

## 基于学生发展理论的“微生物发酵实验”教学改革与思考

蒋群\* 何丽明 祝新德 陈峰

(上海交通大学生命科学技术学院 上海 200240)

**摘要:** 教育教学理论是教育研究的成果, 有其作为支撑和指导, 才能科学地进行教学设计和改革, 发挥课程教学育人职能, 实现高等教育人才培养目标。本文介绍了基于学生发展理论, 在“微生物发酵实验”教学中应用学习伙伴模型, 进行教学改革探索, 关注学生的参与度, 强调学生的主体性构建和个性成长。寓学生发展于实践类课程教学中, 为学生发展理论用于实践教学提供了一个案例, 同时也提出了一些思考和建议。

**关键词:** 人才培养, 发酵工程, 实验教学改革, 学习伙伴模型

## Reform and thinking of fermentation engineering experiment teaching on the basis of Student Development Theory

JIANG Qun\* HE Li-Ming ZHU Xin-De CHEN Feng

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

**Abstract:** The education and teaching theories are the results of education researches. They can be applied to support and guide the designing and reforming of teaching scientifically in order to strengthen the education function of teaching. We used the Learning Partnerships Model which is from the Student Development Theory to reform the Fermentation Engineering Experiment teaching and students' ability was developed in this lab teaching. Here we provided a case for the application of the Student Development Theory in lab teaching and proposed some suggestions.

**Keywords:** Talent cultivation, Fermentation Engineering, Experiment teaching reform, Learning Partnerships Model

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010–2020)年》明确提出, 高等教育要“提高人才培养质量”。在新形势下, 关注学生个性发展, 促进学生全面成长, 成为高等教育人才培养的重要任务。在传授知识的同时, 高等教育更应该重视对学

生素质和能力的培养<sup>[1]</sup>。加强实践教学是实现人才培养目标的重要手段, 而实践育人的核心还是实验教学, 它的辐射作用更加强<sup>[2]</sup>。与课堂理论教学相比, 实验课上学生可以通过亲历体验知识与技能形成的过程, 学习掌握知识与技能, 并在实践过程

**Foundation item:** Education and Teaching Research Project in Shanghai Jiao Tong University (2014)

\*Corresponding author: Tel/Fax: 86-21-34204531; E-mail: [jiangq@sjtu.edu.cn](mailto:jiangq@sjtu.edu.cn)

**Received:** October 31, 2015; **Accepted:** March 03, 2016; **Published online** (www.cnki.net): March 04, 2016

基金项目: 上海交通大学教育教学研究项目(2014)

\*通讯作者: Tel/Fax: 86-21-34204531; Email: [jiangq@sjtu.edu.cn](mailto:jiangq@sjtu.edu.cn)

收稿日期: 2015-10-31; 接受日期: 2016-03-03; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2016-03-04

中培养积极的情感态度和正确的价值观<sup>[3-4]</sup>。

近年来,众多教育工作者在专业课程教学中进行教学模式、教学方法及手段、考核形式等方面的改革与创新,进行设计和实践,发挥着教书育人职能。借助教育教学理论的支撑和指导作用,开展教学改革和研究,有助于摆脱经验主义的局限性,更好地发挥教学的育人作用。微生物发酵是生物工程学科的重要组成部分,其教学内容中的一个重要环节是实验教学。我们在“微生物发酵实验”教学中不断地探索、总结,积累经验,在培养学生掌握专业知识和技能之外,积极将其作为培养学生多方面素质的重要途径和手段<sup>[5]</sup>。本文介绍了基于学生发展理论,在“微生物发酵实验”教学中进行教学改革和设计,开展教学实践探索,关注学生的参与度,强调学生的主体性构建和个性成长,寓学生发展于实践类课程教学中。

1 学生发展理论在“微生物发酵实验”教学中的应用

1.1 学生发展理论和学习伙伴模型概述

学生发展理论重点研究高等院校学生个体的成长和发展<sup>[6]</sup>,在欧美国家,尤其是北美学术界,学生发展理论的研究已有近百年的历史。学生发展理论涉及个体与环境的关系、社会心理、认知结构、个体类型等方面,分别从社会学、心理学、生态学等角度揭示学生在大学期间的发展和成长规律。根据不同的研究视角,可以把学生发展理论分为两大类:个体发展理论和变化理论。其中,个体发展理

论多以个体发展为分析视角,将学生在大学期间的发展更多地视为一个自主发展的过程,研究学生在大学期间会发生什么变化,以及这些变化产生的过程。

巴克斯-马格达的自我主导理论是近年来这类理论的最新趋势之一。马格达的理论整合了认识论维度、个人内在维度和人际间维度,概括了个体发展的三个阶段(外部配方的追寻、十字路口的徘徊、自我主导阶段)。处于自我主导阶段的个体或学生不会盲从他人,遇到问题时能找到适合自己的解决途径和处理方式<sup>[1]</sup>。

学习伙伴模型是基于学生发展理论形成的一种人才培养模式理论,在认识论维度、个人内在维度和人际间维度,强调知识是复杂的社会性建构,学习者是知识建构的主体,学习是分享权威和专长的过程<sup>[7]</sup>。学习伙伴模型通过挑战和支持学生在三个维度上的发展促进个体实现自我主导(表 1)。总之,学习伙伴模型中教育者一改“师”的传统形象,作为“友”发挥着“协助学生学习、促进学生发展”的作用。

1.2 学习伙伴模型在“微生物发酵实验”教学中的应用

实验课不仅培养学生掌握专业知识和技能,轻松、舒展、不断变化的环境更是学生展示个性、培养个性的重要场所,而在分工协作中又可培养学生的社会性、集体性,从而实现学生的个人成长与发展。因此,我们在“微生物发酵实验”教学中除培养

表 1 学习伙伴模型 Table 1 Learning Partnerships Model			
	认识论维度 Epistemological dimension	个人内在维度 Intrapersonal dimension	人际间维度 Interpersonal dimension
挑战 Challenge	知识是复杂的社会性建构 Knowledge is complex social construction	学习者自身是知识建构的主体 The learner is the subject of knowledge construction	学习是分享权威和专长的过程 Learning is the process of sharing authority and speciality
支持 Support	肯定学习者认知的能力 Recognize the cognitive ability of learners	将学习置于学习者经历中 Integrate learning in the learner's experience	视学习为共同的意义建构 Regard learning as common meaning construction

动手能力、科研能力等“学习目标”外,还有更高层次的“发展目标”,即促进学生个体在认识论维度、个人内在维度和人际间维度的发展和成熟。表1中,三个维度对应的“挑战”就是我们要达到的具体教学目标,即培养学生树立知识是复杂的社会性构建的意识,培养学生成为知识建构的主体,并增强交流沟通能力。相应地,学习伙伴模型提出三条“支持”指导教育者如何实现这些目标,即肯定学习者认知的能力,将学习置于学习者经历中,视学习为共同的意义建构。

**1.2.1 自主设计实验方案,强调知识是复杂的建构:**在认识论维度上,要求培养学生建立知识是复杂的、变化的、不唯一的意识。除教科书外,最新期刊论文和著作章节等是不同时期、不同领域的多视角的多种观点,存在共识和争论,存在真理和假说,因此,在教学活动中渗透了对学生的学习意识和习惯的纠正,不追求标准的一致结果,不依赖老师提供规定流程和实验步骤。如用于发酵的微生物菌种,由学生自行查阅文献,分析讨论确定培养基、取样地点、取样方法和实验流程,然后自行到自然界采样进行实验操作,筛选所需菌种。本课程强调学生通过阅读多篇文献,讨论自己的实验方案,认识到课题研究对于某一问题或领域没有定论,有不同的流程和方案,有不同的结果和阶段性结论及观点。

**1.2.2 分组讨论式自学,自制教学视频,强调学生是知识建构的主体地位:**由表1可知,在个人内在维度上,要求将学生置于学习过程中,作为知识建构的主体。灌输式教学培养出的学生习惯“拿来主义”,知识获取和实践过程需要依赖导师和教材,缺乏自我建构的意识和勇气,离开了实验讲义和步骤详解就无从下手,寸步难行,存在依赖规定步骤、按部就班操作、机械完成的现象,学习效果很难保证。在本课程教学中,我们鼓励学生结合已有的专业、参与的创新项目研究等理解新的知识点,并鼓励学生成为知识的创造者。

例如,对于发酵罐的构造认识,以往是由指导教师对照实物发酵罐一点点讲授给学生听。其实这门课的教学对象是大三生物工程专业学生,具备发酵工程的基本理论知识。经过改革后,指导教师简单介绍一下发酵罐由几大部分组成,然后将学生4人分成一个小组,发给每个小组一份印有发酵罐关键部件(如分过滤器、空气流量计等)照片的参考资料,各组进入实验室,面对10 L机械搅拌式发酵罐,进行分组讨论式学习。教师在场,当学生有问题时,可向其询问。

再如,对发酵罐和培养基进行蒸汽灭菌,然后进行接种发酵是微生物发酵实验教学的核心内容。以往教学中,由指导教师先演示空消过程,即在发酵罐中加入水进行蒸汽灭菌,然后由学生操作一遍后再进行实罐灭菌和后续发酵。存在的问题是,学生在教师演示过程中有时心不在焉,后续在实际操作中,由于学生了解不充分和不够熟练,关键环节还需要指导教师“越俎代庖”,学生参与度不够。为此,在学习伙伴模型的指导下,我们将学习置于学习者经历中,进行角色转换,由学生扮演“老师”,讲述蒸汽灭菌和发酵操作。具体做法是,要求学生根据老师演示的空消过程等,制作教学视频,可用于指导其他人进行蒸汽灭菌和发酵实验。众所周知,要给学生一杯水,教师就得有一桶水。如今,换成学生承担“教师”的角色,他们就得去学习,去准备素材,进行整理、归纳,将碎片化的知识整合,写解说词,设计场景,最后通过视频的形式展示出来。看似一个对于前段时间实验教学学习效果的展示,其实是学生再学习、而且是深入学习的过程。

**1.2.3 多元化沟通分享,强调合作学习:**由表1可知,在人际交往维度上,指导教师需要培养学生认识到学习是共同的意义建构,而在学习过程中开展多层次、多对象、多场合的沟通和分享是达到这一目的的重要途径。在“微生物发酵实验”教学过程中,沟通和分享包括:实验方案汇报、自制教学视频展示、分组讨论式学习、与教师会面讨论当天的实验

现象和问题等。

例如,对于上述要求学生自制的教学视频,在规定时间内学生分组完成后,在全班范围内进行汇报展示,进行学生互评和教师点评。通过学生互评,大家取长补短、相互学习和借鉴。教师点评则指出其中的错误和不足,主要是内容和专业理论方面,引导学生更正错误,巩固所学知识和技能,促进学生对于专业技能的掌握以及其它多方面能力的全面发展。

对于分组讨论式学习,在实验教学中也多处用到,如教师设计了思考题要求每组学生随机抽取一题来完成等。例如:“利用发酵罐如何实现纯培养?”这个题目涉及的知识点较多,包括轴封、空气过滤器、蒸汽灭菌管路等,需要学生综合利用所学理论知识,并结合发酵罐的构造和特点进行综合阐述,具有一定的挑战性。学生拿到题目后,组内自由讨论,并对照发酵罐进行探究,相互启发,共同综合形成各组的认识和理解。

## 2 课程对学生个体发展和参与度的影响

经过这些教学改革和新的教学设计,观察记录学生的课堂表现,进行实验考核以及分析学生的实验心得报告等,笔者发现这一教学改革对学生个体发展方面的影响包括以下几方面:

### 2.1 认识到了知识的复杂性

通过查阅文献自主制定实验方案,学生摆脱了一贯实验讲义中的统一实验步骤,经过分析和选择,确定各自不同的实验流程,并通过实验进行检验,指导实验方案的调整和优化。学生在实验方案汇报中提到,看文献使自己领会到了针对同一选题的不同研究思路和方案并无确定的统一流程。这正是知识的复杂性所在,需要去理解和深入认识。

有学生在心得体会中写道:“在这次实验中,我认为遇到的最大挑战就是需要自己设计实验……通过这次自主设计实验,我体会到了实验成功的喜悦;也是通过这次自主实验,提升了我自主设计规划实验步骤,自主处理实验中所出现问题的

能力……”。

### 2.2 作为知识建构的主体,学生提升了实验参与度和自信心

改变由老师逐一讲解的学习模式,由学生作为学习主体,主动学习,大大调动了学生的积极性。对于分组讨论式自学部分,对照发酵罐以及纷杂的管路,学生象“寻宝”一样,将关键部件一一找了出来,结果也令学生增强了自信,对自己的自学能力更加肯定,也很有成就感。有学生在实验心得中写到:“在学习认识发酵罐的过程中,老师采取了首先简单讲解,然后让我们自学并提问的方式,我认为这是个很好的学习方法,让我们能分别用自己的方法去学习认识,从而加深印象。之后的提问环节也让我们注意到了自学时候没有注意到的细节问题,纠正了之前一些错误观点,从而更完整地学习了知识。”

制作视频是对学生掌握知识、技能程度以及其它各方面综合能力的全面检验和考察,在教学中取得了令人惊喜的效果。学生很快接受了这一挑战,三五成群热烈讨论起了“剧本”,然后一头扎进实验室里,有的“抛头露面”出境演示操作,有的举着手机,不停调整转换角度负责拍摄,有的进行旁白,录制解说词。视频初稿出来后,再进行剪辑和更正错误。学生很乐于用所学知识和技能,进行知识的创造,使创新成为可能。

### 2.3 通过讨论交流,合作学习,加深了对知识的理解和认识

自制视频全班汇报展示播放时,学生们进行互评,提出了很多有价值的建议和意见。同时,在“众目睽睽”和大屏幕的放大作用下,错误和不足之处难以遁形,这时指导教师及时指出,引导学生去思考 and 更正错误认识,学生也是心悦诚服,意识到确实还有掌握不扎实之处。经过制作视频过程的深入学习和公开展示过程中的纠错纠偏,学生对于这部分的知识技能普遍掌握扎实,达到了很好的教学效果。在随后的发酵操作考核时,90%的学生可以自主完成全部的操作,对于实验细节和安全性问题,

也都掌握得很好。通过这样的角色转换,所有学生找到了自己的参与感和主导地位,积极主动地,不自觉地投身深入学习过程中,获得了积极的学习体验,也锻炼了团队协作精神和分析总结能力等。

有学生在心得中写到:“在学习发酵罐空消操作之后,我们制作的视频不仅能够复习操作流程,交流的过程中同学们还相互指出各自的优点和不足之处,老师也从视频中找出一些细节上的问题,补充了我们之前未掌握的知识。”还有的写到:“老师布置的视频演示任务对于我们熟悉操作非常有效,不论最后做出来的视频怎样,但实实在在地让我们对整个操作流程有了清楚的了解,再加上后来的交流和自查互查,及时地找出错误、更正错误。到了实际发酵的时候,顺利地完成了操作。”有同学也提到“对发酵实验以及用到的仪器和技术有了良好的掌握,团队合作能力和讲解能力有了提升。”总体来说,所有学生都表示制作视频给他们留下了深刻印象和很多感悟。

思考题是对学生进行自主深入探究,综合运用知识进行分析问题、解决问题能力的考验,更有难度。它不是机械地认识发酵罐的构造元件,而是放在发酵理论中学习,培养学生的理解和综合能力。学生通过组内同学间的讨论和互相启发、补充,共同找到问题的答案,通过合作讨论的方式获取了新的知识。

### 3 学生发展理论应用于实验教学的思考与感悟

将基于学生发展理论的学习伙伴模型用于“微生物发酵实验”教学中,促进了学生自主建构知识体系的个人内在维度的发展,以及在认识论维度和人际间维度的个体发展。同时,提高了学生在教学过程中的参与度,促进了学生更好地掌握相关专业知识和实验技能。

学生参与度,是指学生在课堂内外发生的有效教育活动中所付出的时间和精力,以及高校所创造的促进学生参与的服务和条件。学生参与度被西方

高等教育界认为是影响高等教育产出的重要因素。学生参与度已经成为衡量高等教育质量的新视角,以及高校改革人才培养模式的重要依据<sup>[1]</sup>。

在我们多年的教学实践探索和与学生的交流沟通中,深切体会到当今高等院校学生作为年轻一代,追求个性化发展,个人需求呈现多元化,不喜欢被动接受,喜欢以自己的方式主动参与。因此,在教学过程中,进行教学改革和精心设计,为学生创造主动参与的机会和条件。相应地,教师转变职能,成为协助和激励学生学习的朋友,吸引学生主动投身深入的学习过程中,这是提高教学质量的关键。

同时,随着对质量问题关注的不断深入,同时受国际人才培养质量评估范式转变的影响,我国高等教育开始强调高校人才培养要最大限度地促进学生的个性成长和主体性构建<sup>[1]</sup>。教育的根本任务是培养人,现代大学的育人功能更是受到社会广泛关注。育人不仅是学生事务工作者的任务,更应是全体教师在教学过程中关注的,教学是育人的载体。其中,实践教学的特点使其成为人才培养的重要途径,进行教学模式、教学方法及手段等方面的改革与创新,才能更好地发挥教书育人职能。教育教学理论是教育研究的成果,有其作为支撑和指导,才能更好地、科学地进行教学设计和改革,改变教学实践停留在经验主义层面的现状。而教育教学理论成果只有被应用于教学实践中来改进工作,其价值才会得以充分实现。将学生发展理论和实验实践类课程教学相结合是充分发挥实践育人的重要途径和研究方向。

本文将学生发展理论应用于微生物发酵实验教学中,取得了良好的教学效果,提高了学生的参与度,锻炼了学生的综合素质和能力,为教育教学理论指导实践教学提供了一个案例,笔者将在以后的教学实践中进一步优化、弥补不足和深入研究。同时,需要更多的教学工作者更广泛地应用该理论以及其它更多的教育教学理论,推动实验教学改革,促进学生的个性发展和成长。

## 参 考 文 献

- [1] Zhu H. New paradigm of evaluation on the quality of developing talents in HEIs: student development theory[J]. Journal of National Academy of Education Administration, 2010(9): 50-54 (in Chinese)  
朱红. 高校人才培养质量评估新范式——学生发展理论的视角[J]. 国家教育行政学院学报, 2010(9): 50-54
- [2] Huang XM. Experiment-the core of practice education (continued)[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2014, 33(5): 1-4,48 (in Chinese)  
黄晓玫. 实验是实践育人的核心(续)[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(5): 1-4,48
- [3] Cui YQ, Lin F, Lu JH, et al. New research-integrative model of molecular biological experimental teaching[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2009, 28(11): 109-111 (in Chinese)  
崔银秋, 林凤, 逯家辉, 等. 建立与科研课题结合的分子生物学实验教学新模式[J]. 实验室研究与探索, 2009, 28(11): 109-111
- [4] Li Z. Deepen the reform of lab teaching to cultivate students' practical innovation ability[J]. Higher Education Exploration, 2007(S1): 191-192 (in Chinese)
- [5] Jiang Q, He LM, Zhang XH. Strengthening quality education in the fermentation engineering experiment teaching[J]. Microbiology China, 2008, 35(4): 605-607 (in Chinese)  
蒋群, 何丽明, 张雪洪. 在微生物发酵实验教学中加强素质教育[J]. 微生物学通报, 2008, 35(4): 605-607
- [6] Ren K. The application of student development theories in practice: introduction to US's student development theories[J]. Li K, trans. Journal of Higher Education, 2008, 29(3): 19-27 (in Chinese)  
里斯汀·仁. 学生发展理论在学生事务管理中的应用——美国学生发展理论简介[J]. 李康, 译. 高等教育研究, 2008, 29(3): 19-27
- [7] Cen YH, Sun XF. Put student development in graduate teaching—the application of learning partnerships model in graduate courses[J]. Academic Degrees and Graduate Education, 2014(9): 35-39 (in Chinese)  
岑逾豪, 孙晓凤. 寓学生发展于研究生教学——学习伙伴模型在硕士研究生课程中的应用[J]. 学位与研究生教育, 2014(9): 35-39

## 编辑部公告

## 邀请您关注《微生物学通报》公众微信号

为了更好地与读者、作者、审稿专家和编委朋友们及时沟通、方便服务,《微生物学通报》已开通公众微信服务号。作者通过微信能及时收到稿件各流程通知,第一时间了解稿件进程并及时处理;审稿专家和编委可通过微信及时收到审稿邀请,还可通过手机审稿;读者通过微信可了解《微生物学通报》文章目录,查找阅读感兴趣的文章。

## 关注办法:

- 1、在微信公众号搜索“微生物学通报”或“wswxtb”;
- 2、用微信扫右边二维码:

