排编制相应的子程序,最后再由组长将程序总成,组织进行验算。一周后,由组长在课堂上展示程序,教师按每一种类型任意指定一个题目进行考核,如果完全正确则为合格,再根据程序编制的水平评定等级。为调动学生积极性,明确宣布:如果程序考核合格,在期末考试中这部分内容不再考。此举非常奏效,学生踊跃参加,效果非常理想,每个组编制的程序均通过考核,能够准确计算各种类型的 pH 值。这种方法既解决了课程中的难点教学问题、提高了学习效率,又培养了团结协作精神,还提高了计算机应用能力,一举多得。实际上,课程中不少内容均可采用这种形式进行学习。

(3) 查阅文献写综述。分析化学教学通常在二年级进行,学生对科研的了解甚少,通过查阅文献就某种分析方法撰写综述,可以使学生加深对所学内容的理解,了解该方法在近 10 年的应用,培养学生查阅科学文献的能力、阅读文献的习惯,初步掌握科技论文的结构及书写方式。综述的选题很重要,不宜太大、太难、太新。如果题目太大,有几百上千篇文献要读,短时间内很难完成,就会产生畏难情绪,敷衍了事,适得其反;如果太难,远远超出了学生的能力水平,即使勉强完成质量也很差,起不到练兵的作用;如果太新,则可能有比较多的现成的文献综述,初次上手的学生较难摆脱前人的窠臼,甚至有些学生可能会进行抄袭,彻底违背了开展这个项目的初衷。因此这几年,题目大多选在极谱方法上,因为此类方法原理非常简单、非常成熟,近 10 年不会有原理上的突破,文献不多,最多不过几十篇,都是该方法在各个领域的应用,且多数文献为中文,学生自己可以很容易地看懂,也就产生了按照自己的思路进行梳理的兴趣。当然,这样的综述是很难发表的,但要的不是可以发表的论文,而是学生阅读文献、总结文献、撰写综述的能力,这几年的尝试结果表明,学生在这方面的能力大大提高,为毕业论文的高质量完成打下了坚实的基础,意外的收获是学生的专业英语水平大大提高。

(4) 团队学习解谱图。仪器分析中的谱图解析较难且枯燥,在介绍完“四大谱”的基本原理后,可将学生按每 3~5 人分为一组,每组发放一套某未知物质的“四大谱”图,由学生自行组织进行课后讨论,然后组长代表全组在课堂上十分钟内汇报谱图解析的思路和结果,教师引导其他学生从中发现可能存在的问题,进行集中讨论、讲解及针对性的指导。这一形式很受学生欢迎,激发了学生

的学习兴趣,同时还给了学生展示自己的机会。

(5) 课程内容串讲。为培养学生独立自主学习的能力,选择相对容易的章节,如重量分析和沉淀滴定,使学生在教师的指导下进行有计划有步骤的自主学习。方法是:第一步,教师给出自主学习内容的标题式提纲,其中融入一些学习方法,如要求用表格、流程图的形式对相应内容进行归纳、比较等,并提供参考书目;第二步,要求学生按自学提纲学习,并完成教材所附思考题和习题,然后以书面形式提出学习中碰到的问题。教师就共性问题在课堂上集中答疑,突出重点、解决难点,并按节进行小结;第三步,要求每一位学生根据自己对相关课程内容的理解,采用 Powerpoint、Authorware、Flash 等格式编写课件,在课堂上随机点名,采用“接龙”的方式完成对整章内容的分段讲解。

(6) 讲台搬进实验室。包括两个途径:拆装废旧仪器。在指定时间开放废旧仪器室,在教师必要的指导下,学生自己动手拆装废旧仪器,加深了对所学知识的理解,培养了动手能力,解除对仪器的神秘感;组织学生参观。如组织学生参观仪器设备较为齐全的宁波市出入境商品检验检疫局,由该局的分析检测中心主任向学生介绍各种分析测试仪器及具体用途、实际案例,这样的教学真人、真事、真景,效果好。

(六) 考核改革

课程建设必须要有相应的考核方式作为支持。为鼓励学生跳出“死读书、读死书”的怪圈,以积极的心态投入 PBL 中,故在大纲中明确规定,在总成绩中,期末考试占 50%,平时的 PBL 学习也占 50%。客观地评价学生 PBL 学习的好坏程度并不困难,大部分方法都有比较明确的成果,如:讨论结果、编制的程序、制作的课件、撰写的综述、课堂的表达、样品测试过程与结果,等。但总体而言,这方面的工作细化程度还不够,对每一项成果打分的量化表格还在考虑与制作中。另外,完全由教师完成对学生 PBL 学习成果的评价也不够合理,也许,管理学中的 360 度评价法值得借鉴,这是我们的下一步探索对象。

参考文献

- [1] 世界医学教育联合会. 爱丁堡宣言[J]. 刘秉勋, 林印钢, 译. 医学教育, 1990 (5): 1~2.
- [2] LAITINEN H A. The aim of analysis [J]. Analytical Chemistry, 1966 (11): 1441~1445.
- [3] WALTERS J P. Role-playing analytical chemistry laboratories [J]. Analytical Chemistry, 1991 (20): 977A~985A.
- [4] WENZEL T. Cooperative group learning in undergraduate analytical chemistry [J]. Analytical Chemistry, 1998 (23): 790A~795A.
- [5] WILSON G S, ANDERSON M R, LUNTE C E. Instrumental analysis at the University of Kansas: an experiment in problem-based learning [J]. Analytical Chemistry, 1999 (18): 677A~681A.

Application of Generalized PBL in the Teaching of Analytical Chemistry

GUO Zhi-yong, WEI Dan-yi, WANG Sui, GAN Ning, XIE Hong-zhen

(Faculty of Materials Science and Chemical Engineering, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: This paper is designated to survey the application of problem-based learning (PBL) in the teaching of analytical chemistry. It further puts forward a series of teaching methods which are presented concisely as “one center and two lines, three grasps and four chords, five levels and six means”, complete with a fresh course test approach involved.

Key words: problem-based learning; analytical chemistry; teaching reform; local university

(责任编辑 赵蔚)