

基于“互联网+”生物化学新教学模式的建立

王海鸥*, 李新学, 时国庆, 牛琳

北京科技大学化学与生物工程学院, 北京 100083

摘要: 互联网技术的迅速发展, 使得学生获取知识的方式和途径日趋便捷化和多样化, 对于传统的授课方式而言, 既是机遇, 更是挑战。通过分析比较四种先进教学方法与技术的特点, 针对课程和学生的具体情况, 我们最终在生物化学教学中构建了一种包涵传统教学(TCTM)、小规模限制性在线课堂(SPOC)和翻转课堂(FCM)的混合教学新模式, 三种教学方式的使用比例大约为 50% : 35% : 15%, 力求发挥各自的优点, 在教学过程中循序渐进地对学生的探究学习能力进行了培养并取得了较为满意的教学效果。

关键词: 传统教学(TCTM); 小规模限制性在线课程(SPOC); 翻转课堂(FCM); 混合教学模式; 生物化学
中图分类号: G64; O6

Establishing a New “Internet +” Biochemistry Teaching Model

WANG Haiou *, LI Xinxue, SHI Guoqing, NIU Lin

School of Chemistry and Biological Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, P. R. China.

Abstract: The rapid development of internet technology has made the access to knowledge more convenient and diverse, which is both an opportunity and a challenge for traditional teaching methods. By analyzing and comparing the characteristics of four advanced teaching methods and techniques, and addressing the specific curriculum features and students' situation, a new mixed teaching model was constructed by Traditional Classroom Teaching Model (TCTM), Small Private Online Course (SPOC) and Flipping Classroom Model (FCM). The proportion of the three teaching methods was about 50% : 35% : 15%, respectively. By striving to combine their strengths and develop students' learning and reasoning ability gradually, the proposed mode achieved a satisfactory teaching effect.

Key Words: Traditional Classroom Teaching Model (TCTM); Small Private Online Course (SPOC); Flipped Classroom Model (FCM); Mixed teaching model; Biochemistry

生物化学是化学的分支学科, 它是研究生命物质的化学组成、结构及生命活动过程中的化学反应的科学。随着人类对生命本质深入的认识, 已成功地揭示出生命的奥秘在于生物大分子间的相互作用。近年来, 多项诺贝尔化学奖授予了生物化学领域相关的研究。因此, 化学及相关专业培养的学生在未来的研究工作中极有可能参与生命科学的研究。生化知识薄弱已成为制约他们发展的一个重要瓶颈。为了解决这一难题, 教育部理科化学教学指导委员在 1999 年制定的《理科化学专业和应用化学专业化学教学基本内容》中首次列入了生物化学^[1]。生物化学课程出现在近年来各类高校的化学专业学生的教学计划中, 且国内外各名牌大学的化学、化工院系在教学计划中均将这门课程的教学放在必修课的重要位置, 其教学课时及所占学分与有机化学等骨干课程相近或持平。

收稿: 2019-03-25; 录用: 2019-05-10; 网络发表: 2019-05-27

*通讯作者, Email: wanghaiou@ustb.edu.cn

基金资助: 北京科技大学青年骨干教师培养计划(2302014JXGGRC-005); 北京科技大学本科教育教学研究项目(JG2016M44)

此外,根据我们在课前发放问卷中的调研结果,学生已经认可生物化学的知识对于他们未来的发展至关重要,且他们有强烈地学好这门课程的意愿。但客观上来看,生物化学的内容包涵大量的生物学知识,这对于化学专业的学生是一个较大的学习障碍。现实情况也符合上述判断,由于学生的生物学背景较为薄弱,在与生物学密切相关的知识点的理解和掌握上有一定的难度,进而导致学习热情难于持续。这也成为这门课教学效果不佳的一个重要原因。中国古代伟大的教育家孔子提倡因材施教,提倡教师应当主动在课堂上针对不同背景的学生选用适合的教学方法,以期取得更好的教学效果,并更好地实现教学目标。因此,教师有责任不断探索并选用适合的教学模式,来激发学生在学习过程中能持续保持学习热情,并能兼顾培养他们的自主探究学习的能力。

1 MOOC、SPOC、FCM 和 TCTM 教学方式的特点比较和分析

慕课(MOOC)、小规模限制性在线课程(SPOC)和翻转课堂(FCM)等新的教学方式具有的丰富的优质教学资源 and 灵活的教学方式。它们对传统讲授式教学方式(TCTM)造成一定的冲击和压力(表 1)^[2,3],压力也正好成为我们对传统课堂教学方式改革前进的推动力。MOOC 教学中可以从互联网上获得讲座、阅读和习题等丰富的课程资料,另外可以根据自主学习的情况,在网络提供的交流论坛中实现师生之间的互动^[4]。MOOC 学习过程由于学生有充分的自主性,相应地在学生的自控力方面也提出了更高要求;同时教师对于课程的把控能力被削弱,师生间在传递知识过程中即时反馈和互动也消失,这种单向知识传授容易造成内化吸收效果较差、学习体验不佳,导致学生的学习动力难以持续而最终放弃课程的学习。而最近涌现的 SPOC^[5],融合了传统的实体课堂与在线教育方法,它相对于 MOOC 更加适合现阶段大学课程教学。SPOC 利用 MOOC 在线课程,可以保障教师将更多的时间和精力转向培养学生探究学习能力的教学活动中,如讨论、任务协作和面对面交流互动等从而达到将优质 MOOC 学习资源与课堂教学有机结合,既能充分发挥 MOOC 的教学方式具有丰富教学资源的优势,又能有效地弥补 MOOC 教学的短板与传统教学的不足,因此它有利于培养创新型人才的自主探究能力。FCM 作为另外一种先进的教学方式,采用教师在课前布置教学内容后,学生自由选择学习材料后预先学习。学生整理出预习中不理解的问题或想进一步深入掌握的内容,在随后配套的课堂教学中与教师展开讨论,最终在教师的指导下解决问题和进一步深入的学习^[6]。FCM 能最大限度地调动学生的主动学习积极性和培养他们的自主探究学习能力,并且当学生发现问题后能及时地和教师进行线上和线下的交流和讨论,使得学生遇到的困难马上得到解决,有力地维持学生自信心,使他们能坚持之后的学习任务。传统课堂授课模式和在线教学相比有它自身的优点,由于师生这种面面相授的过程产生的良性情感互动使得学习持续性更容易被维持。

表 1 MOOC、SPOC、FCM 及 TCTM 教学方式的比较

教学环节中组成要素	MOOC	SPOC	FCM	TCTM
教师	虚拟	虚拟+真实	虚拟+真实	真实
主导地位	学生	学生	学生	教师
学生	主动	主动	主动	被动
获取知识地点	课外	课外	课外	课堂
学习时间	灵活	灵活	灵活	固定
学习资源	丰富	丰富	丰富	有局限性
互动方式	间接	直接	直接	直接
可持续性	低	高	高	高

2 构建与实施 TCTM、SPOC、FCM 并重的混合式教学模式

2.1 TCTM + SPOC + FCM 混合新教学模式

生物化学的混合式教学模式设计的三个原则：(1) 阶段性，课程的初期阶段，传统教学方式的比例应该大一些，之后随着学生知识的积累，逐渐加大自主学习的比例。(2) 针对性，仔细分析授课内容的特点，设计适宜的教学方法，对大部分学生自主学习有难度的内容，宜用传统教学方式面对面讲授。(3) 灵活性，不同专业的学生，知识背景存在较大差异，要根据学生的基础，及时反馈信息，及时调整策略。

结合以上原则，生物化学教学内容被分为三部分，分别采用不同授课方式。第一，非常重要的入门基础知识部分，这部分内容难以理解、内容琐碎，学生知识积累较少，适合教师使用课堂教学 TCTM 来讲授。教学内容由教师在课堂上讲授，并布置课后作业的方式来学习。第二，易于理解的知识点，适合在教师指导下学生使用指定的线上教学资料进行学习，例如中国大学 MOOC 中的教学视频并结合少量课堂授课的 SPOC 教学方式授课。学生线上学习，通过测验、线上讨论环节消化知识部分点，教师归纳总结出线上讨论环节中值得关注的问题(重点、难点部分)，在课堂教学中深入展开讲授、辅以组织分组讨论等形式，达到交流和强化学习成果的目的。SPOC 教学也可以在教师引导下，学生对一些前沿问题开展的研讨活动，教师在旁边进行答疑解惑及补充说明。在这一部分的教学过程中，学生的探究学习能力初步得到培养。第三，适用探究学习的部分，如，教学内容属于一些研究方法，这部分教学内容大多属于开放性的学科前沿问题，适合 FCM 教学方式。教师引导学生对知识点从深度和广度上进行学习，可以最大程度地培养学生自主探究学习能力。在 FCM 教学方式下，教师不指定固定的学习资料，充分尊重学生的自主选择权，学生可以选用基于整个互联网的资料，学生的自主探究学习能力水平进一步被提高。三种教学方式具体实施如图 1 所示。

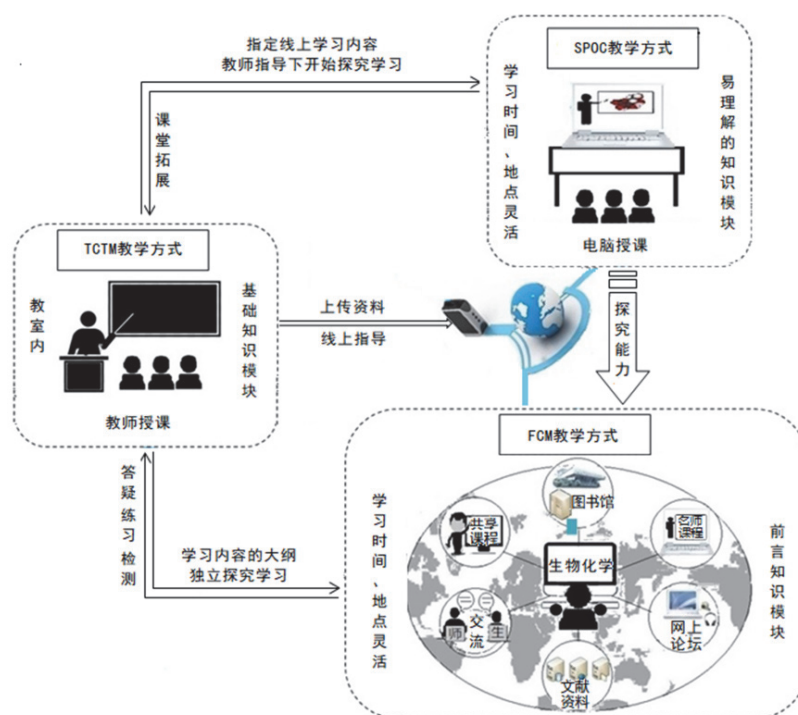


图 1 TCTM + SPOC + FCM 混合新教学模式的示意图

2.2 TCTM + SPOC + FCM 混合新教学模式的优越性

无论是基于 MOOC 的 SPOC 和基于互联网的 FCM 教学方式，都可以解决学时不够这个普遍问题。基础理论部分集中讲授一般花费学时较多，并且课堂教学中短时间也难以使学生融会贯通地掌

握和应用这些知识内容。教师在 SPOC 教学方式下可以将理论性的内容、或者需要学生课前预习和涉及学科前沿的拓展学习内容等,以微课、电子课件、文档资料的形式上传至课程平台,供学生课下在线学习,课堂上重点答疑、深入拓展相关的前沿知识。在采用 SPOC 教学方式时,需要注意网络教学平台只是知识传授的媒介,传统课堂授课才是巩固教学效果和把握教学节奏的关键。而 FCM 教学方式是教师布置具体教学内容后,可以向学生推荐网上学习的教学材料。与 SPOC 教学不同的是:学生学习的内容可以不局限甚至超越这些推荐内容,学生可以从互联网上的各课程平台、线上及线下图书馆以及专业的讨论区进行拓展,最后,通过师生课堂及线下的多维互动学习提高知识内化率。

3 生物学化学教学活动设计与实施

3.1 生物化学教学特点

在以往的教学实践工作中,我们发现生物化学一直是一门对于学生来讲非常头疼的课程。学生往往对它又爱又畏惧,爱它是因为学生深知生物化学是一把能开启生命科学大门的金钥匙,但又畏惧它众多零散而又有千丝万缕联系的知识点。学习生物化学后益处也是显而易见的。生物化学主要的教学内容包括蛋白质、酶、核酸等生物大分子的结构、性质和生物功能;能量的释放转变和储存的代谢过程;遗传信息的储存、传递和表现;代谢的调节控制等知识内容。生物化学中又广泛地使用化学的方法和理论研究生命大分子生物学功能。学生通过系统的生物化学课程的学习后,可对重要的生物大分子(如蛋白质、核酸等)进行分离分析,并结合光谱分析、同位素示踪、X 射线衍射、色谱分析等物理学、化学新技术对生物大分子的结构进行表征,掌握探究生命本质的科研能力,从而有利于培养他们对学科最新发展趋势的专业敏锐性。

3.2 依据内容选择教学方式

教学的终极目标应该是使学生能灵活地掌握及运用知识。所谓好的教学方式的选用原则是为更好实现这个目标。每种教学方式都有各自的优点和局限性,因此在生物化学课程的具体教学过程中,我们根据具体的教学内容有针对性地选择教学方式,扬长避短,最大限度地发挥它们的优势。按照教材中的教学内容,我们依据不同的知识类型在教学内容上的特点(表 2),分别使用 TCTM、SPOC 和 FCM 三种教学方式。我们在教学中使用三种教学方式的比例大约为 50%:35%:15%,在这三种教学方式的交替实施过程中,有效地提高了学生的学习兴趣,并逐步培养了学生的探究能力。

表 2 TCTM、SPOC 和 FCM 教学方式在生物化学教学中的应用

教学章节	知识要点	教学方法	选用原则
蛋白质化学	元素组成 概念与分类 结构与功能 理化性质 生物功能 研究方法	TCTM	师生需要即时反馈的教学活动
核酸的化学		TCTM	师生需要即时反馈的教学活动
糖类		TCTM	师生需要即时反馈的教学活动
脂类和生物膜		SPOC	需教师指导的探究性学习
酶		SPOC	需教师指导的探究性学习
维生素和辅酶		FCM	无需教师指导的探究性学习
新陈代谢总论与生物氧化	概念 分类 生物合成 代谢的基本规律 代谢调节 物质代谢的相互联系 生物功能 研究方法	TCTM	师生需要即时反馈的教学活动
糖代谢		TCTM	师生需要即时反馈的教学活动
脂类的代谢		TCTM	师生需要即时反馈的教学活动
氨基酸代谢		TCTM	师生需要即时反馈的教学活动
核苷酸代谢		SPOC	需教师指导的探究性学习
核酸的生物合成		SPOC	需教师指导的探究性学习
蛋白质的生物合成		SPOC	需教师指导的探究性学习
物质代谢的相互联系和调节控制		FCM	无需教师指导的探究性学习

TCTM 教学方式应用于生物大分子的元素组成、概念与分类结构与功能等内容的教学中。这类教学内容大多属于基础内容,相对固定,内容的编排上也较有规律。这部分内容看似不难,但对后续知识点的学习影响非常大。学生作为初学者对这部分的内容并不熟悉,并不适合在此部分马上开展探究学习,反而最适合在教师的讲授下进行学习。在此教学方式下教师处于主导地位,可以充分发挥传统教学模式的优点,即教师和学生共处同一个时间和空间中,教师可以根据课堂上的即时反馈的教学活动,随时调节教学节奏和教学深度以便让学生更好地掌握和理解知识点。在这些内容的教学中教师掌握学生的学习情况也非常必要,可以有效防止学生在学习的最初阶段遇到太多的问题,使得他们的学习动力难以持续,过早地放弃课程的学习。

在理化性质、生物功能、代谢调控模式等内容的教学时,学生已经具备了一定的基础知识和部分的学习能力,这些部分的教学内容可以尝试开展需教师指导下的探究性学习方式。我们在教学中采用了 SPOC 的教学方式。具体的授课方式是:上课前一周,教师为学生指定具体的学习内容,详细列出视频教学的内容清单,清单内容包括本课程组自己精心制作微视频及选择参考中国大学 MOOC 平台上的优秀在线课程中相关内容,要求学生在课下自行观看这些视频资料,完成教学内容的学习;并进行在线作业和检测活动,鼓励在教学讨论区发言,建立发言奖励机制。之后的配套课堂授课对重点问题和有歧义的问题集中解答,巩固和强化教学效果。经过此部分的教学活动锻炼,学生可以轻松地获得初步探究学习能力。此外,教师利用少量的课堂教学督促和掌握教学进度和节奏。

生物化学中研究方法等教学内容属于生物化学研究领域的前沿领域,由于课本的更新速度慢于研究技术进步,因此教材上的内容相对比较陈旧和落后,限制了学生对新技术的学习,甚至影响他们在未来工作岗位上的适应性。FCM 教学方式在这部分教学内容上的应用,可以非常好地克服上述局限性。在此部分的教学实施过程中,教师也是上课前一周将教学任务以条目的形式给出,提出学习的基本要求,但不指定固定的学习资料,学生可以自由地从互联网、线上及线下图书馆、专业的讨论区等处获取学习资料。教师在随后的课堂教学中,利用设计好的练习题和讨论内容检验学生的学习效果,并且对学生主动发掘的和掌握的新技术和方法给予奖励。学生在 SPOC 教学阶段已具备初步的自主探究学习能力,在此阶段可以充分培养学生独立探究性学习的能力(无需教师指导)。

4 建立合理和科学的教学考核方式

教学考核是教学活动重要的环节之一,可以有效地保证教学秩序的进行,对师生的教和学效果起到双向的检验作用。为了适应互联网时代涌现出的各项新教学方法,建立与之相对应的合理考核评价方式对实现教学目标和培养学生的探究能力起着举足轻重的作用。现阶段我国高校中普遍使用的理论课的考核评价中,总成绩包含平时成绩和理论考试成绩两部分。我校制定的考核标准明确规定了平时成绩的比例不应低于 30%,并且平时成绩的给分依据应该采取多种方式,以便更好地适应创新应用型人才培养需求。我们根据学生学习情况、课程培养目标及三种教学方式的使用比例把平时成绩的比例定为 40%,真实客观地展现出学生对本门课程的平时投入精力和最终掌握程度。在授课过程中我们更加突出平时成绩的重要性及建立机动的激励机制和政策,维持学生在 SPOC 和 FCM 阶段的持续学习动力,并激发主动探究问题的能力。例如,在 SPOC 教学阶段,鼓励学生完成网上的自测和讨论,把线上自测成绩累计换算成得分计入平时成绩的统计中,对线上和线下的讨论中观点新颖的学生给予加分奖励。在 FCM 教学环节中,学生发现文献中新知识和新方法,并清楚地讲解出来,也给予加分奖励。通过多种正向鼓励方式,更能激发学生学习兴趣,促进学生主动探究学科前沿问题,也使得其他师生都能及时学习和掌握学科前沿知识,达到教学相长的理想效果。

5 教学效果评价

5.1 提高学习兴趣

生物化学 TCTM + SPOC + FCM 混合式教学中,学生的学习时间、空间都相对灵活,教师对学

生学习过程的疑问的解答和持续跟踪也不受时间、空间限制,教学内容在教学大纲的基础上可以灵活的拓展,对于新知识、新技术的更新速度加快,教学资料也可以是在线视频等形式多样化的多媒体,这些优点都极大地激发学生兴趣。为了客观了解学生的最终学习效果,我们发放了课程调查问卷共 126 份,分别发放给使用传统教学模式(61 份)和混合式新教学模式(65 份)的两类学生进行分析和比较。试卷的回收率为 100%,有效率为 97.6%(表 3)。使用混合新教学模式的学生对于教学满意度(包括教学方式、授课结构、评价体系、学习的帮助)高于传统授课模式,形成对课程的提升学习兴趣的良性刺激机制。但是我们意识到传统师生面对面的授课模式的优越性也是我们应该在混合教学模式中注意保持和发扬的方面,例如传统授课模式下学生的参与性、师生间的情感交流和反馈机制方面都保持的较好。

表 3 比较混合新教学模式和传统授课模式对学生学习兴趣的影响

问卷内容	混合新教学模式	传统课堂授课模式
在线课程的访问次数	较多	较少
授课过程的参与性	较少	较多
对学习的帮助	较多	较少
学习兴趣	较高	较低
反馈机制调节	较弱	较强
课程授课结构的满意程度	较高	较低
情感交流	较少	较多
过程评价体系满意度	较高	较低
教学方式满意程度	较高	较低

5.2 培养探究学习能力

在 TCTM + SPOC + FCM 混合式教学实施过程中,充分培养了学生的自控能力和探究学习能力(表 4)。在课程中的 SPOC 和 FCM 教学方式中,学生按照教师的教学进度有序地、自主地完成课程学习目标。混合式教学中充分利用了传统教学中师生面对面交流的优点,克服了 MOOC 教学中太过依赖学生的自主性及难以持续的缺点,混合式教学中教师把教学任务分段布置给学生,有效避免自主性较差的学生常出现中途放弃而导致学习效果不明显的情况;同时在学生探究学习能力方面的培养上也发挥了极大的主动性。在 SPOC 教学阶段,学生在教师的指导下使用慕课教学平台上的课程学习,培养初步的探究学习能力;而在 FCM 教学阶段完全由学生在互联网平台上自主选择课程资料及进行学习,学生可以根据的自身知识水平的差异,挑选难易程度适合的资料并补充新知识,以适应不同层次学生的需求;同时也进一步有效地培养了学生获取知识的技能。

我们在调查问卷中还设计“就获取课程资源能力的培养满意程度”“与科学前沿结合满意度”及“获取新知识和新技术满意度”三个问题,发现使用混合新授课模式的学生的满意度高于使用传统授课模式的学生。问卷调查中混合新教学模式中学生对这三个问题取得了更高的满意度,有力地证明在混合新教学模式下学生的自主探究能力得到了良好的培养。

5.3 期末考试成绩分析

实施两种教学方式后,学生的期末考试成绩统计见表 5。

由于学习兴趣明显提高,使得学生的知识的内化率也随之提升,从期末考试的成绩来看,使用混合新教学模式的学生不及格率明显降低,在平均分、优秀率、涉及新知识和新技术问题得分率和探究性问题得分率方面,明显好于使用传统教学模式的学生,也验证了在混合新教学模式中学生自主探究能力得到充分培养。

表 4 比较混合新教学模式和传统授课模式对学生对知识探究能力的影响

问卷内容	混合新教学模式	传统课堂授课模式
获取课程资源能力的培养满意程度	高	低
与科学前沿结合满意度	高	低
获取新知识和新技术满意度	高	低
探究和自主学习能力	强	弱

表 5 使用传统授课模式和混合新授课模式的学生成绩分析

分析项目	混合新教学模式	传统课堂授课模式
平均成绩	80.6	73.5
优秀率(%)	21.5	10.3
不及格率(%)	8.6	13.4
涉及新知识和新技术问题得分率(%)	83.5	23.7
探究性问题得分率(%)	78.3	36.2

6 结语

传统的实体课堂的重要性不言而喻, TCTM 对学生的多种综合能力的培养特别是探究学习能力的培养、知识的理解及掌握、知识拓展方面都起到非常重要的作用, SPOC 和 FCM 两种在线教学方式不能完全替代实体课堂, 必须使用合理的应用比例才能取得较好的教学效果。在生物化学教学实践活动中应用合理比例的 TCTM + SPOC + FCM 混合式教学方式, 可以结合传统教学与在线教学各自的优点, 并有效地避免各种教学方式的缺陷, 因此取得了较好的教学效果, 学生的学习响应度高, 更重要的是在教学过程对学生探究能力的逐步培养, 符合教学和学习规律。

参 考 文 献

- [1] 段玉峰. 化学通报, **2002**, No. 7, 492.
- [2] 赵艳娜. 广州化工, **2018**, 46 (12), 129.
- [3] 杨柯利, 曹永范, 吕莉, 杜玉英, 海尔汗. 大学化学, **2013**, 28 (4), 13.
- [4] 臧丽坤, 邓宇轩, 邓晓惠, 闫红亮, 车平, 李新学. 大学化学, **2017**, 32 (8), 32.
- [5] 李瑾, 张宁, 云霄. 高等工程教育研究, **2018**, No. 5, 71.
- [6] Fautsch, J. M. *Chem. Educ. Res. Pract.* **2015**, 16 (1), 179.