

理工科公共基础课中 PBL 嵌入式教学模式的应用*

——以大学物理课程为例

张莲莲 陈肖慧 公卫江

(东北大学理学院 辽宁 沈阳 110819)

(收稿日期:2022-05-30)

摘要:主要介绍了 PBL 嵌入式教学模式在理工科本科生公共基础课程中的实施方法,并以大学物理课程为例,介绍具体的实施方案.结合慕课、雨课堂、智慧教室等多种信息教学手段,从 PBL 导向性问题设计、教学环节设计到 PBL 与线上线下混合式教学结合的实施方案及学生学习成效分析等多个维度进行了详细的说明.

关键词:PBL 嵌入式教学模式;大学物理;混合式教学

Problem-Based Learning 简称 PBL 是从多种基于问题的学习研究理论中抽象出的一种教育模式.PBL 教学法源于 20 世纪 70 年代的北美及欧洲地区,主要在临床医学、工程技术等领域加以应用^[1-2].PBL 教学模式以问题为导向,以小组为单位,强调团队合作和学科交叉,学习者主动参与和自行管理,教师起引导和推进作用^[3].由于 PBL 模式在人才培养质量方面的显著成效,被众多高校广泛使用,例如,丹麦的罗斯基勒大学、奥尔堡大学,荷兰的马斯特里赫特大学,德国的不来梅大学、多特蒙德工业大学等,被誉为教育领域“最引人注目的革新”^[4].

物理学是研究物质世界基本运动规律和基本结构的自然科学,而大学物理是高等院校理工科学生最重要的公共基础课程之一,其学科特点使得结合 PBL 教学模式开展教学改革以提高学生学习质量成为可能.

1 理工科公共基础课 —— 大学物理教学现状

作为理工科专业的一门重要公共基础课,大学

物理既包含自然科学,又涉及现代工程技术,是学生在大学里接触到的第一门与科学研究密切关联的课程.物理中的科学研究思想、方法有利于引导和激发学生对于科研萌生兴趣,对学生后续专业的选择和今后努力的方向产生良性影响.物理学家爱因斯坦说过,教育的首要目标永远是独立思考和判断,而非特定的知识,最重要的教育手段是鼓励学生采取行动.在大学物理课程教学中,让学生学会自主学习,将学习活动拓展到思考、研究和归纳,即参与更深入的学习,从而具有独立思考和科学研究能力,这远比考高分重要得多.

然而,在实际的教学过程中,深切地感受到学生在学习大学物理或者其他的公共基础课时,仍旧保留中学的学习习惯.例如,只会被动听讲、机械记忆,愿意多做习题,不愿意做拓展课题等等.学生只注重知识点的掌握,却忽视了知识的转化和实际应用;学生过分强调了课程成绩,却忽视了学习此门课程能够提升的个人能力.长此以往,学生善于模仿熟记却少有自己的思考,长于被动接受却拙于主动研究.最

* 2022 年东北大学理学院本科教育教学改革项目;“以新工科需求为导向的《大学物理》资源库建设与推广”新工科项目,项目编号:E-SXWLHXLX20202605.

作者简介:张莲莲(1980-),女,副教授,研究方向为低维量子体系的电子输运相关性质,主要从事大学物理及应用物理学专业实习的教学与课程建设工作.

终导致了知识内容学过就忘,在脑子里不留痕迹,更谈不上理论联系实际,知识应用转化了。

如何让学生转变固有的学习模式,学会自主学习,多进行独立思考,学会团队协作,培养“提出问题,分析问题和解决问题”的能力是理工科公共基础课教学改革的首要目标。此项工作的重要性不言而喻,但实施起来确有一定难度。以上所提及的多项学习能力是需要不断强化和反复训练的,因此在学生一、二年级时采用较为先进的教学模式,提高学生培养质量是公共基础课教师义不容辞的责任。近年来,在世界许多大学的实践和研究表明,PBL在增强学生的自主学习能力、专业技能、团队协作能力和创新能力等方面发挥了巨大的作用^[5]。因此,PBL教学模式在公共基础课程上的引入和推进就显得尤为重要。

根据PBL在各大高校中的广泛应用模式,可以将其分为三类:嵌入式、混合式和整体应用式。PBL嵌入式较其他两种应用模式更适合大学低年级基础课程的教学改革,从某一门课程着手,通过引入PBL问题,帮助和引导学生探索真实情境和学科知识之间的结合点,激发学生的专业兴趣,构建专业基础^[6-7]。这种教学模式在培养学生科学思维方式与科学素养、工程能力与工程素养方面起到引领性作用,应加以大力倡导。

2 PBL嵌入式教学模式在大学物理中的具体应用

2.1 基于PBL的课程设计

2.1.1 导向性问题设计

在大学物理课程中应用PBL嵌入式教学模式,首先需要精心设计导向问题。好奇心是学生学习探究的原动力,而有趣的问题是激发好奇心的本源。既要激起学生的好奇心,充分发挥学生的想象力,又要确保在学生知识水平之内,完成教学目标达成的特定方面,而避免造成过于简单或者特别复杂的极端情况。因此,精心设计与知识点的理解和应用相关联的问题,把握好导向问题的度是PBL教学法得以顺

利实施的关键。根据研究对象以及需要解决的问题缩小范围,进行情境化分析,最后完整表述一个实际的问题。根据上述步骤可以引导学生科学地提出研究问题,继而分解成一个中心问题和一些子问题,最后确定哪种方法可以回答他们最初提出的问题。

在大学物理课程中,按模块设定课题,每个课题涉及数学、物理等课程的内容。按照教学进度,不同教学周次给出同一主题下的多个题目。学生自行选择特定主题中的某一问题,这些问题将学科与专业实践联系起来,以论文撰写或者PPT口头展示为学习成果体现方式。以学生自愿组成的研究小组为单位,根据选定题目,小组内学生进行讨论和分析。小组讨论后分配成员的具体任务,并且小组成员要给出阶段性进展汇报。研究小组自行组织实施项目进展,教师从总体上对各个研究小组进行教学管理和监督。

2.1.2 教学环节设计

PBL嵌入式教学模式以问题为导向,以小组为单位,让学生开展调研、探究,致力于用创新的方法解决问题,从而在经历和体验中掌握新知识并获取新技能。改变了传统公共基础课上学生“当观众,事不关己”的被动状态,突出了教学中学生的主体地位,鼓励学生之间,学生与老师之间,共同探讨解决课程学习相关的理论或实践问题,达成更高效的教学互动。

充分利用好教学的3个环节——课前、课中、课后。课前,教师提前发布预习资料,学生以课前预习的方式,分析、回答思考题,查阅、整理相关资料,给出问题的解决方案,从而达到主动学习的目的;课中,学生展示问题解决方案,教师引导提问,学生通过组内讨论和组间讨论,评选出最优方案,从而深入理解课程的内容,通过思考题实现理论应用于实践的过程;课后,教师推送课后复习题,辅助学生解决课上遗留问题,学生完成并上交复习题和思考题最终解决方案,教师对学生作业和方案进行点评,同时对学生学习数据进行分析总结,作为教学调整的有效依据,教学流程图如图1所示。

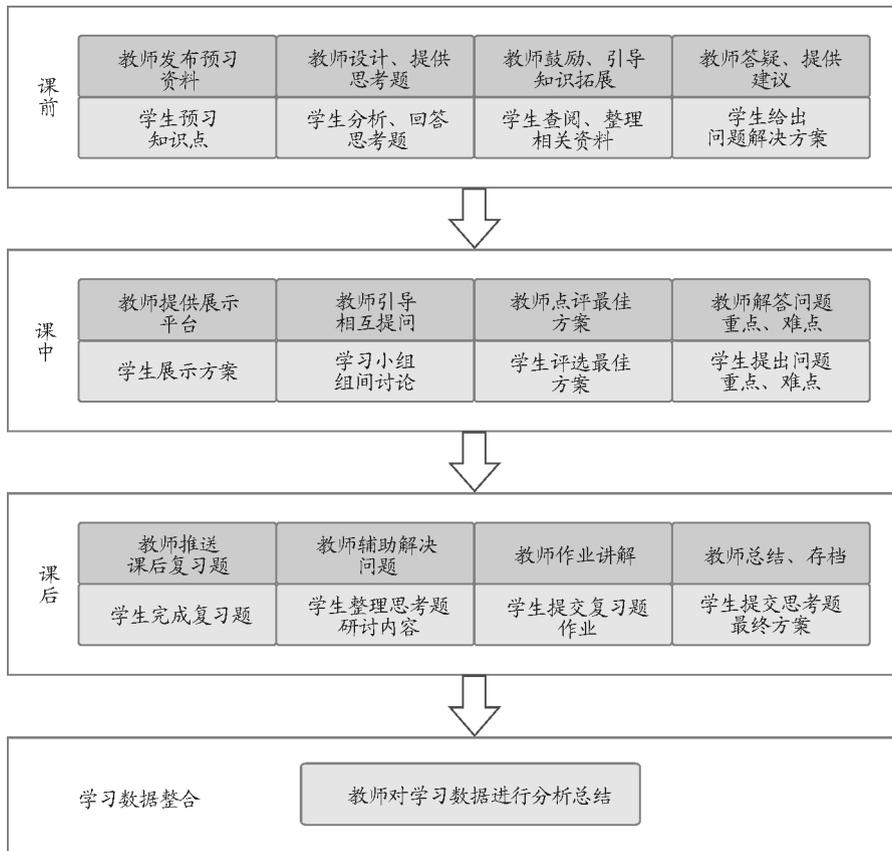


图1 基于PBL嵌入式教学模式的大学物理教学流程图

2.2 PBL 嵌入式教学模式实施过程

为了充分发挥 PBL 嵌入式教学模式的优势,同时有效结合线上线下混合式教学,努力探索更适于理工科专业学生的教学活动,将教学策略设计成“自主学习、教学交互、团队协作”3 个步骤。

2.2.1 自主学习

基于 PBL“以问题为导向”为特点,设计了“你知道吗?”为题的线上预习.针对教学内容进行线上预习指导,将本节课教学目的、要求,教学重点、难点,处理方法以及作业、思考题等预习内容设计出指导框架,以提出疑问,引起好奇的思维引导方法,通过雨课堂和大物 QQ 学习群发布学习公告,使学生对课程内容有清晰的学习脉络,并在预习及学习过程中了解自己掌握的程度.以大学物理——波动为例,教师为学生提供了引导式的学习帮助,具体如下。

(1) 你知道什么是波的相干现象吗?生活中,你见过这种现象吗?如果两列波形成相干现象,你知道它们要满足的条件吗?

(2) 当你拨动古筝或是提琴上的弦,仔细观察

会发现一种特殊的相干现象——驻波,你能描述驻波的特点吗?驻波与行波有何不同之处呢?

(3) 高速公路上的测速仪、医院的 B 超、宇宙膨胀原理都是利用了多普勒效应,你能解释其中的原理吗?

(4) 你可以告诉我多普勒频移公式中波源和接收器的速度符号如何判断吗?“靠近”和“远离”又意味着什么呢?

在此过程中,教师作为一名引导者,将生活中与教学内容密切相关的例子以对话的方式提出问题,引发学生去寻求答案,潜移默化中培养他们“有疑可问,有问必探”的习惯和能力。

2.2.2 教学交互

完成第一步的学生,可以通过中国大学 MOOC 平台的东北大学大学物理国家精品在线课程,完成波动部分知识内容:“惠更斯原理、波的衍射和干涉”“驻波”“多普勒效应”三部分的学习.并能够独立完成单元测试、上交单元作业、同时参与讨论区讨论.始终强调学生之间、教师与学生之间以及学生与

平台之间的教学交互,因为高效率的交互能够促进学生在学习上的情感投入并增强对知识的理解,提高学习效率.在此过程中,教师作为一名指导者,通过与学生的在线交互,及时答疑,纠正学习中的偏差,不断发现学生自主学习中的闪光点.同时,对暂时落后的学生悉心指导,并给予正向激励,让他们尽快赶上.学生在交互过程中,学习了交流与合作的技巧,发展了求同存异的思维和能力.

2.2.3 团队协作

完成以上的学习活动后,教师从生活、科研等不同领域发现并提出具有挑战性同时也是学生们感兴趣的问题,让学生以小组的形式围绕与课程相关的问题进行思考和研究讨论.在解决实际应用问题中,学生会遇到尚未学习过的新知识,需要查阅收集资料去理解问题,分析问题,最后解决问题.在此过程中,教师将转变主导身份,告诉学生遇到问题时,多想想:“怎么做?为什么这么做?不这么做行不行?还有别的方法吗?”作为一名协助者,教师更多的是指明研究方向,提供思路,鼓励他们以极大的热忱去想、去学、去研究,为学生“动手学”保驾护航.

2.2.4 教学案例“多普勒效应”

“多普勒效应演示视频”是学生在独立思考和研究方面比较成功的案例.为了让学生更深入地了解多普勒效应的原理和应用,培养学生学会如何将科学知识应用到实践中去,从科学探究的角度出发,为学生设计了一个实践教学环节——拍摄多普勒效应演示视频.由于大班授课,人数较多,所以采用了学生自愿参加,自由组合的形式,每组4人,组长由组员自行选定.各小组亲自动手录制多普勒效应的演示视频.具体要求:视频内容包含多普勒效应演示及科学解释;内容必须是原创,必须有组内成员出镜;时间3~5 min,拍摄地点不限;视频需要编辑,声音、图像清晰,能够流畅播放;在截止时间前由各组长用QQ发给教师,经审核通过后在课上播放.由同学投票评出最佳创意奖(3个)、最佳团队奖(3个)、最佳效果奖(3个).评选出的最佳视频在中国大学MOOC平台东北大学大学物理课程上进行展播.

学生课题小组从校园生活中发现多普勒现象,

收集并选取相关信息,设计拍摄方案,深入研究多普勒效应的物理本质,并将实际现象中的情况与设计中的理想情况进行对比,分析出未达到预想效果的主要原因,与教师讨论后,对演示装置进行合理改良得到较好的拍摄效果.学生的创新精神、团队协作、实践能力均得到了很大提高.图2是对PBL教学模式和传统教师讲授模式下学生完成相关教学活动的数据对比,选取材料专业4个班共120人为案例调查对象.

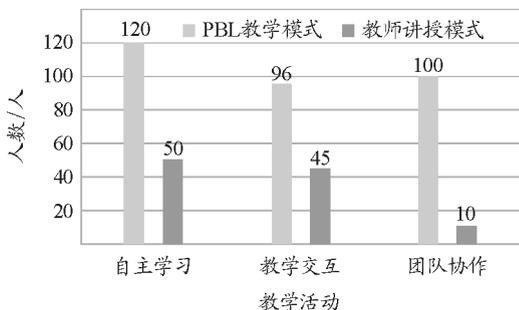


图2 PBL教学模式与教师讲授模式教学活动完成度对比

2.3 PBL嵌入式教学模式应用效果

通过PBL嵌入式教学改革的不尝试和实践,充分利用信息技术,采用线上线下混合式教学手段,使学生对物理学的概念、模型、规律的建立过程有明晰、正确的理解,熟悉并掌握物理学的思维方法,对物理学研究的各种运动形式以及它们之间的联系有比较全面和系统的认识,具有较强的应用能力,达到对学生科学发现意识、科学思维方法和科学钻研素养的培养,增强学生自主学习、深入学习和终生学习的能力.正如学生所说的,以前觉得学物理就是刷题,完全和实际生活联系不上,通过模块课题展示和团队协作,让我对大学物理有了新的认识……自己思考和研究的过程对我帮助很大,对知识内容理解深刻……老师教的“怎么做?为什么这么做?不这么做行不行?还能怎么做?”挺有用,我记下了……这样的学习一步步引导我思考、想办法解决问题,能够亲自动手完成拍摄,很有成就感……一开始不习惯自主学习的方式,经过几次锻炼,现在觉得自学能力提升了不少,对其他科目的学习也有帮助……

同时,参考丹麦奥尔堡大学实施PBL的教学评

价标准,进行了120名学生的调查问卷,具体数据如 表1所示,柱状图如图3所示.

表1 PBL嵌入式教学对知识掌握和能力提升的重要程度

知识/能力	非常重要/人	重要/人	一般/人	不重要/人
(1) 知识点理解和掌握	59	43	18	0
(2) 知识点关联、知识体系框架构建	67	37	16	0
(3) 团队协作、有效沟通、提升领导力	54	45	18	3
(4) 提升自主学习能力	73	37	10	0
(5) 查阅和整理资料,分析和解释获得的数据	56	39	20	5
(6) 问题解决方案的设计与撰写	54	43	23	0
(7) 对其他方案的点评与建议	40	38	32	10
(8) 口头报告展示能力	64	44	9	3
(9) 系统、理性的思考问题	72	38	10	0
(10) 创新性的解决问题的能力	75	30	15	0

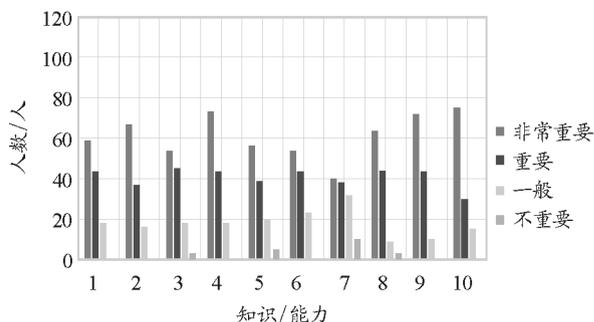


图3 PBL嵌入式教学对知识掌握和能力提升的重要程度柱状图

在开展以PBL教学模式为主导的教学活动中,智慧教室的使用也让教学效果有了很大的提高,通过使用智慧教室与普通多媒体教室的学习数据比较,可以看出学生对这种教学模式具有较高的接受程度.图4给出了我校材料专业4个班学生(分成2组)利用智慧教室和普通多媒体教室开展以PBL教学法为指导,以混合式教学为载体的2个学时(100 min)教学活动,学生完成相关教学活动的数据对比.

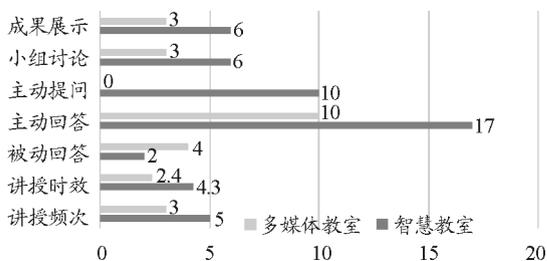


图4 智慧教室与多媒体教室课堂教学效果对比图

PBL教学模式充分调动了学生学习的积极性和主动性,课堂上学生积极发言,参与讨论,认真展

示小组成果.课前、课中、课后,师生交互、生生交互,效果显著.学生能够在解决“问题”中对所学知识进行实际应用,培养了独立思考和创新思维,自主学习能力大幅度提高.

综上所述,在理工科公共基础课——大学物理课程开展PBL嵌入式教学模式积极推进学生学习效率研究和教学改革实践,通过学习数据和学生反馈,充分证实了PBL教学法的有效性及其普适性.在实施PBL教学模式的过程中,以学生为教学主体,教师为教学辅助.把握好导向问题的度,设计出符合学生认知规律的问题,激发学生好奇心,引导学生深入学习.依据信息化教学平台提供的学习数据,持续优化教学的各个环节,给出完整的教学过程评价,从而能够不断提升学生的学习成效,将学生培养成为专业基础扎实、创新实践能力强的复合型人才.

参考文献

- [1] 文艳平,秦国杰. PBL的理论与实践[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2007.
- [2] 朱志良,吴海娜. 奥尔堡大学PBL教育模式对我国高等教育变革的启示[J]. 大学教育, 2021(9): 38-41.
- [3] 董永涛,赵波,杨曼,等. PBL教学法典型案例剖析[J]. 云南民族大学学报(自然科学版), 2020, 29(2): 178-181.
- [4] Anette Kolmos. PBL Curriculum Strategies: From Course Based PBL to a Systemic PBL Approach, PBL in Engineering Education[M]. Rotterdam: Sense Publishers, 2017.

(下转第37页)

参考文献

- [1] 杜瑞军. “强基计划”的改革动因、面临问题及其未来走向[J]. 教育发展研究, 2021(22):38-47.
- [2] 戚飞, 尹康, 张文霞, 等. 新工科背景下固体物理课程教学改革探索[J]. 高等教育, 2018(10):188-189.
- [3] 黄昆, 韩汝琦. 固体物理学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2014.
- [4] 阎守胜. 固体物理基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 2011.
- [5] 矜奉. 固体物理教程[M]. 济南: 山东大学出版社, 2013.

Teaching Research on Solid State Physics Course for Materials Science and Engineering

HU Meihua

(School of Materials Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan 454003)

BI Ning

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan 454003)

LI Shangsheng ZHANG Lihong

(School of Materials Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan 454003)

ZHAO Faqing ZHAO Guiping ZHANG Hongjun

(Jiaozuo Dongxing Carbon Electrode Co., Ltd, Jiaozuo, Henan 454150)

Abstract: Solid state physics is an important basic course for physics, materials, electronics and other related majors. In most domestic universities, material science and engineering major offers solid state physics as a compulsory or elective course. In this paper, based on the specialty characteristics, students' characteristics and curriculum of materials science and engineering, we studied the curriculum teaching reform from the following two aspects: the problems existing in the curriculum teaching and the curriculum teaching reform.

Key words: solid state physics; materials science and engineering; teaching research

(上接第 34 页)

- [5] 周波, 徐启江. 基于 PBL 的研讨式教学在计算生物信息基础课程中的探索与实践[J]. 高教论坛, 2019, 11(11): 69-72.
- [6] 胡珏, 潘柏松. 基于 PBL 的工科课程教学方法改革——

以“工程创新设计方法学”课程教学为例[J]. 高教论坛, 2017, 4(4): 63-68.

- [7] 茅锐, 彭琼琼. 认知建构模式下 PBL 教学在化学学科中的应用[J]. 高等理科教育, 2021(2): 64-70.

Application on PBL Embedded Teaching Mode in Public Basic Courses of Science and Engineering

——Taking University Physics as an Example

ZHANG Lianlian CHEN Xiaohui GONG Weijiang

(College of Science, Northeastern University, Shenyang, Liaoning 110819)

Abstract: This paper mainly introduces the implementation method of PBL embedded teaching mode in undergraduate public basic courses, and takes university physics course as an example to introduce the specific implementation scheme. Combined with MOOCs, Rain class, smart classrooms and other information teaching means, this paper explains in detail from many dimensions, such as PBL oriented problem designing, teaching link designing, implementation cases of the combination of PBL and blend learning, and student learning effect analysis.

Key words: PBL embedded teaching mode; university physics; blending learning