

新工科背景下《无机化学实验》PBL教学模式改革

袁亚文 刘沙沙 张旭雪 曹晓荣*
齐鲁师范学院化学与化工学院 山东济南 250200

DOI: 10.12238/jief.v7i5.14518

[摘要] 在中国高校教育改革的大背景下, 新工科教育模式的提出和实施, 旨在培养学生的跨学科综合能力和解决实际问题的能力。这种教育模式强调学生的自主学习、实践能力和团队协作精神, 与产出导向 OBE (Outcome-Based Education) 理念和问题导向 PBL (Problem-based Learning) 教学模式密切相关。本文旨在探索以问题为导向的 PBL 教学模式在无机化学实验教学中的应用, 以齐鲁师范学院化妆品技术与工程专业的教学改革为例, 选取“海带提取碘”实验进行教学模式改革, 分析其实施过程和效果。

[关键词] 产出导向; OBE; 问题导向; PBL; 教学改革

Reform of PBL teaching mode of Inorganic Chemistry Experiment under the background of new engineering

Yuan Yawen Liu Shasha Zhang Xuexue Cao Xiaorong*

School of Chemistry and Chemical Engineering, Qilu Normal University, Jinan, Shandong Province 250200

[Abstract] In the context of educational reform in Chinese universities, the introduction and implementation of the new engineering education model aim to develop students' interdisciplinary skills and their ability to solve practical problems. This model emphasizes students' self-directed learning, practical skills, and teamwork, closely aligned with the Outcome-Based Education (OBE) philosophy and the Problem-Based Learning (PBL) teaching approach. This paper explores the application of the problem-oriented PBL teaching model in inorganic chemistry laboratory teaching, using the teaching reform of the Cosmetics Technology and Engineering program at Qilu Normal University as a case study. The 'Iodine Extraction from Kelp' experiment is selected for the reform, and its implementation process and outcomes are analyzed.

[Key words] Outcome-Based; OBE; Problem-Oriented; PBL; Teaching Reform

1. 前言

1.1 研究背景

中国高等教育在“推进新工科、新医科、新农科、新文科建设”教育背景下, “四新”建设走向范式变革, 呼吁更加倾向实践和应用导向的教学模式, 学生应具备的能力不仅包括专

业知识, 还需具备解决实际问题的能力和创新思维。PBL (Problem-based learning) 教学模式是以学生为中心, 以问题为导向的教学模式。学生是积极参与 PBL 过程的学习者, 他们从问题中阐述事实和想法, 将现有知识并与新信息联系起来, 通过学习过程积极建构和重建知识体系, 提升其自主学习、

终身学习、批判性思维、创造性思维和团队协作等综合能力^[1]。这种教学模式与 OBE (Outcome-based education) 理念的核心思想契合, 以学生为本, 学习成果为目标导向, 以“反向设计、正向施工”方式进行课程体系建设, 强调学生的学习成果和能力培养, 发展个人能力与职业技能, 为未来职业发展奠定坚实的基础^[2]。

《无机化学实验》是高等院校工农理科专业必修课程, 具有理论与实践、知识与创新相结合的学科特点, 对培养学生自主学习、批判性思维、分析解决问题等能力起重要作用。该课程也是齐鲁师范学院“四新”专业——化妆品技术与工程专业的基础实验课程。本文将以问题为导向的 PBL 教学模式应用在无机化学实验教学中, 以期达成化妆品技术与工程专业培养具有扎实基本理论、基本技能、创新意识和实践能力, 能在化妆品等日用化学等相关领域从事产品开发及评价、质量安全控制以及职业院校教育教学等工作的高素质应用型人才的目标。

1.2 研究内容

高等院校的化学教育实践技能是学生在专业领域取得成功的重要基础和必备条件。学生通过实验对基础概念进行具化, 并且通过实验将理论知识应用到实际场景, 增强将抽象概念与现实世界现象联系起来的能力, 为将来在科学研究领域和工业领域做准备^[3]。《无机化学实验》是学生步入大学后的第一门专业实验课, 对学生安全意识、实验意识、科研素养的培养具有重要意义。目前存在班级规模大、设备使用有限和时间限制等挑战, 学生遵循预先确定的实验方法、执行规定的操作来观察化学反应现象, 完成实验操作和实验报告, 不能充分吸引学生、激发学生的好奇心进行探索。

本文将《无机化学实验》课程与 PBL 教学模式结合, 以“海带提取碘”实验为例子进行教学, 为学生提供全新的学习体验, 解决学生由老师“牵着鼻子走”、考试是学生学习的驱动力、学生不清楚为什么学等问题, 以学生为中心, 充分发挥学生学习的主动性。在教学过程中将最前沿的学科知识、专业培养理念、科学研究精神以及最新的科研成果转化为系统化的教学资源, 强化学生的研究意识、学术兴趣和专业能力, 完成课程建设的目标, 实现立德树人根本任务的教育目标, 坚定走好科学态度严谨、创新务实人才培养之路。

2. 课程设计

2.1 教学内容

基于 PBL 教学模式制定教学目标: 培养学生对碘提取原理和方法的理解, 提高实验设计和数据分析能力, 强化团队合作和创新性解决问题的能力, 加强行业发展意识^[4]。设计 PBL 教学模式, 鼓励学生积极参与实际问题的解决, 培养跨学科的理解和批判性思维能力, 通过查找科学文献、了解研究现状、总

结现有方法、反思实验现象、改进现有实验方案、与行业产业联系以及未来就业思考等方面, 实现体验式学习、综合学习和全面发展的目标。

通过从海带中提取碘单质流程的设计, 可以帮助学生更好地理解物质富集、分离及提取的思路, 体会解决生活问题中元素周期表知识发挥的作用。海带变为碘溶液的视觉转变吸引学生并激发了他们的好奇心, 并在科学过程中灌输了一种奇迹感, 推动学生理解能力的提高, 培养学生科学探究及树立创新观念思维, 有助于培养学生超前的科学精神以及增强学生的社会责任感。

2.2 教学过程

“海带提取碘”实验进行的基于问题 (PBL) 的学习模型根据具体设计和实施涉及的规划, 以确保学生参与有意义的协作学习体验。主要的教学过程如下:

1. 问题介绍

向学生创设情境, 提供碘提取的重要性、碘在工业中的应用以及与当前提取方法相关的挑战的背景信息, 并提出问题“我们如何高效、可持续地使用环境可持续的方法从海带中提取碘?”。强调问题与现实世界的相关性, 以吸引学生的兴趣并强调他们提出解决方案的重要性, 激发学生的学习动机。以开放式的方式提出问题, 以鼓励创造性思维和探索不同的解决方案。

2. 团队协作

将学生分成小组, 每个小组内部成员的能力水平存在差异, 而各小组之间的整体能力则保持相对均衡。小组初步集思广益、自主学习、自主分工, 收集相关资料, 鼓励团队讨论解决问题的潜在方法, 强调协作对话和创造性思维的重要性。

学生探究实验中可能遇到的问题和挑战, 自主提出以下问题: ①海带中的主要成分是什么、碘元素的存在形式及含量如何? ②目前已有海带提取碘的原理和优缺点是什么? ③影响海带提取碘效率的因素有哪些? 具体的实验条件和相关数据是什么? (如温度、pH 值、提取溶剂等)

教师提供研究论文、教科书和在线数据库等资源的查找方法, 指导学生通过电子图书资源如中国知网 (CNKI) 等数据库, 利用关键词或主题词进行检索, 指导学生阅读文献, 快速查找解决问题的方法。

3. 实验设计

学生应考虑实验安全措施、实验条件和碘定量分析的方法, 制定从海带中提取碘的详细实验方案。教师促进团队之间的讨论, 提供实验设备、化学品和安全指导, 并对实验室进行资源分配。学生在实验室中实施实验方案, 教师鼓励并根据需要参与故障排除, 指导团队收集实验数据, 进行提取液中碘含

量的测定, 指导团队系统收集数据、记录观察结果并分析解释实验结果。

4. 解决方案

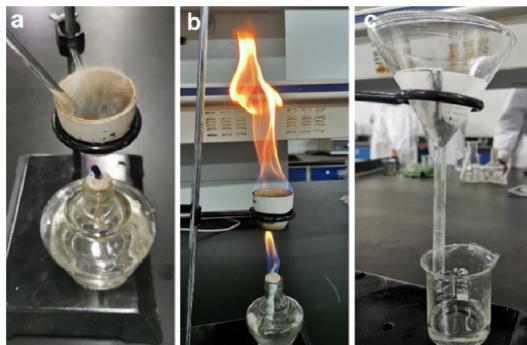


图1 学生实验过程中的图片

学生分析数据, 解决在实验过程中遇到的问题。教师鼓励团队探索优先考虑可持续性、效率和可扩展性的创新方法。如采用灼烧法时, 图1(a)所示, 海带灼烧的烟雾大如何改进? 学生尝试在坩埚中加入酒精, 使浸润酒精的海带在坩埚中燃烧, 减少灼烧中的烟雾。但是与此同时, 学生发现酒精在坩埚中燃烧火焰较大, 如图1(b)所示, 学生提出应对策略, 燃烧中应格外注意实验的安全性。学生在过滤操作中提出, 海带灰较多, 易堵塞漏斗颈, 如图1(c)所示, 学生提出策略, 可用减压抽滤取代常压过滤, 以提升过滤速率。

5. 反思改进

学生通过反思讨论来总结经验, 在讨论中分享获得的经验教训。教师鼓励学生探索与碘提取及其对环境可持续性和工业流程更广泛影响相关的进一步研究应用。学生了解行业发展, 通过中国知网/web of science 以“海带 化妆品”/“Kelp cosmetics”为主题词, 调研海带或者海藻类提取物应用于化妆品中的最新科研和商业成果^[5]。

2.3 教学反思

通过遵循 PBL 教学模型实践教学过程, 将学科知识与实际问题结合起来, 在实践中获得更丰富的解决问题的经验, 提升了学生的实际应用能力和创新思维。学生的主动学习意识增强, 对于知识和行业发展的渴望和兴趣增加。但是学生存在角色转变困难的问题, 学生习惯了传统的教师主导式教学, PBL 模式下的自主学习和团队合作对于学生提出了更高的要求, 课前与课后均需要花费较多的时间和精力^[6]。教师不再是知识的传授者, 而是学习的引导者和团队合作的组织者, 教师角色的转变对教师能力和素养也提出了更高的要求^[7]。教师需确保进行实验所需的设施和材料的可用性, 通过指定目标和安全注意事项, 协助团队设计实验并指导团队分析问题、识别关键变量、提出假设和制定数据收集计划。潜移默化地培养学生的创新思

维和解决问题的能力。

3. 总结

在中国高等教育不断革新的浪潮中, 新工科教育模式的崛起与实施, 为培养具备跨学科综合能力和解决实际问题能力的新时代人才开辟了新道路。但 PBL 教学模式存在教师角色转变困难、学生适应性问题、时间和资源投入大、问题设计难度高、评价困难等问题。学生愿意适应这种转变并投入其中, 向自主学习、团队合作、对实践和应用感兴趣、愿意面对挑战、有较强时间管理能力的方面转变, 即可从 PBL 教学模式中获益, 取得良好的学习效果。为了充分发挥 PBL 教学模式优势, 需不断提高教师的专业素养和教学能力, 培养学生的自主学习和探究能力, 同时提供充足的教学资源和经费支持, 并制定科学、合理的评价标准和方法, 为其他学科的实验教学提供有益的借鉴和参考。

[参考文献]

- [1]王睿, 基于 PBL 模式下的无机化学实验课程教学研究. 实验技术与管理 2016, 33 (07), 220-223.
 - [2]张谱, OBE 理念导向下无机化学理论及实验教学改革研究. 云南化工 2023, 50 (08), 198-200.
 - [3]李子峰; 刘絮; 孟祥茹, 无机化学实验培养学生科研能力的探索. 实验室研究与探索 2023, 42 (06), 160-163.
 - [4]孙长艳; 李文军; 董彬; 陆慧丽, “PBL”教学模式在无机化学实验课程中的应用. 实验室研究与探索 2012, 31 (05), 135-137.
 - [5]王媛; 赵佳锐; 魏强; 王珂; 杨琼; 吉爱国; 宋淑亮, 一种新型海带面膜的制作工艺及检测. 香料香精化妆品 2023, (03), 53-56.
 - [6]徐家瑶; 樊明珠, 基于 PBL 教学模式的无机化学实验教学与实践. 天津化工 2024, 38 (01), 159-161.
 - [7]于凯; 李刚; 王殿荣, 以学生为中心的“无机化学实验”混合式教学模式研究与实践. 云南化工 2023, 50 (10), 200-202.
- 作者简介: 袁亚文 (1989.8), 女, 汉族, 河南省周口市人, 齐鲁师范学院/化学与化工学院, 博士, 副教授, 研究方向为无机化学及无机化学实验教学研究。
- 课题项目: 齐鲁师范学院 2023 年度教学改革研究项目 (JG202307); 齐鲁师范学院校级教改项目 (XKC2024050, XPT2024011); 山东省社会科学规划研究项目 (批准号 19CDNJ16)。