

• 高校生物学教学 •

生物化学与分子生物学本研教学一体化探索与实践

史金铭*, 滕春波, 隋广超, 薛哲勇, 张旻, 宋兴舜, 李晓岩

东北林业大学生命科学学院, 黑龙江 哈尔滨 150040

史金铭, 滕春波, 隋广超, 薛哲勇, 张旻, 宋兴舜, 李晓岩. 生物化学与分子生物学本研教学一体化探索与实践[J]. 生物工程学报, 2023, 39(2): 780-789.

SHI Jinming, TENG Chunbo, SUI Guangchao, XUE Zheyong, ZHANG Yang, SONG Xingshun, LI Xiaoyan. Practices of integrating the undergraduate and graduate teaching of Biochemistry and Molecular Biology[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2023, 39(2): 780-789.

摘 要: 生物化学(Biochemistry)和分子生物学(Molecular Biology)课程是生命科学领域人才培养的基石。本研究以这些课程为桥梁,从知识框架重构、教学案例建设、教学资源共享、教学手段更新、立德树人格局的建立等方面入手,以学科特色科研成果案例和在线教学平台为支撑,通过课程教学实践,探索了以科研育人为导向,以课程建设为根基,以交流合作为推动力的本研一体化课程改革模式,搭建了“交流、实践、开放、信息化”的共享空间,实现了本、研教学以汲取知识为动力的自由、自主融合,使学生培养成效得到了提升。

关键词: 生物化学; 分子生物学; 本研一体化教学; 科研案例教学; 在线课程平台

Practices of integrating the undergraduate and graduate teaching of Biochemistry and Molecular Biology

SHI Jinming*, TENG Chunbo, SUI Guangchao, XUE Zheyong, ZHANG Yang, SONG Xingshun, LI Xiaoyan

College of Life Sciences, Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China

Abstract: Biochemistry and Molecular Biology are the cornerstone courses of talent training in the field of life science. Taking these course as an example, this study explored reconstructing the knowledge framework, developing teaching cases, sharing teaching resources, innovating

资助项目: 黑龙江省教育科学“十四五”规划重点课题(GJB1422743); 黑龙江省高等教育教学改革项目(SJGY20200049); 东北林业大学教育教学研究项目(DGYGJ2020-05)

This work was supported by the Key Topics of the “Fourteenth Five Year Plan” of Educational Science in Heilongjiang Province (GJB1422743), the Higher Education Teaching Reform Project in Heilongjiang Province (SJGY20200049), and the Higher Education Teaching Reform Project in Northeast Forestry University (DGYGJ2020-05).

*Corresponding author. E-mail: jmsi@nefu.edu.cn

Received: 2022-06-27; Accepted: 2022-09-19

teaching means and establishing ideological education patterns. Supported by the scientific research achievements with discipline characteristics and online teaching platform, this research explored and practiced an integrated curriculum reform mode. This mode is guided by scientific research and education, based on the course development, and driven by communication and cooperation. A shared space of “exchange, practice, openness and informatization” was developed to achieve free and independent integration of undergraduate and graduate teaching motivated by learning knowledge, resulting in an effective student training.

Keywords: Biochemistry; Molecular Biology; integration of undergraduate and graduate teaching; research cases; online platform

我国本科教育普及,精英教育重心向研究生教育过渡,读研已成为扩招后我国高校毕业生的主要发展路径之一,尤其在“双一流”高校,考研已超过就业成为毕业生的首选路径。目前,半数以上的 A 类高校本科毕业生升学率超过 50%,个别高校甚至超过 70%^[1-2]。随着国内外教育形势的变革,一流大学人才培养普遍强化了“本研一体”的教育改革方向^[3-4]。现阶段“双一流”建设高校迫切需要统筹本科与研究生教育,探索构建“本研一体”人才培养体系,以顺应人才成长连续性的客观规律,并通过本科与研究生教育的整体设计和协同推进,保障拔尖人才培养持续加速。

本研一体化教育改革的目标在课程教学上落地面临诸多难题。首先,长期以来我国高等院校本科教育主要依托专业,研究生教育则主要依托于学科,二者明显存在学生断层、教师断层、课程体系断层等诸多问题。此外,无论是本科生还是研究生培养,都应该尊重个体差异、提供多元化选择,这既是对传统人本理念的传承,也是对个人自由而全面发展精神的弘扬^[5]。但实际上,传统课堂教学内容同一化严重,忽视了学生异质性的问题。尤其是本研过渡时,部分学生来自不同高校,将进入不同学科学习,知识背景和发展方向差别很大,固化的教学模式很难支撑个性化拔尖人才培养,只

能将重心转移到后续科研实践环节,导致课程教学环节效果弱化。因此,以上两点成为了本研一体化改革深化到具体课程教学层面的痛点。

1 生物化学与分子生物学课程本研一体化教学模式的构建

生物化学和分子生物学是生物学相关专业和学科最重要的专业基础课,作为知识基石支撑后续课程学习和科研实践的开展。这些课程在大多数相关院校本科生和研究生阶段都作为专业核心及必修课开设。笔者所在学院本科教学中生物化学和分子生物学分为 2 门课程共 152 学时,研究生教学中合并为一门课程共 32 学时。本研究针对这些课程体系,率先进行了本研一体化建设的尝试,旨在摸索打破本研教学断层,互相利用彼此优势,建设有效的个性化拔尖人才培养课程教学模式。

1.1 知识互通:科研实践引导下的“阶梯式”知识重构

生物化学与分子生物学的显著特点是既有庞大和稳固的基础知识体系,又有日新月异的基础研究、技术手段和应用领域的更新。对于这种纵深大、维度广的课程,想要使之面向不同知识层面学生的需求,需要有针对性地对知识体系进行详细地梳理、筛选、整合和框架建构。本研究在原有本科教学知识框架的基础上,

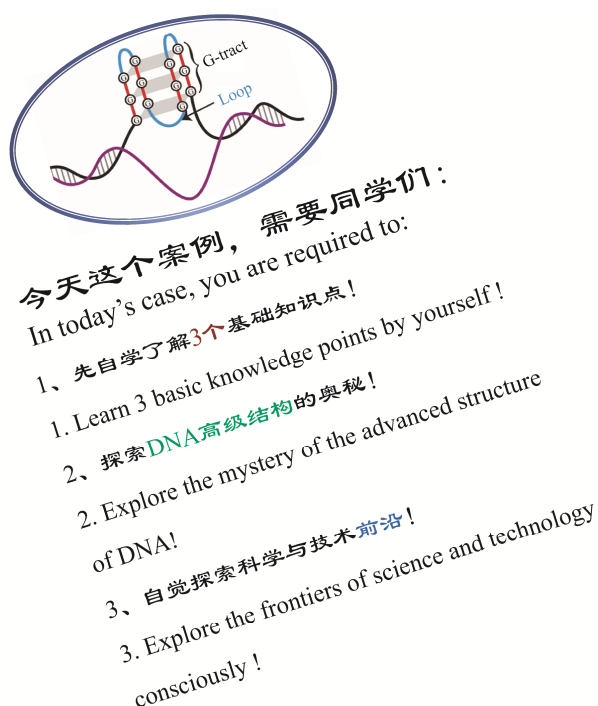
结合研究生教学中的学科科研实例,将与学科科研实践密切相关的知识点整理出来,按照“基础知识-拓展知识-技术与应用前沿”的递进层次进行“阶梯式”重构。例如,围绕“G-四链体”相关研究,将基础知识3项、课本拓展知识2项、技术发展和应用前沿3项进行梳理,进行阶梯式的知识建构(图1)。

接下来以每一个科研实践为核心,将重新整合的知识汇聚为一个独立的教学单元。在每一个单元中,都有了解这个科研实践事件所必需的本科课本中的基础知识、研究生实践用到的实验手段和学科领域的前沿应用等。据此,建立了既相互独立又彼此联系的多维度知识框架。在本科教学中,这一框架下支撑了学科优秀研究成果的融入,使高水平科研人才和科研成果服务于本科教学,实现“本中有研”;在研究生教学中,这一框架靶向性地提炼了本科课

程庞大知识体系中与学科科研实践相关的知识点,不仅有利于学生针对个体需求拾遗补漏,更能够顺应不同学科需求,在有限的学时中实现学生个性化学习,为即将到来的学科科研实践奠定基础,实现“研中有本”。

1.2 课堂互通: SPOC+案例教学实现本、研学习的动态融合

本、研教学的沟通需要充分利用信息时代的多元课堂,不仅能够使学生获得不同层次的教学资源,还能够促进不同层次学生之间的交流。在本科教学和研究生教学中,共同运用生物化学小规模限制性在线课程(small private online corese, SPOC)在线教学平台,实施具有可视化、可听化、协作化、互动化的课程智慧教学,通过线上线下混合教学模式,建设空间维度更大、知识涵盖更广、基础知识和学科前沿应用关系更直接的学习大环境。在这个大环境



技术前沿: Advanced technology: 荧光共振能量转移 技术检测“G-四链体” Detection of “G-quadruplex” by fluorescence resonance energy transfer	应用前沿: Application frontier: “G-四链体”与 生物传感器 “G-quadruplex” and biosensors	科学前沿: Frontier science: 稳定“G-四链体” 化合物与肿瘤治疗 Stabilizing “G-quadruplex” compounds and tumor therapy
拓展知识: Expand knowledge: DNA的空间结构与 基因表达调控 Relationship between structure of DNA and gene expression § 29.5	案例 Case “G-四链体” 结构和功能 Structure and function of “G-quadruplex”	拓展知识: Expand knowledge: “端粒酶” 2009诺贝尔 生理或医学奖 “Telomerase” 2009 Nobel prize in physiology or medicine
基础知识1: Basics 1: 核酸的分类与功能 Classification and function of nucleic acids § 11.2	基础知识2: Basics 2: DNA的高级结构 (四股螺旋) Advanced structure of DNA (quadruple helix) § 11.4 (3)	基础知识3: Basics 3: DNA的复制 (端粒的问题) DNA replication (telomere) § 30.1 (7)

图1 围绕“G-四链体”研究的阶梯式知识建构

Figure 1 Step-by-step knowledge development targeting the research of “G-quadruplex”.

中,本、研学生共享在线资源、共同讨论话题,分享学习成果。通过这种交流,激发学生的学习兴趣和学习热情,更好地实现个性化培养,提升学生的综合能力。

除了不受时空限制之外,在线教学的另一优势是教学过程和结果会留下清晰的痕迹,包括问题的讨论、互动、学习资料、作业等,而这些痕迹正是促进本、研融合的有效资源。受全球疫情影响,线上教学瞬间全面铺开,在充分发挥其优势的同时,一些弊端也在逐渐显露。据专家分析,由于学生不能如线下课堂上那样没有障碍地沟通交流,使得学生之间的良性相互影响即“朋辈效应”大幅度减弱,从而影响了外环境对教学的支撑作用^[6]。本研究将本、研学生置于同一在线学习环境中,处于不同层次的学生在线学习痕迹会对彼此产生潜移默化的影响,一定程度上能够弥补面对面交流不足的负面效应。

1.3 评价互通:优势互补完善多元化体系

在本、研教学内容和形式互通的基础上,评价方面也需要相互借鉴经验,以进一步增加多元化评价体系的维度。基于围绕科研实例的知识学习,即便是相对低年级的本科生也能够较好地理解和参与科研事件的解读,甚至能提出自己的见解。因此,在评价方面亟需解决以下两方面的问题:第一是如何更准确地评价学生在科研实例深度学习上的成效,第二是如何通过评价形式使学生认识到学以致用的重要性,从而获得更好的学习体验和学习动力。

在生物化学与分子生物学本研一体化评价体系的改革中,在评价机制上相互渗透,尤其是在本科评价中引入了研究生评价的特点,增强评价中“学科科研属性”。例如,在考核的试题和专题讨论中不同程度地借鉴了研究生教学

的经验,融入学科科研实例,引入学科科研元素。在形式上,鼓励学生选择感兴趣的学习领域,考核时借鉴研究生考核选题作答的机制,以增加考核自由度和学生的自主性。此外,为了加强评价过程中学生的交流,在课程交叉的范围内引入学生互评机制。评价内容包括文献综述、案例思维导图、翻转课堂课件、视频等。在评价时根据研究生的学科特点和本科生的兴趣进行分组互评。结果显示,本、研学生互评成绩分散度优于同年级学生互评。此外,在以评促学方面,与单一的教师评价相比,朋辈互评的刺激效应更强,而本、研互评机制的引入会进一步增大这种朋辈刺激效应的范围。

2 本研一体教学改革的保障与支撑

上述教学改革要在本科教学和研究生教学之间搭建贯通的桥梁,以实现多角度的深度融合。要实现这一目标,需要有相应教学资源的建设、教学平台的建设和教学团队的建设作为强大的后盾(图2)。

2.1 在线教学平台建设

本研究依托生物化学 SPOC 在线教学平台,通过建设 19 个特色专题、植入 20 余项学科特色科研成果案例、拓展疾病与健康、林业特色应用等实践环节、融入科学史和我国伟大贡献等育人元素,增设前沿应用专题、跨课程和学科交叉专题、先进技术交流专题、拓展国内外历史和前沿专题,搭建横跨本研教学、专业基础与学科前沿互通一体的大知识框架,为本研学生提供一个四通八达的“场”,而不是分隔的路。在这个“教学场”中,弱化教师强制牵拉的角色定位,强化学生自主探索的求知本能,实现以具体课程为桥梁的本、研学习融合。

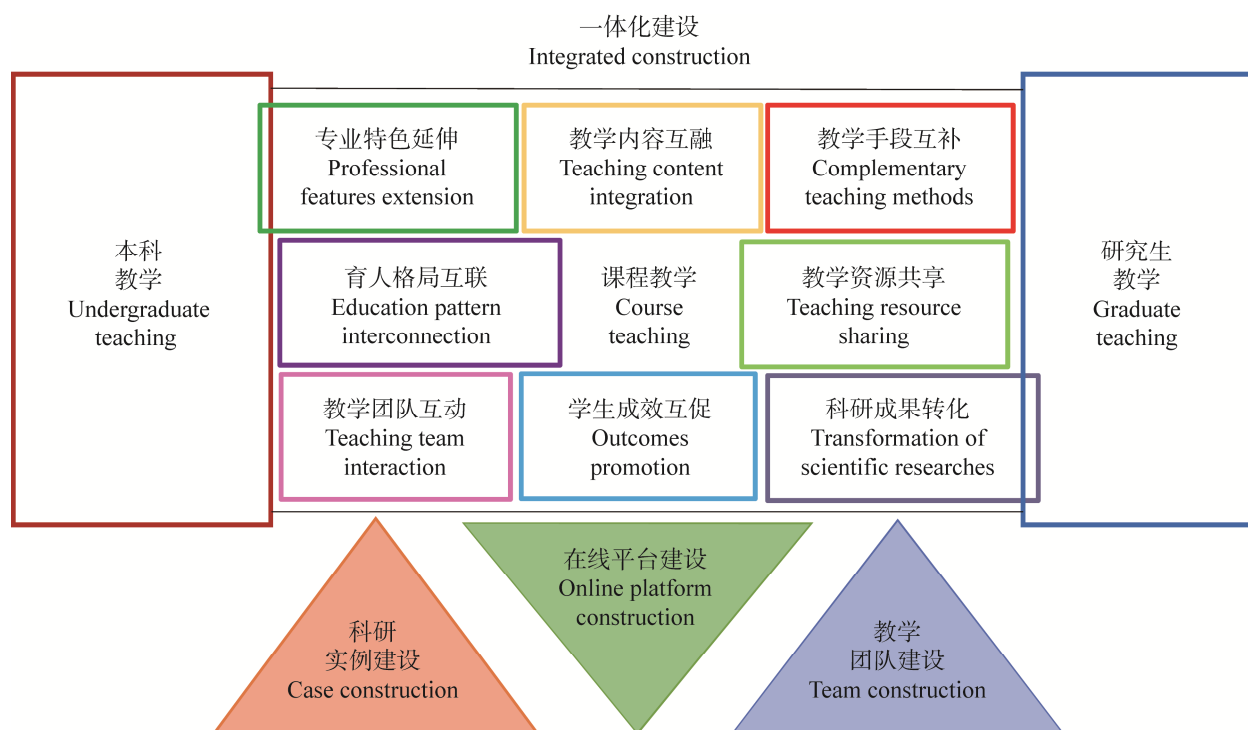


图2 本研一体化课程建设模式

Figure 2 Mode of the integrated undergraduate and graduate teaching courses.

2.2 学科科研案例的建设

围绕学科特色科研成果进行的科研案例教学是本研教学融合的核心要素。其中科研案例来源主要包括：学科自主优秀科研成果和生产实践成果、由学科科研项目拓展的行业领军科研成果、大学生科研竞赛成果以及同行共享科研实例等。想要使这些科研实例变身为教学案例，需要切实有效的手段。前期研究中，本团队已经建立了“九宫格”式的教学案例建设方法，并进行了前期本科教学实践^[7]。本研究中，将研究生教学中的科研实例进行全面整理，鲜明学科的科研特色，围绕案例拓展领域外延，深化知识内涵，将专业基础知识与学科实践前沿有机地整合在一起，使之成为支撑本研一体化教学的强大支柱(表1)。同时，利用网络的快捷特征，将案例讲解视频、相关知识点介绍、辐射点链接、相关资料、文献等散布于开放性的“教学场”。

2.3 课程德育元素的建设

专业课教学环节是“学术立教、学德树人”的主阵地，实现知识传授、能力培养与价值引领的主渠道^[8]。在本研一体化教学实践的进程中，课程德育元素的融合至关重要。与本科教学相比，研究生课程的相关建设底子薄、起步晚，而且实践经验相对欠缺^[9-10]。本研一体化教学的实施带动了研究生课程改革的进程，加速了本、研协同建设的脚步。另一方面，研究生课程德育元素的建设虽起步晚，但是其蕴含的科研精神、甘于奉献等学科独有的案例使其具有了鲜明的学科特色优势^[10]。通过本研一体化教学，可以最大程度地将这一优势进行散播。对于本科学生来说，原本模糊的理论在现实中有了清晰地映射。此外，还利用有突出成就研究生的榜样力量，通过产生共鸣，激发同辈人勇攀科学高峰的热情。

表 1 本、研共建的教学案例举例

Table 1 Cases presented in the integrated teaching of undergraduate and graduate students

案例名称 Case name	基础知识 Basic knowledge	拓展知识 Expand knowledge	技术与应用前沿 Technology and application frontier
“G-四链体”结构和功能 Structure and function of “G-quadruplex”	核酸的分类与功能 Classification and function of nucleic acids DNA 的四股螺旋结构 DNA quadruple helix DNA 的复制-端粒复制的问题 DNA replication-the problem of telomere replication	DNA 的空间结构与基因表达调控 Spatial structure of DNA and regulation of gene expression “端粒酶” 2009 诺贝尔生理或医学奖 “Telomerase” 2009 Nobel prize in physiology or medicine 酶学—萜环化酶 Enzymology-terpene cyclase 合成生物学基础 Synthetic biology fundamentals	荧光共振能量转移技术检测“G-四链体” Detection of “G-quadruplex” by fluorescence resonance energy transfer “G-四链体”与生物传感器 “G-quadruplex” and biosensors 稳定“G-四链体”化合物与肿瘤治疗 Stabilizing “G-quadruplex” compounds and tumor therapy 酶的定向与非定向进化 Directed and undirected evolution of enzymes 基因表达与密码子优化 Gene expression and codon optimization
利用烟草合成名贵的“龙涎香” Using tobacco to synthesize precious “ambergris”	脂质的结构与功能 The structure and function of lipids 活性脂质—萜类化合物 Active lipids-terpenoids	酶活力的测定 Determination of enzyme activity 氨基酸代谢缺陷与“白化病” Defects in amino acid metabolism and “albinism”	细胞对 Cu^{2+} 的吸收与转运 Cell uptake and transport of Cu^{2+} Cu^{2+} 代谢与人类健康 Cu^{2+} metabolism and human health
“ Cu^{2+} ”、酪氨酸酶与黑色素生成 “ Cu^{2+} ”, tyrosinase and melanin production	辅酶(辅基)金属酶和金属激活酶 Coenzyme (prosthetic group) metalloenzymes and metal-activating enzymes 激活剂对酶的影响 The effect of activators on enzymes	NADPH 与肿瘤 NADPH and tumors 戊糖磷酸途径与代谢需求 Pentose phosphate pathway and metabolic requirements	戊糖磷酸途径的调控与 YY1、P53 等关系的研究进展 Research progress on the relationship between regulation of pentose phosphate pathway and YY1, P53, etc.
戊糖磷酸途径的调控与人类健康 Regulation of the pentose phosphate pathway and human health	糖代谢基础 Basics of glucose metabolism 戊糖磷酸途径的调控 Regulation of the pentose phosphate pathway	脂类合成关键酶 Key enzymes in lipid synthesis 水稻变身“产油” Rice turns into “oil-producing”	植物中的脂肪酸“总控”(叶绿体与过氧化物酶体) Fatty acid “master controls” in plants (chloroplasts and peroxisomes) 脂代谢调控机制 The mechanism of lipid metabolism regulation
水稻中的酰基 CoA 结合蛋白 Acyl-CoA-binding proteins in rice	维生素与辅酶—CoA Vitamins and coenzymes—CoA 脂代谢基础 Basics of lipid metabolism	甲基化修饰与基因表达 Methylation modification and gene expression 菊花同株不同色的分子生物学基础 Molecular biological basis of different colors of chrysanthemum	观赏花卉(露地菊)新品种培育分子基础 Molecular basis of cultivation of new ornamental flower varieties 表观遗传学前沿与 RNA 调控 Frontiers in epigenetics and RNA regulation
花青素代谢转录因子 MYB6 的甲基化修饰 Methylation modification of anthocyanin metabolism transcription factor MYB6	核酸中的修饰碱基 Modified bases in nucleic acids 表观遗传学基础 Epigenetic basis		

(待续)

(续表 1)

案例名称 Case name	基础知识 Basic knowledge	拓展知识 Expand knowledge	技术与应用前沿 Technology and application frontier
天然植物来源小分子化合物与代谢调节 Natural plant-derived small molecule compounds and metabolic regulation	代谢调控基础 Metabolic regulation basis 代谢紊乱相关疾病的分子基础 Molecular basis of metabolic disorders related diseases	植物小分子化合物的生物学功能拓展 Biological function expansion of plant small molecule compounds 紫杉醇等药物与人类健康 Paclitaxel and other drugs and human health	林业资源-天然植物小分子化合物 Forestry resources-natural plant small molecule compounds 天然植物小分子化合物对糖、脂代谢调控的机制探究 Exploration on the mechanism of natural plant small molecule compounds regulating sugar and lipid metabolism
写在酵母基因组上的“摩斯码” “Morse code” written on the yeast genome	密码子与基因表达 Codons and gene expression 基因表达调节基础 Basics of gene expression regulation	遗传密码基因克隆: 切-连-转-筛 Genetic code and gene cloning: cut-link-transfer-screen “断裂基因”与诺贝尔奖 “Broken gene” and the Nobel prize	遗传信息的表达与“RNA”调节转录 Expression of genetic information and “RNA” regulation of transcription 基因进化 Genetic evolution

上述本研一体、协同育人模式的建立有利于本研教学特色优势互补,促进了本研一体教学从“教书”向“育人”的过渡,也为学校、学院和学科特色拔尖人才培养提供了保障和支撑。

2.4 教师教学团队建设

教学团队建设是新时代深化教学改革,提升教学质量的关键环节^[11]。实现本研教学的一体化建设必然需要融合型教学团队的支撑。学院为了更好地实现本研教学融合,跨教研室建立了生物化学与分子生物学课程研究团队。目前团队核心成员 5 人,全部为一线教师,其中教授 3 人(含高水平引进人才 2 人)、副教授 2 人(均为教学型教师)。近 5 年,团队成员年均承担本科、研究生(含硕士、博士和外国留学生)教学工作量合计 950 学时。团队以实现优质科研服务于本、研课程教学为目标,使“科研大家”和“教学能手”形成优势互补,从收集学科案例,到知识对应梳理,再到课堂教学实践与评价,形成了稳定的教学改革中坚力量。此外,其他参与教学资源建设的一线教师多达 24 人,占全学院学期授课教师人数的 1/3。

3 效果评价

3.1 上接研究生教学,本科生拔尖培养“不封顶”

本研一体化课程全面建设 5 年来,学生拔尖培养效果逐年提升,成效显著。参与课程改革试点的学生普遍反馈课程中引入科研实例教学对基础知识的学习有提升作用,课程的难度和挑战度大,学习收获大。在评价考核中,本科生对科研实例题的分析和论述的深度也逐渐加深,说明本研一体的科研实例教学对学生的科研素质具有提升作用。教学改革实施后,本科生接触学科科研的时间提前至大二上学期,为学生接下来进入学科开展创新创业实践打下良好的基础。本校本科生连续 5 年获得国际遗传工程机器设计竞赛(international genetically engineered machine competition, iGEM)金奖,获国际定向进化大赛(international directed evolution competition, iDEC)学生团体国际铜奖 1 项和单项奖 2 项,获全国大学生生命科学竞赛一等奖 3 项和二等奖 2 项。

3.2 下通本科教学, 研究生培养“稳东升”

本研究针对的课程是研究生第 1 学期的专业必修课, 旨在为科研实践打好基础。前期对研究生导师的调研显示, 研究生基础知识掌握情况参差不齐。在实践中发现, 部分研究生只是闷头做实验, 对原理了解甚少, 不重视理论基础的情况导致其遇到问题时束手无策, 与导师的交流也不通畅。对焦研究生课程目标, 结合不同学科研究生实际需求, 本研究以学科科研实践为核心, 重新构建了相关基础知识, 为学生学习提供了有效引导。实践证明, 本课程针对性强, 课程学习对夯实基础知识有效, 导师评价好。此外, 通过案例学习, 学生对课题的理解更加深入。通过课程平台的交流, 学生还能够分享实验技术手段和经验, 通过广泛联系开展学术交流, 拓宽了知识面。

3.3 加强课程建设, 增加学生“满意度”

课程建设紧密围绕如何将学科优秀科研成果转化为教学资源, 经过 5 年一线教学实践, 逐步建成了优质课程梯队。本科“分子生物学”课程获批第一批国家一流线下课程, 本科“生物化学”课程获批省级一流线下课程, 研究生“生物化学与分子生物学”课程被评为校研究生精品课, 在线教学课程“生物化学 SPOC”被评为校精品在线开放课。以“科研育人”为核心的课程建设取得了初步的成效, 在多次学校组织的课程评估中成绩优秀, 成为学校优质课程群的突出代表。学生对课程的好评率和认可度也逐年提升, 学生评语中“课程难度提升”“课程挑战度大”“与实际应用结合紧密”“科研案例新颖”等关键词层出不穷。拔尖人才班课程满意度满分率达到 100%。

3.4 教师能力提升, 做学生学习的“引路人”

在教学改革实施的过程中, 教师教学理念

不断更新, 教学投入逐年加大, 教学效果稳步提升。近 5 年, 课程改革负责人连续 3 年获得校教学质量一等奖, 连续两届获评校“十佳教师”荣誉称号, 获省级教学成果一等奖、二等奖各一次。团队主要成员 4 人中, 1 人获研究生教学质量一等奖, 多人获校教学质量优秀奖, 多次作为指导教师获国际 iGEM 和 iDEC 大赛奖项和国家大学生竞赛奖项。教师对自身的提升不仅仅是为了更好地传递知识, 更是为了实现精神沟通, 传递理想信念, 成为学生更好的引路人。

4 问题与对策

4.1 教学资源如何更好地匹配学生需求

案例教学及科研实例教学在本科和研究生教学中使用已经屡见不鲜, 尤其是在研究生教学中, 很多课程实际上都包含了学科科研的集合。因此, 学科研究成果有着很好的案例教学基础。然而, 这些资源在教学应用上却遇到了问题。本科案例教学形式好、规划性强, 但是相对保守陈旧; 研究生案例教学属性弱、硬性移植到教学中, 学生理解不了。此外学生案例学习时间消耗巨大, 增加课业负担, 造成负面影响。综上所述, 在教学改革中, 需要发挥教师的教学科研特长, 结合学科特点和专业需求, 形成优质学科科研资源向教学资源的转化和利用, 实现教师、教学资源和学生的高度匹配融合。

4.2 课程建设的可持续性

教学改革的生命力是指课程建设是否有长期规划。对于案例教学来说, 学科科研实践成果产出固然是最佳的案例来源, 但是其更新速度是不能满足教学需求的。因此, 从案例持续更新的角度来看, 必须要借鉴国内外广大同行

的先进经验,实现更大范围的资源共享。借助省级“生物学课程教学”虚拟教研室,与省内外其他高校沟通交流教学经验和教学案例资源。通过国际合作办学,借鉴国外高水平大学(奥克兰大学、卡尔加里大学)教学的经验,从教育理念、课程建设、课堂规划、育人效果等层面进行深度的剖析和比较,通过比较发现问题,摸索建立符合自身定位和发展的教学新思路,提出新举措,达到新高度。

在纵向延伸的同时,还需要进行横向拓展。本研究实践的课程除了生物化学与分子生物学之外,还辐射到本科专业选修课生化分析技术、专业硕士必修课高级生物化学、硕博选修课高级生物化学与分子生物学实验技术以及选修课植物天然产物与人类健康前沿讲座等。以上课程已经初步实现了教学内容和教学模式的本研融合。这一课程群覆盖的本科专业包括生物科学和生物技术专业、成栋拔尖人才班,此外还包括生物技术专业中外合作办学专业,研究生则包括科学硕士和专业硕士。该课程群以生物学基础课程和实验课程为支撑,结合必修和选修的多门相关课程,几乎覆盖生物学科本研学生每年近 500 人。

综上所述,本研一体化建设是构建大课程生态的有效抓手,是信息化时代破除教学屏障、构建更广阔的教学空间的重要一步。通过建设本研融合的研究型课程,利用学科科研反哺教学,实现科研育人的本研教学互动、互补、互促,形成具有示范性和可推广性的本研融合教学模式。

REFERENCES

- [1] 史静寰,陈乐. 构建“本研一体”“双一流”高校人才培养模式[J]. 中国高等教育, 2019(1): 23-26.
SHI JH, CHEN Y. Constructing a “research- research integration” and “double-first-class” talent training mode in colleges and universities[J]. China Higher Education, 2019(1): 23-26 (in Chinese).
- [2] 史静寰,黄雨恒. 本研一体,科教融合:研究型大学提高人才培养质量的重要途径[J]. 高等理科教育, 2020(3): 29-34.
SHI JH, HUANG YH. Integration of students' education integration of science and teaching an important way for research universities to improve the quality of talent cultivation[J]. Higher Education of Sciences, 2020(3): 29-34 (in Chinese).
- [3] 刘一凝,詹亚力,金衍,牛花朋. 行业特色高校“本研一体”拔尖创新人才培养体系探索与实践[J]. 北京教育: 高教, 2021(9): 78-80.
LIU YN, ZHAN YL, JIN Y, NIU HP. Exploration and practice of top-notch innovative talents training system of “integration of research and research” in industry characteristic universities[J]. Beijing Education, 2021(9): 78-80 (in Chinese).
- [4] 马建山,冯其红,侯影飞,王文华. “本研贯通”培养一流人才的改革与实践:以中国石油大学(华东)为例[J]. 山东教育: 高教, 2019(S2): 83-85.
MA JS, FENG QH, HOU YF, WANG WH. Reform and practice of “through research and study” to cultivate first-class talents—taking China University of Petroleum (East China) as an example[J]. Shandong Education (Higher Education Edition), 2019(S2): 83-85 (in Chinese).
- [5] 闫广芬,尚宇菲. 本研贯通人才培养模式的核心要义及发展路向[J]. 研究生教育研究, 2020(2): 34-39, 73.
YAN GF, SHANG YF. The core meaning of successive bachelor/master cultivation mode and its development direction[J]. Journal of Graduate Education, 2020(2): 34-39, 73 (in Chinese).
- [6] 鲍威. 疫情中走下“神坛”的线上教学[J]. 高等理科教育, 2020(3): 7-9.
BAO W. Online teaching in the epidemic situation[J]. Higher Education of Sciences, 2020(3): 7-9 (in Chinese).
- [7] 史金铭,薛哲勇,王晶英,许志茹,李晓岩,滕春波. 围绕“科研实例”的知识重构在本科教学中的应用:以生物化学课程为例[J]. 中国生物化学与分子生物学报, 2021, 37(8): 1124-1130.
SHI JM, XUE ZY, WANG JY, XU ZR, LI XY, TENG CB. Application of knowledge reconstruction based on “research case” in undergraduate teaching—taking Biochemistry course as an example[J]. Chinese Journal

- of Biochemistry and Molecular Biology, 2021, 37(8): 1124-1130 (in Chinese).
- [8] 徐启江, 周波, 闫海芳. “分子生物学”课程思政教学探索[J]. 黑龙江教育: 高教研究与评估, 2019(11): 15-18.
- XU QJ, ZHOU B, YAN HF. Explorations on the ideological and political education of Molecular Biology[J]. Heilongjiang Education: Higher Education Research & Appraisal, 2019(11): 15-18 (in Chinese).
- [9] 逢红梅, 陶启坤, 康洁. 新时代研究生课程思政建设难点与突破路径[J]. 研究生教育研究, 2022(3): 61-67.
- PANG HM, TAO QK, KANG J. Difficulties in the development of course-based ideological and political education for postgraduates in the new era and the breakthrough path[J]. Journal of Graduate Education, 2022(3): 61-67 (in Chinese).
- [10] 曹镇玺, 孙志伟. 研究生课程思政的核心要素与实践逻辑[J]. 学位与研究生教育, 2022(6): 54-60.
- CAO ZX, SUN ZW. Core elements and practical logic of ideological and political education in graduate courses[J]. Academic Degrees & Graduate Education, 2022(6): 54-60 (in Chinese).
- [11] 梁雪莲, 唐辉武, 王丽敏, 周玲燕, 张雅君, 梁佳勇. 教改以来团队建设涉及四大方面问题争论[J]. 教育教学论坛, 2020(31): 67-69.
- LIANG XL, TANG HW, WANG LM, ZHOU LY, ZHANG YJ, LIANG JY. Four major issues about team building in the reform[J]. Education Teaching Forum, 2020(31): 67-69 (in Chinese).

(本文责编 郝丽芳)