

面向未来的教与学

卢晓云

摘要: 在信息技术与高等教育不断深度融合的今天,教学已经能够突破教材、教室等资源和时空限制。但如何充分激发学生内在的求知动力和探索世界的热情,如何尊重学生在学习中的主体地位,使其成为掌握科学认知方法的自主学习者;教师又如何从一个知识的讲授者,转变成培养学生敏锐的独立思考能力、有效拓展知识迁移能力和灵活开放的创新意识的引导者,是高校教师面临的新挑战。本文介绍了建设和实施“知识传递—能力培养—思维提升—价值塑造”四维度一体化课程的经验。

关键词: 以学生为中心;学习能力提升;混合式教学;教学改革

2014年我们建设了“分子生物学”国家精品在线开放课程。五年来,我们从形式翻转做起,将教学工作的重点从以教师为中心的知识传递过程转变为以学生为中心的知识获取、整合的过程,并通过不断优化教学设计,逐渐引导学生掌握科学的学习方法、培养高效的学习能力、构建底层思维模式、树立积极正面的价值取向,架构起了“知识传递—能力培养—思维提升—价值塑造”四维一体的教学过程。

一、教学内容组织和教学目标层级化设计

我们针对翻转课堂混合式教学的需求,首先对教学内容进行了分级和细化,系统组织经典基础知识,优化完善前沿性内容,并针对能力培养和思维提升设计了不同层次的思考讨论题,使知识、能力、素质有机融合,形成由基础到高阶的系统性课程内容。

1. 教学内容组织

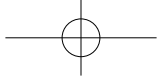
我们兼顾知识点拆分和课程内容系统性的需求,把围绕一个问题的相关知识点整合为一

个小节进行学习。同时,由于生命科学是一门实验性学科,我们在组织教学内容时也兼顾理论性知识和实验及技术性知识,使相关的理论和实验技术原理相辅相成,促进学生由理解知识向应用能力的转化。例如,在介绍体内DNA聚合酶和DNA复制过程的基础上,我们对传统的DNA测序技术、目前广泛应用的二代测序技术、新兴的三代测序技术进行简要介绍,使学生在理解掌握基本知识和技术的基础上,更好地了解学科领域的前沿进展。

2. 思维能力训练

每轮课程最初开展翻转的时候,学生往往会拘泥于课本和视频中的知识点,缺少自己主动发现问题、思考问题的意识和能力。针对这一问题,我们结合每节知识都设计了相关的问题。最初通过教师抛出问题,引导学生在对知识死记硬背的基础上深入思考。这个阶段老师的提问不仅仅是为提问而提问,而是为给学生演示遇到类似问题如何思考^[1]。通过提问和思考的“演示”,给学生梳理出一些思考问题的常用思维模式,进而鼓励学生用类似的方式尝

卢晓云,西安交通大学生命科学与技术学院教授。



试自己提出问题。我们主要训练的几种思维方式列举如下。

(1) 类比及抽象思维：能够迅速通过与已有的本学科或其他学科知识的类比，对新知识产生更深入的认知和理解。同时，通过将所学知识与本领域不同学科或不同领域知识的对比分析，抽象提炼出底层共性特征，形成个人思维方式的意识。

(2) 联想及整合思维：能够将知识与本领域其他学科知识进行关联，通过建立新知识与相关知识的联系，在深入理解基础上整合、完善个人的知识体系和思维框架，进而全局性理解生命科学研究的内涵。

(3) 拓展及发散思维：能够结合已学知识对其相关机理及应用问题拓展思考，通过“**What/Why/How/What if**”等形式，提出与课程内容相关的延伸性问题并加以思考。

(4) 批判及创新思维：本课程相关内容涉及的领域仍是快速发展的科学前沿，引导学生能够通过“**If not**”等形式的问题，对现有假说的缺陷进行思考，并大胆提出可能性。

3. 价值观引导

我们通过课程相关知识传递为载体，让学生感知生命过程的精准与神奇，了解生命世界的复杂性和生命科学的博大，唤醒学生对探索生命世界的好奇和热爱，激发学生热爱生命、珍惜生命的意识。例如，我们结合真核细胞线性染色体末端复制过程中端粒酶的发现和端粒长度调控的问题，激发学生对于端粒到底多长才是真的好的兴趣，让大家思考端粒的长短和端粒酶活性的高低与肿瘤和长寿之间的辩证关系。

同时，我们以分子生物学发展历程中的里程碑事件和著名科学家研究经历的故事为线索，触动学生内心对于探索创新的追求。例如结合DNA测序的环节，我们给同学们介绍了曾两次获得诺贝尔奖的著名科学家、蛋白质测序和DNA测序技术的建立者弗雷德里克·桑格先生的故事，以及开创了合成生物学领域的克雷格·文特尔的故事，帮助学生强化正直、积极、坚

毅等品质，引导学生能够用历史的、发展的眼光看待问题。

二、教学过程的设计及实施策略

在对教学内容与教学目标分级梳理基础上，我们制作了配合雨课堂使用的全套雨课件，并在雨课堂平台的支撑下开展了课前、课上和课后环节的一系列教学活动。

(1) 课前：资源推送、预习问题反馈。我们以MOOC资源和教材作为学生学习的支撑，对每一小节内容设计了学习的导入性问题，将慕课视频直接插入制作的预习课件，通过手机平台课前推送给学生。预习课件中视频前后辅以导入性问题和相应知识的重点提示，帮助学生开展自主学习。到课程教学的中期，我们逐步要求学生课前自主学习后就绘制出基本内容的知识导图框架，逐渐培养学生的自主学习能力。

(2) 课上：学生串讲、练习发布、讨论提问，选人答题、发表见解。为了帮助学生准确深入地理解教学内容中的难点或者易混淆的知识点，我们每节课都会分小组，让学生轮流把这节课要讨论的相关内容进行串讲，要求学生用简洁精炼同时又科学严谨的语言对知识进行精讲（由于本课程为双语课程，鼓励学生用英文讲解）。通过以教促学的费曼式输出方式，帮助讲的学生和听的学生再次巩固相关知识点。这一过程也是对学生表达演讲能力的锻炼。

讲解后，随即进入答疑解惑环节。学生可以就学习过程中产生的问题提出质疑，寻求同伴或老师的解答。这有利于学生加深对一些疑难知识点的理解，也培养了学生思考问题的能力。学生除了通过雨课堂接收题目答题之外，也可以通过投稿或弹幕方式，随时将自己的收获、疑问或不同见解与大家交流分享。在此基础上，进一步由老师抽象提炼相关内容所延伸的共性问题，或与其他课程、领域问题的关系，引导学生建立基本的思维框架，搭建开放性、全局性的思维模式。

(3) 课后：巩固练习、思考作业、导图提



交、辅导答疑、鼓励督促。针对混合式教学过程非常灵活、发散性强，而学生对知识体系把握不足的情况，我们要求学生进一步对课程知识进行思维导图的梳理，引导学生把某一章节导图和不同章节导图间的联系建立起来，完善个人的知识系统性框架。此外，我们鼓励学生针对个人感兴趣的问题查阅文献，深入学习（这部分是因人而异的）。这些课后的拓展学习使学生将课程学习和学科发展更紧密地联系起来，增强了学生对学科的热爱和兴趣。

教师在课后可以通过雨课堂，全面回顾课堂投稿、弹幕和审阅导图、批改作业。除了可以及时给学生反馈学习中存在的问题之外，还可以及时对学生表现出色的方面给予肯定，对存在问题的学生给予及时的鼓励和帮助。

三、教学环节设计和教学方法应用

我们根据认知神经科学的一般规律，在知识获取（信息编码输入大脑）—巩固记忆（信息强化理解）—知识输出（有针对性的信息检索）—迁移转化（由具象的细节知识抽象出共性规律和底层思维模式）过程中，通过教师的引导和演示，帮助学生高效地掌握基本知识，有意识地训练和改进自己的学习方法，加强和提升自己的多方面能力。

1. 促进高效的知识获取和内化

在知识获取环节，我们通过导入性问题牵引，使学生知晓本节知识的主要内容、与前后知识的关系、对特定知识了解的意义。除了形象地介绍新知识，我们还将新知识与学生已有知识进行关联，帮助学生提高学习效率。例如我们在讲解基因转录调控时，将转录因子与特定基因启动子结合的环节，与细胞生物学课程中细胞信号转导通路对转录因子的激活过程相联系，使学生能够形成对生命过程系统性、全局性的完整理解，帮助学生将新知识高效地整合入自己知识体系中。

无论是自主学习，还是听讲、讨论，一个

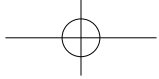
个新知识点都要整合形成一个学科领域系统的知识树，从而丰富学生的知识结构。针对MOOC视频知识点碎片化和混合式教学过程灵活的特点，我们鼓励学生采用不断迭代完善思维导图的方式，对本节、本章乃至整个课程的重点内容进行梳理。这个过程其实是一个重要的思维训练过程，能够有效地帮助学生把握重要的学科主干知识脉络^[2]。

2. 通过科学的练习测试促进学习效能

伴随混合式学习过程，课前、课上和课后各个环节练习题目的应用是检测和提升学生学习效果的重要途径。结合认知神经科学的基本原理，我们对练习测试的题目和应用策略进行了相应的设计和探索。

我们将配合课程设计的练习题目分为A、B、C、D四个档次。A档题目是对最基本的、单一的概念、原理、过程、机制等进行考查。B档题目把涉及不同章节的相关、相似或容易混淆的一些概念、过程混杂在一起，要求学生能准确知晓其联系或差别。C档题目要求学生运用一些不相关的知识点解决同一个问题，考查学生在分析问题时是否能够思考全面、分析全面。D档题目通过给出一些研究案例，让学生设计研究方案，或通过给出一些实验现象或者研究数据，让学生给出解释或分析得出结论等。我们通过四个档次的题目，建立了课程内容学习的闭环过程。A档题目一般配合课前自主学习过程，供学生学习后自我检测，在课堂上也抽取个别重点概念进行检测，让学生反复强化。课堂的练习测试、讨论主要涉及具有多个知识点的题目（B、C档题目）。在课程的中间阶段，随着学生学习内容的丰富、学习能力的提高，教师在课堂上会逐步采用部分D档题目。不同层次题目可以通过雨课堂的单选、多选、投票、主观题等形式进行发布，也可以采用口头提问、弹幕投稿或随机选人的方式让学生作答，充分拓展课堂形式的多样化，调动学生参与的积极性。

另外，我们对于练习题发布时间也在不断进行尝试和改进，这主要是基于认知科学中对



于穿插性、间歇性练习有效性的研究进行的。在课程前期，基本上是学习完一节内容后，教师立即发布与本节内容相关的练习题。但在近期的教学过程中，我们尝试将不同章节内容的习题穿插、间歇发布，即在当天课程学习后发布的练习题中可能只有一部分是与当天学习内容密切相关的，还有一部分是前面课程内容相关的练习，甚至还有一些是下一节课要预习内容相关的基本题目。当然，要考虑结合学习的不同周期，推送合适层次的题目。

3. 通过丰富的课堂学习活动提升学习思维能力

采用混合式教学的一个重要目的是通过翻转课堂学习活动，提高学生学习能力。在教学过程中，我们通过引导学生思考自主学习中可能还没有想到的问题，给学生演示遇到类似问题如何思考，进而鼓励学生提出能够想到的问题，并通过同伴讨论、课后查阅更多资料等方式尝试解决问题的一系列教学活动，培养学生发现问题、分析问题、解决问题的能力。我们发现，部分学生在课程中后期就可以自主想到教师设计的部分问题，有的学生还可以想到更深入、更有趣的学科前沿性问题。在课程的中后期阶段，我们还通过教师科研中的具体研究案例，引导学生将所学的知识整合起来，以研究项目为驱动，综合全面地提出研究方案，解读研究结果，从而真正使所学的知识转化为分析问题、解决问题的能力。

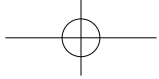
在演示提问、启发思考过程中，教师也会提取抽象出分析和思考问题的共性思维模式，并有意识地进行知识迁移、思维拓展的演示，引导学生提升自己的类比—抽象、联想—整合、拓展—发散、批判—创新等一系列思维能力。此外，动态性、平衡性、鲁棒性等生命活动特点也是可以借鉴应用于其他领域的共性思维模式，我们结合课程相关内容在不同环节均给学生一定的引导，以此启发学生学习提取具体知识背后的共性规律，从而在未来面对新问题时能够基于一些共性规律，找到分析和解决具体

问题的突破点。

需要注意的是，混合式教学或者翻转课堂的开展不是一蹴而就的，学生能力的提升同样需要注重循序渐进的培养和深化过程。在开展翻转课堂的最初阶段，重点培养的是学生能够自主学习课程知识，比较准确地理解其意义。随着学生对自主学习的适应，要逐步引导学生思维能力的提升。主要表现在，教师的问题逐渐由考查知识掌握变为启发如何思考，教师不仅提问题，还要对怎么提出有价值的问题做出示范和引导。当学生自己能够围绕课程内容提出有深度的问题后，教师可以进一步提高课程要求，一方面将课程考查检测的重点转移到对知识整合效果的层面来，另一方面可以引导学生对课程内容与其他课程或其他学科领域知识的关联性进行思考，促进学生知识迁移能力的建立。当学生有了一定的拓展性思维意识后，可以进一步通过具体研究问题，引导学生将相关知识整合运用。当然，这几个阶段并非完全割裂开进行，教师可以有选择地加以应用。

4. 采用多环节综合性标准，加强过程性综合考核评价

除了根据学校要求进行课程的期中期末考试外，我们特别加强了学习过程的管理和考核。在课程之初，我们会告知学生在线上需要开展的学习活动，包括按时完成视频学习、课堂练习、单元测试、提交作业，鼓励学生积极上传阶段性和综合性思维导图，并给教师推送预习思考的问题；在线下，包括课堂上的学习汇报质量、课堂参与互动程度（包括弹幕、投稿等提问和发表见解）等方面。所有学习活动都在雨课堂平台有所记录，也都作为过程考核的依据。我们根据学生完成的频率和质量，给出各类学习活动的过程评价成绩，具体构成为：线上进行的视频资源学习 10%、练习作业 10%、测验活动 10%，线下期末考试卷面成绩 50%，课程学习过程考核成绩 20%（出勤 5%，课堂参与度 15%，包括课堂练习、弹幕提问、投稿答题、答疑讨论等）。



四、提升学生学习体验的教学行为设计

混合式教学的目标之一是激发学生学习的主动性。毫无疑问，主动学习的主体是学生。无论课程设计多么完美，教师多么投入，真正做到以学生为中心的教与学，让学生在翻转教学中真正做到主动学习、真正受益、真正成长，学生的学习体验是一个不能不考虑的问题。在这个方面，我们需要借鉴认知神经科学、行为设计学及心理学的部分理念，从提高学生学习体验的角度进一步完善教学过程。

人们行为习惯养成的神经生物学基础依赖于神经系统的奖励回路，即 trigger—behavior—feel good，当某一行为产生良好的体验时就会

加强这一回路^[3]。当我们根据教学目标开展教学活动（trigger），学生根据教学活动要求开展学习（behavior）后，如果在体验环节能够获得及时、良好的反馈，如获得知识后的成就感，其学习的主动行为就会得到强化。在传统教学模式下，教师往往容易忽略学生的学习体验，产生“这么简单的问题，学生应该都明白”的错觉，而学生不论是在课堂上，还是在作业中，往往也会因为一些细节问题产生疑惑，潜意识地将责任推给老师，认为老师没有讲清楚。老师和学生彼此陷入一种不良体验的负反馈循环中。因此，在混合式教学中，教师更要刻意加强对学生学习行为的积极反馈。

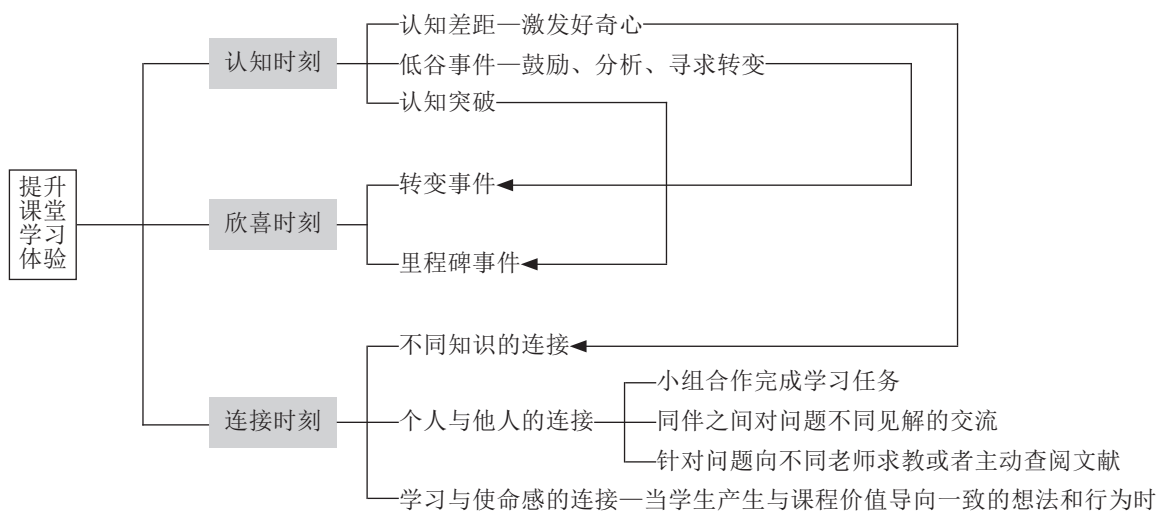


图1 课程中重点给予正向反馈的时刻和事件

根据行为设计学的一些观点，我们在课堂教学中对学生学习体验的环节进行了强化，主要针对学生可能产生心理波动的一些关键时间和事件给予积极的反馈，简要总结为图1。

参考文献：

[1] 彼得·布朗. 认知天性 [M]. 北京：中信出版社，

2018.

[2] 乔希·维茨金. 学习之道 [M]. 北京：中国青年出版社，2007：339.

[3] 奇普·希思，丹·希思. 行为设计学：打造峰值体验 [M]. 北京：中信出版社，2018.

[责任编辑：夏鲁惠]