

微生物学“小规模限制性在线开放课程+对分课堂”混合教学模式的探索与实践

徐芳芳*, 谢宁

深圳大学生命与海洋科学学院 广东省植物表观遗传学重点实验室 深圳市海洋生物资源与生态环境重点实验室 深圳市微生物基因工程重点实验室, 广东 深圳 518055

徐芳芳, 谢宁. 微生物学“小规模限制性在线开放课程+对分课堂”混合教学模式的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2022, 49(4): 1255-1263

Xu Fangfang, Xie Ning. “SPOC+PAD class” blended teaching model exploration and practice in Microbiology teaching[J]. Microbiology China, 2022, 49(4): 1255-1263

摘要: 互联网时代下新兴技术推陈出新, 传统讲授型课堂面临诸多挑战。秉承“教”与“学”并重的理念, 深圳大学微生物学课程探索并初步实践了“小规模限制性在线开放课程(small private online course, SPOC)+对分课堂”混合教学模式。综合两种教学方法的优势, 对微生物学课程的教学内容按照“课前、课中、课后”三大模块进行了系统重构, 将每个教学单元设计为讲授(presentation, P)-内化吸收(assimilation, A)-温故知新(review, R)-讨论(discussion, D)-讲授(presentation, P), 即 P-A-R-D-P 这 5 个环节, 其中课前 P-A 环节采用线上 SPOC、课中 R-D-P 采用对分课堂形式。这样的混合教学模式既不忽视传统课堂中教师系统传授知识的重要性, 也不完全让学生自学, 打造了教师充分设计、学生充分参与的良性互动课堂氛围, 有利于实现教师与学生两个主体达到“教”与“学”及“权”与“责”上的动态平衡, 获得了学生的充分肯定, 达到了较高的教学满意度。

关键词: 小规模限制性在线开放课程; 对分课堂; 混合式教学; 微生物教学

基金项目: 广东省高等教育教学改革研究项目(粤教高函[2020] 20 号); 深圳大学教学改革研究项目、深圳大学混合式课程建设项目(JG2020105)

Supported by: Higher Education Course Teaching Reform Project of Guangdong Province ([2020] 20); Shenzhen University Teaching Reform Project, Shenzhen University Blended Teaching Construction Project (JG2020105)

*Corresponding author: E-mail: ff.xu@szu.edu.cn

Received: 2021-07-27; Accepted: 2021-09-19; Published online: 2021-12-15

“SPOC+PAD class” blended teaching model exploration and practice in Microbiology teaching

XU Fangfang*, XIE Ning

Guangdong Provincial Key Laboratory for Plant Epigenetics, Shenzhen Key Laboratory of Marine Bioresources and Ecology, Shenzhen Key Laboratory of Microbial Genetic Engineering, College of Life Sciences and Oceanography, Shenzhen University, Shenzhen 518055, Guangdong, China

Abstract: The advent of new technologies in the internet era challenged the traditional teaching model. With the concept that teaching and learning are of equal importance, we explored and practiced the “SPOC+PAD class” blended teaching model in Microbiology courses at Shenzhen University. We reconstructed the teaching content according to pre-class, in-class, and after-class modules, and designed and separated each teaching module into five sections: presentation-assimilation-review-discussion-presentation (P-A-R-D-P). SPOC was used in the first P-A sections, and PAD class was used in the following R-D-P sections. Such teaching reform can neither ignore the importance of systematical teaching in traditional classes nor let the students learn completely by themselves. This blended teaching model creates an interactive classroom atmosphere that is fully designed by teachers and fully participated by students and is conducive to achieving a dynamic balance between “teaching” and “learning” as well as between “power” and “responsibility”. The first period of teaching reform practice has been fully affirmed by students and achieved high teaching satisfaction.

Keywords: small private online course (SPOC); PAD class; blended teaching; Microbiology teaching

微生物学是生命科学领域的专业核心课程,是各个高校生物科学、生物技术、生物工程、医学和环境等多个专业的基础必修课程。当前我国高等教育已经步入以提升质量为核心的内涵式发展新阶段。与此同时,社会的飞速发展对未来微生物学人才的培养提出了新的要求,更加注重培养学生的自主学习能力、独立思考能力、分析科学问题及解决实际问题的能力,以及创造性思维和批判性思维能力。互联网技术的发展为高等教育的发展提供了新的契机,但同时也让高等教育面临新的挑战。以新的教学理念为引领,创新教学方式、教学方法是深化推进高等教育内涵式发展的重要内容,也是提升高等教育质量的关键环节。

1 互联网时代下课堂教学的困境

传统课堂以“教师讲授”为主,侧重知识传

授,知识构建具有系统性和逻辑连贯性。然而这种教学方式只有在教师自身知识水平和讲授水平均较高的情况下,才能长时间有效地吸引学生的注意力,取得较好的教学效果。此外,讲授型为主的课堂面临以下共性问题:(1)“教”主导,学生被动接受知识,缺乏主动思考,无法体现“学生是学习的主体”的“学”中心理念;(2)互联网时代下,学生获取知识的途径和方式呈现多元化、趣味性、时效性等特征,相较之下传统讲授型课堂的吸引力不足;(3)学生接受的网络知识碎片化、对长时间课堂学习较难保持专注力;(4)在传统课堂中纳入课堂讨论往往需要消耗较多的课内时间,挤压知识系统讲授时长,导致课堂学时不足,而且缺乏知识准备的情况下参与讨论提高了学生的认知负荷,导致学生参与度低及参与面窄等问题,主要表现为学生与教师互动的人数及频率不足,

而且互动较频繁的往往仅限于少数优秀学生;

(5) 考核方式较单一。

课堂教学效果不如人意受诸多因素的影响: 一方面, 教师精力分配不足, 重科研、轻教学现象仍然普遍, 导致教师教学投入缺乏动力, 由于课堂教学效果欠佳, 导致学生从课堂学习中获得的成就感不足; 另一方面, 学生自律能力差、学习动机下降, 当前传统课堂仍然占据大学课堂的主导地位, 迫切需要寻求适应新时代要求的教学模式。微生物学课堂面临同样困境。

2 “小规模限制性在线开放课程(small private online course, SPOC)+对分课堂”混合教学改革设计

打破传统课堂教学模式困境的关键在于构

建“教”与“学”的动态平衡, 既不能完全忽视传统课堂中教师系统传授知识的重要性, 也不能完全让学生自学。在综合对比分析多种教学模式的优劣后, 深圳大学微生物学课程设计并采用了“SPOC+对分课堂”混合教学模式, 以期摆脱传统教学困境提供一条可实践的路径。几种典型现代教学模式的理念及特征见表 1。课程改革旨在通过线上 SPOC 拓展讲授的时空、增加灵活性与趣味性; 通过线下对分课堂弥补纯线上学习时学生自主性差、知识逻辑性和系统性不足等问题, 同时实现传统课堂与讨论式课堂的优势互补。

SPOC 是 2013 年由加州大学伯克利分校 Armando Fox 教授提出的^[1]。SPOC 基于大规模在线开放课程(massive open online course, MOOC)提出, 具有规模大、开放性和无门槛等

表 1 相关教学方式的核心理念及特征

Table 1 Key concepts and features of typical teaching models

教学模式 Teaching model	核心理念 Key concepts	主要特征 Key features
MOOC	大规模在线开放课程, 教育的全过程在互联网上实施 Massive open online course, implement the whole process of education on the internet	规模大、开放式、自主性网络课程。纯线上教学, 但存在课程流失率高、考试作弊、学习效果差等问题, 无法满足个性化专业教学需求 Large scale, openness, self-organized, networking, only online, high drop-out rate, cheating on a test, poor learning efficiency
SPOC	小规模限制性在线课程, 融合 MOOC 与面对面课堂教学 Small private online course, combination of MOOC and traditional class teaching	规模小、人数少、限制性准入、设门槛、适合高校在校学生, 结合在线教学与课堂教学, 能满足专业化、个性化教育需求 Small scale, restricted accession, suitable for university students, online teaching and classroom teaching combined, can meet the needs of professional and personalized education
对分课堂 PAD class	权责对分。吸收了讲授法和讨论法的优点, 将学习分为讲授(P)、内化与吸收(A)和讨论(D) 3 个过程, 简称 PAD 课堂 Duties and responsibilities divided in half. take the advantages of both lecturing and discussion, divide learning process into three sections including presentation, assimilation and discussion, and are named PAD	为克服讲授法的弊端而提出。既不过分强调教师的主导地位, 也不放任学生完全自由 It was put forward to overcome the disadvantages of traditional lecturing, neither overemphasizes the dominant position of teachers, nor does it allow students to be completely free class

特点，但存在课程流失率高、考试作弊、学习效果差等问题，无法适应个性化专业课的教学需求。SPOC中small和private分别对应MOOC中的massive和open，注重小规模、人数少、设置限制性准入门槛等，更适合在校大学生专业课程的教学，2018年广西大学孙蕾等在环境微生物学课程中采用了SPOC^[2]；2020年华中农业大学在微生物学教学过程中率先采用了SPOC模式，并取得了较好的成效^[3]。

对分课堂是2014年由复旦大学心理学系张新教授提出，经过几年的实践，取得了较好的成效^[4]。对分课堂结合了讲授法和讨论法的

优点，将学习分为讲授(presentation, P)、内化吸收(assimilation, A)和讨论(discussion, D)这三个过程，简称PAD课堂，在讲授和讨论之间引入一个心理学中的内化环节，使学生对讲授内容吸收后，有备而来地参加讨论。核心理念是“权责对分”，对课堂教学的权力和责任进行了重新分配，既不过分强调教师的主导地位，也不放任学生完全自由^[5-6]。复旦大学刘明秋于2015年率先在微生物学课堂中采用了对分课堂模式，成效显著^[7-8]。

深圳大学微生物学课堂设计并采用了“SPOC+对分课堂”相融合的混合教学模式(图1)。

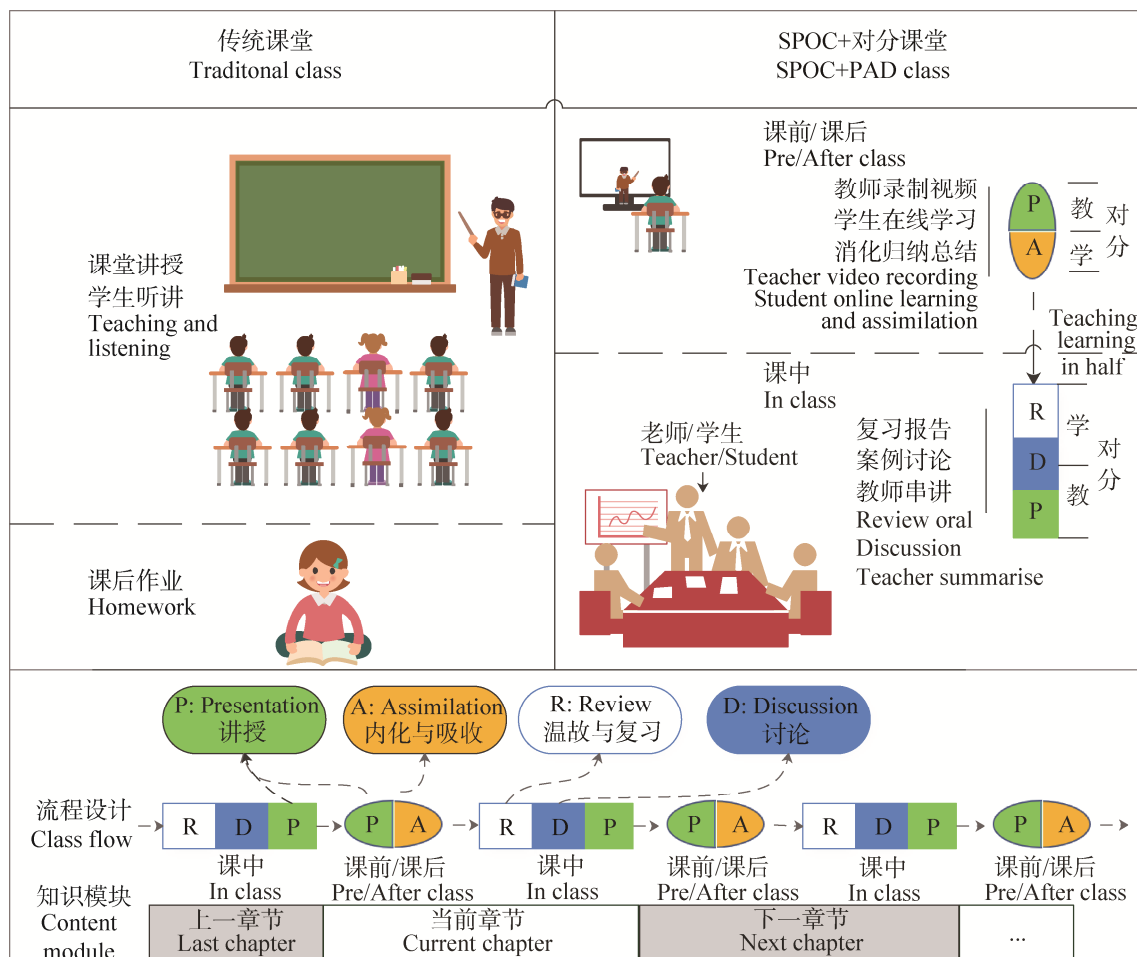


图1 “SPOC+对分课堂”教学模式设计及与传统课堂的对比

Figure 1 “SPOC+PDA” class design and its comparison with traditional class.

该模式在融合 SPOC 与对分课堂优势的基础上, 结合当前我校微生物学教学的实践经验进行了优化调整。在讲授(P)、内化(A)、讨论(D)的基础上增设了温故知新(review, R)的环节。教师讲授分为线上、线下两部分重构教学框架, 每个教学单元依次包括P-A-R-D-P这5个环节, 即教师录制视频并在线上平台发布(P)、学生在线自主学习内化吸收并总结(A)、学生课堂分组做复习报告(R)、开展案例讨论(D)、教师综合概括并串讲本章重难点(P)。通过这5个环节的闭环设计, 以期线上、线下课堂均达到“教”与“学”的对分和“权”与“责”的对分。教师需要投入大量时间及精力用于课前资料的准备、课程内容和课堂汇报讨论的组织等工作中。学生则需要进行充分的线上学习及课前准备, 达到一定的知识储备后才能充分参与到课堂汇报及讨论中, 达到最佳学习效果。

当前混合教学模式将教师的讲授分为线上与课堂讲授2个部分, 线上侧重知识点, 线下侧重综合梳理逻辑框架以帮助学生搭建知识系统, 确保知识体系的逻辑连贯性与系统性。面对面课堂则通过课堂对分充分调动学生学习的主动性, 实现教师与学生的充分互动。两种方式的结合旨在激活学生学习的内驱力, 将短暂的课堂时间从教师“一言堂”的现状中摆脱出来, 创造教师充分设计、学生充分参与的良性互动课堂氛围。

2.1 课前“SPOC”及课后“复习内化”

在线 SPOC 可有效拓宽系统讲授知识的时空维度。“SPOC+对分课堂”模式的课前学习包括 P-A 这2个环节, P 必须在 A 之前, 学生必须先对知识进行学习后方能进行消化吸收和归纳总结(图 2)。本课程使用雨课堂推送课件, 使用深圳大学优课联盟(University open online course, UOOC)平台 (<http://www.uooc.net.cn/league/union>)

创建 SPOC, 主讲教师自创 SPOC 视频资源库, 在线教学视频主要利用 Camtasia 软件自主录制并编辑, 剩余部分采用主讲人所在团队创建的现有微生物学 MOOC 资源。线上视频总时长约占微生物学总学时的 1/3。如第二章“原核微生物”章节中依次将原核和真核微生物结构比较、细菌的大小形态及排列、细菌的一般结构和功能、特立独行的细菌和古生菌等知识点拍摄录制了 11 段 5-15 min 的在线视频; 第三章“真核微生物”章节为学生提供了真菌纪录片、延时摄影视频及知识点的分解等丰富的视频资源。在线上视频学习过程中面临的最大挑战是保障在线学习的进度与完成度, 同时确保完成的质量。对此, 我们尝试了多种策略: (1) 保障在线视频的质量及趣味性; (2) 充分利用 UOOC 平台的进度分布分析功能, 实时跟进学生的学习进度, 对于进度落后的学生设置短信及邮件提醒, 同时建立班级微信群, 对于个别进度缓慢的学生予以单独提醒; (3) 在线视频中穿插互动小测题, 增强互动性, 保障学习质量; (4) 将在线学习过程及进度纳入期末成绩; (5) 学生需要根据所学在线下课堂中完成复习汇报。

除了第一次课与最后一次课外, 中间课程中上一章节课后复习内化往往与下一章节的课前在线学习重叠。温故知新、复习回顾是完成学习闭环的必要环节, 也是知识的内化与吸收环节, 学生可以在课堂学习后自己绘制思维导图并完成课后作业, 对所学内容进行温习巩固, 进一步加深对所学知识的理解。

2.2 课中“对分课堂”

为了充分激发学生的学习潜能, 调动学生的参与度, 将对分课堂分为学生分享所学章节学习报告或复习报告、课堂讨论和教师讲授三部分, 即 R-D-P 三部分(图 2)。实现“教”与“学”的对分, 该设计采纳了对分课堂“内化吸

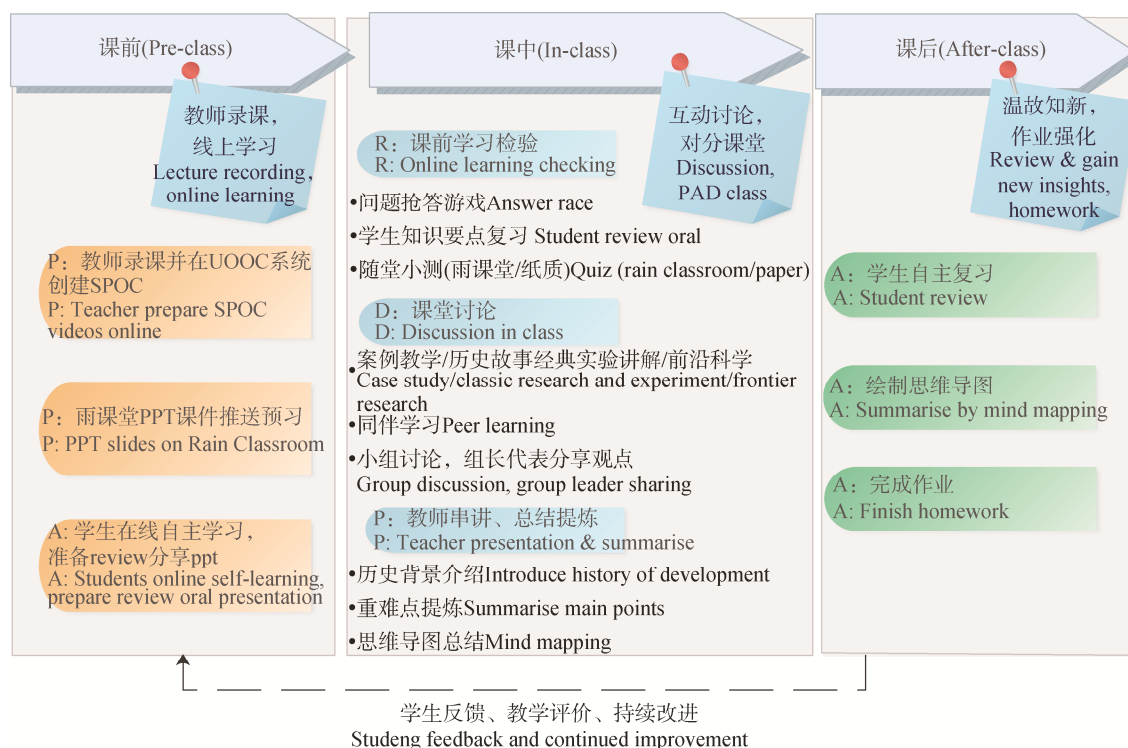


图2 “SPOC+对分课堂”混合教学内容安排

Figure 2 “SPOC+PDA” teaching arrangement.

收”的理念, 通过课前在线学习降低学生的认知负荷, 让学生有准备地参与课堂讨论, 保证课堂讨论的活跃度。

教师在传授知识之外, 还应当注重锻炼学生的自主学习能力, 帮助学生将知识融会贯通后再条理清晰地表达出来。秉承“学生是课堂的主人、学习的主体”的理念, 课程设置了R环节来提高学生总结、归纳、表达和团队合作的能力。然而该环节的设置需要注意度与量的把握, 不可为学生增加过多的负担。为此在开学第一课将学生分组, 后续课堂中学生针对老师提前选好的知识点进行学习心得汇报或提炼各自理解的重难点阐述给其他小组的同学, 各小组轮流参与分享学习报告环节, 每组每次分享时间不超过15 min。

D环节的讨论主题主要包括经典科学实验、典型案例和研究前沿等, 课题选取需要紧

扣各章节学习的主题。如第二章“原核微生物”章节, 课堂讨论设置了“幽门螺杆菌的生存之道、原核与真核细胞的争议、鞭毛的结构与运动机制、如何设计实验验证细菌运动性、如何自己设置实验分离纯化趋磁细菌、芽胞与食品安全”等有趣的主题。另外, 穿插个别与SPOC视频互动的环节, 如“大家来找茬, 看完本章视频是否发现了视频中的错误之处? ”。在微生物的生长繁殖与控制章节中设置了“夏威夷鱿鱼与细菌语言、微生物与艺术——美国微生物学会(American Society for Microbiology, ASM)琼脂艺术大赛作品赏析、bacterial kamikaze 细菌神风特工队——生物法杀菌前沿探究”等诸多兼具趣味性、专业性的前沿科研案例。病毒章节的课堂讨论纳入病毒与人类的历史——“永远的奥古斯都”案例、课堂头脑风暴之“亦正亦邪的病毒”、如何自己设计实验并分离纯化噬菌体, 以

及流感病毒、新型冠状病毒等事实案例讨论等。通过内容丰富的案例与讨论, 激发学生的创造力与学习兴趣。为了确保课堂讨论的效果, 课程采用同伴学习、小组讨论、小组代表分享观点等形式确保讨论有序进行。

P 环节教师重点讲解知识产生的历史背景、框架体系、凝练知识重难点等。部分知识历史背景的讲解可以穿插在 D 环节中, 在讨论完一个案例后随即引入背景的讲解。此外, 每一章结束时, 教师将通过绘制思维导图串讲章节要点、重难点、梳理各部分内容之间的逻辑联系, 帮助学生搭建知识框架体系, 从而弥补 SPOC 在线学习系统性不足的问题。综上, 对分在本微生物学课堂中更多是“权责对分”, 不需要严格意义上的课堂时间对分, 具体讨论的时长、教师讲授的时长均可根据不同章节内容灵活调整。

此外, 2021 年春季学期微生物课面对面课堂尝试采用了智慧教学工具“雨课堂”与学生进行互动, 学生扫码进课堂的同时可以考核学生的出勤, 不再需要花时间点名。利用雨课堂发布随堂小测、课堂习题、分组讨论等功能与学生开展充分的互动, 允许不善于口头表达的学生也能参与到互动中来。课堂采用弹幕功能后, 学生表现出了浓厚兴趣, 知识点存在疑问时通过发弹幕提问的积极性显著提高。雨课堂实时记录每个学生的学习数据及测验情况, 便于教学数据分析, 让教师对学生的学习情况有了更加全面的了解, 便于过程性考核的开展。

2.3 多元化考核评价

本课程改革采用多元化考核方式, 建立多维度考核和评价体系。将学生汇报、学生互评、期中专题报告、随堂小测、视频学习、在线测验及期末考试等各方面表现纳入测评体系, 以期更加客观全面地评价学生的综合能

力。学生成绩由线上和线下两部分组成, 线上占 20%, 线下占 80%。其中线上视频学习进度、测验、在线讨论等占 10%, 线上学习汇报分享占 10%; 线下随堂小测占 5%–15%、课堂讨论及出勤占 5%–10%、期中专题报告及讨论占 10%–15%、期末考试占 60%–40%。

每学期设置一次专题报告课, 一般在学期中开展。学生可以选择教师指定的主题或者自己感兴趣的微生物学相关主题开展深入的文献资料调查, 并做口头报告, 这一环节旨在锻炼本科生文献资料的调查能力、独立的思考能力及语言表达能力。主题报告成绩由 60% 的教师打分及 40% 的同学评价两部分组成。教师设置专门的打分明细表, 每一位学生都作为评委参与打分, 最终成绩=同学评分的平均分×40%+教师评分×60%。设置该评分方式有利于全面动员所有学生充分参与, 并针对其他组同学的报告提出问题展开讨论, 最大程度降低个别学生只关注自己小组汇报的情况。期中专题报告的形式在我校微生物学课堂中已连续开展 6 年, 取得了较好的教学效果。

改革后期末考试全部采用主观题, 更多考查学生对知识的综合理解、掌握及灵活运用能力, 对学生的综合分析问题及解决问题的能力提出了更高的要求。题型主要包括基础类论述题、实验设计及综合运用题、案例分析题及附加题。经过一学期的实践, 学生的平均成绩较往年有所提升, 最显著的差异在于 60–69 分的低分区学生人数显著下降, 从往年的 10%–15% 降低到了 0%。这一结果表明过程性评价及混合式教学有助于提高普通学生的综合学习水平。

3 教学改革实施效果与学生反馈

经过多年的探索, 2021 年春季学期正式实施第一批“SPOC+对分课堂”教学改革项目。试

点班级为深圳大学生物科学(师范)专业大二学生,共37人。课程实施完成后向学生发放了课程满意度调查问卷37份,收回有效问卷32份(表2)。问卷结果表明,100%的学生对课程教学成果表示满意,其中71.88%的学生非常满意;87.50%的学生认为微生物学课程的教学目标非常清晰,12.50%的学生认为一般清晰;100%的学生认为课程设置能够有效激发他们的学习兴趣;喜欢混合式教学模式的学生占比为87.50%,其中很喜欢的占50.00%,一般喜欢的占37.50%,不喜欢的占12.50%。调查结果表明学生对课程教改的形式和内容均表现出了很高的满意度。对课程的一句话评价中有学生写道“有线上的课程,方便了后续的复习。线下的课程增加了对实际案例、问题的讨论,让我们对微生物的了解不局限于书本”“第一次尝试这种线上和线下结合的形式,我觉得效率更高”“讲课很清晰,线上课知识点讲解很全面,线下课适当拓展了相应知识面,丰富了细节”“线上+线下的混合教学模式更加新颖,线上学习更加

自由灵活而线下课堂能很好地及时解惑”。学生的积极反馈体现了学生对课堂教学改革的肯定与期许,有助于进一步完善课程体系。

4 总结与持续改进措施

当前高等教育内涵式发展趋势下,更新教学理念、创新教学方式、将高等教育课堂由“知识教育”转向“能力培养”已经成为必然趋势。知识的建构可以通过教师的讲授,而能力的形成必须通过实践,学生需要通过亲自参与实践或讨论,将知识内化并逐渐形成个人能力。学生是学习的主体,教师是教学的主体。我们既需重“教”也要重“学”,只有真正实现“权”与“责”及“教”与“学”的动态平衡,同时将“教”主导向“学”中心偏移,才能真正激发课堂活力,有效提高微生物学教学的质量。混合式教学容易出现形“混”而实不“合”的现象,成功的“混合”需要对线上和线下的教学内容进行深度剖析,优化分配,实现线上教学资源与线下面对面课堂在内容上和逻辑上的真正融合。深圳大学微生

表2 微生物学课程满意度问卷调查结果

Table 2 Microbiology course satisfaction questionnaire results

问题 Questions	选项 Choices	百分比 Percentage (%)
1. 你对本学期微生物学课程满意度, 1=很不满意, 5=非常满意	1	0
1. Satisfaction evaluation of Microbiology course. 1=unsatisfied, 5=very satisfied	2	0
	3	0
	4	28.12
	5	71.88
2. 微生物学课程是否有较为清晰的教学目标?	非常清晰 Very clear	87.50
2. Do you think the course has clear objectives?	一般清晰 Clear	12.50
	很不清晰 Unclear	0
3. 课程内容是否能较好激发你的学习兴趣?	是 Yes	100.00
3. Does the course successfully inspired your learning interests?	否 No	0
4. 经过一学期的学习, 你是否喜欢线上线下混合教学模式?	很喜欢 Very like	50.00
4. Do you like the blended teaching model after this semester's learning?	一般喜欢 Like	37.50
	不喜欢 Dislike	12.50
	无所谓 Don't care	0

物学课程教学改革采用了“SPOC+对分课堂”混合教学模式, 重构教学架构, 设计了 P-A-R-D-P 这 5 个教学环节。打造了教师充分设计、学生充分参与的良性互动课堂氛围, 有利于实现教师与学生 2 个主体达到“教”与“学”及“权”与“责”上的动态平衡, 获得了学生的充分肯定, 达到了较高的教学满意度。

课程改革旨在激活学生学习的内驱力, 培养学生的创造性思维和终身学习能力。我校微生物学教学改革刚刚起步, 积累的数据仍然有限, 需要持续不断地积累实践经验、总结提升并持续改进。针对目前收集的反馈, 可在以下方面持续改进: 加强课前、课内学习内容的连贯性, 优化章节内容架构; 多手段并行确保在线学习的完成度与完成质量, 如采用深圳大学费跃农老师推荐的拉力赛式进度管理, 为学生设置进度检查点, 迟到者扣分, 增加线上学习进度管理的趣味性; 线上教学视频进一步增加穿插的小测题, 及时验证学生的学习效果; 挖掘课程思政元素, 探索加强课程思政建设。

致谢: 感谢深圳大学测试中心为微生物学教学提供平台支持。

REFERENCES

- [1] Fox A. From MOOCs to SPOCs[J]. *Communications of the ACM*, 2013, 56(12): 38-40
- [2] 孙蕾, 梁艳, 王维生. 基于 SPOC+Problem orientation 的环境微生物学混合式教学设计与初探[J]. *微生物学通报*, 2019, 46(5): 1226-1234
Sun L, Liang Y, Wang WS. Blended teaching design and preliminary exploration of Environmental Microbiology based on SPOC+Problem orientation[J]. *Microbiology China*, 2019, 46(5): 1226-1234 (in Chinese)
- [3] 陈芳, 何进, 端木德强, 王莉, 陈雯莉. 小规模限制性在线课程(SPOC)模式在微生物学教学中的实践与探索[J]. *微生物学通报*, 2020, 47(4): 1087-1094
Chen F, He J, Duanmu DQ, Wang L, Chen WL. Practice and exploration of small private online course (SPOC) model in Microbiology teaching[J]. *Microbiology China*, 2020, 47(4): 1087-1094 (in Chinese)
- [4] 张学新. 对分课堂: 大学课堂教学改革的新探索[J]. *复旦教育论坛*, 2014, 12(5): 5-10
Zhang XX. PAD class: a new attempt in university teaching reform[J]. *Fudan Education Forum*, 2014, 12(5): 5-10 (in Chinese)
- [5] 陈其晖, 陆维康, 杨劲松, 陈小鱼. 对分课堂教学模式的认知资源管理探析[J]. *当代教育科学*, 2021(3): 65-72
Chen QH, Lu WK, Yang JS, Chen XY. On the cognitive resources management in PAD class teaching mode[J]. *Contemporary Education Sciences*, 2021(3): 65-72 (in Chinese)
- [6] 陈瑞丰, 张学新. “学堂” or “教堂”: 用对分课堂破解从知识教育转向能力教育的困境[J]. *上海教育科研*, 2019(12): 59-64
Chen RF, Zhang XX. “School” or “Church”: use bisection classrooms to solve the dilemma from knowledge education to ability education[J]. *Journal of Shanghai Educational Research*, 2019(12): 59-64 (in Chinese)
- [7] 刘明秋. “对分课堂”教学模式在微生物学教学中的应用[J]. *微生物学通报*, 2016, 43(4): 730-734
Liu MQ. Application of presentation-assimilation-discussion (PAD) class in Microbiology teaching[J]. *Microbiology China*, 2016, 43(4): 730-734 (in Chinese)
- [8] 刘明秋. 对分课堂在生物教学中的效果反馈分析[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(3): 487-494
Liu MQ. The teaching effect on presentation-assimilation-discussion (PAD) class in Biology[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 487-494 (in Chinese)