

教学研究

基于翻转课堂的细胞生物学实验 教学设计和实例应用

王煜^{1,2*} 王亚男^{1,2} 李姣¹ 马丹炜^{1,2}¹四川师范大学生命科学学院, 成都 610101; ²四川师范大学细胞生物学研究室, 成都 610101)

摘要 以综合设计性实验“完整叶绿体的分离纯化及性质研究”为例, 基于翻转课堂理论构建了适用于实验操作类型课程的教学模式, 对高等教育基础学科细胞生物学实验课程进行了创新性教学设计和应用。该教学模式由课前准备、课中实施和课后反馈三部分构成。通过制作教学视频、搜集其他相关资源、安排学习任务并上传至网络平台, 完成课前准备; 课中实施则强调观察和记录实验现象、提出问题引导学生思考; 课后反馈阶段主要以习题、实验报告或科研小论文等任务促进同学间、师生间的交流, 综合学生实际操作及网络平台上的表现对其进行评价。实践表明, 该教学模式取得了较好的效果, 值得推广实施。

关键词 翻转课堂; 细胞生物学实验; 教学设计; 应用

Design and Application of Flipped Classroom-Based Teaching of Cell Biology Experiments

Wang Yu^{1,2*}, Wang Ya'nan^{1,2}, Li Jiao¹, Ma Danwei^{1,2}¹College of Life Science, Sichuan Normal University, Chengdu 610101, China;²Cell Biology Laboratory, Sichuan Normal University, Chengdu 610101, China)

Abstract Based on the teaching theories of flipped classroom, a new teaching model suitable for the experimental course has been established tentatively. Taking “study on isolation and properties of intact chloroplasts” experiment as an example for design and application, it provides an innovative teaching for cell biology experimental course (a higher education foundation course). The teaching design consists of three sections, preparation before class, implement during class and feedback after class. The preparation before class needs to prepare the course video and other related resources, arrange learning tasks and then upload all course resources to the network platform. The implement during class is emphasized to observe and record the experiment phenomenon, ask questions to guide students how to think, and use network to reduce the burden of the teachers and students. After class, exercises, lab reports or research papers for a task are used as feedback to facilitate the communication between teachers and students and between classmates, and also students performance are evaluated

收稿日期: 2016-05-11 接受日期: 2016-06-16

四川师范大学实验技术与管理项目(批准号: SYJS2013-08)资助的课题

*通讯作者。Tel: 028-84480655, E-mail: wangyu_765@163.com

Received: May 11, 2016 Accepted: June 16, 2016

This work was supported by Experimental Technology and Management Project from Sichuan Normal University (Grant No.SYJS2013-08)

*Corresponding author. Tel: +86-28-884480655, E-mail: wangyu_765@163.com

网络出版时间: 2016-07-25 15:31:04

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/31.2035.Q.20160725.1531.006.html>

synthetically in classes and network platform. The practice has indicated that the flipping classroom teaching model is worth to popularize because of its favourable teaching result.

Keywords flipped classroom; cell biology experiment; teaching design; application

翻转课堂(flipped classroom)也称反转课堂,是一种与传统课堂“相反”的教学模式,是将传统教学模式中课堂讲授知识和课后学生作业环节进行了颠倒,利用现代教育信息技术,通过网络平台发布教学微视频及其他教学资料供学生课前观看,而课堂则主要用于指导学生完成作业或其他学习任务、解答问题、进行讨论等,帮助学生掌握和内化所学知识^[1]。相关研究表明,这一模式有助于学生提升学习质量,增强学习兴趣和主动性,改善行为表现,还能够促进师生之间建立更加密切的关系,有效提升教师工作的满意度等^[2-4]。但目前该模式多应用于中小学课堂,在高等教育中的理论研究和教育实践较少,特定高等教育学科的翻转课堂设计与实践的报道则更为罕见。

细胞生物学是生命科学的四大基础学科之一,人们对细胞结构和功能的认知与细胞生物学实验技术发展息息相关。因此,细胞生物学实验是大多数生物相关专业的基础必修课程,通过该课程的学习,对学生掌握研究细胞的基本方法和技能,培养善于观察、独立思考和综合运用知识技能的能力,具备“提出问题、分析原因、解决问题”的科研意识,具

有十分重要的意义。随着网络课程在我国高校教学中的推广应用^[5],翻转课堂教学模式逐步普及,其显著优势对于实现细胞生物学实验课程的教学目标十分有利。因此,本研究提出了基于翻转课堂的细胞生物学实验课程设计,并以综合设计性实验“完整叶绿体的分离纯化及性质研究”(以下简称“叶绿体”)为例,以个性化高效率学习为目标,探索一套不同于传统课堂教学的新兴教学体系。

1 实验课程翻转课堂模式的构建

Robert Talbert^[6]、陈怡等^[7]、张金磊等^[8]、林青松^[9]均提出过翻转课堂教学模式框架。在前人构建的翻转课堂教学模型基础上,本研究结合细胞生物学实验的课程特点与教学实践,构建了适用于实验操作型学科翻转课堂实验教学框架(图1)。

该模式主要由课前准备、课中实施和课后反馈三部分构成。课前准备主要是通过网络平台提供教学视频等教学资源供学生观看,在观看中或观看后完成学习任务,教师或教学团队根据网络平台提供的视频观看有关的参数和学生任务完成情况给予学生课前评价,达到合格水平的学生方可参加课堂学

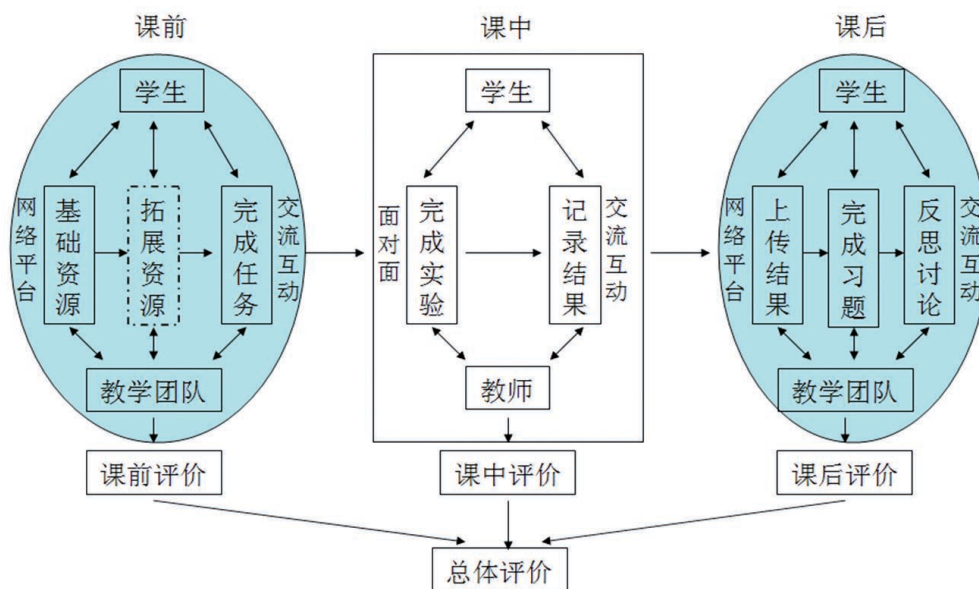


图1 基于翻转课堂的实验操作型学科教学模型

Fig.1 Teaching model of operational experiment based flipped classroom

习。课中实施主要是由教师面对面指导学生进行实验操作,并检查实验结果,根据操作、结果和卫生情况等完成课中评价,不再进行课堂统一讲授。课后反馈主要由学生上传实验结果和结果讨论、在线完成思考题、互相交流,最终由系统生成实验报告并提交给教师,教师或教学团队通过实验报告和学生的互动交流情况给出课后评价。学生的实验课程成绩则由课前、课中、课后三部分评价综合构成。

2 教学过程设计与实施

2.1 课前准备阶段

2.1.1 制作教学视频 教学视频在翻转课堂教学模式中起着十分重要的作用。融合翻转课堂理念,借鉴其他院校细胞生物学理论与实验课程体系优化的经验^[10-11],结合本学院实际情况建立起该实验课程的课程框架体系,进行知识点细化及相应教学视频的制作。实验教学视频的类型主要包括讲授型和操作型两种,内容尽可能准确清晰、生动有趣。

讲授型视频主要由教师介绍某一实验项目的基本原理、器材、方法步骤及注意事项、预期结果等内容,时长一般为10~20 min。如在“叶绿体”实验中,需要先介绍叶绿体的初步分离,包括叶片材料的匀浆、过滤与两次差速离心;得到粗提物后进行观察、分析比较,叶绿体含量较高则可继续纯化;纯化的主要方法为密度梯度离心(原理、操作);纯化后叶绿体的检查与性质鉴定,主要掌握荧光显微镜和血球计数板的使用方法。

操作型视频主要由实验师演示各种器材使用方法及实验关键步骤操作,时长一般在5 min左右。如“叶绿体”实验相关的操作型视频包括“电子天平的使用”、“实验药品的配制”、“匀浆操作”、“低速离心机的使用”、“移液枪的使用”、“制备离心密度梯度介质”、“冷冻高速离心机的使用”、“临时玻片标本的制备”、“荧光显微镜的使用”、“血球计数板的使用”、“显微摄影技术”等,制作好的微视频链接到该实验项目中,供学生课前观看。

应用较常用的Camtasia Studio 8.0软件,可实现录屏和视频素材的编辑,不需太多成本即可完成一门课程的视频资源建设。如在“叶绿体”实验的讲授型视频中,除了设计简明清晰的PPT课件进行讲解之外,视频画面可以切换到不同植物叶绿体的显微照片、荧光显微照片、叶绿体在视野内运动、往届

学生实验操作视频等资源,教师则不必出现或较少出现在画面中。操作型视频则由一人操作,另一人拍摄,经过后期剪辑和配音即可完成。

2.1.2 相关资源的搜集与上传 除教学视频以外,平台上还需要提供课程分组及时间地点安排、视频的解说文字、PPT课件、教学设计、实验报告基本格式、常见问题与解答以及其他拓展阅读资料。这些资源可以大体分为“必看”和“拓展”两部分,体现了对不同层次、不同学习能力学生的要求。

在资源的搜集上应满足下列目标,即学生通过观看相应资源不仅能够“知其然”,还要“知其所以然”;不仅可以根据现成实验方案完成实验,还要能够根据实验原理自行设计方案、自己准备药品器材并完成实验;在所得结果与预期不同时,不仅要分析可能存在的原因,还要学会通过实验排除干扰,最终得到预期结果;不仅掌握基本知识和技能,还要了解该学科的最新前沿动态。如在“叶绿体”实验中,除了在平台上提供讲授型视频、操作型视频以及相应的解说文字外,还有PPT课件、教学设计、任务要求、中英文相关参考文献3~5篇。此外,平台还可提供专业文献检索技巧介绍以及各大论文检索数据库如中国知网(CNKI)、WILEY、Springerlink journals and ebooks等链接,并要求同学自行查阅。

2.1.3 合理安排学习任务 为进一步激发学生的学习热情,需要合理安排学习任务,明确目标,推动学生的自主学习,以保证翻转课堂教学的顺利实施。

对大多数基础验证性实验而言,学生只需要在该大组实验时间之前完成“必看”视频或其他“必看”资源的学习,即可获得进入课前准备合格评价。为确保学生真正观看了该视频而不是仅仅点击后任其自行播放,通常会在视频中嵌入与视频内容相关的单选题,点击正确答案后视频才可以继续播放。也可以设计成独立的课前测试,达到合格成绩才可参加实验。

综合设计性实验“叶绿体”的课前任务,则比基础验证性实验更为复杂。除完成视频观看任务之外,还需要创建实验小组(一般自由组合,1~5人均可),查阅相关文献,了解实验原理,完成实验方案的设计等。实验方案的内容至少应包括:选定植物材料(除文献中常见的菠菜以外的其他绿色植物,每个小组材料品种不能相同,按提交先后顺序确定),明确药品器材及大致用量,掌握叶绿体分离与纯化及性质

鉴定的原理,根据原理设计实验方法步骤,预测实验结果,考虑有可能出现的问题及应对方案。教学团队需要在课前对各小组的任务完成情况进行评价,如不符合要求则及时反馈学生,提出修改意见,直至学生的实验方案满足教学目标要求方可获得“合格”评价。

2.2 课中实施阶段

在翻转课堂模式中,这一阶段与传统实验教学的课堂部分差别不大,主要是教师对学生的面对面指导和相互交流。实施翻转课堂后,学生实验操作的时间增加,不清楚的问题可以及时请教老师或同学,或求助于网络教学平台,有利于同学们理论知识的内化和实际操作技能的提高。实施中主要应注意以下几个方面。

2.2.1 观察和记录实验现象 许多学生在完成操作较简单的基础实验时很顺利,能得到与预期一致的实验结果,而对操作较复杂的实验中遇到的问题束手无策。这些学生大都没有对实验现象进行仔细观察,缺乏及时记录实验步骤的良好习惯,很难进行差错原因的分析。观察和及时记录实验现象不仅可以帮助解决可能出现的问题,也有利于学生总结实验成功的经验,是科学研究应当具备的良好习惯。如在“叶绿体”实验中,有同学将缓冲液加入绿色叶片匀浆时,匀浆液颜色变黄。若观察并记录到了该现象,就可以及时采取措施,避免后续操作的失败,至少在操作失败后可以通过实验现象的记录找出原因。否则整个实验可能一无所获,不仅提不出完整叶绿体,且连失败原因都无从分析。

由于实验课时间的限制,过去很少要求对实验过程及现象进行书面记录。在课堂翻转之后,实验时间增加的前提下,则应当重视这一良好习惯的培养。学生甚至可以通过网络平台直接在线进行实验记录,完成实验后由系统自动生成实验报告,实现无纸化学习,减轻学生课后作业负担。

2.2.2 通过问题引导学生思考 当实验出现一些预料之外的现象或结果时,学生往往会不知所措,并向教师寻求帮助。过去由于时间紧,学生多,教师常会直接给出答案,难以通过问题启发学生的自主学习动机。在翻转课堂模式下,教师有较充分的时间,可根据具体情况,通过启发式教学,使学生加深对实验原理的理解,知识进一步内化,分析和解决问题的

能力得到提高。

例如在“叶绿体”实验中,有的学生按照自行设计的实验方案,经纱布过滤后滤液中可以观察到大量叶绿体,而经过两次低速离心之后,得到的粗提物中却观察不到完整叶绿体,只能观察到一些细小的碎片。在传统教学中,教师可能会直接告诉他调整离心转速或离心时间,学生难以掌握差速离心的原理和实验设计的关键。在实施翻转课堂之后,教师可以先提问学生,第一次差速离心的目的是什么?第二次差速离心的目的又是什么?学生若认真观看了教学视频,这两个问题应不难回答,即第一次除去比叶绿体重杂质,第二次除去比叶绿体轻的杂质。此时学生可能会提出问题“是不是第二次离心没把叶绿体沉淀下来?或第一次离心把叶绿体也沉淀下来了?”教师则可提示学生镜检第一次和第二次离心的上清液,进一步明确问题究竟出在哪里,通过提问启发和对照实验,最终让学生学会根据实验结果自行分析判断应当调整哪一次离心的转速或时间以及如何调整。

2.2.3 利用网络减轻师生负担 在观看过至少一次教学视频之后,许多学生还是对实验原理和步骤不熟悉。学生们常用手机拍下教师的PPT,以备实验所需,这也在一定程度上耽误教学进度,缩短实际操作的时间。翻转课堂模式能够很好的解决这一问题,所有教学视频和其他资源都可以反复观看。在教学楼和实验室都实现WIFI覆盖的前提下,学生们可以很方便地随时利用手机或其他智能设备登录网络学习平台,观看教学资源。网络应用能力较强的学生甚至无需教师指导,直接在平台上搜寻到所需答案。很多学生在自己弄明白之后还愿意与同学交流和分享,进而充当起“助教”的角色,大大提高了学习效率。

同时,学生观看视频或其他资源的次数、观看时间、交流互动的次数等参数都能被网络平台记录下来,可供教学团队进行学情分析,并能针对各个同学的学习特点和学习情况采取“定制教学”。这些参数也可以作为学生学习评价的一部分,按一定规则计算后计入学生的最后成绩中。当然,教师只需制定规则,计算结果则由系统自动生成。

2.3 课后反馈阶段

2.3.1 习题带动思考与交流 强调不应满足于做出预期结果,还应当对结果进行分析和评价,学生需

要上传自己的实验结果(照片或文字), 探讨实验成败的原因, 并完成相关的思考题。如“叶绿体”实验的思考题之一为“如何确定在显微下观察到的膜结构是叶绿体而不是其他结构?”通过习题推动学生去分析思考, 或与同学、教学团队交流, 进而加深对实验的理解和掌握。

2.3.2 实验报告与科研论文的撰写 通常学生完成实验记录, 上传实验结果、分析和讨论、思考题之后, 就可以由系统直接生成实验报告(实验原理和器材、方法和步骤由教师填写, 系统自动生成)。教学团队需要及时检查学生提交的实验报告, 进行评阅, 给出实验报告成绩。由于“叶绿体”为综合设计性实验, 要求学生按照科研论文的形式和规范完成实验报告, 旨在使学生初步掌握解科研论文的格式、规范和写作方法。

2.3.3 双向综合考评 为全面、科学、客观地评价学生在翻转课堂模式下的学习情况, 在一个实验项目完成之后, 通过教学平台将学生课前、课中和课后三部分评价按照一定比例计算汇总, 得到该实验的学生成绩。再按综合设计性“叶绿体”实验成绩占总成绩的20%, 其余8个实验每个占10%(总分100分)汇总得到本课程的最后成绩。

其中, 每个实验的课前评价(主要包括学生观看视频的时长、次数及课前测评得分)占10%, 课中(主要包括学生实际动手能力、行为习惯及能否发现问题、解决问题等)与课后(主要包括实验报告与思考题的完成情况, 重点是实验结果的准确性以及对结果的分析与讨论、实验反思等)各占40%, 网络平台互动(主要包括论坛发帖、评论和系统邮件等)占10%。

为促进教学改革与进步, 不断完善新型教学模式, 同时设立“学生评教”板块, 允许学生匿名发表意见和建议。这一模块不计入学生考核, 但可作为对于教师或教学团队考评的依据。教师或教学团队成员应及时登录查看并适当回复, 这一板块的学生评价以及教师或教学团队成员登录平台的次数、时长、进行的操作等也都可以由系统记录下来, 作为教师绩效考核的重要指标。

3 翻转课堂教学模式的探讨

传统教学模式中, 实验教师一般先讲解实验原理、器材、步骤、预期结果及注意事项等内容, 然

后分小组进行实验操作, 教师作现场指导。实验完毕后学生完成并提交实验报告和作业, 课程考核主要根据实验报告和平时操作情况进行, 主要存在教师讲授时间较多(每次实验时间一般2 h, 讲授30 min左右), 学生操作时间不够, 缺乏学习的主动性等问题; 易出现的操作错误需要重复纠正、教师教学压力大、课堂效率低、考核方式比较单一、难以对学生综合评价等问题。基于翻转课堂理念的教学模式可在一定程度上解决上述问题, 并提高了教学效率, 但应注意以下几个方面。

3.1 任务和问题是推动学生自主学习的关键

在翻转课堂教学模式中, 为保证自主学习成效, 必须合理设计每一实验的课前任务和课后问题。课前任务难度一般较低, 或按照由易到难安排, 保证大多数同学能通过自学独立完成, 极少数也可以在教师辅导下完成。课后习题难度一般稍高, 需要同学根据实验原理进行思考或查阅一些相关文献资料才可以正确完成。此类问题尽可能让学生互相判断解答是否正确, 通过交流、争论、查阅文献或进行小实验等方式获得问题的正确答案, 这样才能将学习的主动权真正交给学生, 而教师的职责更多的是设计、组织、引导与评价。

3.2 通过设计性实验的翻转, 提高学生实验设计能力

赵建华等^[12]的研究表明, 大学生普遍缺乏实验设计的程序性知识和策略性知识, 在实验原理的运用方面也存在缺陷。针对这一问题, 通过开设综合设计性实验, 引导学生自主选题, 自习实验原理, 结合相关资料设计自己的实验方案, 并对实验过程中可能出现的问题进行预测, 同时拟定备用解决方案, 实验完成后及时对实验结果进行分析, 反思在实施过程中的不足。经过这一系列学习过程的强化, 大多数学生都能初步掌握查阅专业文献, 实验项目的选题、设计、实施及调整、结果描述与分析等技巧, 科技论文的写作等基本的科研知识。翻转课堂的教学模式将更加有利于教师及时了解各小组的项目进展情况, 有针对性地进行指导, 实现个性化学习, 提高学生的实验设计能力。

3.3 完善基础设施建设, 提高教师“翻转”积极性

有调查显示, 目前我国大学生均不同程度地使用着互联网, 智能手机、平板和笔记本电脑等网络终端设备已经普及, 具备了实施翻转课堂模式的基

本前提^[13]。然而,现阶段我国许多高校的网络建设及网络教学平台在翻转课堂的教学实践中还不能满足教师的教学设计需求,有待进一步完善。当然,教育理念也应由传统的“以教师为中心”转变为“以学生为中心”,从原来的重课程知识逐步转变为强调综合素养,教师需要同时具备较高的道德素养、扎实的学科知识和较强的现代教育技术运用能力。教学平台的使用、课后工作量的增加等还要求教师从原来的孤军奋战走向团队合作。应当加强对教学团队工作量的认定与分配的教师绩效考核体系建设,以促进高校翻转课堂教学模式的改革实践与长期应用。

4 实践与反思

翻转课堂的实施与推广迄今为止不过短短几年时间,就已经在全球范围内掀起了一股“翻转”浪潮。但基于不同学科的自身特点,如何“翻转”才能起到更好的教学效果?这一问题或需等待各专业领域的教学经历“设计-实践-反馈-修改设计”的不断循环,建立起一套较为科学合理的学科翻转课堂教学模式,才能得到令人满意的回答。

因此,本课程以“叶绿体”为例进行了翻转课堂教学模式的初步实践,教学对象为二年级生物技术、生物科学专业本科生。该实验测试成绩的平均分比同一实验项目上一届学生(采用传统教学模式)的平均分高3.22,比本届同学其他细胞生物学实验(传统教学模式)的平均成绩高2.79。在课程结束后,向本届参与实验的本科生发放了课程满意度调查问卷共98份,目的在于了解学生对于翻转课堂模式下的细胞生物学实验课程的满意度及实施中的意见。本调查共回收有效问卷94份,占发放问卷总数的95.92%。结果显示,68.09%的同学表示更喜欢“叶绿体”实验的翻转式教学,“更不喜欢”者仅4.26%,其余同学认为与传统教学模式“差不多”;从学习效果的评价来看,75.53%的同学认为“叶绿体”的教学模式下,学习效果优于传统模式,仅5.32%的同学认为效果“更差”,其余19.15%的同学认为“差不多”;大多数同学表示“叶绿体”的教学模式在培养和提高学生分析与解决问题的能力(77.66%)、培养和提高学生自学能力(73.40%)、增进小组同学间的学习与讨论(69.15%)、增强师生间的互动交流(62.77%)、激发同学探究科学问题的兴趣(60.64%)等方面比传统

教学模式更为有利。此外,部分同学还希望在提供专业文献资源(65.96%)、教师的及时反馈(52.13%)、提供更多实验仪器设备(52.13%)、增加网络教学视频(32.98%)、使用专业网络平台(30.85%)等方面进行改进。也有个别同学反映在翻转式教学过程中存在耗费更多的时间和精力、不太清楚自己该怎么做、小组内有些同学不够积极等问题。

经过上述“叶绿体”实验翻转课堂教学模式的初步实践,从客观上实验平均成绩的提高到大多数学生对这种教学形式主观评价的支持和肯定,都证明该模式取得了较好的教学效果,值得推广实施。同时,我们期待能与学校网管中心、国内外知名网络教学平台及其他高校相关教学团队等建立广泛深入的交流与合作关系,逐步完善本课程在教学设计和实施中存在的不足,充分调动起同学们的学习自主性和积极性,推动该教学模式的不断进步,为实现教育现代化的目标添砖加瓦。

致谢 ——

感谢四川师范大学教学质量攀登计划“精品资源共享课程《细胞生物学实验》建设”项目[校教字(2013)27号]及2015年度“质量工程”校级项目“《植物生理学实验》精品资源共享课程建设”[校教字(2015)20号]资助。

参考文献 (References)

- 1 陈玉琨,田爱丽.慕课与翻转课堂导论.上海:华东师范大学出版社,2014:12-4.
- 2 Davies RS, Dean DL, Ball N. Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Educational Technology Research and Development* 2013; 4: 563-80.
- 3 Fulton K. Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology* 2012; 8: 12-7.
- 4 Herreid C, Schiller N. Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching* 2013; 5: 62.
- 5 宋宏涛,张 伟.细胞生物学实验教学网络课程实例应用.中国现代教育装备(Song Hongtao, Zhang Wei. The application of cell biology experiment online-teaching course. *China Mod Educal Eqpt*) 2011; 117(5): 131-3.
- 6 Talbert R. Inverting the Linear Algebra Classroom. [2011-09-21], <https://prezi.com/dz0rbkpy6tam/inverting-the-linear-algebra-classroom/>.
- 7 陈 怡,赵呈领.基于翻转课堂模式的教学设计及应用研究.现代教育技术(Chen Yi, Zhao Chengling. An instructional design and application research based on the flipped classroom model. *Mod Educal Technol*) 2010; 24(2): 49-54.

- 8 张金磊, 王颖, 张宝辉. 翻转课堂教学模式研究. 远程教育杂志 (Zhang Jinlei, Wang Yin, Zhang Baohui. Introducing a new teaching model: Flipped classroom. Distance Education J) 2012; 30(4): 46-51.
- 9 林青松. 基于翻转课堂的“现代教育技术”实验课程设计. 实验室研究与探索 (Lin Qingsong. Design of experiment course “modern educationl technology” based on the flipped classroom. Res Exp Lab) 2014; 33(1): 194-8.
- 10 张晶, 华子春. 细胞生物学课程体系优化的实践与思考. 中国细胞生物学学报 (Zhang Jing, Hua Zichun. Thought on teaching practice and reform in the course of cell biology. Chinese Journal of Cell Biology) 2011; 33(6): 716-9.
- 11 胡鑫, 高梅, 李绍军, 陈坤明, 梅莉. 细胞生物学实验教学改革探索. 中国细胞生物学学报 (Hu Xin, Gao Mei, Li Shaojun, Chen Kunming, Mei Li. Teaching reformation of cell biology experiment. Chinese Journal of Cell Biology) 2013; 35(1): 110-4.
- 12 赵建华, 柯德森. 对大学生实验设计过程的观察与思考. 实验技术与管理 (Zhao Jianhua, Ke Desen. Observation and reflection on process of experimental design for college students. Experimental Technology and Management) 2015; 32(8): 27-30.
- 13 王煜, 田华, 王亚男. 网络背景下大学生性行为性观念、避孕和意外妊娠的现状分析. 中国卫生事业管理 (Wang Yu, Tian Hua, Wang Yanan. Analyzing the status of sexual behavior, attitude towards sex, contraception and unexpected pregnancy of college students in network times. Chinese Health Service Management) 2015; 32(7): 546-9.