

Case Design of PBL Teaching Mode Applied to Instrumental Analysis Teaching—Taking High Performance Liquid Chromatography as an Example

Weigang Fan¹ Ming Guan¹ Mingrui Han² Qifa Li³

1.College of Chemistry and Chemical Engineering, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang, 830054, China

2.Urumqi No.1 Middle School, Urumqi, Xinjiang, 830002, China

3. High School Affiliated to Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

This paper analyzes the problems existing in current instrumental analysis teaching and the insufficiency of applying PBL teaching mode to instrumental analysis teaching. At present, most of the teaching methods of instrument analysis in Chinese colleges and universities adopt traditional teaching methods, leading to passive listening of students, which not only fails to stimulate students' interest in learning, but also lacks the cultivation of students' independent thinking and cooperation ability. Therefore, the application of PBL teaching mode in instrument analysis course is more urgent. This paper first introduces the research background, research purpose and research status of PBL at home and abroad, and then expounds the teaching principles and structure followed in this teaching design. Secondly, it evaluates the teaching effect of PBL teaching mode by formulating teaching objectives and designing teaching contents through classroom performance, student mutual evaluation and after-class testing.

Keywords

PBL teaching mode; instrument analysis; high performance liquid chromatograph

PBL 教学模式应用于仪器分析教学中的案例设计——以高效液相色谱法为例

范维刚¹ 关明¹ 韩明睿² 李奇发³

1. 新疆师范大学化学化工学院, 中国·新疆 乌鲁木齐 830054

2. 乌鲁木齐市第一中学, 中国·新疆 乌鲁木齐 830002

3. 新疆农业大学附属中学, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要

论文针对当前仪器分析教学存在的问题以及PBL教学模式应用于仪器分析教学的实际情况不足进行分析。目前, 在中国高校中仪器分析教学多数采用传统的教学方式, 导致学生被动听讲, 这样不仅不能激发学生的学习兴趣, 而且缺乏对学生独立思考以及合作能力的培养, 因此对于PBL教学模式在仪器分析课程的应用较为迫切。论文首先介绍了PBL的研究背景、研究目的、国内外研究现状, 然后阐述了本教学设计中所遵循的教学原则及结构, 其次通过制定教学目标设计教学内容, 通过课堂表现、学生互评以及课后检测, 评价PBL教学模式下的教学效果。

关键词

PBL教学模式; 仪器分析; 高效液相色谱法

1 引言

仪器分析是用来分析未知物的性质、含量及结构的一门实践性、科学性很高的课程, 也是化学以及生物、医学、物理等专业学生必不可少的课程。目前, 中国的大学积极参与课程改革和创新, 但仪器分析教学大多仍然停留在传统的教学模式中, 缺少激发学生兴趣的多样性和互动性, 不利于学生自信心和积极性的培养, 从而影响到学习的效果^[1]。

PBL (Problem-based learning) 教学模式是一种设计学习情境, 以问题为导向、以学生为中心的教学方法。PBL

【基金项目】新疆维吾尔自治区第一批“天山英才”教育教學名師培養計劃; 《儀器分析智慧課程》新形態教研西行項目。

【作者簡介】范維剛(1976-), 男, 中國山東泰安人, 博士, 副教授, 從事化學教學研究、新型功能材料的设计合成研究。

教学模式中,教师是帮助者和促进者;通过小组学习,学生自主获取知识。论文将 PBL 教学模式运用于高校仪器分析的教学,以激发学生的学习兴趣,帮助学生更好地掌握知识点,构建完整的知识体系,养成自主学习的习惯。

2 PBL 教学模式国内外研究现状

2.1 中国研究现状

在中国知网中,以“PBL 教学模式”为索引词进行主题搜索,结果如图 1 所示。2000—2022 年相关文献共 20000 余篇,其中,2003—2007 年为 584 篇,2008—2012 年为 3741 篇,2013—2017 年为 7168 篇,2018—2022 年为 8691 篇。说明 PBL 教学模式的研究呈逐年增长趋势。20 世纪 80 年代,在我国 PBL 教学首次被应用于医学课程。今天,PBL 教学法仍然集中在医学领域,特别是临床教学,在中国知网上用“PBL 教学模式”和“临床教学”作为关键词进行搜索,在 2000—2022 年间获得了 4643 条结果,而以“PBL 教学模式”和“仪器分析”作为关键词进行搜索,在 2000—2022 年期间为 177 篇文献,可见,PBL 教学模式在仪器分析教学领域的研究还不深入^[2]。

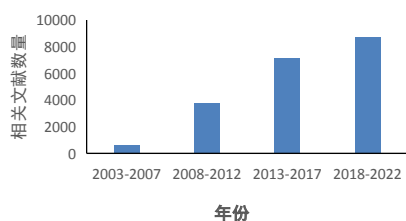


图 1 PBL 教学模式相关文献

2.2 其他国家研究现状

1969 年,美国神经学家霍华德·巴罗斯首次提出了一种新的教学模式——基于问题学习的 PBL,旨在帮助学生更好地掌握知识,并培养他们的实际应用技能。自 21 世纪初以来,PBL 在教育中的应用逐渐从医学扩展到其他专业教育,对 PBL 教学模式的研究越来越深入。在其他国家,目前 PBL 教学模式的研究相对成熟,已渗透到多个领域,为研究人员提供了大量学习资源^[3]。

3 仪器分析 PBL 教学模式的结构

PBL 教学注重培养学生的思维能力和主观能动性,让学生在教师精心创设的情境中发现问题,通过教师的引导和学生之间的交流、研讨,主动分析和解决问题。使学生摆脱了传统的知识获取习惯,实现实践能力和思维能力的提高。PBL 教学模式核心理念是激发学生的创造性思维、提升他们分析、解决实际问题的技巧。教师是教学过程中的“促进者”,主要负责提出问题;学生是学习过程中的“学习者”,主要负责对问题进行思考。在老师的指导下,学生们独立思考,并通过小组协作来探究问题。每个小组都会对实验结果进行总结和评估,以期找到解决问题的途径^[4]。这种教学模式的基本结构如图 2 所示。



图 2 仪器分析 PBL 教学模式的结构

3.1 情境驱动，提出问题

在 PBL 教学模式中,教师在定义和实施问题情境时,老师应创造一个充满活力且具有挑战性的问题环境,采用多种方式创造有趣的情景,让学生们能够独立思考并对该课程产生浓厚的兴趣。

3.2 分析问题，组织探究

通过以情境为导向提出问题,激发学生的探索欲望和活力,而深入思考、有效地组织这些问题则是学生真正走向深度研究的关键步骤。PBL 教学模式的核心目标是让学生能够从一个更大的视野去看待和理解世界,而教师则扮演着引领和推动的角色,教师需要帮助学生将复杂的概念拆解成更简单的步骤,从而让学生能够更好地掌握知识,解决复杂问题。

3.3 解决问题，作品展示

为了有效地解决问题,我们需要不断地审查以前的分析和研究,以确保我们的假设是正确的。为了有效地验证假设,学生们需要仔细研究各种计划,并将他们分解成若干小组,每个小组都需要向大家展示他们的计划,并且对存在的问题进行深入研讨。接着,老师指导学生进行假设验证,并最终解决问题。

3.4 总结评价，得出结论

通过小组讨论和分析,学生可以推断出实验的结果,并且可以通过相互评价和交流来加深理解。在课程结束时,每个小组可以介绍他们的计算结果,或者提出不同的方法思路。老师提供有效的指导,帮助学生理解课程的重点、难点和疑惑。

3.5 教学反思

教师的反思是指在课程结束后对教学过程进行反思总结。首先,判断课程节奏学生能否跟得上,考虑问题情境的设置是否合理。其次,观察学生在小组合作交流的过程中是否能有效地分析问题。最后,反思教学内容,教学设计是否符合实际教学情况,重点、难点、疑点的讲解方式能否让学生更好地领悟等。

4 仪器分析 PBL 教学模式的设计研究

为了让学生获得最大的收获,我们应在课堂上提供多种多样的体验,比如通过深度研究、应用分析技术和实际操作,让学生能够将所学的理论知识应用于现实生活,从而提高课程的有效性。通过小组协作,学生们可以根据不同的问题来设计出解决方案,巩固所学的知识。

4.1 仪器分析 PBL 教学模式的实施条件

本文认为 PBL 教学模式的有效实施需要三个条件：①学校层面：学校应建立一套完善的实验课程体系来提高实验教学的质量，包括：增加实验课时间、举办实验课讲解比赛、进行实验课程的多元化拓展等。②教师层面：PBL 教学模式使学生成为课堂的中心，而老师扮演着辅导者的角色。当老师准备讲授特定的案例时，应选择与日常生活和工作相关的问题，及时与学生沟通获得反馈，引导他们找到解决问题的思路。③学生层面：学生需要设定学习目标和方向，制定学习计划，积极探讨、思考解决问题的策略。在解决问题后，学生要反思自己是否或能够实现对问题的深入理解，是否能够在整个学习过程中实现自我调节和独立思考。

4.2 仪器分析 PBL 教学方法实施

通过 PBL 课程的目标，老师设计了一系列有效的问题，并使用高效液相色谱法（HPLC）来进行分析；HPLC 结合气相色谱和经典液相色谱的原理，需要粒径更小的色谱填料、更高压力的泵、柱效更好的色谱柱，可以提供准确、快速、可靠的分析结果。

4.3 仪器分析 PBL 教学设计

4.3.1 教材分析

论文借鉴的参考书是由华中师范大学、陕西师范大学、东北师范大学等共同编写的分析化学第四版下册，HPLC 位于该书的第十七章。在进行教学时，学生已经具备了气相色谱法与液相色谱法的相关知识，因此在学习的过程中可以将三种色谱分析方法比较学习，这样会提高学生分析问题及解决问题的能力。

4.3.2 学情分析

学生已经学习了色谱法导论和气相色谱法，这些都对本章节学习打下了基础；从化学素养方面分析，学生从初三开始接触了化学知识，高中和大学阶段的化学学习都为他们培养了深厚的化学素养；但就目前学生学习兴趣低的情况，应营造轻松愉快的教学环境，并在课堂上设置问题引导学生积极思考，逐渐加大学生自主学习的任务。

4.3.3 教学目标

①知识与能力目标：掌握 HPLC 的概念与特点，它相较于经典色谱法、气相色谱法的优点。②过程与方法目标：通过小组合作学习的形式，认识 HPLC 的原理和特点，培养学生团队合作以及解决问题的能力。③情感、态度和价值观念：激发学生的学习兴趣，帮助学生形成勇于创新、勇于探索的价值观，使学生成为终身学习者。

4.3.4 教学内容

教师可以带领学生回忆学过的气相色谱法和经典液相色谱法，从而引出 HPLC 的作用原理。同时教师利用生态问题的情境，向学生抛出问题：对于水中污染物例如苯系物的测定，应该选用哪种方法才能达到最佳测定效果？围绕此问题，学生们在小组讨论和分析多种色谱法的基础上，各抒己见，

共同决定选用一种色谱法。教师再提出关键问题：所选色谱法能否对水中苯系物进行快速而准确的检测？若我们假设 HPLC 是最好方法，那它相对于其他色谱法又有什么优势？

首先，由于水中的苯系物含量较少，组成较为复杂，因此必须采用多种技术，如萃取、气化、浓缩等才能实现气相色谱分析，操作烦琐，成本很高。其次，经典液相色谱分析速度较慢，且测定数据不准确。而 HPLC 通过高压泵将流动相输送到进样系统，样品溶液注入流动相，最终加载到色谱柱上。由于样品各成分在两相中的分配系数不同，经过一段时间后，各成分就会被分离。这种方法具有回收率高、检出限低等特点，故可应用于水中苯系物含量的检测。

通过以上分析，HPLC 的优势就明显了，与气相色谱法相比：①该方法不含有机污染物、毒性小；②不受试样的挥发性和热稳定性的限制；③可选用各种溶剂作为流动相；④在室温条件下可进行分离。与经典液相色谱法相比：①对样品进行快速处理、纯化或浓缩时，可避免一些干扰因素；②操作简便，易于实现自动化；③检测灵敏度较高；④分析速度快。

4.3.5 教学评价

①课堂表现评价：对于提出的问题学生们积极踊跃地回答，并且小组讨论时也积极发表自己的意见，课堂气氛十分活跃，很少有学生开小差或者是低头玩手机。教师对学生的表现情况进行评定，该部分占总成绩的 30%。②学生互评：学生随时对照教学目标，进而发现和认识自己的不足，采用学生互评与学生自评，该部分占总成绩的 20%。③案例设计：前往红山公园采取水样，将 HPLC 应用于该水样中多氮联苯的检测，五人为一小组，合作设计实验方案，在老师确认方案后进行实验，记录实验报告，实验结束后，提交实验数据并且对数据进行处理，推测红山公园水体环境的污染程度。该部分占总成绩的 50%。

5 结语

论文介绍了 PBL 教学模式的结构和设计，以分组教学法、对比教学法、启发式教学法为手段，对高校仪器分析课程中 HPLC 的内容进行分析。虽然论文只选取了仪器分析的 HPLC 章节实施基于 PBL 模式的教学设计，但 PBL 模式的概念是可以迁移的。此外，为了更全面全方位地评价基于 PBL 的教学模式的有效性，还需扩展教学效果的评价方法和标准。希望论文能够为仪器分析教学提供一定的参考价值。

参考文献

- [1] 侯思毅,司杨,韩爱霞,等.分析化学教学现状分析及改革初探[J].广州化工,2020,48(1):152-154.
- [2] 柳玉英,蔺红桃,刘青,等.问题导向的分析化学理实一体化教学模式设计与实践[J].化学教育(中英文),2020,41(20):32-36.
- [3] 乔颖.PBL教学模式在高中元素化学教学中的应用效果研究[D].西宁:青海师范大学,2020.
- [4] 赵雅昕.基于问题式(PBL)教学模式的高中化学实验教学设计与实践研究[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2020.