

基于问题讨论的离散数学课程线上线下 混合式教学方法与实践^①

邓辉文¹, 詹成¹, 王艺¹,
何映思², 曾霞¹, 罗木平¹, 张隆¹

1. 西南大学 计算机与信息科学学院, 重庆 400715; 2. 西南大学 人工智能学院, 重庆 400715

摘要: 随着数字化、网络化和智能化信息技术的发展, 以教育信息化带动教育现代化成为高校教育教学改革与发展的必然趋势. 结合离散数学课程教学改革, 借助网络平台采用课程导学、线上学习、线下教学和评价反馈线上线下混合式教学方法, 充分体现深层互动性, 有效实现“以学生为中心”的自主学习、合作学习和个性化学习方式, 以独特的内容学习型、问题讨论型和前沿问题探讨型 3 种问题层次难度逐次递增进行探讨式教学. 根据评价反馈数据了解学生的学习情况, 从中发现问题, 并不断调整和改善教学策略, 取得了较为明显的教学效果.

关键词: 离散数学; 线上线下; 教学方法; 混合式教学

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2021)09-0167-06

The Online-Offline Blended Teaching Method and Practice in Discrete Mathematics Course

DENG Huiwen¹, ZHAN Cheng¹, WANG Yi¹,
HE Yingsi², ZENG Xia¹, LUO Muping¹, ZHANG Long¹

1. School of Computer and Information Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. School of Artificial Intelligence, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: With the development of digitalization, networking and intelligent information technology, it is an inevitable trend for the reform and development of the higher education that the modernization of education is driven by the educational informatization. Along with the teaching reform in *Discrete Mathematics* course and the aid of network platform, the blended online-offline teaching method is proposed, including the course guidance, online learning, classroom teaching and evaluation feedback. This teaching method fully reflects the deep interaction, and effectively implements “student-centered” autonomous learning, cooperative learning and individualized learning styles. In addition, the blended online-offline teaching method also employs the exploration teaching with the successive incremental difficulty levels by the unique content learning, discussion of problems and exploration of frontier problems. The evaluation feedback data

① 收稿日期: 2021-02-01

基金项目: 西南大学专业核心课程“离散数学”建设项目; 重庆市高等教育教学改革研究项目(203251).

作者简介: 邓辉文, 教授, 博士, 主要从事现代逻辑和智能算法研究.

indicate the students' learning status and problems. Thus, the teaching strategy is constantly adjusted and improved. And it is obvious that significant teaching effect has been achieved.

Key words: *Discrete Mathematics*; online and offline; teaching method; blended teaching

离散数学是随着计算机科学与技术发展需要而逐渐形成的一门课程,它把计算机专业课程中要用到的数学知识作为一门课程,并于 1977 年被 IEEE 确定为计算机专业的一门核心课程^[1-2],一方面可以避免在不同的计算机课程中重复学习近似内容;另一方面,单独作为一门数学课程加以学习,可为其他计算机专业课程学习以及工作实践打下牢实的数学基础。

到目前为止,离散数学是计算机有关专业的 8 门专业核心课程之一^[3-4],做好离散数学课程教学至关重要。

1 离散数学教学现状

离散数学课程内容多且分散,概念多且抽象,学习难度较高,教师难教和学生难学是普遍存在的问题,加之课时压缩严重,传统的离散数学教学以教师讲授为主,学生能够利用或者获得的资源有限,学习中遇到的问题往往不能得到及时解答。

由于学生习惯于老师课堂讲解,常处于“他主的、被动的、单个的、接受式”的学习方式,使得部分学生养成不预习、不复习的坏习惯和对教师的依赖,缺乏分析问题和解决问题的能力以及创新意识和创新能力,上课还常受到其他网络信息干扰,学习兴趣也不高。同时考核方式单一,多为“平时成绩+期末考试成绩”。考试内容多为“教师教什么就考什么”。这种考核评价方式无法激发学生的学习热情。

2 离散数学线上线下融合教学模式

教育部发布的《关于加强高等学校在线开放课程建设应用与管理的意见》(教高[2015] 3 号)和《教育信息化十年发展规划(2011—2020 年)》(教技[2012]5 号)等文件对我国高校教育信息化建设、在线开放课程建设提出了诸多要求和建议,为高等教育向信息化和在线开放方向发展提供了方向性指导。

国家发改委 2020 年 7 月 14 日发文(发改高技[2020]1157 号),要求“大力发展融合化在线教育,构建线上线下教育常态化融合发展机制,形成良性互动格局。”

在数字化、网络化和智能化信息技术教学环境下,结合离散数学课程特征,笔者将线上线下融合教学模式引入到离散数学课程教学改革中,提升大学生的学业挑战度,合理增加课程难度,拓展课程深度和广度,扩大课程的可选择性,激发学生个性、爱好、特长和潜质,力图把离散数学打造成“金课”。

目前针对不同课程线上线下融合教学模式已有较多研究^[5-8],基于布鲁姆的深度学习理论和皮亚杰的建构主义学习理论,学生以自主学习和合作探究的学习方式参与到教学活动中,自己构建知识体系。除课后辅导答疑外,我们把教学活动主要分为线上 MOOC 学习和课堂教学两个关键环节。

2.1 线上 MOOC 学习

按 MOOC 建设标准,除微视频外,还需提供相应的文字材料、在线作业、单元测试、讨论答疑、期末考试等,为学生提供丰富的学习资源。

众所周知,MOOC 体现“以学生为中心”的自主学习方式,通过在讨论区回答问题、提出问题、社区交流、完成作业,提高交互性,实现学生合作式学习。

学生通过线上碎片化、个性化学习掌握课程基础知识。线上学习相当于预习,以利于学生有更多课上交流时间。由于线上学习环境相对宽松,学生注意力容易分散,为了保证学习效果,教师通过网络平台跟踪学生学习过程,对学习过程进行监督,以更快更好地培养学生独立思考和自主学习能力。知识的传授者转变为学生学习的督促者、引导者、监督者。

课程学习前预习与否,对于教师的教学和学生的学习都具有十分重要的意义。但是,传统的课堂教学中,真正做到预习的学生十分少。在这方面线上学习可以体现出其明显的优势。首先,学生线上学习可以利用碎片化时间预习相对零散的知识点。其次,线上预习更方便地把与学科历史、背景以及相关其他领域

的相关内容放在主要地位, 用来吸引学生的兴趣. 然后, 线上预习可以通过动画、虚拟图像等生动的方式将一些学生初次接触的知识更加直观地展现出来, 吸引学生的注意, 提高学生的学习兴趣. 最后, 线上学习可以留下一些相关课外知识的参考书目或者网络链接, 为学生知识面的展开指引方向.

上海大学钱伟长老校长曾经说, “大学教育的过程, 就是要把一个需要教师才能获得知识的人, 培养成在他(她)毕业时不需要教师也能获得知识、无师自通的人.”

2.2 课堂教学

教育家叶圣陶先生主张“教, 是为了不教”. 当今大学生, 个个聪颖, 只要认真, 自己看懂书上要求的内容应付考试基本没有问题. 问题在于如何让学生做到内化知识, 做到深度学习, 不断提出问题, 不断深入思考问题, “知其然, 更知其所以然”, 培养起主动探索的积极性和创新精神, 是老师课堂教学的主要任务.

教师在课堂上要注重与学生的情感交流, 促进学生学习兴趣. 充分发挥课堂教学优势, 快速且全面了解学生学习情况及专注度, 根据学生的神态、表情, 判断他们的接受度, 进而调整教学进度和教学方法.

教师在课堂上组织形式多样的小组讨论、协作探究、组间竞赛等活动, 引导学生对存在问题进行讨论, 对知识点、重点和难点进行分析和突破, 对所学内容进行巩固, 以提高学生提出问题、分析问题以及解决问题的能力.

经过学生线上预习的准备, 课堂教学与传统教育相比也有很大改变. 通过线上预习, 可以提高课堂上学生对这一部分知识的学习效率和学习质量, 这就减少了课堂上需要讲解的内容, 避免由于课时减少带来的系列问题, 教师可以直接对学习的主要内容进行讲解, 同时, 课程也必须留出讨论时间, 让学生对预习时遇到的问题和课堂学习还没有理解的问题进行提问或者分组讨论. 提问和讨论能够让学生更加深入地理解问题的实质, 同时新鲜的教学体验也更能让学生对课程感兴趣, 更能培养学生工程创新意识和创新能力.

线上线下相互融合, 相互依存, 层层递进, 从而构成线上线下融合教学全过程. 线上线下教育激发学生内生动力^[9-12], 通过知识学习培养学生能力, 塑造学生良好价值观.

线上线下混合式课堂教学的关键是如何有效融合线上教学.

我们构建了离散数学线上线下混合式教学(Blended Teaching)模式模型, 包括课程导学、线上学习、课堂教学和评价反馈 4 个环节(图 1).

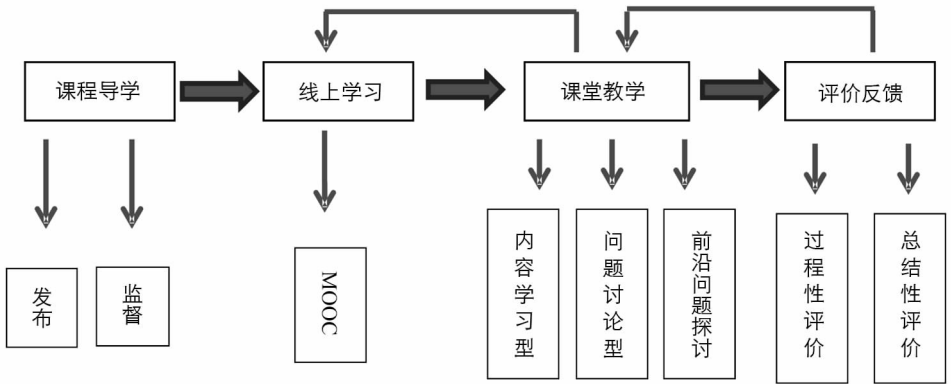


图 1 线上线下融合教学模式

3 离散数学线上线下融合教学实践

离散数学线上线下混合式教学模式按照“课程导学、线上学习、课堂教学和评价反馈”4 个环节进行教学设计.

3.1 课程导学

在假期提前告诉学生上课所使用的教材^[13], 让学生提前了解. 具体的课程导学方式如下.

1) 发布: 每次课前, 至少提前一天通过班群(微信群或 QQ 群)发放通知, 发放必须提前完成的线上学习任务清单.

2) 监督: 每次上课前查询网络平台自动记录情况以及班群中问题讨论情况, 上课时先提问学习内容, 了解学习情况, 并作为过程考核内容之一记录在案.

例如, 离散数学内容讲解的第一次课是“1.1 集合的有关概念”, 至少提前一天通过班群发布: 下次上课内容为“1.1 集合的有关概念”. 由于学生在中学学过一些集合基础知识, 要求:

(a) 深入理解集合和子集的概念, 会计算一个集合的幂集, 结合生活中例子理解 n 元组概念, 会计算 n 个集合的笛卡尔积.

(b) 看完网上本节视频并完成相关任务: <https://coursehome.zhihuishu.com/courseHome/1000012409#teachTeam>.

3.2 线上学习

按“金课”要求完成网络资源建设. 线上完成主要课程内容的自主学习, 包括课程内容讲解短视频, 每个视频结束都要做题检验学习效果, 在“讨论区”还可以提出自己的问题相互讨论等. 开放的在线课程是一个完整的 MOOC 课程. 老师的一个主要任务是课程导学以及监督学生的线上学习并随时了解学生的学习进度及学习效果, 根据数据反馈构建有针对性的线下教学进程.

任课教师承担线上教学过程的组织与管理角色, 引导学生有效利用课后学习时间, 学会自主学习. 学生遇到不懂问题时在网上提问并进行相互讨论, 进行合作式学习, 内容讲解短视频可以暂停, 可以重复, 便于学生进行个性化学习. 任课教师组织发起社群学习, 对整个线上学习过程进行管理.

3.3 课堂教学

以实际生活中学生感兴趣的问题为牵引, 贯穿数学建模思想, 根据学生反映出的共性问题, 采用集中讲授或分组讨论方式, 主要使用提问法和探究法, 特别鼓励学生自己在“头脑风暴”中提出问题、讨论问题并寻找答案, 实施探究性学习, 实现教学相长.

鼓励学生团队合作、主动思考、组内头脑风暴, 引导学生独立完成各模块的内容学习和课后开放式主观作业题目, 突出发挥学生主体学习作用, 激发学生学习兴趣.

问题按“内容学习型”“问题讨论型”和“前沿问题探讨型”三个层次逐次进行, 具体如下.

3.3.1 内容学习型

内容学习型问题立足于对教学内容的理解, 也是对学生较为基本的要求. 也只有在此基础之上才能进一步地提出问题, 分析问题以及解决问题, 培养学生的创新能力.

可以根据学生线上学习情况, 特别是在讨论区提出的问题, 有针对性地进行教学设计, 实施教学策略. 也可以让学生回答一些与学习内容有关的基本问题, 或通过一些涉及基本内容的题目进行课堂练习, 随堂了解学生学习内容的掌握情况. 例如, 对于“1.1 集合的有关概念”, 可以让学生解答以下两个题目:

1) 若 $A = \{a, \{b, c\}\}$, 求 A 的幂集 $P(A)$.

2) 设 $A = \{a, b\}$, $B = \{\emptyset\}$, 计算 $A \times B$.

通过精选练习题目, 让学生从“做中学”, 以兼容中小学学习模式, 加强对知识的学习和理解, 建构自己的知识体系, 还可从侧面发现知识的应用.

3.3.2 问题讨论型

在学生掌握基本教学内容基础上, 提出需要深入思考的问题, 除教会并鼓励学生提出问题外, 还可以加深对教学内容的理解, 培养学生发现问题的能力.

例如, 对于“1.1 集合的有关概念”, 可提出下列问题加以讨论.

1) 把满足一定性质的对象看作一个整体就是集合, 对吗?

2) 班上所有高个子同学构成一个集合吗? 如何刻画它?

3) 所有人能构成一个集合吗?

4) 表示集合的方法还有吗?

5) $\emptyset \times A = \emptyset$ 中的两个空集是一样的吗?

问题 1) 涉及到罗素悖论, 引发了第三次数学危机; 问题 2) 是模糊集合; 问题 3) 涉及集合的“动态性”, 与实无穷和潜无穷有点类似; 问题 4) 进一步启发学生思考集合表示还有其他多种方法, 如编译系统中的

BNF方法等;问题5)中的两个空集是不同的,这与中学学过的“空集是唯一的”不同。

3.3.3 前沿问题探讨型

对于学有余力,不满足于教材内容,具有创新意识的学生,给出一些与计算机其他专业课有关的问题或前沿性的问题进行探讨,让学生看到所学知识的作用,以进一步提高学生学习兴趣。

例如,同样针对“1.1集合的有关概念”,可提出下列问题让学生探讨:

- 1)集合的计算机表示方法.
- 2)公理化集合论研究的必要性.
- 3)智能信息处理中的模糊集合方法.
- 4)笛卡尔其人其事.

讨论方式可分小组进行,前沿性问题可作为课程论文选择性布置,在适当场合可与班上同学分享。

3种类型的问题均具有一定的高阶性和挑战度(深度、难度和广度),与通常的课后作业形式完全不同,目的就是“以学生为中心”,从传统的“讲”转向学生的“学”,在掌握教学内容的基础上,进一步培养学生提出有一定水平的问题的能力、深度思考问题的能力、理性分析问题和综合解决(复杂)问题的能力、自主探索的能力以及合作学习与终身学习的能力。

3.4 评价反馈

评价分为过程性评价和总结性评价。

3.4.1 过程性评价

做好学生线上学习评价工作需要创新工作方法,教师无疑要投入更多时间、精力与学生互动沟通,除了实时答疑时间外,学生可能在24小时的任何时间段发起讨论帖,而这种情况尤为考验教师对学生提问的反应速度,这个反应速度又在一定程度上体现了教师对学生学习情况的负责度。

课堂教学还可以通过课堂测试、小组互评、教师评价等方式,了解学生的学习情况,从中发现问题,并不断调整,改善教学策略。每个阶段都会发布具体任务和指标,学生需要通过一定努力方能达成,经过实践并考核通过后获得相应学分。

通过科学有效的过程性评价,激励和引导学生学习,用数据了解判断学生的学习效果,根据学生的实际情况及时进行教学调整。线上线下融合教学则打破了师生交流时间和空间的局限,教师可以通过课前、课中、课后多个时间段,抛出不同的话题与学生讨论,在这样的互动过程中,通过发言频率、发言内容和质量等数据,判断每名学生的学习成效。

加强教学评价反馈机制,注重督导专家意见反馈,根据听课、看课情况,提出针对课堂教学及线上教学的指导意见,帮助授课教师丰富教学手段、提升教学质量;收集学生意见和建议,及时反馈、督促、改进、落实,及时掌握任课教师在课堂授课时的情况,了解学生反馈意见,切实做到教学一评价一改进的有效反馈机制,做好教学反思工作。

3.4.2 总结性评价

课程整体评价分为平时过程考核和期末考核两个部分,各占50%。平时成绩包含线上学习和课堂学习两部分,其中线上学习又包含线上课程学习进度完成情况以及通过线上课学习后的阶段性考核。

课程成绩由平时成绩(50%)和期末考试成绩(50%)组成。

平时成绩由线上学习(50%)和课堂学习(50%)组成。线上学习考核包括打卡统计、线上任务完成情况统计和阶段性考核;课堂学习考核包括课堂参与情况、小组讨论情况、平时作业等。

期末考试内容设置以主观题为主,题目难度不大但要求具有一定的知识迁移能力,主要测试学生对课程主要内容的掌握和灵活应用情况。

以网络平台为依托,根据信息化环境下教学改革需求,开发精品在线资源,通过线上线下深度融合,推动教与学模式的变革,全面推行在线学习与课堂教学相结合的教学模式,实行线上线下混合教学,实现以学习者为中心的教学,达到以教为主向以学为主转变、以课堂教学为主向课内外结合教学转变。依据课程平台评价数据显示,学习者在线学习响应度高,师生互动充分,从资源制作质量到课堂组织都得到了学习者的高度认可,学习者一致认为资源丰富,视频清楚,知识点讲解透彻,例子形象生动,课堂组织有序,

活动形式多样,能够很好调动学习者的学习积极性和主动性.经过日常教学实践及应用,线上线下深度融合的教学模式有效推动了教学创新及学习效果,得到学生的好评,有效地促进了学生的学习兴趣及学习的主动性.主要体现在以下三个方面.

1) 学生学习目标更加明确,学习主动性增强,“离散数学”课程考试优秀率有所提高.

2) 学生学习热情得到激发,学习兴趣高涨.改变了学生在课上“昏昏欲睡、人在心不在、厌学逃课、玩手机”等现象,到课率达 100%,同时师生、生生互动频繁,课堂气氛活跃,教学效率大大提高.

3) 学生自主探究性学习能力明显增强,分析问题、解决问题能力得到提高,创新意识和创新能力得到激发.当然,教学中还存在一些需要解决的问题,如线上线下融合不畅、线下自主探究项目实施中缺乏监管、考核评价的规范性与科学性不足、个性化培养与教学效率间需要平衡等问题.这些问题将成为笔者进一步探索和改革的动力和方向.

4 结 论

围绕“课程导学”“线上学习”“课堂教学”“评价反馈”4 个环节进行的线上线下融合教学模式,激发教师的能动性,突出学生的主体性.这种“以学生为中心”的线上线下融合探究式教学方法,体现“头脑风暴”的批判性思维、独立思考和合作式学习、自主学习、个性化学习方式,可以提高学生的学习积极性.

对于线上资源要进一步丰富和完善,可将人工智能等多种信息技术用于线上学习,提供更加个性化的学习环境.同时,为了与线上教学无缝衔接,还需要教师加强学习,与时俱进,不仅要有先进的教学理念,还要有前沿研究的科学钻研精神,为学校“双一流”建设献计献策.

参考文献:

- [1] ROSEN K H, MICHAELS J G, GROSS J L, GROSSMAN J W, SHIER D R. Handbook of Discrete and Combinatorial Mathematics [M]. Florida: CRC Press LLC, 2000.
- [2] TREMBLAY J P, MANOHAR R. Discrete Mathematical Structure with Applications to Computer Science [EB/OL]. 1975.
- [3] 教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会. 高等学校计算机科学与技术专业核心课程教学实施方案 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [4] CLEARA, PARRISHA. etc. IEEE-CS/ACM Computing Curricula 2020 [M]. New York: IEEE-CS/ACM, 2020.
- [5] 汪彩梅, 李正茂. 线上线下融合模式下智慧课堂教学实践 [J]. 软件导刊, 2019, 18(11): 196-198, 202.
- [6] 王立萍. 线上线下深度融合的教学模式探究 [J]. 科技创新导报, 2020, 17(12): 231-232.
- [7] 卢 博, 路艳琼. 线上线下教学资源融合的混合教学模式探索——以高等数学为例 [J]. 教育教学论坛, 2020(28): 242-243.
- [8] 任雪萍. 基于线上线下融合的数据结构教学改革 [J]. 计算机教育, 2019(7): 5-9.
- [9] SINGH H, REED C, SOFRWARE C. A Whitepaper: Achieving Success with Blended Learning [J]. Central Software Retrieved, 2001, 12 (3): 206-207.
- [10] 何克抗. 从 Blending Learning 看教育技术理论的新发展(上) [J]. 电化教育研究, 2004, 25(3): 1-6.
- [11] 杜世纯, 傅泽田. 混合式学习探究 [J]. 中国高教研究, 2016(10): 52-55, 92.
- [12] 朱美军, 夏玉玲, 顾玉萍, 等. 基于移动端的线上线下混合式教学研究与实践 [J]. 教育现代化, 2020, 7(11): 54-57.
- [13] 邓辉文. 离散数学 [M]. 4 版. 北京: 清华大学出版社, 2019.

责任编辑 张 杓