

教学研究

导学案在本科细胞生物学实验教学中的应用

高润池* 陈晓波 周滔 高冬丽

(云南师范大学生命科学学院, 昆明 650500)

摘要 实验是生命科学探索的基本途径, 实验能力是生物学工作者必须具备的技能。对于本科生来说, 实验能力的习得主要依靠实验课程学习, 因此, 在初学阶段掌握科学的实验学习方法和培养思维能力显得十分重要。然而, 一些高校在培养生物学专业学生实验能力过程中, 由于存在实验课课时少的问题, 导致学生实验能力的培养效果不佳。为此, 该教学改革探究了导学案在细胞生物学实验教学中的应用及其效果, 结果发现, 导学案教学不仅可以解决课时少的问题, 还有助于培养学生的实验学习习惯。该教学改革可为同等情况的高校实验教师教学提供参考。

关键词 细胞生物学; 实验教学; 导学案

The Application of Guided Learning Case in Undergraduate Cell Biology Experiment Teaching

GAO Runchi*, CHEN Xiaobo, ZHOU Tao, GAO Dongli

(School of Life Science, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract Experiment is the basic way to explore life science. The experimental ability is a necessary skill for biology workers. For undergraduates, the acquisition of experimental ability mainly depends on the study of experimental courses. Therefore, it is very important to master scientific experimental learning methods and cultivate thinking ability at the beginning stage. However, the lack of experimental class hours leading to the training effect at the experimental ability of biology students in some colleges and universities is not satisfactory. Therefore, this teaching reform explores the application and effect of the guided learning case in the experimental teaching of Cell Biology. The results show that this reformation not only solves the problem of less class hours, but also helps to cultivate students' experimental learning habits. This teaching reform can provide reference for the teaching of experimental teachers in colleges and universities in the same situation.

Keywords Cell Biology; experimental teaching; guided learning case

生命科学是发展极为迅速的科学研究领域之一, 该领域的绝大多数学科都具有实验性及实践性强的特点。细胞生物学作为生命科学的基础学科, 在高等教育单位中, 凡是开设细胞生物学理论课教

学的院系几乎都设有附属实验课程。然而, 一些硬件条件相对较弱的院校对实验课的重视度普遍都不高, 加之开展细胞生物学实验课时面临的其他一些困境, 比如有限的课时量、有限的实验经费和仪器

收稿日期: 2024-10-17

接受日期: 2024-12-10

云南师范大学本科教育教学改革研究项目(批准号: PX-18231030)资助的课题

*通信作者。Tel: 0871-65940143, E-mail: runchigao@163.com

Received: October 17, 2024

Accepted: December 10, 2024

This work was supported by the Undergraduate Education Teaching Reform Research Project of Yunnan Normal University (Grant No. PX-18231030)

*Corresponding author. Tel: +86-871-65940143, E-mail: runchigao@163.com

设备等^[1], 导致创新人才的培养质量与国家对人才的需求不匹配。实践证明, 高校的生物学实验课程是培养学生创新能力和独立开展实验能力的主要途径, 在培养创新人才方面发挥着举足轻重的作用。因此, 如何打破这些限制因素, 最大程度地达到人才培养目标成为生物学教学中亟待解决的关键问题。

我校生命科学学院的细胞生物学实验课程同样存在相似的问题。细胞生物学实验课程的课时安排为每周2学时(45 min为1学时), 开展12周实验教学(共计24学时), 完成7个基础性实验(每周1个实验)、1个综合性实验(分4周, 共8学时)和一次实验学习必备知识介绍兼安全教育。教学实践证明, 有限的课堂时间仅能够满足学生在规定时间内完成1次实验操作, 几乎没有时间重复训练, 甚至思考和消化。为了改善教学质量, 近年来, 细胞生物学实验教学团队在教学上不断进行改革, 包括用BOPPPS教学模式代替灌输式教学^[2]、通过“科研反哺教学”理念增加综合性实验的高阶性训练^[3], 以及课堂教学融入“科学精神”的思政元素提高学生的科研素养^[4]等, 但这些教学改革仍没有从根本上提高学生的实验能力。当然, 除了一些客观因素外, 还有一些主观因素也制约了学生的实验能力提升, 比如实验教学教师的教学设计是基于教案单向地将精力花费在知识传授上, 而学生在操作时也更多地注重实验技能的习得和理想实验结果的获得, 这种由教师主导的课堂带来的直接后果就是学生在结束实验后, 并不能够产生知识迁移, 甚至在面对一些科学问题时无法将其与教学中习得的技术建立联系。

为了解决上述问题, 教师团队使用导学案教学对细胞生物学实验课程进行教学改革, 为此, 教师团队基于学生的学情为每一个实验撰写导学案, 其内容包括导目标和导方法两部分。导目标部分主要明确学生自主学习的详细目标, 目的是帮助学生量化学习效果; 导方法部分则由一系列与实验相关的具有逻辑性的问题构成, 也称为问题案, 其内容覆盖实验的浅层知识、实验学习常规思路 and 做法、教师的实验设计理念和科学研究思维等。问题的难度设置由易到难, 数量上基本呈正态分布。该部分的作用是以问题为指导, 学生通过回答问题, 从而对实验有一个全面的了解。通过一学期的刻意练习, 学生就会逐渐掌握实验学习的方法, 为将来从事科学研究奠定基础。教学改革效果通过问卷调查、实验考核

和撰写学习总结等途径进行评价, 收集的数据显示导学案教学有效地提高了学生细胞生物学实验的兴趣及实验综合能力, 为相同背景及需求的院校提供了可借鉴的教学方法。本文以“DNA和RNA的化学显示”实验为例, 将从导目标、导方法和教学实践三部分阐述教学改革实施过程和要点, 以期为同等情况的教师教学提供参考。

1 导目标——明确学习目标

清晰明确的目标可以给人指引方向。正如教师教学需要设立明确的教学目标, 学生自主学习也需要清晰明确的学习目标指引。我校是师范院校, 因此在生物学本科学生人才培养目标中规定, 学生不仅要具备扎实的专业基础知识, 而且必须掌握规范的实验操作技能, 作为未来的教育工作者, 还要具有自主开展科学研究或实验设计的能力, 以及发现问题、解决问题和分析问题的能力。因此, 教师在设立课程的目标时, 都强调突出专业基础知识的扎实性、科学研究能力的高阶性、科学精神的严肃性, 以及生命观念的重要性。众所周知, 科学研究并不能时时刻刻给人兴奋的结果或发现, 因此在实验教学过程中也需要培养学生自我激励、正视失败的品质, 树立成长型思维和通过辛勤付出换取长期回报的价值观。

在本次导学案教学中, 教师们围绕教案的教学目标制定相应的学习目标(表1), 学生可参照学习目标对自主学习效果进行评价, 并在“预习自我评价表中”记录学习过程中遇到的困难和问题。同时自学教师提供的资料, 整理出详细实验方案和流程, 并结合理论知识初步确定预期的实验现象或结果, 反复在脑海中开展思想实验(thought experiment), 达到不借助资料也能够按流程准确完成操作的程度。

2 导方法——实验学习方法

实验课的学习方法与理论课学习方法之间差异较大, 因此, 对于实验初学者来说, 掌握正确的实验学习方法尤为重要, 否则就会造成理论课成绩非常理想, 但实验能力却很弱的局面。本次教学改革中, 教学团队旨在以导学案为载体, 培养学生自主学习实验的能力。为此, 我们在正式开展实验课前, 先对学生实验学习的必备知识进行系统讲解和教授, 随后进行课堂实践和刻意练习, 最终使之成为一种

表1 教学目标与学习目标的比较

Table 1 Comparison between teaching goals and learning goals

目标 Object	教学目标 Teaching goals	学习目标 Learning goals
知识目标	掌握DNA和RNA的相关理论知识和Brachet反应的实验原理	能够用简短的语言介绍DNA和RNA相关的理论知识, 复述Brachet反应的实验原理
能力目标	熟练操作, 观察到DNA和RNA的分布特征; 撰写研究型实验报告	尝试回答问题案中的问题; 通过思想实验熟悉实验流程; 预测DNA和RNA的分布; 思考结果呈现形式
思政目标	坚持严谨的态度, 坚守科研诚信底线, 发扬勇于探索的精神	逐一落实导学案任务, 养成刨根问底的科学研究态度

习惯, 为将来的科学研究奠定基础。

在本次教学改革中, 教师团队利用第一次课(2学时, 本次课不安排实验内容)的时间对文献资料搜索方法、文献阅读技巧、实验规范操作要领和学术交流(主要是研究型论文的撰写和学术报告幻灯片的制作) 4个方面进行系统讲解。在介绍文献资料搜索方法时, 教师详细演示常用文献数据库(如中国知网、PubMed等)的使用方法, 以便于学生在接下来的学习中, 能够及时准确地检索到需要的文献资料。然而, 对于如何阅读检索到的文献资料也是需要指导的。其原因是不同文献给我们提供的信息千差万别, 有些文献可能仅需要略读, 有些文献需要精读, 有些文献只需要关注方法, 有些文献需要关注内容等等, 因此, 教师需要将其道理与学生讲清楚, 这样才能够让学生提高文献阅读的效率。另外, 在文献阅读过程中, 有些内容学生是难于理解的, 比如文献里常常设置“空白对照”、“阴性对照”和“阳性对照”, 这部分知识在理论课上是不会强调的, 但在做研究时却是十分重要的, 因此, 在指导文献阅读时, 教师需要将文献中的每一个内容背后的道理讲解清楚。同时教师还要对文献的结构进行分析, 以帮助学生自主阅读文献时, 能够快速找到所需信息, 提高文献阅读的速度和效率。对于一些学习能力强, 且有开展科学研究需求的学生, 我们推荐他们使用孙同天教授推荐的提高科研能力的文献阅读方法^[5]。

实验课与理论课最大的区别就是实践操作, 因此, 正如每一行业都有自己的行业标准和操作规范, 在实验课中我们也强调培养学生实验规范操作的习惯, 包括熟练操作常用实验仪器。为此, 在本次课中, 我们也将为学生介绍一些常用的解决问题的技巧, 比如向有经验者请教、自主学习网上视频资源、查看说明书等, 以便在面临新问题时能够及时解决。

学术交流能力的培养也是实验课不容忽视的一个内容, 对学生而言, 可以通过实验报告撰写和实验汇报两个途径进行训练。为此, 在本次教学改革中, 结合文献阅读指导, 我们要求学生撰写研究型实验报告, 同时对图、表、单位的规范性都作出详细要求。期末进行一次小组实验汇报, 从幻灯片制作、图表规范性和语言学术性几方面综合考查学生的学术交流能力。

除了系统讲授实验学习相关的方法外, 本导学案教学中最重要的就是问题案(表2)。问题案的内容包括实验的原理、实验步骤或流程、原理与流程的对应关系、实验中每一个试剂的配制要领及其作用原理、实验中每一个步骤的作用、是否有可替代的试剂或步骤、实验中会出现的情况及可能原因、实验结果的预判、选择实验结果的呈现方式、实验或技术可以应用的研究领域、实验是否有可改进的地方。这些问题不仅可以帮助学生深入地理解实验, 而且还能够培养学生积极思考的品质, 甚至提高实验的成功率。为了方便学生记录和评价自学效果, 本次教学改革还提供了“预习自我评价表”, 该表格可以帮助学生记录和整理已经理解的和未理解的知识。

3 基于导学案的教学实践

导学案的设立一方面是学生通过课前自主学习, 对实验有深入的了解, 从而提高教学效率; 另一方面, 使学生掌握实验学习的方法。然而, 学生往往只能达到第一个目的, 而实验学习方法及能力的培养需要教师在实践教学来实现。为此, 教师团队在教学过程中也制定了相应的“程序化”教学环节。除了课前教师基于对学生学情的分析撰写教案和导学案外, 教师还需要在学习通平台提供学习资

表2 “DNA和RNA的化学显示”实验的问题案

Table 2 The question case of “chemical display of DNA and RNA” experiment

问题难易程度	问题系列
The level of question	Question series
容易(基础知识)	什么是细胞化学
	细胞化学的工作原理是什么
	什么是碱性染料或酸性染料
	甲基绿-派洛宁显示DNA和RNA的原理是什么
	DNA和RNA在细胞中的分布规律是怎样的
	你了解的观察生物大分子的方法有哪些
	用洋葱鳞茎内表皮作为实验材料有哪些优势
中等(基于理解)	如何确定甲基绿-派洛宁的染色时间
	DNA和RNA的分布与细胞周期之间有什么关系
	能否通过Brachet反应观察DNA和RNA的在细胞中的动态变化,如果能,你觉得用什么实验材料更合适,并解释理由
	如果使用其他实验材料,如何制作临时装片才能保证能够清晰分辨DNA和RNA的分布
较难(知识迁移)	分析细胞内DNA和RNA的意义是什么
	你认为该技术可以用于哪些方面的研究
	请查阅资料,尝试设计一个可以用该技术解决的科学实验

料,包括讲义、导学案、关键试剂说明书、关键仪器操作要领、必要的参考文献、视频资源等,方便不同学习需求的同学学习。

而在导学案教学中,课堂实践教学环节也很关键。尽管学生经过导学案的学习后,许多基础性的问题已经在课前解决,但学生仍存在一些难以解决的问题,因此,教师在实际教学阶段,可参考学生“预习自我评价表”中反馈的共性问题,通过参与式学习展开探讨,最终引导学生解决自主学习中遇到的困难和存在的问题;例如,在“DNA和RNA的化学显示”实验中,学生反馈难于理解的问题是“确定染色时间的理论依据”,这也是本实验中的关键步骤。由于之前的教学中,教师往往在课件中已经向学生提供最佳处理条件,因此,学生们对此类问题思考较少,但科学研究中的试剂工作浓度、处理时间等却又是十分重要的,因此,在初学实验时一定要让学生理解这些参考数据的意义和价值,以便在后面的学习和工作中能够准确设计实验条件。为此,尽管在“DNA和RNA的显示”实验的课件中指明用甲基绿-派洛宁染色时间为30 min,但在课堂上教师仍会带领学生们进行讨论,让学生思考“30 min是否就是最佳染色时间?”,通过讨论学生就明白染色时间是需要优化的,因此他们在操作时会设定几个时间点,最终他们通过实践证明染色10 min左右就能够观察到明显的现象,在这个过程中学生不仅掌握了实验条件的优化意识,而且还体会到了“学而时习之,不亦

说乎”的真正快乐。

除了解答学生们反馈的问题外,教师教学的重点还包括教授学生如何针对实验主题提出相应的“科学问题”,并对实验方案进行可行性分析。由于本科细胞生物学实验大部分为验证性实验,因此,关于“提出科学问题”的训练受到一定的限制,然而,教师也可以从思路上进行引导。例如,在“DNA和RNA的化学显示”实验中,教师通过引导学生,提出“活细胞中DNA和RNA的分布特征是什么样的?”,随后对“材料选择”进行探讨,比如可以比较植物材料和动物材料的优缺点,或者植物材料之间的优缺点,最终选择适合自己的实验材料,在本次实验中,实验目的仅仅是观察细胞中DNA和RNA的分布特征,因此,选择植物材料中的洋葱鳞茎内表皮就比较有优势。再则可以对实验方法进行选择和可行性分析,因为在科学研究中,解决同一个问题的方法会有多种,但适合自身条件的可能就一到两种而已,在本实验中,利用甲基绿-派洛宁染色是一种比较适合多人在规定时间如90 min内完成的实验技术。然而,当参与实验的人员数量和技能水平有变化时,选用的方法技术也将会随之发生改变。教学中对学生进行类似的思维引导,有助于他们在以后的科学研究中,能够全面分析实验方法的可行性。

学术报告的撰写才是学术研究行为的最后环节。因此,本次教学改革仍对学生的实验报告作出要求,即课后学生需要撰写研究型实验报告,报告要

遵循学术规范性,同时学生需要总结和反思实验得失,查阅文献关注相关实验在科学研究中的真实应用,逐渐学会知识迁移应用。例如,有些学生学会了用甲基绿-派洛宁染色,可以对细胞中的DNA和RNA进行定位和半定量,他们因此提出了“用甲基绿-派洛宁染色观察微塑料对细胞DNA和RNA的影响”、“用甲基绿-派洛宁染色观察香菇多糖对肺癌细胞中DNA和RNA的影响”等课外研究课题。

导学案教学不仅让学生逐渐掌握实验学习方法,而且还有助于培养学生的科学研究思维。在本次导学案教学中,教学团队建立了“有章可循”的教学和学习方法,并通过“刻意练习”加以强化,最终实现了学习方法的培养。通过这样的教学和学习,将实验思维和技能变为学生自身的能力,从而促进他们的发展。一项技能的获得需要不断的重复训练,因此,本学期的所有实验都将以导学案的教学模式进行,希望学生通过导学案开展自主学习,并在教学实践中体会开展实验的思维和行为,从而培养学生的实验探究能力,最终实现知识的迁移。

4 教学效果评价

教学团队在本次教学改革中,通过访谈及时了解学生的学习情况。与目前各高校一样,我院在大力推行“以学生为中心”的教育理念时,也会采用丰富的教学资源,旨在培养学生自主学习的能力。然而,访谈发现,只有那些能够让学生真正体会到乐趣或实用性的学习内容,学生们才会愿意全身心地参与,甚至达到“心流”的境界。因此,教学团队在进行每一个实验教学设计过程中,都设法调动学生的学习兴趣和学习激情。例如,在“观察细胞显微结构”的实验中,教师们结合学校的资源优势,在导学案中提出一个问题,“春天,校园里的花千姿百态,它们细胞形态差异到底怎样?它们的大小如何呢?”为此,让学生自行采集样品,在课堂上学习制作临时装片后对各自的材料进行观察,最后将所有同学获得的结果进行展示,由于大家的材料不一样,观察的结构不同,每一个人获得的结果都是独一无二的,这种简单的改变却增强了他们的自信心和学习兴趣,在解决科学问题的同时也提高了教学效果。通过这种方式不仅让学生掌握了临时装片的制备方法,同时也加深了学生对植物细胞形态的了解和对细胞形态的多样性的认识,让枯燥的实验和知识有了“温度”。

本次教学改革通过问卷调查、课程考核和撰写学习总结等方式评价导学案在细胞生物学实验教学中的效果。其中,问卷调查内容主要包括学生对导学案的认可度、学生实验设计能力提升情况、学术论文规范性撰写能力,以及对实验课的认识、对科学研究的认识、独立开展实验能力等方面,从统计数据来看,绝大部分同学都认可导学案教学在实验学习中的积极作用,但对于实验设计能力的提升效果,学生们都持保留态度,这将是下一个教学改革的重点。课程考核的成绩体现了接受导学案教学的学生总体成绩优于常规教学班级的成绩。在学生撰写学习总结中,也发现许多学生表示导学案有助于他们对实验的深入理解,学生们表示对该教学方法很喜欢,虽然有一定的难度和挑战性,但使他们改变了以往被动做实验的习惯,课堂上他们可以全身心投入并主动探索。

5 讨论

导学案教学模式是以学生为主体、以问题为主线、以培养学生的学科素养为核心的一种新型教学模式,重在引导学生主动发现问题、分析问题、解决问题,从而实现素质教育的目标^[6]。一些教学实践也表明了导学案教学模式能够提升教学效果,例如孙瑞通过比较基于“雨课堂+导学案”的混合式教学,发现导学案教学利于提高学生的学习效果与内部学习动机^[7]。

在本次教学改革中,我们团队教师根据教学内容撰写供学生自主学习参考的导学案,这不仅将教学重心前移解决学时有限与提升学生的生物学实验能力的矛盾,而且还让学生充分理解教师的教学意图和思维,真正引导学生发挥主观能动性。在教学改革中,我们强调思想实验的重要性和必要性,并将思想实验和动手实验(lab experiment)有机地结合起来,使学生全面体会科学研究的过程,培养学生的科学态度和科学道德,提升科研能力,从而提升整体教学质量,促进创新型人才培养目标的实现^[8]。让学生先掌握实验的学习技巧,再通过刻意练习强化技能,从而提高学生独立开展实验的能力。对学生的实验热情、动手能力、实验设计能力、学术交流能力、综合能力等方面进行数据收集,结果表明,导学案教学有效地提高了学生对细胞生物学实验的兴趣及他们的实验综合能力。

目前导学案教学在初高中教育中较为普及,而在高等教育中应用并不广泛。虽然导学案有其优势,但初高中教师使用导学案时,经常借助一些已公开出版的导学案教辅材料,为此也引起了一些争议,例如,初高中教师认为,导学案教学不仅加重了学生的学习负担,而且更重要的是消减了教师的主导性,甚至削弱了教师对课程的独特理解^[9]。本次教学改革之所以大胆将导学案教学应用在本科细胞生物学实验教学,其原因主要包括:大学生对自主学习时间的支配比初高中生更自由,同时,大学生由于思维发展更成熟,因此他们的学习能力比初高中生更强;此外,本次教学改革中使用的导学案是教师针对不同专业学生撰写的,更符合学生的学情和培养目标。然而,导学案教学也并不能够解决所有的问题,比如在数据统计时发现,学生对实验设计能力的自我评价还是非常保守的,说明在这方面还需要另辟蹊径。

参考文献 (References)

- [1] 何晓燕, 乔磊. 教研融合的细胞生物学实验教学改革与实践[J]. 实验室研究与探索(HE X Y, QIAO L. Reform and practice of cell biology experiment teaching with the integration of teaching and research [J]. Research and Exploration in Laboratory), 2023, 42(3): 196-201,68.
- [2] 高润池, 王晓燕. BOPPPS教学模式在细胞生物学实验教学中的应用初探——以“细胞膜的渗透性实验”为例[J]. 中国细胞生物学学报(GAO R C, WAGN X Y. Preliminary application of BOPPPS teaching mode in Cell Biology Experiment course: a case study of the cell membrane permeability experiment [J]. Chinese Journal of Cell Biology), 2021, 43(11): 2186-90.
- [3] 高润池, 吴雪, 倪娟, 等. 将盘基网柄菌用于本科细胞生物学综合性实验教学初探——电穿孔转化绿色荧光蛋白[J]. 中国细胞生物学学报(GAO R C, WU X, NI J, et al. Preliminary study on the use of *Dictyostelium discoideum* in comprehensive undergraduate laboratory course of cell biology: transformation of Lifeact-green fluorescent protein by electroporation [J]. Chinese Journal of Cell Biology), 2020, 42(3): 493-8.
- [4] 高润池, 蒋锐达, 王晓燕. 基于科学精神的细胞生物学实验课程思政设计与实践[J]. 中国细胞生物学学报(GAO R C, JIANG R D, WAGN X Y. Design and practice of Cell Biology experiment course based on scientific spirit cultivation of ideology and politics [J]. Chinese Journal of Cell Biology), 2023, 45(8): 1201-7.
- [5] SUN T T. Active versus passive reading: how to read scientific papers [J]? Natl Sci Rev, 2020, 7(9): 1422-7.
- [6] 卢大水. 导学案教学模式在初中历史中的整合运用[J]. 江西教育(LU D S. The integrated application of the guided learning plan teaching mode in junior middle school history [J]. Jiangxi Education), 2023(35): 24-5.
- [7] 孙瑞. 基于“雨课堂+导学案”的内科护理学混合式教学效果评价[J]. 中国高等医学教育(SUN R. Evaluation of mixed teaching effect of internal medicine nursing based on “Rain Classroom+Guidance Case” [J]. China Higher Medical Education), 2021(12): 66-7.
- [8] 陈凌, 李丽, 宋军. 细胞生物学思想实验教学模块的构建及教学实践[J]. 中国细胞生物学学报(CHEN L, LI L, SONG J. The construction and practice of teaching module of thought experiment in the course of Cell Biology [J]. Chinese Journal of Cell Biology), 2023, 45(2): 232-9.
- [9] 包悦玲, 赵思林, 刘艺. 导学案存在问题的深度分析与消解[J]. 教学与管理(BAO Y L, ZHAO S L, LIU Y. In-depth analysis and resolution of the problems existing in the guidance case [J]. Teaching & Adimistration), 2021(24): 84-6.