

生物学创新人才培养的理论与实践探索

潘宝平^(✉), 黄辉, 闫春财, 孙金生

天津师范大学生命科学学院, 天津, 300387

摘要: 本文讨论了目前我国高校在生物学创新人才教育方面的问题, 在参考国内外相关教育教学理论和科学训练方法基础上, 结合我校生物学专业本科生科学素质教育的多年实践经验, 归纳出科学素质训练的基本原理和实施策略。实践证明, 这些方法策略对于培养本科学生学习自信心, 动手操作能力、综合分析能力和创新思维具有显著的效果。

关键词: 科学共同体, 生物学, 创新型人才, 科研训练, 实验教学改革

Exploration in Theoretics and Practice for Cultivating Innovation Student of Biological Sciences

PAN Bao-ping^(✉), HUANG Hui, YAN Chun-cai, SUN Jin-sheng

College of Life Sciences, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China

我国学者钱学森提出的“为什么我们的学校培养不出杰出人才?”问题, 曾引发了国内教育学者的一系列思考。当前, 我国的高等教育正处于改革发展的关键时期, 如何培养出新一代真正具有科学素养的创新型人才, 已成为国内高等学校普遍面临的首要任务。作为高校生物教师最重要的教育理念不仅是让学生掌握生物学知识, 而是要让大学生了解科学研究方法并具有科学创新精神。笔者针对目前国内高校生物学人才教育方面的优势和存在的不足, 在参考了国内外相关教育教学理论和科学训练方法的基础上, 根据我校生物相关专业大学生科学素质教育的实践经验, 简要归纳出一些科学素质教育的理论和方法策略, 旨在为同行教师提供本科生科学规范教育和科学方法训练的实际案例。

1 科学研究教育的相关理论

1.1 建构主义科学教学理念

建构主义中的“科学研究”原形发展理论^[1]认为, 要区分模仿科学家的科学活动与真正的科学研究差别。要使学生摆脱课堂中模拟“实验室中的科学家”错觉。该理论特别指出: 科学研究活动并不是单个科学家在实验室中完成的认知发现, 而是在一个科学共同体 (science community) 中共同推进的科学知识的不断进步过程, 在建构主义理论看来, 科学研究应该是一种高层次的大众建构过程; 即每个研究者的成果都应该在这个共同体中公开, 并且每个人都受益于其他研究者的成果, 不断在他人研究成果的基础上重新审视旧问题和提出新问题。在这个共同体中每个研究者必须遵守公认的行为规范, 都要维护共同的道德准则。因此, 在对大学生进行训练中, 教师不仅要关注每个学习者的研究活动, 更重要的是建立科学知识建构的共同体概念, 以形成良好的学习交流空间, 使学生有机会公开自己的见解, 能够相互彼此点评、置疑、改进、丰富和汇总, 并且延伸出新的问题。共同

收稿日期: 2013-04-08; 修回日期: 2013-05-15

基金项目: 天津市教育科学“十二五”规划课题(编号BE4142)、天津市高等学校“十二五”战略性新兴产业相关专业建设项目、天津市高等学校“十二五”质量工程建设项目资助

通讯作者: 潘宝平, E-mail: panbaoping@yahoo.com.cn

成员在共同推进公共知识空间增长中达到自身知识增长的目的。这里指的公共知识空间可以是文献、教材、图书资料和网络信息等，但每个学习者都应该将自己的想法或见解通过讨论、网络知识论坛等贡献到公共知识空间中。目前，国内许多高校在生物学本科的理论与实验课程中往往关注每个学生个体参与科学训练过程，即希望大学生像生物学家那样研究生物，像物理学家那样研究物理等，强调学习者的个人兴趣需要、实验技能发展和学习效果，反而经常忽视科学研究中的社交结构，离开了科学知识建构的社交结构则不是真正的科学教育，同时会使一些违反科学规范的行为时常发生，如论文抄袭、篡改数据、低级重复研究等不良现象不断产生。我国当前的本科教育一般在高年级学生甚至研究生阶段才真正接触到科学共同体的概念，如在毕业前的科研选题、论文答辩、发表文章、申请基金、申报专利等不仅需要参考其他研究者的成果，并且需要接受同行专家的评审，但种补偿性的科学规范教育明显滞后。

1.2 科学创造性教学思想

21世纪是生命科学高速发展的时期，现代生物技术已成为世界瞩目的战略性新兴产业。生命科学发展的原动力是不断创新，而创新本身则来源于求异思维，即需要研究者在已有的公共知识空间中提出新的问题或见解，并进一步探索解决新问题的答案。爱因斯坦曾指出：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要，因为解决问题也许仅仅是一个教学上或实验上的技能而已。而提出新的问题、新的可能性，从新的角度看旧的问题，都需要有创造性的想像力，而且标志着科学的真正进步”。著名学者李政道教授也曾说：“最重要的是提出问题，否则，将来就做不了一流工作”。有关如何对学生创新能力培养方面，我国近代教育家陶行知先生^[2]曾提出过“六个解放”的精辟论述，即解放其头脑，使他能想；解放他的手，使他能干；解放他的眼睛，使他能看；解放他的嘴，使他能谈；解放他的空间，使他能大自然大社会里去取得更丰富的学问；解放他的时间，使他能……，干一点自己高兴干的事情。有了这六大解放，创造力才可以尽量发挥出来。陶行知先生还曾指出：“看学校的标准，不是校舍如何，设备如何，乃是学生生活力丰富不丰富”。我国著名的科学家和教育家竺可桢^[3]先生也曾明确提出：“大学所施的教育，本来不是供给

传播现成的知识而重在开辟基本的途径，提供获得知识的方法，并培养学生自主研究、探索的精神，以期学生有自动追求知识和不断研究的能力”。因此，如何培养大学生敢于置疑、勇于探索的精神，是当前对大学生培养的重要任务之一。实践证明，当代大学生能够提出合乎逻辑的问题不仅需要较完整地理解公共知识空间，更需要具备重新审视传统理论的意识 and 胆识。但是，目前我国大学生现状远不能达到这一要求，甚至一些拔尖学生能够自己提出研究方向或离开导师课题引领而独立开展科研工作的甚少，这些问题尤其值得国内同行教育者深入思考。当然，有学者将其归于国内各种教育考核评价体系，因为目前的考试评价都在寻求统一的答案（标准答案），即拿求同思维的结果来评价大学生的学业水平，甚至作为能否深造为研究生的资格，其本身不但扼杀了求异思维的萌芽，给大学科学创新教育带来了更大的困难。

2 科学研究教育的实施策略

针对目前国内高校在科学研究训练方面的不足，我院以与时俱进的思想探索科学研究教育的方法；以专门课程和优良教风引导科学研究教育理念；以学科建设和专业建设带动科学研究教育的发展；以创新研究和实践活动开拓科学研究教育的领域；以严格的管理规范科学研究教育的效果。具体做法如下：

2.1 开设科学思想方法课程，让学生认识科研的真谛

建立诚信是衡量一个社会文明与进步程度的重要标志^[4]，而科研诚信在整个社会诚信体系中起着引领和导向作用。在大学校园中，科学诚信也是教学与科研活动的基础和根本前提。大学生的科学诚信不仅包括在科学研究中的道德规范，还体现在学生修读学业中的考试、实验操作、考勤等一系列行为表现。我院于2004年开始在本科选修课及研究生学位课中增设“生命科学思想和研究方法”课程，早期教材选用 Tung.T.S & Huang.P.C的 *Scientific Methods* 影印原版教材，后期随着内容的不断丰富自编了课程讲义，鉴于市面同类参考书很多，教师提供目录供学生按专题选用。该课程通过各种真实科学研究案例重点讲解了科学的道德与行为规范，科学研究的准备工作，科学实验的方法，科学论文的写作，科学讲演的技巧，科学研究课题的准备及申报等章节内容。重点分析了杰出生命科学家的成功案例；科学研究中的不

良行与科学道德；科学研究工作的艰辛与实验规范；生命科学实验的设计；生命科学论文的写作等本科学学生应知应会内容。在课程实施过程中，为了发展学生的资料搜寻、语言表达、科学研讨和写作整理能力，特别鼓励学生上讲台授课，教师组织其他同学共同辩论研讨，同时体现了科学研究共同体的场景。实践证明，此类课程对于学生的科学研究素质培养非常有效，许多学生认为课程中涉及的思想观点和行为规范能够受益终身。

2.2 营造浓厚学术氛围，使学生建立科研信心

现代教育技术通过多媒体手段大大丰富了课堂教学的场景，它能够把某个科学家的研究活动和科学观点浓缩到每门专业课的课堂上来，使学生能够在很短的时间内亲历科学工作者的研究内容和逻辑思维过程。但是，目前一些教育学者认为这种学习并不能真正展示科学家的辛勤劳动，并且这种过度机械、教条模仿所谓的“实验室中的科学家”会使学生错觉，不利于学生理解科学研究的艰辛，把科学研究工作看的过于简单。为了培养学生克服科研困难的情感和从事生命科学研究的理想与志趣，我院自2004年起每学期举办4~5次“学海点津，理想起航”的教授茶会活动，每次通过不同教授介绍自身的学习与科研经历，“茶话”学业与人生的关系。教授以不同的主题引导学生产生浓厚兴趣，引领学生主动投入创新研究活动，激励学生克服惰性加入学科研究团队，期望学生的知识和能力在岁月的积淀下越发丰富多彩。具体主题如“教授风采——学者风范篇；治学修身——诲人不倦篇；孜孜不倦——科研经历篇；锐意进取——人生规划篇”等，由不同教授直接解答学生们对科学研究的困惑问题，让学生详细了解学科发展及自身学习与研究方向，并由教授介绍各自实验室的科研工作及开放性实验课题，现场选拔有志向的本科学生加入教授的科研团队。

2.3 回归科学实验本质，改革经典实验教学

生命科学是实验性科学。但是，由于近代科学在思想认识模式基本上属于还原主义的，与其相对应的传统生物学实验教学也存在着明显的弊病，这种生物实验会使学习者逐步陷入了机械的循环论证的怪圈，乏味的验证性实验常使学习者感到厌烦，学生甚至应付或抄袭他人的实验报告，并且传统实验教学多侧重于实验的结果而不关心实验的过程，不利于培养学生

的科学方法、科学精神及科学探究能力。作为培养新世纪生物学人才的高等学校实验教学应特别强调学习者对科学过程的理解，它要求学习者回归到自然本身去认识自然。目前，国内许多高校在实验教学改革方面做了许多有益的尝试，如利用科研训练方式推进本科实验教学、开展学生自主化实验教学^[5]等。我院自2004年开始，对生物学实验课程进行了深入改革，具体做法是根据本科实验的性质、地位将实验划分为“三个层次、四个模块”。三个层次是按照实验性质，将其分为“基础性实验、综合性实验和科研创新实验”；四个模块根据实验课层次，分为基础实验模块（如动物学、植物学、细胞生物学、生物化学、微生物学、遗传学、分子生物学等）；生物技术模块（如现代仪器分析、核酸与蛋白质技术、生物信息学、植物组织培养、蕈菌生物学等）；综合实验模块（如生物技术大实验、大分子分离纯化技术、分子免疫标记、基因工程下游技术等）；开放实验模块（包括大学生自主创业计划、学生科研实训、开放性课题实验等）。为了培养学生主动动手能力、综合分析能力和创新思维能力，我院在基础性实验中试验开展学生自主化实验探索，如在生物化学、微生物学、动物学和植物学部分实验中，把实验教材作为学生学习的起点，让学生以小组形式参与试剂配置、材料采集、样品制备、实验实施方案和数据分析等全过程，使学生熟练掌握生物学实验的基本规范和操作程序。在综合性实验层次中，采用科研训练方式开展学生培训，如在高年级的生物技术大实验、植物组织培养、分子免疫标记等实验课程中，让学生按小组根据已有的知识背景和实验操作能力自行设计实验流程，包括资料查寻、掌握要领、数据采集、发现问题、解决问题和分析结果等全过程，重点培养学生的综合分析能力。在本科生的科研创新实验中，采用学生参加教授的科研团队或教授指导的开放性实验，学生自主选择研究题目→通过文献查阅确定技术路线→实验实施→数据处理分析→以科研论文格式完成实验报告，使学生初步尝试完成“一个科研项目”，为毕业论文的开展及学生今后的学习、工作打下了良好的基础。近年来，为了提拓宽本科生的就业渠道，我院还与部分实习基地达成了合作意向，将一些科研创新实验植入实习基地中进行，探索建立“专业实习—毕业论文—就业”一体化机制，即让部分大四本科学生在实习期间由实习基地的签约导师指导研究论文，这些论文可以

作为本科毕业论文, 时间在25周左右, 同时基地与表现优秀、创新实验能力强的本科生直接签订就业协议。为了提高实验内容的前瞻性和技术含量, 学院鼓励教师将具有先进性、实用性的科研成果转化为开放实验项目, 增加实验教学的研究成分, 以锻炼提高本科学生的科研能力。目前, 我院开设的学生自主性实验达到基础实验总数的23%, 综合性实验比例达到38.5%, 研究创新性实验达到实验总数的25%左右。实验教学的改革使学生的实验操作能力和科研创新潜力明显提高, 自2007年以来, 我院本科学生在省部级大学生生命科学实验技能竞赛中获一等奖11人, 二等奖15人。

2.4 开展科研实训, 使学生学会科研工作

国内一些学者^[6,7]认为, 作为新世纪理科拔尖人才的培养, 在进入大学得到基本培训后要直接进入大学教授的科研工作室, 让他们亲身接触到科学研究的方法和过程, 在教授和研究生的熏陶下学会开展科学研究工作, 为其今后成为顶尖人才提供重要的条件。我院利用现有的省部级重点学科和省部级重点实验室人员和设备优势, 加之丰厚的教师科研经费, 多数教师将自己的科研项目融入到实践性教学中, 近年来学生的开放性实验、创新研究、文献检索、项目调研、毕业论文等实践类教学环节的基本经费来源于指导教师的科研项目, 少部分由学校相关部门补贴(主要用于成果奖励), 目前已成为我院本科生培养特色和经验之一。在科研实训中注重对学生知识、能力、素质的综合培养, 教授采取任务驱动式激发学生独立思考、鼓励创新精神、提高实践能力。近年来, 我院本科学生参加教师科研团队培训或开放性实验达到286人次, 基本覆盖了大学2~3年级的本科学生。本科期间学生在重要学术期刊上发表科研论文20余篇, 其中SCI收录5篇。另外, 本科学子获省部级挑战杯大学生课外学术科技作品奖3项, 获国家级大学生创业计划项目4项。并且学院于2012年获得学校学风建设先进单位称号。

2.5 举办“研途有你”活动, 扫清学生个人发展阴霾

近年来, 国内生物专业本科生招生规模有增无减^[8], 但生物专业硕士研究生录取率则日趋紧张。作为地方院校每年都有一些生物专业的本科生毕业后未能深造亦没有从事本专业的工作而改行, 导致一些学生失去了学习信心, 更没有兴趣参加科学研究训练。为了满足渴望深造同学的需求, 我院自2010年开始, 在本科生中开展了“研途有你”的主题活动, 由本学院多位青年博士根据自身经历向本科介绍考研会遇到的问题及应对方法, 包括英语笔试技巧及平时的备战策略、各门专业课的复习内容和学习方法等, 解除学生对研究生入学考试的畏惧和疑惑。另外, 学院和实习基地联合每年都划拨专门经费, 作为考研学生的理论与实验培训及录取后的奖励。经过几年的实践效果良好, 近3年来, 尽管学院本科生招生数量逐年增加, 本科生考取研究生的比例逐年上升, 分别达到38%、41%和46%, 并且多数在国内一流大学或科学院系统研究生继续深造。其中, 有2名本科生被国外名牌大学录取, 获得全额奖学金攻读硕士学位。

参考文献

- [1] 高文, 徐斌艳, 吴刚. 建构主义教育研究 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2008: 100-108.
- [2] 李彦军, 李洪珍, 刘振峰, 等. 中国当代教学流派 [M]. 济南: 山东教育出版社, 2002: 123-136.
- [3] 沈思义, 秦世才. 当代教学方法 [M]. 北京: 中国物资出版社, 1989, 41-42.
- [4] Francis L. Macrina. 科学诚信. 3版. 何鸣鸿, 陈越等译. [M]. 北京: 高等教育出版社, 2011: 1-5.
- [5] 潘宝平, 郑津辉, 刘祥君. 本科学子中开展自主化实验教学的探索 [J]. 黑龙江高教研究, 2003, 114(4): 127-130.
- [6] 李师登, 王玉凤. 生物科学专业师范生创新能力培养的调查研究 [J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2012, 2(1): 11-15.
- [7] 李春明, 牛淑敏, 严冰, 等. 微生物学科研创新人才培养的实践与探索 [J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2012, 2(2): 26-29.
- [8] 潘宝平, 刘祥君. 我国生物学科专业发展的回顾与思考 [J]. 黑龙江高教研究, 2005, 133(5): 100-101.

(责编 高新景)