



## “微生物学实验”混合式教学实践与评价

张霞\* 张雁 陈峰 夏娟

上海交通大学生命科学技术学院 上海 200240

**摘要:** 生命科学的本科教学中, 实验教学是举足轻重的一个部分。本文以“微生物学实验”课程为研究对象, 利用互动网站进行线上线下混合式教学, 评价学生的学习效果和规律, 探索生命科学实验类课程采用混合式教学的效果, 并探讨推广可能性。在连续三年的教学实践中, 统计分析各维度数据, 发现在混合式教学模式, 绝大部分学生都具有主动自学的能力。同时, 实验课程中的深度和广度都有所提升。学习规律的监控和综合评价显示, 深度学习的学生在各种评价指标中都显著表现优秀。因此, 在混合式教学模式, 如何引导学生进行真实有效的深度学习是教师在新教学模式下的重任。

**关键词:** 微生物学实验教学, 混合式教学, 深度学习

## Practice and evaluation of blended teaching in Microbiology Experiments

ZHANG Xia\* ZHANG Yan CHEN Feng XIA Juan

School of Life Sciences and Biotechnology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China

**Abstract:** Experimental teaching is an important part of undergraduate teaching of life sciences. This paper takes the course of Microbiology Experiment as the research object, using interactive website to conduct on-line and off-line blended teaching, evaluating students' learning effects and rules, exploring the effect of blended teaching in experimental courses of life sciences, the possibility of popularization of the blended teaching mode is also be discussed. In three consecutive years of teaching practice, statistical analyzing of data from various dimensions shows that under blended teaching mode, the vast majority of students have the ability to study on their own initiative, at the same time, the depth and breadth of experimental courses have been improved. The monitoring and comprehensive evaluation of learning rules show that the students who study in-depth are outstanding in all kinds of evaluation indexes. Consequently, under the blended teaching mode, how to guide students to conduct real and effective depth learning is an important task for teachers using the new teaching mode.

**Keywords:** Microbiology Experiment teaching, Blended teaching, Depth learning

**Foundation items:** Shanghai Higher Education Commission (2017-71); 985 Teaching Research Project of Teaching Development Center of Shanghai Jiao Tong University in 2017 (CTLD16A003); Class A Project of Undergraduate Course Teaching Reform Research of Shanghai Jiao Tong University in 2016

\*Corresponding author: Tel: 86-21-34204389; E-mail: irisette@sjtu.edu.cn

Received: 13-07-2019; Accepted: 17-09-2019; Published online: 29-09-2019

基金项目: 上海市沪教委高(2017) 71 号; 2017 年上海交通大学教学发展中心 985 教学研究项目(CTLD16A003); 2016 年上海交通大学本科课程教学改革研究 A 类项目

\*通信作者: Tel: 021-34204389; E-mail: irisette@sjtu.edu.cn

收稿日期: 2019-07-13; 接受日期: 2019-09-17; 网络首发日期: 2019-09-29

随着信息技术的快速发展,互联网技术与高等教育相结合,新时代的教学理念和教学方法都发生了重大的变革<sup>[1]</sup>。其中一个变革就是翻转课堂,即学生在寝室、家里通过网络完成在线学习,课堂成为老师与学生完成深度知识探索、思辨互动实践、提升学习效果的场所。国内很多高校的理论课堂都或多或少渗入了翻转教学的理念,涌现出一批卓有成效的新型教学模式<sup>[2]</sup>。

生命科学是一门实践性科学,而生物技术的迅猛发展对当代高校实验课程教学提出了新的要求,使得实验课程的教学改革成为突出问题。微生物学是生物学领域的一门重要的分支学科,“微生物学实验”也是一门传统的实验课程,其理念和技术已经渗透在生命科学的各个领域,具有很强的实验性和应用性。

本文以“微生物学实验”课程小规模限制性在线课程(small private online course, SPOC)教学班级为例,针对 95 后生而触网的本科生群体的特点,建立学生自学为主体、教师引导为辅助的教学方式,把在线学习和常规实验室教育两者相互结合,使传统的微生物学实验课程与在线网络学习相连接<sup>[3]</sup>。经过连续三年利用互动网站线上线下混合式教学实践,分析学习效果、总结学习规律、搜集学生反馈信息等,发现这一教学模式对新时代 95 后和即将成为高校主体学生群体的 00 后来说,是非常容易接受的教学方式,有良好的学生基础和信息化时代特色。本文的教学实践也是实验教学走出传统思维局限、走向慕课平台的大胆尝试。

## 1 微生物学实验混合式教学目标

微生物学实验是我校生命科学相关专业本科生的专业基础实验课程。学生已具有一些物理、化学实验课程的基础,但没有生命专业相关实验课程的经验,对于这门实验课程有“期待”和“惧怕”两种情绪,既期待进入专业实验课程的殿堂,零距离接触生命科学研究的真相,又担心自己动手能力不足,达不到心里预期的高度。针对这种学情,制

定混合式教学目标。

### 1.1 知识技能目标

根据微生物的基本特性,牢固建立无菌概念,在实验中加深理解理论知识,掌握一套微生物学基础操作技术。该目标是课程内容的基础目标,也是认知领域的基础目标。课程内容循序渐进推进微生物学实验知识与技能的学习,使学生打好生命科学实验课程基础,以备后续进行更高级实验课程的学习或者相关科研的训练。

### 1.2 能力培养目标

课程以实验内容为抓手,充分发挥混合式教学的长处,体现“以学生为中心”的理念。培养学生将理论与实践充分结合,能够多角度分析和评价实验结果,提高分析、解决问题能力,培养创新意识。该目标是高阶认知领域的能力培养目标。实验课程中有爱动手的学生,也有爱思考的学生,更有爱创新的学生,把动手、思考和创新各种能力相结合,是本培养目标的最高要求。

### 1.3 情操培养目标

以线上显微摄影等竞赛项目和线下微生物专题兴趣小组活动等方式,激发和培养学生热爱生命科学专业的情操。真实的生命科学研究工作是艰苦而枯燥的,作为未来的科研工作者,能够在普通的工作中及时地发现“美”和“趣”,是热爱生活的一种表现,也是混合式教学的培养目标之一。

## 2 混合式实验教学的设计与实施

### 2.1 信息技术基础

首先,制作课程教学视频、课件、文献、作业和自测题库等学习资源<sup>[4]</sup>。其次,选择管理高效、运作流畅、服务到位的网站平台,本课程选择了“好大学在线”慕课网站作为教学的 SPOC 平台,在线设计了课程内容、章节发布、习题作业和互评竞赛等环节。第三,要求学生课前自学网站资源,并在手机端相应软件完成 10–20 道自测题目。

### 2.2 动脑与动手相结合的实验课堂

课堂实践由分组讲解、提问讨论、深化思维、

实践操作四个部分构成。前三步确保学生掌握实验原理和操作的细节和重点,最后一步是亲身体验实验操作。具体设计为全班分为4个大组,每组课前分配一个问题。课堂上,4个大组学生轮流上台讲解问题。这4个问题覆盖了本次实验原理、操作技术、注意事项和结果分析等,经过约一学时的问题讲解和提问讨论,高度深化了对实验内容的掌握。这是独立网络自学后的第一次集中交流,弥补了网络自学可能的疏漏,也把实验从虚拟网络空间带入到真实实验室。让每个学生胸有成竹,大幅减少了做错的可能,达到懂得如何改进实验设计,如何透彻分析结果的教学效果。接下来的实践操作环节中,教师和助教全程监控课堂实验进程、指点操作细节、纠正学生的操作错误、评价实验结果。

混合式教学后,实验课堂的难度、深度、广度和效率都大大增加了。学生在主动自学、参与讨论和提问环节后,基本可以相对顺利地完成任务操作,那时是学生“胸有成竹”和“注意细节”的大碰撞,学生会有从理论到实践的落差感,也会有逐步适应后的成就感。这部分与传统微生物学实验教学课堂相类似,不同之处是教学深度已经大大提升,学生们对相关实验操作技术步骤问题大幅减少,求助老师和助教帮助的大多是实验支持性问题,比如多要一套移液器或者询问实验结果的评价,使实验课堂的教师成为学生独立实验的教学辅助。相比传统实验课堂完全依赖老师演示仪器设备使用或者指导实验步骤,混合式实验教学的质量提升已经不言而喻。

### 2.3 线上线下混合推动深度学习

经过课堂实验环节后,学习的步骤远未完成。实验结束后的结果观察、分析讨论和实验报告撰写把学习推向更深的高度。这个过程中SPOC网站、手机微信都成为教学的工具,学生们把实验结果照片发在群里和网上,与教师和助教一起讨论、分析、再设计,使学生们的实验报告逐步从流水账式转变为科学研究式。

教学活动中还设置了线上“微生物之美”竞赛活动,创作“菌菌之魅——显微摄影大赛”和“艺术鉴赏——微生物培养秀”比赛项目。线下开展“微生物之趣”小组活动,选择一个感兴趣的拍摄实验设计讲解与结果预测小视频,这两个都是自主选择的加分项目,极大地激发了学生们对微生物学的兴趣。

## 3 混合式教学实施案例

微生物学实验课程主要分为4个模块:(1)微生物学基础实验技术:包括培养基的配制、灭菌、接种、培养和显微镜使用等支撑整个微生物学实验框架的基础操作;(2)微生物观察模块,主要是各类典型微生物的制片染色、显微形态观察实验;(3)微生物分离、培养、鉴定模块,蕴含各种类型测定技术等;(4)微生物分子遗传模块,含括经典和现代的微生物遗传学实验。针对不同模块实验内容,混合式教学设计的侧重点不同。以第一个模块中微生物培养基制备灭菌内容为例,混合式教学设计包括课前自学、课堂实践、课后升华三个部分。

### 3.1 课前学习

首先,把本学期实验课程需要用到的各种培养基分配给4个大组,按照每种培养基固体、液体的用量计算好,分配具体的工作任务。其次,给每个大组分配本组培养基制作要点、优化分工思路及相关制备平板、无菌操作、灭菌等内容。每组学生以自己的问题为引导学习网站视频和课件等资料,寻找问题的答案。

### 3.2 课堂实践

课堂时刻,每组一位学生发言,讲述本组培养基的特点和用途,介绍组内的分工安排。这是第一次混合式教学实践,尤其第一位讲解的学生一般不能切中要害、找到重点。但实验课程的特点是不能有一丝含糊,因为紧接着就是亲自动手的实验操作。这时候,教师的点提和引导就显得尤为重要,需要切实引导学生通过思考找到具体可

执行的工作计划,才能在后面的工作中有条不紊地推进实验。

由于4个大组的工作任务各不相同,开展实际工作时,往往只要有一位学生不明白,就会导致该组的工作受阻、失败、延迟结束时间甚至返工重做。鉴于此,一般安排给第一大组的问题相对简单,由他们的讲解引出细节的问题,对后面三组的学生都有学习的意义。比如:第一大组需要配制马铃薯葡萄糖培养基(potato dextrose agar, PDA)和高氏一号培养基各三瓶300 mL,再加斜面30支。由于都是固体培养基,只要考虑分瓶和分管分装的问题,这个大组的讲解重点是通过这两种培养基的配制,讲出琼脂粉的合理使用方案。一种是称取在总培养基体积里,这种方法需要加热融化琼脂后在热的条件下分装;一种是溶解各种药品后,按照每瓶的培养基量称取相应的琼脂粉,直接冷分装后混匀灭菌。引导第一位学生给同学们解释清楚这两种方法以后,说明斜面必须用第一种方法,瓶装培养基优选第二种方法,但是混匀并吸涨好琼脂是重要的关键环节。后面三组学生分别以各自的培养基为例,引导他们讲明白液体培养基、斜面、灭菌和平板制备的要点。这一学时的翻转课堂学习信息量极大,学生们的思维在提问、思考和设计方案中高速运转,最后要求每大组成员进行10 min的讨论,老师随机提问一个成员都能够明确说出本组的最终执行方案,才可以开始实际的操作。整个混合式教学课堂的第一个学时就是在这样的烧脑环境下度过的,经历这个环节,后面的操作基本可以顺利进行,极大地减少了实验失误,最终加快了实验进程,并保证了实验效果。

### 3.3 课后升华

培养基配制与灭菌的实验报告被写出流水账的可能性极大,因为本实验就是分工操作,看起来内容简单。但是过几天来实验室看到培养基灭菌后的结果,往往会使学生大吃一惊,因为会出现有些培养基没有凝固、有些培养基染菌等状况,这将成

为全班学生讨论分析的话题,成为课后升华思维和深化学习的内容,具有独特分析视角的学生会有效提升实验报告的质量。

## 4 混合式教学效果评价

### 4.1 单因素分析

对连续三届微生物学实验合计201名学生实施了混合式教学,收集了线上成绩、课堂表现、网络自学数据和加分项目4个因素进行数据统计和分析,展示混合式教学下的学习规律,制作散点图(图1)。

这些项目中,线上成绩和课堂表现是构成最终成绩的项目,其中线上成绩包括网站自测和实验报告。测试和写报告是高阶思维能力的综合体现,该项目平均分85,说明独立的课前和课后完成学习和作业是现阶段学生们擅长的学习方式,这也是长年传统教学方式的体现。这些是学生们熟悉的监测指标,散点图上也表现出趋同性,集中分布在较高的分数段(图1A)。课堂表现是由课堂讲解、提问、参与讨论、实验操作、课后观察等项目组成,学生们在这个指标中也表现很好,平均分在85,散点图可以看出离散度略高,说明在此部分学生的表现程度是有差异性的(图1B)。

网站综合表现指标是不记入学生最终成绩的,这个指标的离散程度很高(图1C)。网络综合表现由课程网站监控后台数据来体现,由教学安排完成情况、点击登录次数和在线时间等项目综合组成,由于事先告知学生该项目不记录分数,因此该指标是学生网络学习行为无压力情况下的真实反映,散点图分布很广,显示有大批网络学习活跃度高的学生,也有活跃度很低的学生,是混合式教学模式实际发生主动学习的结果。根据设定值,在三届学生平均78分的情况下,有18%的学生获得了满分,即这部分学生超越设定值完成网络自觉学习。网络学习是个人学习习惯和对该门课程的重视情况共同决定的,有良好自律和自学能力的学生会获得好的分数。

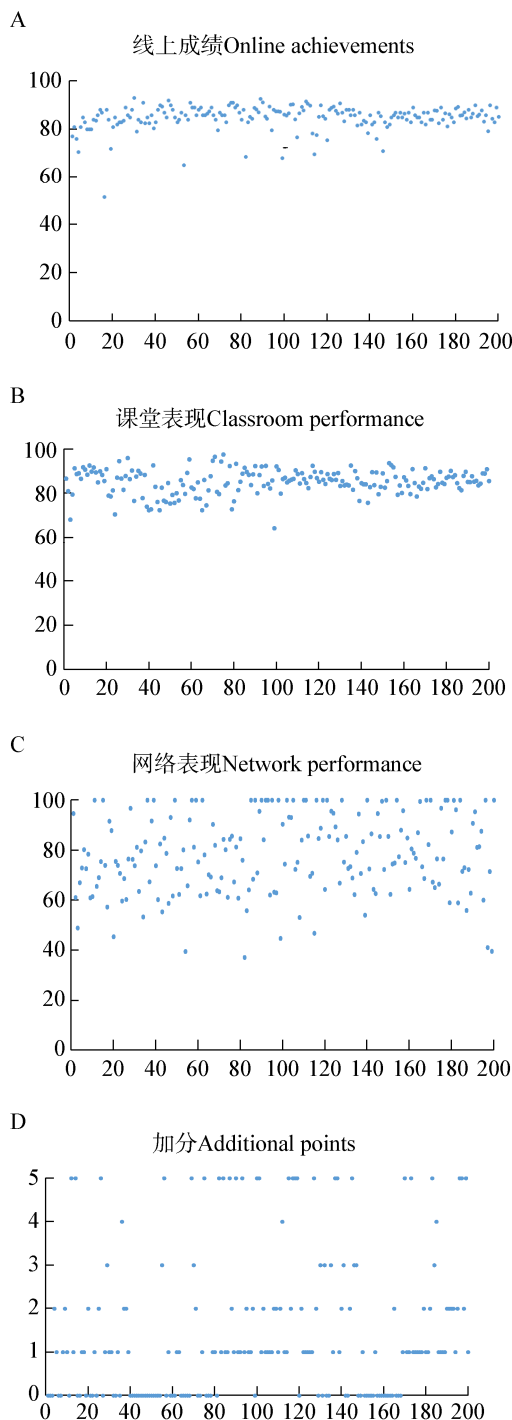


图1 评价指标散点图

Figure 1 Scatter plot of evaluation index

注:横坐标表示按照学号排列的学生人数,纵坐标表示成绩(A-C:百分制;D:5分制),图中各点表示成绩。

Note: The abscissa represents the number of students arranged according to the number of students, the ordinate represents the results, and the points in the figure represent the results.

对于加分小项目的设置,学生一开始是试试看的态度。但第一次竞赛后,在微信群公布的获奖名单信息极大地刺激了学生的积极性,参加第二次竞赛和兴趣小组活动的学生人数大大增加。实验课程成绩的加分是对学生们在规定学习动作之外的自愿选择,最终结果有64%的学生获得了1-5分不等的加分成绩(图1D)。说明大部分学生真正掌握了微生物学实验内容,能够融会贯通,才能够胜任竞赛、微生物学兴趣小组活动等,因此能够获得此部分加分。

## 4.2 深度学习分析

综合分析所研究的4项因素,其中线上成绩是由自学网站资料后的测试和课后的实验报告组成,而加分项目是热爱微生物学、自愿参与线上线下活动的表现,以此两个项目作为深度学习的指标。选择线上成绩项目排名前30%和排名后30%学生的各项指标数据相对于均值的比值进行增幅差分析,在各项数据统计中,设置增幅差超过5%为增幅表现显著,结果(图2)显示。在所研究的4个因素中,线上成绩、加分和网络综合的增幅差都表现显著,以加分的显著度最高,表现出35%以上的显著,说明深度学习的学生参加微生物学课余活动更加

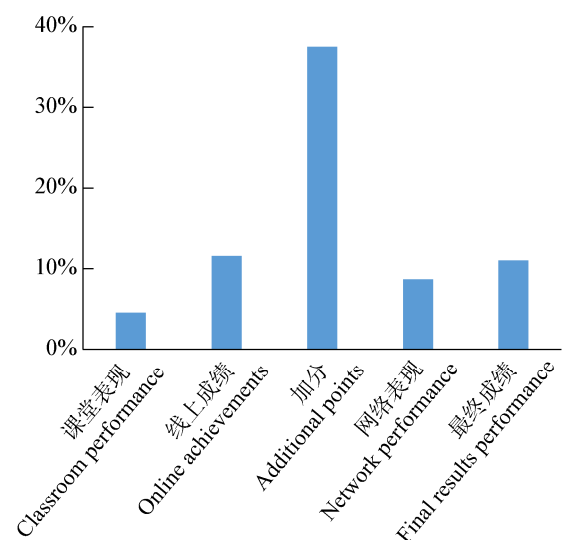


图2 线上成绩的增幅差分析

Figure 2 Analysis of increase difference of online achievements

积极,并在各种指标的表现中都很优秀。最后也分析了最终成绩(由课堂、线上成绩和加分项目组成)的增幅差,这些深度学习的学生最终获得了显著优秀的好成绩。

## 5 展望

实验教学是帮助学生理解知识、增强动手能力、培养创新思维的重要手段和方法。实验课程的学时是有限的,实验室的空间更是有限的,将混合式教学理念引入实验教学<sup>[5]</sup>,向无限的网络要时间和空间,对于实验教学这种以亲身体验学习为主的教学,利用网站完成细致的学习工作,把更多的课堂时间留给亲自动手实践的混合式教学设计具有无可限量的潜力。微生物学实验教学的混合式教学模式对于各类实验教学均有可借鉴之处,适合在其他实验课程中进行推广。

## REFERENCES

- [1] Ma HD, Zhang JM. Research on application of blended experimental teaching in colleges and universities[J]. *Experimental Technology and Management*, 2015, 32(9): 170-172,175 (in Chinese)  
马汉达, 张建明. 高校混合式实验教学的应用研究[J]. *实验技术与管理*, 2015, 32(9): 170-172,175
- [2] Fang XK. MOOC-based online new hybrid experimental teaching model[J]. *Education Teaching Forum*, 2016(6): 258-259 (in Chinese)  
方小坤. 基于 MOOC 在线新型混合式实验教学模式研究[J]. *教育教学论坛*, 2016(6): 258-259
- [3] Yu JB, Yang XQ, Wang Y, et al. Informatization of experiment teaching in colleges and universities[J]. *Research and Exploration in Laboratory*, 2010, 29(10): 150-153 (in Chinese)  
余建波, 杨西强, 王媛, 等. 高校实验教学信息化的建设与探索[J]. *实验室研究与探索*, 2010, 29(10): 150-153
- [4] Ni S, Jin BY, Wang JY. Construction of an experimental teaching informatization system[J]. *Research and Exploration in Laboratory*, 2013, 32(6): 117-120 (in Chinese)  
倪晟, 金炳尧, 王璟瑶. 实验教学信息化体系建设的探索与实践[J]. *实验室研究与探索*, 2013, 32(6): 117-120
- [5] Wang L, Lin CH, Cai YL. Application of blended experimental teaching method in college experiment teaching[J]. *Modernization of Education*, 2019, 6(20): 90-91 (in Chinese)  
王磊, 林楚宏, 蔡阳伦. 混合式实验教学法在高校实验教学中的运用[J]. *教育现代化*, 2019, 6(20): 90-91