

问题导向探究式教学方法在 大学专业课程中的 应用初探

郭丽, 周志强*, 孙墨珑, 陈春霞, 王崇, 李思琦, 荣春光

东北林业大学化学化工与资源利用学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2021年10月3日; 录用日期: 2021年11月1日; 发布日期: 2021年11月8日

摘要

以材料表面与界面课程为载体, 进行了问题导向探究式教学方法在大学专业课程中的应用实践。将讲授与学习设置在合理的问题情境中, 通过分析和解决问题来学习隐含于问题背后的课程知识, 提高学生在学习中的主体地位, 调动和发挥其主观能动性, 转被动学习为主动学习。转变传统教学中“教师负责讲, 学生负责听”的固化理念, 将师生间“我讲-你听”的单向单调关系转变为“讲授与学习、探索与反馈”的双向合作关系。运用问题导向探究式教学方法提高了课程的教学效果, 显示了其在大学专业课程中应用的可行性, 具有一定的参考借鉴意义。

关键词

问题导向, 探究式教学, 本科教学, 专业课程

Tentative Application of Problem-Oriented Inquiry-Based Instruction in College Specialty Courses

Li Guo, Zhiqiang Zhou*, Molong Sun, Chunxia Chen, Chong Wang, Siqi Li, Chunguang Rong

College of Chemistry, Chemical Engineering and Resource Utilization, Northeast Forestry University, Harbin
Heilongjiang

Received: Oct. 3rd, 2021; accepted: Nov. 1st, 2021; published: Nov. 8th, 2021

*通讯作者。

文章引用: 郭丽, 周志强, 孙墨珑, 陈春霞, 王崇, 李思琦, 荣春光. 问题导向探究式教学方法在大学专业课程中的应用初探[J]. 教育进展, 2021, 11(6): 2098-2104. DOI: 10.12677/ae.2021.116325

Abstract

Problem-oriented inquiry-based instruction was tentatively applied in college specialty courses with *Materials Surface and Interface* as a demonstrative course. Teaching and learning were set in reasonable problem situations. Students learned the course knowledge behind the problems through analyzing and solving the pre-set problems. In this way, the students' dominant role in learning was enhanced, their subjective initiative in learning was given full play, and passive learning was changed to active learning. The solidified idea of "teacher responsible for speaking, students responsible for listening" in traditional teaching was changed, and the one-way monotone relationship of "teacher talks-students listen" was transformed into a two-way cooperative relationship of "teaching and learning, exploration and feedback". The problem-oriented inquiry-based instruction has improved the teaching and learning effect of this course, showing the feasibility of its application in college specialty courses and suggesting that this teaching reform has certain significance of reference and promotion.

Keywords

Problem-Oriented, Inquiry-Based, Undergraduate Teaching, Specialty Courses

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

新世纪以来,我国高等教育取得了长足的进步和持续的发展。深化改革实现高质量发展已成为当前高等教育的主旋律。大学课程教学方法改革是实现高等教育理念创新、模式创新的重要突破口,是实现高等教育内涵式发展重要抓手之一。当前大学课程教学中仍然存在着诸多问题,需通过改革创新来解决。教学过程中,教师使用传授的方法多,启发的方法少,缺少教与学的双向互动;偏重知识点本身的记忆,缺少理论联系实际,缺乏知识点的相互关联和拓展延伸;强调接受学习、死背硬记、机械训练,缺乏积极探索、主动求知;缺少构建力、想象力、批判力和创造力等辩证性能力的培养;注重书本知识学习,缺少思考能力、实践能力的培养;学生在学习中的主体地位不高,学习能力和学习习惯的培养未得到应有的重视;等等。针对以上问题,作者进行了问题导向探究式教学方法在大学专业课程中的应用初探,以材料表面与界面课程为载体进行了实践,取得了一定的改革成效,具有一定的参考借鉴意义。

2. 问题导向探究式教学方法在大学专业课程中应用的可行性分析

传统教学方法偏重知识点本身的记忆,强调接受学习、死背硬记、机械训练,学生被动学习,缺乏内生动力。其关键问题是缺乏学习动力的激发源,讲授与学习没能置于合理的情境之中。问题既是学习的起源,也是选择知识的依据,又是掌握知识的手段。问题是探究与学习的先导,它既是探究与学习的资源,也是探究与学习的推动力。优化传统教学中的讲授与学习,将讲授与学习设置在合理的问题情境中,使学生通过探究的方式了解问题、分析问题、解决问题、提出新问题,进而学习和掌握隐含于问题背后的知识。学生受到问题的激发而积极主动去分析、梳理其中的科学知识,查阅资料,归纳总结,形成解决问题的方案。通过这一过程有望实现以下目的:提高学生在学习中的主体地位,调动和发挥其主观能动性,转被动学习为主动学习;转接受学习、死背硬记、机械训练为积极探索、主动求知;培养构

建力、想象力、批判力和创造力等辩证性能力；培养学习能力和学习习惯；最终实现课程知识学习与能力培养有机统一、相互促进。

探究式教学[1]-[6]是国内外早已存在的一种教学方法,强调科学教学的重点是引导学生对科学过程的理解,而不单是去记忆孤立的科学事实和概念,帮助学生感知自然现象,修改和发展科学认知,提升科学论证和合作能力,以类似科学研究的方式去获取知识。国内关于探究式教学方法的讨论与实践众多,但总体上成效有待提高。特别是在中小学教学中,探究式教学与应试教学之间存在着巨大的矛盾,探究式教学往往只是作为传统教学的一种点缀,多在文化课之外的“副科”上略有实践,甚至沦为教学改革的一种“噱头”。在高等教育的基础课程教学中,也往往由于课程知识点多、学时有限、理念固化、考试压力等原因,使得学生忙于被动记忆而“无暇”主动探究,使得真正意义上的探究式教学难以实现。

相对于基础课程来说,专业课程留给學生探索分析、主动求知的空间或活动余地更大一些,而且专业课程一般在高年级开设,学生已具备一定的基础知识储备和探究能力,进行探究式学习相对来说“更从容一些”,在大学专业课程中应用探究式教学方法具有较大的可行性。但其中也存在着一些问题待考量:探究式教学是否弱化了教师讲授?探究过程需要时间,有限的学时内能否覆盖到专业课程所要求的知识点?哪些知识点需要通过传统讲授学习,哪些知识点需要通过探究学习?探究过程中需要的课堂之外的资源是否能得到充分保障?本科生能否担当起学习主体来探索求知、研究规律、建立认知模型和学习方法架构?等等。以上考量合情合理,非常有必要。传统教学方法忽视学生主体地位,而探究式教学方法又有过于强调学生主体地位之嫌。笔者认为,矛盾的背后恰恰存在着教学方法改革的探索空间与机遇。若能根据专业课的特点、学生的整体素质等具体情况将传统教学方法与探究式教学方法相结合,取两者之长合二为一,或许能探索出一条较好的教学之路。实事求是、科学设计、精心组织、不断改进,将问题导向探究式教学方法引入大学专业课程教学中,不失为值得尝试的一种教学方法改革途径。

3. 问题导向探究式教学方法在材料表面与界面专业课程中的应用实践

3.1. 总体设计

改革既需要大胆创新,亦要谨慎而行。改革之初,作者持谨慎态度,将传统课堂讲授与问题导向下的探究式教学方法结合起来,试图寻找最佳平衡点。其中涉及到教学内容的组织优化,问题的合理设置,基本知识点的讲授与学习,学生主动分析问题、解决问题,师生合作挖掘问题背后的科学知识等方面的工作,教无定法学无定式,不可一言概之。以下就改革实施过程做一概括的回顾。

课前列出将要学习的知识点,合理设置问题。问题应能很好地体现将要学习的知识点,应基于教材并适当高于教材,应是开放的、真实的、具有一定复杂程度的,应具有趣味性和应用背景。要求学生课下针对所设置的问题进行分析,梳理解决问题需要哪些科学知识,查阅资料从中提取关键信息,探寻问题与科学知识的内在联系,获得解决问题的方案,思考如何拓展知识的应用,等等。学生受到问题的激发而去积极分析、梳理其中涉及的科学知识,主动探究,拿出一定的问题解决方案。待到课堂上,学生带着问题和自己做出的方案,有目的地听教师对知识点的讲授和对问题的分析,与教师和合作同学合作讨论、挖掘问题背后的科学知识,举一反三,理性而透彻的理解其中蕴含的科学知识,从中培养分析问题和解决问题的能力,养成自主学习的习惯,培养构建力、想象力、批判力和创造力等辩证性能力,同时也培养团队协作的精神。

课程章节、知识点及导向问题和探究内容概括设计如表1所示。在课程实施过程中依据实际情况的动态变化,导向问题和探究内容有所调整,每章所列导向问题和探究内容亦有适当增减,有全选亦有部分选,有个人选亦有分组选。

Table 1. Layout of course sections, knowledge points, problems and contents of inquiry
表 1. 课程章节、知识点及导向问题和探究内容概括设计

章节	知识点	导向问题/探究内容
第 1 章 表界面基础知识	表面张力、表面功、表面吉布斯函数；弯曲液面的附加压力及其后果；液体表面；固体表面	什么是表面张力，其产生的原因是什么？ 设计一种测量乙醇水溶液表面张力的方法。 常见的物理干燥剂有哪些，其工作原理是什么？ 人工降雨的原理是什么，其前提条件是什么？ 举例工业锅炉爆沸事故，分析原因，如何避免液体爆沸？ 结晶溶液中加入晶种的目的及原理？ 溶液表面偏聚的根本驱动力是什么？ 实验室是如何测定多孔材料的比表面积的，其原理是什么？
第 2 章 表面活性剂	表面活性剂分子的结构特点；表面活性剂的分类；表面活性剂的亲疏平衡值；相转型温度；临界胶束浓度；表面活性剂在溶液表面的吸附；胶束的结构、形状和大小	什么是表面活性剂，举例生产生活中的应用实例。 按类别给出几种代表性的表面活性剂，画出其结构示意图。 何谓 HLB 值，HLB 值对表面活性剂的选用有何指导意义？ 什么是临界胶束浓度(CMC)？试讨论影响 CMC 的因素。设计一种实验测定 CMC 的方法。 温度对离子型表面活性剂和非离子型表面活性剂溶解度的影响有什么不同？为什么离子型表面活性剂在 K.P 点以上溶解度迅速增大，而非离子型表面活性剂溶液在 C.P 点变成浑浊？
第 3 章 高分子材料的表界面	高分子材料的表面张力；聚合物与聚合物的相容性；聚合物的表面改性	固体聚合物表面张力一般有哪些测试方法？ 嵌段、接枝、共混对聚合物合金的表面张力有怎样的影响？ 为什么聚合物与聚合物的相容性较差？如何提高其相容性？ 对聚合物进行表面处理的目的是什么？常见的表面处理方法有哪些？ 聚烯烃薄膜经电晕放电处理后表面会发生哪些变化？ 低温等离子处理对聚合物表面改性能产生哪些效果？
第 4 章 无机非金属材料表界面	无机非金属晶体材料的表面与界面；晶界对无机非金属陶瓷性能的影响；玻璃的表面与界面；玻璃的表面处理改性	对比简述无机固体的理想表面、清洁表面和真是表面。 什么是固体表面的弛豫现象及其与无机超细粉体性能之间有何关系？ 试讨论晶界应力与材料的物理性能之间的关系。 多晶晶界有哪些结构特征？ 什么是晶界偏析？举例说明晶界偏析对 PTC 陶瓷性能的影响。 试分析玻璃表面结构与玻璃力学性能之间的关系。
第 5 章 金属材料的表界面	金属的表面及表面反应；金属表面上分子的吸附；金属的表面腐蚀；金属的表面改性	金属表面镀铬，镀镍，镀锌，这三者有什么区别？分别是适用于什么样的环境？各有什么特点？ 举例说明金属催化剂的催化原理。 举例说明金属表面腐蚀防护技术及原理。 金属表面改性通常有哪些方法？
第 6 章 复合材料的表界面	复合材料的表界面；复合材料界面理论；偶联剂；纤维增强塑料的界面；先进复合材料的界面	试分析界面对复合材料性能的影响。 什么是偶联剂？说明硅烷偶联剂对玻璃纤维增强塑料的作用机理。 举例说明高性能纤维的表面处理方法，怎样表征纤维处理后表面结构与性能的变化？ 复合材料界面理论有哪些？试论述。
第 7 章 纳米材料的表界面	纳米粒子的表面化学特性；粒子表面的纳米工程；纳米结构薄膜材料的表面与界面行为	什么是纳米材料？举例说明纳米材料在高新技术领域的应用。 纳米材料的表界面有哪些基本特性？举例说明与普通材料的不同之处。 纳米粒子的稳定性取决于哪些因素？提高纳米粒子稳定性的主要方法有哪些？ 简述如何用粒子表面的纳米工程技术构筑有机/有机、有机/无机和无机/无机核壳粒子。试述他们在材料领域的应用。 什么是自主装？试举出几个最新的自主装案例。

3.2. 章节设计

问题导向探究式教学过程主要包括以下几个方面：第一，依据章节知识点确定探究的主题；第二，依据探究主题设置合理的科学问题；第三，依据问题查阅资料收集素材；第四，探究事物现象与本质的联系，判断本质；第五，得出结论，呼应问题；第六，总结回顾，持续改进。

以“弯曲液面的附加压力及其后果”为例，概括性展示具体章节的教授与学习，要点如表 2 所示。课前布置本次课所要学习的知识点(弯曲液面的附加压力及其后果，其中涉及拉普拉斯方程及其推导过程，微小液滴的饱和蒸气压，开尔文公式及其推导过程，亚稳状态及新相的生成，等等)，结合知识点设置问题(农民锄地的作用有哪些？什么是毛细管凝结现象，其原因是什么？硅胶与活性氧化铝作为干燥剂的原理是什么？人工降雨的原理是什么，其前提条件是什么？什么是液体爆沸，如何避免？在大气压下，为什么水还可以在零摄氏度以下以液态形式存在？为什么要在结晶过程中加入晶种？等等)，要求学生提前搜集和整理文献资料，探寻问题的答案。教师课上讲解知识点，与学生一起应用所学知识点合理地解释、解决预设问题，学生结合教师的讲解检查自己提前探寻的答案是否正确，加深对知识点的理解。为鼓励学生探究的积极性，课堂上拿出一定的时间让学生分享各自的探究过程，相互点评。关于知识点讲解、应用知识点解决预设问题、学生发言讲解、布置下次课预设问题等各环节的时间分配，结合具体章节内容合理安排。

Table 2. Layout of chapter contents design

表 2. 章节教学内容概括设计

教学内容	预设问题	通过问题加深理解的知识点
弯曲液面的附加压力及其后果	农民锄地的作用有哪些？ 什么是毛细管凝结现象，其原因是什么？ 硅胶与活性氧化铝作为干燥剂的原理是什么？ 人工降雨的原理是什么，其前提条件是什么？ 什么是液体爆沸，如何避免？ 为什么在大气压下，水还可以在零摄氏度以下以液态形式存在？ 为什么常需要在结晶溶液中加入晶种？	弯曲液面附加压力产生的原因及计算公式： 拉普拉斯方程； 微小液滴的饱和蒸气压：开尔文公式； 亚稳状态及新相的生成：过饱和蒸汽，过热液体，过冷液体，过饱和溶液——其产生的根本原因是界面张力引起的弯曲界面的附加压力。

4. 问题导向探究式教学方法的评价与成效

合理的科学问题产生有效的探究情境，学生通过一系列相对独立的认知操作完成知识的形成与意义的构建。探究式学习的自主建构性，提高了学生在学习中的主体地位，激发了学习主动性，培养了自主学习的习惯，使学生获得了自我探索的内在的求知快乐。探究的过程使科学知识内化、强化，有利于学生接受、理解和记忆，促进了学习的有效性，提高了学习的意义。同时，探究式教学是一种生成性的教学，它构成了一个全新的教学进程：态度情感 - 技能 - 知识 - 价值观[7]，使知识的学习、思维的开创、精神的塑造、能力与价值的培养融为一体。探究式教学中充分体现了问题在学习活动中的重要性，把问题看作是学习的动力、起点和贯穿学习过程的主线，通过问题来进行学习；同时，通过学习来生成问题，把学习过程看成是发现问题、提出问题、分析问题和解决问题的过程。

关于运用问题导向探究式教学方法产生的教学成效的考查，除了传统的以知识考查为主的试卷笔试外，增加了同等比重的关于学生“解决问题能力”考查。将“解决问题能力”分为面对问题的态度、处理问题的方式、问题解决的品质等几个方面来评价[8]，参照王较过[9]等人的方法把每个方面进一步分成由低到高的五个发展层次，如表 3~5 所示，以开展教师课堂评价和学生互评与自评。

Table 3. Five levels of students' attitude towards problems in inquiry activities**表 3.** 探究活动中学生面对问题的态度的五个层次

1) 敷衍型 没有参与的意愿, 但尚能敷衍式地参与活动。	2) 配角型 接受问题, 参与支援性的活动(不去承担责任)。	3) 随意型 承接问题, 动手去执行, 但对问题缺少考虑、了解、规划, 仅仅是随意尝试的态度。	4) 认真型 接纳问题, 认真去处理; 能确定可运用的资源、所受到的限制条件和预测问题的最终状态。	5) 主动型 面对问题能事先评估, 觉得合理后能勇于承担责任; 能洞察问题的各层次结构, 并从结构中发现解决问题的关键。
---------------------------------	-----------------------------------	--	--	---

Table 4. Five levels of the way of students approaching problems in inquiry activities**表 4.** 探究活动中学生处理问题的方式的五个层次

1) 盲目尝试型 未能了解问题, 随机反应、盲目尝试, 不计后果。	2) 被动执行型 接受分派的任务, 实地去执行; 不明确自己的工作在问题解决中的作用。	3) 分工负责型 能与人分工合作, 把自己应完成的工作负责努力地完成, 但是活动中缺少交流和互助。	4) 互动互助型 知道问题, 并能合理有效地去执行; 对自己应完成的工作勇于承担责任, 并积极交流和提供帮助, 促进学习共同体功能的发挥。	5) 目标定向型 理解问题并能随机处理意外情况, 能随时对“要达成的目标”、“教学活动”和“评价”三者之间进行相互校正, 使工作持续地沿主轴推进。
--------------------------------------	--	--	--	--

Table 5. Five levels of the quality of students solving problems in inquiry activities**表 5.** 探究活动中学生解决问题的品质的五个层次

1) 有始无终型 处理问题零乱遗落、有始无终。	2) 拼凑结论型 所依据资料勉强可信, 所得结果尚可交差。	3) 因循守旧型 受已有权威结论支配, 以验证理想结论为目的, 形成理想的“完美的”结果。	4) 实事求是型 能切实有效地执行, 对所获得的信息, 能统合整理出真实可信的结果, 并对其意义做出诠释及合理的评价。	5) 开拓创新型 能经由创造性的工作, 获得可信赖的、优良的成果; 并能观察到处理问题过程中的不足之和可以改进的地方。
----------------------------	----------------------------------	--	--	--

通过试卷笔试考查和学生“解决问题能力”考查, 结合任课教师整学期的观察、委托第三方教师访谈学生、学生问卷调查等途径, 得出较一致的结论: 学生学习兴趣普遍提高, 主动性明显增强, 主体地位得到大幅提升; 师生关系转变为合作, 教师正确引导, 学生积极主动探索; 学生对课程知识的理解更深刻, 掌握更牢固; 学生的思考能力、分析解决问题的能力、学习能力得到提高和加强。问题导向探究式教学方法的应用取得了较好的成效, 具有一定的参考借鉴意义。

5. 结语

教学方法改革永远在路上, 课程教学需要不断改革创新、与时俱进, 教育工作者需要脚踏实地、实

事求是、大胆创新、科学总结、不断改进。唯有改革创新才能突破现有理念、方法上的固有问题，促进高等教育科学发展。

基金项目

黑龙江省高等教育教学改革项目(SJGY20200034); 东北林业大学教育教学研究项目(DGY2021-35, DGYZD2021-02, DGY2020-04); 2021年黑龙江省研究生课程思政建设项目(东北林业大学化工安全生产)。

参考文献

- [1] Zaharia, Z. and Anderson, O.R. (2003) The Effects of Interactive Computer-Based Simulations Prior to Performing Laboratory Inquiry-Based Experiment on Students' Conceptual Understanding of Physics. *American Journal of Physics*, **71**, 618-629. <https://doi.org/10.1119/1.1566427>
- [2] Wolf, S.J. and Fraser, B.J. (2008) Learning Environment, Attitudes and Achievement among Middle-School Science Students Using Inquiry-Based Laboratory Activities. *Research in Science Education*, **38**, 321-341. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9052-y>
- [3] 徐学福. 探究学习的内涵辨析[J]. 教育科学, 2002, 18(3): 33-36.
- [4] 郝志军. 探究性教学的实质: 一种复杂性思维视角[J]. 教育研究, 2005(11): 66-70.
- [5] 柴西琴. 浅谈对探究教学的认识与思考[J]. 教育学报, 2001(10): 7-12.
- [6] <https://baike.baidu.com/item/%E6%8E%A2%E7%A9%B6%E5%BC%8F%E6%95%99%E5%AD%A6%E6%B3%95/8717004?fr=aladdin>
- [7] 龙宝新, 陈晓瑞. 有效教学的概念重构和理论思考[J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2005, 4(4): 39-43.
- [8] 黄茂在, 陈文典. “问题解决”的能力[EB/OL]. <https://max.book118.com/html/2018/0621/174028845.shtml>, 2018-06-21.
- [9] 王较过, 何传杰, 张梦琴. 探究式教学的有效性及其评价[J]. 教育理论与实践, 2010(3): 47-48, 54.