

基于PBL和翻转课堂相结合的“生物化学技术原理”课程的教学改革与实践

苏应娟¹(✉), 王艇²

1. 中山大学生命科学学院, 广州, 510275
2. 华南农业大学生命科学学院, 广州, 510642

摘要: PBL (problem based learning) 和翻转课堂 (flipped classroom) 是当前新兴的两种教学模式。前者主要是以问题为导向, 通过小组讨论解决问题; 后者则强调将知识传授与内化的顺序完全颠倒, 实行课前学习、课上指导。把这两种方法结合使用, 可以做到取长补短, 提高教学效果, 最终起到提高学生综合能力的作用。为此, 我院在“生物化学技术原理”课程的教学改革过程中, 成功地将两种教学模式相结合, 强调理论教学与实践活动并重, 取得了良好的教学效果。学生在学科竞赛、科研项目、课外科技活动、社会实践以及论文发表等方面屡获佳绩。这些教学改革与实践不仅提高了学生掌控、串联知识的能力, 而且提升了其综合素质, 强化了在实践中创新和团队合作过程中的表达沟通能力。值得强调的是, 通过改革也有效地提升了任课教师的业务水平和授课能力。

关键词: PBL, 翻转课堂, 生物化学技术原理, 教学改革

Teaching Reform and Practice of “Principles of Biochemical Technology” via the Combination of PBL and Flipped Classroom

SU Ying-juan¹, WANG Ting²

1. School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China
2. College of Life Sciences, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

1 引言

1.1 PBL 教学法

PBL 教学法 (problem based learning) 最早在 1969 年被提出^[1], 是目前较为流行的一种教学方法。

其教学模式是以学生为主体, 教师为引导, 问题为导向, 小组协作为形式。相比传统的教育方式, PBL 教学法让学生围绕问题展开学习, 拥有更多的独立思考的时间和机会, 同时强调小组分工和团结协作的重要性。它的优点体现在: ①能激发学生的学习兴趣并提高他们对问题的思考与探索的能力。②培养团队合作精神, 提升协作能力和沟通技巧。③增强学生自主学习的能力。④拓展学生的思维能力, 提高分析问题和解决问题的能力^[2-4]。当然, PBL 教学法也存在一些弊端, 主要表现为在整个教学过程中存在

收稿日期: 2019-11-15; 修回日期: 2020-02-16
基金项目: 中山大学教学改革项目
通讯作者: 苏应娟, E-mail: suyj@mail.sysu.edu.cn

过于耗时、认知负荷大以及实施要求高等方面^[5]。

1.2 翻转课堂

翻转课堂 (flipped classroom) 是一种基于现代信息技术将知识传授与内化的顺序完全颠倒的教学模式。学生可以借助教师录制的教学视频进行课前自主学习, 教师则依据学生已掌握的知识情况进行课上辅导、答疑和拓展。这种全新的教学模式更多地强调以“学生为中心”的个性化学习, 具有激发学生学习的积极性和主动性、培养学生自主学习和独立思考能力的优点^[2,6]。然而, 在实际的教学过程中, 翻转课堂也存在一些缺点。主要表现在对于那些学习能力不高的学生, 很难对其实施有效的监管, 学习效果就不会明显, 学生间的协助和成果共享性也会不足^[2]。

1.3 PBL 和翻转课堂相结合的教学模式

鉴于 PBL 和翻转课堂均有各自的优缺点, 目前在教学实践中有将两者结合使用的倾向, 依次构建新的教学模式。这样做的好处是: 两种教学方式能弥补彼此的不足, 起到取长补短的作用。将 PBL 和翻转课堂相结合的教学模式已经应用在“生物化学与分子生物学”^[7]和“细胞生物学”^[2]课程的教学实践中, 并取得成效。为此, 我院结合“生物化学技术原理”课程的特点, 也尝试性地采用了 PBL 和翻转课堂相结合的教学模式。希望通过将这两种教学模式结合, 对“生物化学技术原理”的教学实践进行改革, 以提高学生的学习效率, 增强他们对知识点的掌握能力和在实践中的应用能力。

2 “生物化学技术原理”的课程特点

“生物化学技术原理”是我校生命科学学院本科二年级的专业课, 是在完成“生物化学”基础理论课学习后, 为四年级的“生物化学与分子生物学综合实验”奠定基础的课程。“生物化学技术原理”主要介绍与生物化学及其相关学科紧密联系的各种技术方法的原理和应用, 包括生物大分子的制备原理和分离方法, 如离子交换层析、亲和层析、聚焦层析、凝胶过滤、气相色谱和高效液相等; 生物大分

子的鉴定方法, 如薄层层析、免疫分析、凝胶电泳和聚焦电泳等。课程介绍的每种技术都是相对独立的, 但互相之间又存在密切的联系。学生想要完全理解和掌握该课程, 需要面对需记忆的概念多、知识体系复杂、综合运用难度大等多种挑战。在有限的教学时数内, 仅靠传统的教学方式难以取得很好的教学效果。同时, 还需要重视以下问题: 第一, 即使学生掌握了相关的技术原理, 但在后续的课程中却不能做到灵活运用, 或在实验课中无法利用所学的技术原理解决遇到的实际问题; 第二, 学生对知识的运用缺乏灵活性, 不能回避思维方式的固化, 以及不能从多角度掌控所学知识以将知识串联成有机整体。

针对以上问题, 在教学过程中我院曾尝试过很多改进。比如, 充分利用多媒体教学手段、广泛收集资料、精心安排授课内容以及尽力用图示或动画展示教学内容等。但是学生仍然感到难以构建完善的知识体系。为改善这种状况, 我院在教学过程中又引入 PBL 和翻转课堂相结合的教学方式, 力图提高学生学习的积极性, 重点培养他们解决实际问题的能力。

3 PBL 和翻转课堂相结合的具体实施

3.1 课前翻转课堂教学

基于“生物化学技术原理”的课程特点, 每次上课的前一周, 教师会选取资料提前发布给学生, 其中包括理论教学视频和实验操作视频、相应章节的 PPT, 以及其他相关的文献资料。同时, 把本课程的线上学习网站也推送给学生进行自学和预习。通过教师构建的网络平台, 将所有资料发布给学生, 指导学生自学; 建立讨论区, 鼓励学生提出问题和互动交流; 建立习题库, 发布课后习题, 要求学生按时完成, 并针对学生提出的问题及时解答。

教师在讲解新章节时, 会根据已学过的章节设置问题, 复习已学过的知识, 起到承上启下的作用。例如, 在讲授“亲和层析”一章前, 教师给学生布置的问题是“我们已经学过哪些生物大分子物质分离和纯化的方法? 请问这些方法是根据物质的哪些性质进行分离纯化的?”对于可以采用多种方法进行分离纯化的物质, 如蛋白质的分离方法就涉及离

子交换层析、凝胶过滤、排阻层析和亲和层析等，鼓励学生仔细思考如何作出选择。另外，课前还依据学生的自愿进行分组，由 3~4 人组成一组，并设立组长。组长负责收集组员在学习过程中遇到的问题，并汇总给学习委员，最后用于课堂讨论。学生可自备电脑及其他电子设备，用于文献资料的查阅。

3.2 基于 PBL 的课堂教学

课堂上，教师首先通过 PPT 帮助学生回顾课前学习的相关知识，再展示有代表性的重点、难点问题，以组为单位进行讨论。例如，讲授“凝胶过滤”时，提出的问题是“对于葡萄糖注射剂，如何将其中的糖蛋白一类大分子物质（称为热源物质）予以去除？请设计一个实验流程。”针对该问题，学生首先要了解什么是热源物质，它具有哪些性质和特征？热源物质从葡萄糖溶液中分离出来，需要依据何种性质？在对这些问题完成了初步分析后，进一步引导学生根据所学知识进行实验设计。最终确定依据分子大小的差异，采用凝胶过滤法将葡萄糖溶液中的热源物质去除掉，以确保输液安全。教师在讲授完“亲和层析”的原理后，分组讨论该技术的优缺点，然后每组推选一位学生到讲台上介绍本组的讨论结果，并接受其他小组学生的提问。这样可以加强学生间的互动，鼓励思维碰撞。在整个过程中，教师可参与每组的讨论，以聆听每位学生的发言为主；学生可以向教师提问；教师对学生以鼓励为主，激发他们探索未知领域的积极性。最后，教师对授课内容、学生的表现和思考方式、解决问题的方法进行总结和评价，并布置引发学生深入思考的课后作业。同时预留下次的授课内容，督促学生自主学习。在全部课程结束后，要求每位学生就所学的生物化学技术，选取一篇英文文献，进行阅读和课堂展示，读书报告的汇报时间不少于 15 分钟。这样不仅能提高学生阅读英文文献的能力，还能让学生更加深入、全面地了解所学的相关生物化学技术是如何被应用在实际的科研工作中的。

3.3 课后提升与巩固

在课后，教师要求每组把对问题的思考和解决方案进行整理，做好保存和记录。同时，以组为单

位完成一份课程报告，对所学章节的知识点进行回顾和提升；并标明人员分工、文献来源及个人的心得体会。期间，教师还让学生担任“演员”，协助完成网络习题库的建设。要求每位学生依据课程内容，选择自己感兴趣的章节，拟定一份试卷。题型包括填空、判断、选择及简答等，并给出答案。学生为了出好这份试卷，一般都会认真复习课程内容并把所学到的知识融会贯通，确保提交的试题正确无误。此项活动能起到有效敦促学生复习的作用，更重要的是，还能让学生感受到自己承担的责任，帮助他们尽快建立服务社会的意识。经过这样的学习过程，学生可以系统和完整地掌握所学知识并能灵活运用。鉴于 PBL 和翻转课堂相结合的教学模式完全不同于传统的教学模式，在考试的评定上也采用了更为灵活的方式。例如，平时成绩包括课程报告、习题建设和读书报告共占总成绩的 40%，而期末考试成绩占比降低至总成绩的 50% 左右，课堂表现和出勤率占 10%。

3.4 理论教学与实践活动的结合

采用 PBL 和翻转课堂相结合的方式，使教学效果取得了明显进步。和之前相比，学生的考试成绩提高了 10%，学习的自觉性和主动性提升了近 80%（表 1）。教师在课堂上融入的与科研项目和学科进展有关的内容，极大地引发了学生的兴趣。他们积极尝试寻找解决方案，主动要求参与科研项目的实践活动。经过训练，学生的动手能力和应用专业知识解决实际问题的能力得到显著提升。我院学生在广东省的竞赛和科研课题研究中屡获佳绩。2017 年，获广东大学生生物化学实验技能大赛一等奖；2016、2018 及 2019 年，获国家级和省级大学生创新创业训练计划项目资助；2017 年，获校级创业训练和创业实践项目资助。另一方面，结合课程内容开展的读书报告会，不仅促使学生把握科技前沿，而且使他们阅读英文专业文献的能力、综合写作和报告的能力均获得大幅度的提升。2018—2020 年，我院学生以第一作者在 *Mitochondrial DNA Part B* 上发表论文 10 篇；相比 2017 年，仅有一位学生做到了以非第一作者发表 SCI 论文，取得了长足进步。学生参与构建的习题库，在课程的教学网站上正式上线。这可供所有学生用于课后自我测试，检测学习效果，故而深受大家的喜爱。值得提出的是，对中心实验室和

表 1 采用 PBL 和翻转课堂相结合的教学方式对学生学习的自觉性和主动性的影响

评价项目 教学方法	课前预习 及课后作 业的完成 情况	课堂讨 论、提问 及师生互 动情况	上课出勤率、 听课认真度 和时长	课外创新 活动的参 与度	校企活 动的参 与度	主动关注 与课堂内 容相关的 研究进展	分析问题 和解决问 题能力的 提高	利用网络 或专业书 籍进行知 识的拓展	语言表达能力的 提高及自主学习的 思维和方法的 掌握
传统的教学 方式	4%	5%	68%	4%	5%	6%	5%	4%	4%
采用 PBL 和 翻转课堂相结 合的教学方式	92%	91%	92%	88%	91%	90%	91%	87%	89%

其他相关实验室的实地参观，使学生对生物化学仪器设备有了直观认识和接触。这很好地促进了他们去把学到的技术原理与研究的课题相结合，加深了对生物化学技术原理的理解，取得了事半功倍的效果。在教学过程中，教师特别注重理论知识与实践技能的结合。采取了“请进来”和“走出去”的方式，进一步对 PBL 和翻转课堂这种教学模式予以了提升。邀请校外专家到课堂讲座，让学生有机会接触到不同领域的专家学者，开阔了视野。例如，邀请广州分析测试中心的吴惠勤研究员作了“高压液相色谱分析”的专题讲座，在多个维度拓宽了学生的眼界和思维，使大家对未来的职业目标也有了预期。与广药集团下属的生物制药企业和医药有限公司建立了合作关系，搭建起课外教学实践平台。例如，对生物医药和生物技术企业的参观，让学生在接受理论知识的同时，还感受到了知识在实践中的应用以及转换为生产力的无穷魅力。同时，还充分利用校企合作的机会，让学生协助解决企业在生产中遇到的难点。主讲教师在课程群中将难点公布出来，鼓励学生根据自己的兴趣进行选择，并依据教学内容、结合文献查阅提出具体解决方案。这直接提升了他们分析、解决问题的能力。例如，企业在研发抗艾滋病病毒蛋白 CVNH，且已通过原核表达系统获得了蛋白，但纯化蛋白时遇到难题。对此，教师引导学生思考蛋白质纯化的基本策略是什么？在得出是利用目标蛋白质与杂质理化性质的差异来将两者分离开来的思路后，鼓励学生借助思维导图，对差异进行逐个解析，有针对性地提出纯化目标蛋白质的方案。随后，教师及时对学生提出的方案进行点评。这样做既拓展了学生的视野、夯实了专业基础，又为企业的研发提供了助力，同时还为学生

将来的就业奠定了基础。

在教学改革与实践探索中，教师的教学水平和能力也得到了提高。这集中体现在以下两个方面：首先，教师积极搭建网络资源库，采用全方位、立体式的教学方式以保障翻转课堂的教学效果。完成了“生物化学技术原理”精品课程教学网站的建设，构建手机移动微课，并且进行网络教学管理。这些多元化教学服务体系囊括了课程的所有知识点，提供有教学课件、教学视频、自我检测及师生答疑等板块，使学生能充分利用网络资源，开展自主学习，提高综合素质。这项工作有效提升了教师利用现代网络技术开展教学实践的能力。第二，教学改革极大地推动了教师提升自身的业务水平和能力的积极性。主讲教师分别以“凝胶过滤”和“小试纸大学问——早孕试纸之双抗体夹心免疫层析法”参加全国高校生命科学类微课教学比赛，在 2018 年和 2019 年连续两年获得二等奖。这些微课均属基于 PBL 和翻转课堂相结合的途径构建出的网络教学资源，不仅方便了学生的学习，更使教师的授课手段和理念得以丰富。

4 结语

“生物化学技术原理”是生物技术专业的专业必修课。该课涉及的各种生物化学技术及其原理在生物学、医学、农业及环境科学等方面都有着广泛应用，课程的内容和提供的知识也能为学生将来工作后解决实际问题奠定坚实基础。与其他的 PBL 和翻转课堂相结合的教学模式不同，我院在充分发挥由这两种方法互补后产生的优势时，更加强调把理论知识与科研实践有机结合，主张一定要以学生为中

心，以最终提升学生的自主学习能力和科研素养为目的。在教学改革和实践过程中，鼓励学生以参加学科竞赛、科研项目、社会实践及发表高水平研究论文等多种方式积极投身于具体的科研实践活动。经过这些努力，学生的综合素质、实践创新能力以及在团队工作中的合作和沟通能力都获得极大提升。除了学生明显受益外，任课教师的业务水平和授课能力也得到很大提升。

参考文献

- [1] SAVERY J R. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions [J]. *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows*, 2015, 9: 5-15.
- [2] 张颖. PBL 结合翻转课堂在细胞生物学教学中的探讨 [J]. *教育教学论坛*, 2018 (51): 175-176.
- [3] WOOD E J. Problem-based learning [J]. *Jpma the Journal of the Pakistan Medical Association*, 2004, 51 (2): XXI-XXVI.
- [4] 崔舜, 陶晓南, 吴汉妮, 等. PBL 教学模式改革的思考 [J]. *医学与社会*, 2005 (6): 58-60.
- [5] 陈茂龙, 童海霞, 曾巨澜. 问题教学与翻转课堂结合的《物理化学》课程教学设计与实践 [J]. *教育教学论坛*, 2018 (46): 144-145.
- [6] 林娟, 吕红. 翻转课堂在“改变生活的生物技术”课程中的教学实施与评价 [J]. *高校生物学教学研究 (电子版)*, 2019, 9 (2): 13-18.
- [7] 马晓磊, 黄延红, 宋志刚, 等. PBL 结合翻转课堂在《生物化学与分子生物学》教学中的应用 [J]. *济宁医学院学报*, 2018, 41 (5): 375-378.

(责编 赵君怡)