



“同伴教学法”在“微生物学实验”混合式教学中的应用

张霞* 曹阳 陈峰 张萍 秦敏君

上海交通大学生命科学技术学院 上海 200240

摘要: 1984 年, 哈佛大学教授埃里克·马祖尔(Eric Mazur)在物理学教学实践中创立了“同伴教学法(peer-instruction, PI)”, PI 引导学生主动探究、互相学习, 获得良好的教学效果。21 世纪, 信息技术和生命科学的飞速发展, 使得生命科学的实验教学走向网络平台。在“微生物学实验”的混合式教学中, 应用“同伴教学法”让学生在实验原理掌握、实验操作技术、实验结果分析和作业互评等学习过程中始终保持在教授给他人的状态, 即两周后知识技能的保持率稳定在 90%。对比“同伴教学法”班级和未实施“同伴教学法”班级, 发现各种成绩的统计中, 实施了“同伴教学法”的班级都显著提升。因此, 在实验课程的教学教学中“同伴教学法”是值得深度研究和推广的高效教学方法。

关键词: 微生物学, 实验教学, “同伴教学法”, 混合式教学

Application of peer-instruction in blended teaching of Microbiology Experiments

ZHANG Xia* CAO Yang CHEN Feng ZHANG Ping QIN Min-Jun

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

Abstract: In 1984, Harvard University professor Eric Mazur founded peer-instruction (PI) in physics teaching practice, PI guides students to explore actively, learn from each other and obtain good teaching effect. In the 21st century, with the rapid development of information technology and life science, the experimental teaching of life science is also moving towards the network platform. In the blended teaching of Microbiology Experiment, the PI method is applied. In the explanation of experimental principle, operation technology, analysis of experimental results and mutual evaluation of homework, the PI method keeps the learning process at the state of teaching to others all the time, that is, the retention rate of knowledge and skills is stable at 90% after two weeks. Comparing the classes with PI method and classes without PI method, the classes that implemented the peer teaching method have significantly improved in the statistics of various achievements. Therefore, PI method in experimental teaching is an effective teaching method worthy of further research and promotion.

Keywords: Microbiology, Experimental teaching, Peer-instruction, Blended teaching

Foundation items: Shanghai Higher Education Commission (2017-71); Research Topics of Higher Science Education of China Higher Education Science Education Professional Committee (2018)

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

Received: 27-07-2019; Accepted: 08-11-2019; Published online: 29-11-2019

基金项目: 上海市沪教委高(2017) 71 号; 中国高等教育理科教育专业委员会高等理科教育研究课题(2018)

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

收稿日期: 2019-07-27; 接受日期: 2019-11-08; 网络首发日期: 2019-11-29

“学习金字塔”是美国著名的学习专家爱德加·戴尔(Edgar Dale)于1946年首先发现并提出的^[1]。其用数字形式形象显示了学习者采用不同的学习方式在两周以后还能记住内容(平均学习保持率)的百分数^[2](图1)。该理论表明最有效率的保留知识的方法是自己讲授给别人听。这也是“同伴教学法(peer-instruction, PI)”能够获得良好教学效果的理论基础。哈佛大学教授埃里克·马祖尔(Eric Mazur)于1984年创立了“同伴教学法”^[3], 强调学习的主动性和互动性, 引导学生自主探究、团队学习, 在国内外许多高校的教学实践中深受师生欢迎^[4]。

21世纪, 信息技术和生命科学都在飞速发展, 信息技术与高等教育相结合, 产生了大批在线课程资源, 使得翻转课堂、混合式教学成为卓有成效的新型教学模式。生命科学是一门实践科学, 在生命科学实验课程教学中采用混合式教学法, 充分利用信息化技术提供的便利, 将在线教学和传统课堂的优势结合起来, 形成混合式教学, 使得实验课程的教学广度和深度都得到了大幅提升^[5]。在“微生物学实验”的混合式教学课堂活动中引入“同伴教学法”, 即学会后立刻教授给别人的方法, 充分发挥线上学习、线下实践的优势, 使实验课程学习的全过程都处于教授他人的状态, 既解决了混合式教学模式下的两级分化情况, 又把实验课程的学习深度

推向更高层面。

1 实验原理的同伴教学

“同伴教学法”的前提是学生对学习内容有一定了解, 之后讲授给同伴, 并通过同伴间提问、讨论、探究等方式, 实现共同学习的目标^[6], 这与混合式教学课前自学的“线上”阶段设计不谋而合。本文针对实验原理这部分理论性知识的学习, 采用“同伴教学法”在“微生物学实验”课程中进行实践探索, 取得了可喜效果。

混合式教学的前期学习成果是线上资源的主动自学, 这个阶段的自学过程必须是有的放矢的, 即学生在一整节实验内容中明确自己需要学懂并可以讲授给同伴的内容。这不仅与学习的主动性有关, 更与学习的深度和效率有关。具体实验课程教学中, 把学生分为几个大组, 每组讲解一个问题, 大组内学生轮流接受该任务, 上课时每组一人讲解。这要求该学生的自学必须细致到位并且能够延伸拓展, 在课堂上讲解给班级同学听, 讲解的表现将被记录成绩, 另外, 互相提问、参与讨论都将被记录成绩。这是一个典型的同伴教学课堂, 学生们用自己理解后的语言解说给其他同学, 现场学生通过生生之间、师生之间提问、回答、讨论逐步达到互相解惑深入学习的目的, 最后再由教师进行总结归纳, 点评最佳实验方案。



图1 学习效率金字塔^[1]

Figure 1 Pyramid of learning efficiency^[1]

例如在“极端微生物的培养观察”实验中,各小组的问题依次是:(1) 极端微生物有怎样的特点,举例说明极端微生物的应用。(2) 极端微生物培养是否需要无菌操作?原因是什么?如果极端微生物中污染了耐受细菌,怎样分离?(3) 查阅嗜盐古菌的生长特点和形态,分析其培养和显微观察要点。(4) 查阅嗜热菌的生长特点和形态,分析其培养和显微观察要点。这4个问题由浅入深、由理论到实践,把本次实验的内容和操作都含括在内。第一个问题是偏理论性的,让大家开阔视野,增加对极端微生物研究价值的了解。这个问题在课程网站上的学习资料很少,需要学生自行查阅资料归纳总结才能完成讲解,对于其同伴来说,听到的都是新颖的内容,争议少一些。但从第二个问题开始,就进入了争议的环节,同伴的讲解与自己的理解可能有偏差,于是开始了提问、讨论、逐步走向问题的焦点和高潮。后面两个实验操作性问题,嗜盐古菌和嗜热菌形态如何?如何培养?如何显微观察?用何种染料染色及原因是什么?预期的结果是什么等等。通过同伴的讲解和互问互答的方式最终有效达到共同学会的目的。

2 操作技术的同伴教学

混合式教学改革重构了课堂教学,使得学习的时间和空间都得到了扩展,“教”和“学”不一定都要在同一时间同一地点发生,在线平台分离了教和学的时间和空间。这种时空分离的最大优势就是课堂部分含金量提升,直接进入高阶层的学习阶段,对于纯理论知识的学习而言,这是个拾级而上层层深入的步骤。对于实验课而言,认知领域的神经信号建立完毕,下一个重要的步骤是操作技能系统的训练,这是类似于运动技能领域的学习过程,很多“高分低能”的状态将会暴露无疑。虽然视频学习了操作步骤,也清清楚楚知道要做什么,但实际操作起来各种细节问题都会冒出来,打乱学生们心目中“完美”的实验设计,这个时候采用操作技术的“同伴教学法”,将有效解决这个问题。

例如:在荧光显微镜观察微生物细胞器实验中,学生按照时间预约表轮流上机操作荧光显微镜,每个学生只有20 min上机时间,虽然线上学习了荧光显微镜使用视频,但第一次实际操作还是会手忙脚乱、不尽人意,即使顺利完成了实验内容,也是谈不上熟练,更无法处理任何突发意外状况。鉴于此,设计如下方式的同伴教学,有效提升了实验效果。即:第一位学生由教师一对一指点操作,完成自己的20 min观察后,辅导下一时间段同伴进行荧光显微镜的观察,被教會的同伴再辅导下一个,教师在一旁监看指点,给教和学的学生都记录表现分数,这个设计有效延长了学生接触机器时间,熟练了操作。形成一个“学”与“教”的良性循环,在指导别人实验中熟练了自己的操作,也在这个过程中遇到自己没有遇到过的状况,学到了更多实用技能。很多学生在指导别人后,体验到“教”的乐趣,因而兴致提升、兴奋不已,要求继续辅导再下一位学生,结果经常是3-4位学生一起辅导一位学生实验,在历经多次指导和看别人指导的过程中,学生对荧光显微镜的性能和操作都熟练起来,各种状况的处理能力也得到了有效锻炼。

3 结果分析的“同伴教学法”

实验课程的“同伴教学法”没有统一的模式,但是有统一的目标,那就是“理论”和“实践”两类信息的综合传递,达到最佳教学效果。在实验课结束,对实验结果的线上线下分析讨论就成为学习效果升华的最佳途径。一个学生只有一次的实验经历和一个既定的实验结果,但对于真实的科研工作来说,往往需要更多的见识和想法,因此实验结果分析讨论的“同伴教学法”就发挥了重要的作用。

在荧光细菌转化的实验中,实验室提供红、绿两种携带荧光基因的质粒及大肠杆菌DH5 α 、BL21两种克隆和表达能力不同的大肠杆菌感受态细胞,转化条件在一定范围内由学生自行设计。这个实验,每位学生都有自己的设计,选择一种或两种细胞,一种或两种质粒,再选择不同热激时间、复苏

时间、筛选平板等。最后得到自己设计条件下的实验结果。由于每个人的设计不同,在结果分析的时候进行同伴教学,就有效地让学生见识了各种独特构思下的实验结果。学生可以选择在线上群聊或线下当面讨论分析等方式进行交流,解说自己的设计和结果分析,互相提问和讨论,再由教师进行总结指点,极大地提升了教学的深度。有时候学生的实验结果可能相互矛盾,成为大家激烈争论和深入思考的焦点,这时候的同伴俨然已经成为科学研究的同行,从不同角度和设想出发,互相支持又互相质疑,最后在教师的答疑帮助下,一起探求科学研究的真相。

4 作业互评的同伴教学

线上作业是混合式教学的一个特色,作业设置为同学互评,又是一种新形态的同伴教学。认知领域中,能够应用所学知识对同伴的作业做出客观评价,也是高阶认知领域能力的体现。在设置作业互评的项目中,教师预先设定互评评价的给分标准,比如作业结构完整,从实验目的、器材、步骤到结果分析和思考各部分齐全,占比 50%;作业内容原创、有自己独到的分析见解等,占比 50%。在互评分数的同时,要求写出对同学作业的评语,以达到有效的同伴教学效果。对同学客观性评价也设置了判断标准,即评价的成绩与被评作品的最终得分相差 10%以内为客观,经过统计分析,96%以上同学的评价是客观的。

在微生物学实验的“微生物之美”的几次线上竞赛评比中,采用了这种“同伴教学法”,每位参赛的学生上传自己的作品后,需要自评自己的作品,再由网站随机分配 3-5 份同学的作品进行互评,给同学互评分数的质量也会被后台记分,最后加上教师的评价,这样四个部分最后构成竞赛成绩。在这个评价自己和别人的过程中,表面是学生掌握了给别人成绩的主动权,实则是一个向别人学习的过程。这为数不多的 3-5 份作业,有的作品创作的角度、色彩、寓意都是独具特色的;而有的作品粗糙、灰暗或有明显缺陷,还不如自己的作品,让学生在别人的作品中更加认清自己的地位和能力。这个互评竞赛是跨越班级界限的,不同班级、不同专业、甚至不同性别的学生作品风格迥异,是个不可多得的同学学习的好机会。

5 教学效果分析

实验课程的最终成绩评价方案为:课堂表现分数 30%、线上成绩 50% (包括课前自测与课后实验报告)、实验操作考核 20%与积极参加课外兴趣小组活动(加分 1-5 分)几个部分构成。对比实施了“同伴教学法”的班级(合计 80 人)和没有实施“同伴教学法”的班级(合计 121 人),统计各项的平均分值及 t 显著性检验概率值列于表 1。

从表 1 中数据可以看出在所统计的成绩项目中,实施“同伴教学法”的班级各种成绩分数都优于未实施班级。其中操作考核成绩平均高出 4.8 分,是

表 1 “同伴教学法”实施效果对比

Table 1 Effect of comparison of PI method

教学法	操作考核成绩 20%	课堂表现 30%	线上成绩 50%	加分(1-5)	最终成绩	网络综合
Teaching method	Operational assessment achievements 20%	Classroom performance 30%	Online achievements 50%	Bonus points (1-5)	Final grade	Network synthesis
同伴教学班级	78.5	86.4	85.5	2.3	86.7	85.7
PI class						
无同伴教学班级	73.7	84.3	84.4	0.9	83.2	78.7
No-PI class						
增加分值	4.8	2.1	1.1	1.4	3.5	7.0
Increased score						
t 显著性检验	0.023	0.001	0.130	<0.001	<0.001	0.004
t test						

分值差异最大的一个项目,说明学生通过同伴教学法的课程学习,能够更好地适应操作考试,表现优秀。另外加分项目中的 1.4 分,相比加分最高 5 分来说,这个分数有 28%的提升,也说明“同伴教学法”课堂的学生对微生物学实验课程更有兴趣,会积极参加各种活动。以上各项的增加使“同伴教学法”课堂的学生获得最终提升平均 3.5 分的成绩。最后一栏是没有计入学生最终成绩的网络综合学习情况,该分数是由网络学习进程、登录时间和点击次数等网站后台数据综合而成,反应学生在混合式教学下网站上主动自学的情况,该分数增加了 7 分,说明实施“同伴教学法”的学生更主动完成网络自学,并不计较该学习过程是否计入最终成绩,也是真实的积极自学主动性的反应。以上研究数据 t 值均 <0.5 ,说明差异性显著。

6 结语

混合式实验教学设计改变了传统课堂教师“一言堂”导致学生学习主动性不高、参与度不足等问题。“同伴教学法”则通过同伴间交流、合作、讨论和评价,更高效地掌握了学习内容。在混合式实验教学的课堂中应用“同伴教学法”,可以使其发挥出最佳的效果,同伴间的相互教学有助于理解所学内容,让学习活动始终保持在学习金字塔的高效层次,有效提升了实验教学效果,达到认知、技能两个领域的深层教学目标。在各种学习评价指标的监

测中,实施同伴教学班级的成绩都显著优于无同伴教学法的班级,是值得实验教学研究 and 推广的高效教学方法。

REFERENCES

- [1] Zhang P, Ding L, Eric M. Peer instruction in introductory physics: a method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs[J]. *Physical Review Physics Education Research*, 2017, 13(1): 010104
- [2] Zhang P, Mazur E. Peer-Instruction—new teaching method of physics course in Harvard University[J]. *China University Teaching*, 2010(8): 69-71 (in Chinese)
张萍, Mazur E. Peer-Instruction——哈佛大学物理课程教学新方法[J]. *中国大学教学*, 2010(8): 69-71
- [3] Mazur E. Peer Instruction: A User's Manual[M]. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 1997
- [4] Wang ZY, Wu HL, Gu M. Promoting students' interactive learning by peer teaching method[J]. *Physics and Engineering*, 2013, 23(2): 45-48 (in Chinese)
王祖源, 武荷岚, 顾牡. 以“同伴教学法”促进学生互动式学习[J]. *物理与工程*, 2013, 23(2): 45-48
- [5] Zhang X, Zhang Y, Chen F, et al. Practice and evaluation of blended teaching in microbiology experiments[J]. *Microbiology China*, 2020, 47(5): 1615-1620 (in Chinese)
张霞, 张雁, 陈峰, 等. 微生物学实验混合式教学实践与评价[J]. *微生物学通报*, 2020, 47(5): 1615-1620
- [6] Sun QY, Wang JP, Wang HJ, et al. Application and evaluating of class discussion and peer instruction in teaching of fundamentals of engineering materials[J]. *Education Teaching Forum*, 2017(17): 175-177 (in Chinese)
孙巧艳, 王继平, 王红洁, 等. 课堂讨论与同伴学习在工程材料基础课程教学的应用及效果评价[J]. *教育教学论坛*, 2017(17): 175-177