

全国中小学教师继续教育
专 业 课 教 材

教育部师范教育司组织编写

中学

生物学实验技能

ZHONG XUE SHENG WU XUE SHI YAN JI NENG

主编 王永胜

 吉林大学出版社

全国中小学教师继续教育专业课教材

中学生物学实验技能

主 编	王永胜	
编著者	裴素青	王德利
	赫子瑞	王丽丽
	陈盼山	张彩波
	石丽杰	王永胜

吉 林 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

中学生物学实验技能/王永胜编. —长春: 吉林大学出版社, 2001. 2

ISBN 7-5601-2478-X

I. 中… II. 王… III. 生物课—实验—中学—教学参考资料 IV. G634.913

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 04784 号

全国中小学教师继续教育专业课教材

中学生物学实验技能

王永胜 主编

责任编辑、责任校对: 孟黎黎

封面设计: 张沐沉

吉林大学出版社出版

吉林大学出版社发行

(长春市解放大路 125 号)

长春市第四印刷厂印刷

开本: 850 × 1168 毫米 1/32

2001 年 3 月第 1 版

印张: 10.125

2001 年 3 月第 1 次印刷

字数: 222 千字

印数: 1 - 10 000 册

ISBN 7-5601-2478-X/G·310

定价: 16.00 元

前 言

全面推进素质教育，是当前我国现代化建设的一项紧迫任务，是我国教育事业的一场深刻变革，是教育思想和人才培养模式的重大进步。实施“中小学教师继续教育工程”，提高教师素质，是全面推进素质教育的根本保证。

开展中小学教师继续教育，课程教材建设是关键。当务之急是设计一系列适合中小学各学科教师继续教育急需的示范性课程，编写一批继续教育教材。在教材编写方面，我司采取了以下几种做法：

(1) 组织专家对全国各省（区、市）推荐的中小学教师继续教育教材进行评审，筛选出了 200 余种可供教师学习使用的优秀教材和学习参考书。

(2) 组织专门的编写队伍，编写了 61 种教材，包括中小学思想政治、教育法规、教育理论、教育技术等公共必修课教材；中小学语文、数学，中学英语、物理、化学、生物，小学社会、自然等学科专业课教材。上述教材，已经在 1999 年底以《全国中小学教师继续教育 1999 年推荐用书目录》（教师司 [1999] 60 号）的形式向全国推荐。

(3) 向全国 40 余家出版社进行招标，组织有关专家对出版社投标的教材编写大纲进行认真的评审和筛选，初步确定了 200 余种中小学教师继续教育教材，这批教材，目前正在编写

过程中, 将于 2001 年上半年陆续出版。我们将陆续向全国教师进修院校、教师培训基地和中小学教师推荐, 供开设中小学教师继续教育相关课程时选用。

在选择、设计和编写中小学教师继续教育教材过程中, 我们遵循了以下原则:

1. 从教师可持续发展和终身学习的战略高度, 在课程体系中, 加强了反映现代教育思想、现代科学技术发展和应用的课程。

2. 将教育理论和教师教育实践经验密切结合, 用现代教育理论和方法、优秀课堂教学范例, 从理论和实践两个方面, 总结教学经验, 帮助教师提高实施素质教育的能力和水平。

3. 强调教材内容的科学性、先进性、针对性和实效性, 并兼顾几方面的高度统一。从教师的实际需要出发, 提高培训质量。

4. 注意反映基础教育课程改革的新思想和新要求, 以使教师尽快适应改革的需要。

中小学教师继续教育教材建设是一项系统工程, 尚处在起步阶段, 缺乏足够的经验, 肯定存在许多问题。各地在使用教材的过程中, 有什么问题和意见, 请及时告诉我们, 以便改进工作, 不断加强和完善中小学教师继续教育教材体系建设。

教育部师范教育司

2000 年 11 月 1 日

目 录

第一章 中学生物学实验技能的基本理论与方法	(1)
第一节 技能的基本概念与分类	(1)
一、技能的基本概念	(1)
二、技能的分类	(1)
第二节 实验中的基本过程技能(Basic Process Skills)	(3)
一、观察(Observing)	(3)
二、测量(Measuring)	(9)
三、分类(Classifying)	(12)
四、数据、资料的收集和分析	(15)
五、表达与交流(Communicating)	(18)
六、预测(Predicting)	(22)
七、推论(Infering)	(25)
第三节 实验中的统合技能(Integrated Skills)	(29)
一、从事适当的定义(Defining Operationally)	(29)
二、形成假说(Formulating Hypotheses)	(31)
三、控制实验因子(Controlling Variables)	(36)
四、从事实验(Experimenting)	(38)
第四节 实验技能的形成过程——心理学基础	(45)

一、动作技能形成的阶段	(47)
二、动作技能的保持和迁移	(51)
第二章 中学生物学课程教学中的技能培养	(53)
第一节 中学生物学教学中的技能目标	(53)
第二节 如何培养实验技能——几个案例	(54)
一、显微镜及其在生物学观察中的使用	(54)
二、小动物解剖实验	(67)
三、一组用果蝇来做的实验	(73)
四、有趣的探究实验	(94)
五、模拟实验	(111)
六、动手设计动植物的行为实验	(126)
七、一组用酵母菌来做的实验	(141)
八、一组经典生物学实验及其改进	(152)
第三节 中学生物学实验的准备工作	(168)
第三章 生物实验技能的评价	(174)
第一节 关于评价的基本问题	(174)
第二节 几种常用的技能评价方法	(176)
一、建立实验技能评价的目标体系	(176)
二、实验技能评价常用方法简介	(179)
第四章 中学生物学实验材料的搜集、获取与标本	
制作	(184)
第一节 正确选择实验材料的意义	(184)
一、几种实验材料与生物科学发展中的重大	
发现	(185)
二、选择中学生物学实验材料的基本原则	(186)

三、利用身边的生物和自身开展探究实验·····	(188)
第二节 中学生物学实验常用材料的获取方法 ·····	(189)
一、植物材料的采集和培养 ·····	(189)
二、动物材料的采集和培养 ·····	(205)
第三节 简易标本制作方法 ·····	(216)
一、干制标本 ·····	(216)
二、浸制标本 ·····	(228)
三、骨骼标本 ·····	(235)
四、显微标本 ·····	(237)
第五章 生物学活动的指导 ·····	(246)
第一节 生物学活动课概述 ·····	(246)
一、生物学活动课的意义 ·····	(246)
二、生物学活动课的课程目标 ·····	(248)
三、生物学活动课的原则与教学策略 ·····	(251)
四、生物学活动课的评价 ·····	(253)
五、生物学活动课的类型 ·····	(254)
第二节 指导中学生开展生物科技活动的方法 ·····	(255)
一、生物科技活动的意义 ·····	(255)
二、生物科技活动的类型 ·····	(256)
三、指导生物科技活动的方法 ·····	(258)
第三节 生物学综合实践活动案例评析 ·····	(264)
第六章 生物学的野外实践工作 ·····	(279)
第一节 生物学野外实践的意义及基本要求 ·····	(279)
一、生物学野外实践的意义 ·····	(279)
二、生物学野外实践的主要内容 ·····	(282)

三、生物学野外实践对教师的基本要求	(284)
第二节 野外实践的组织及注意事项	(285)
一、野外生物学实践的组织	(285)
二、野外生物学实践的注意事项	(289)
第三节 野外生物学实践的典型范例	(290)
主要参考资料	(312)
后记	(315)

第一章 中学生物学实验技能 的基本理论与方法

第一节 技能的基本概念与分类

一、技能的基本概念

生物学是以实验为基础的学科,实验技能是实验观察能力、动手能力的综合。是人们在领会知识和经验的基础上,通过反复练习而获得的一种顺利完成某种任务的活动方式。技能不是先天就有的,它是后天通过反复练习与实践才形成的。

教育心理学认为,技能是知识应用于实际的重要环节。知识应用于实际并不是一下子能完成的,是要经过一个发展阶段,也就是说,学生所学习的科学知识,不能直接转化为能力,只有把知识运用到实践中去,经过形成技能,才可能形成具有心理特征的能力。从这个角度来看,技能是知识转化为能力的中间环节。技能和能力是两个概念,它们既有联系又有区别。技能一般又分为心智技能(或智慧技能)和动作技能。

二、技能的分类

根据美国科学促进会(The American Association for the Advancement of Science, A. A. A. S)课程教学研究在科学探究

中所提出的“科学过程技能”(Science Process Skills)来分类,可把过程技能分为两大部分共有 14 种具体技能:

(1)基本过程技能,包括:①观察,②测量,③应用数值,④分类,⑤应用时空,⑥表达沟通,⑦预测,⑧推论。

(2)统合技能,包括:①从事适当的定义,②形成假说,③解释资料,④建立模型、⑤控制实验因子,⑥从事实验。

基本过程技能和统合技能是相辅相成的。基本过程技能是统合技能的基础,而统合技能是基本过程技能的发展。基本过程技能和统合技能始终相伴,两部分技能的整合,构成了中学生物学实验教学的过程技能。两

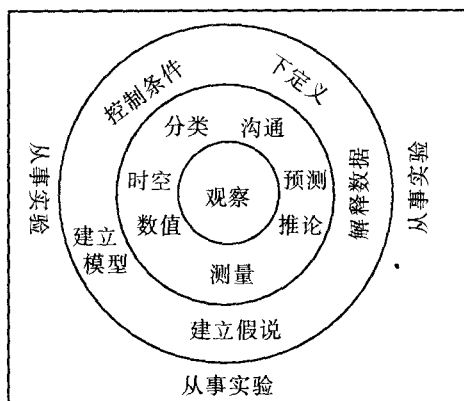


图 1-1 实验技能

部分技能的关系可用图 1-1 表示。

科学过程技能的培养应作为我国中小生物教学中基本技能培养的主要内容,应该纳入生物教学的目标体系,作为教学和评价的重要依据。

从我国教育的实际情况出发,中学生物实验技能又可按培养学生进行科学过程技能、操作技能和智力技能三个方面来分类:

(1)科学过程技能是指学生从事科学研究工作的能力,包括一般的科学工作方法、技能和思想方法。例如,观察、测量、对数据计算和处理等。

(2)操作技能包括使用显微镜、解剖器具、练习徒手切片和制作临时装片等。

(3)智力技能就是结合实验内容,学生对实验目的、原理、实验过程和方法步骤的认知,实验现象的观察分析、实验数据的收集处理等,它常常与学生对生物学基本概念和基本原理的掌握程度及认知策略相联结,是学生认知能力的实际表现。

技能的培养,应该作为重要的教育目标,从幼儿园或小学低年级做起,一直到高中及高中以上各阶段,贯穿整个科学教育始终。使每一个公民具备基本的科学素养,善于用科学的技能和思维方法处理工作和日常生活中遇到的各种问题,以达到提高工作效率和生活质量。从事生物科学教育工作的教师更应该重视科学教育观的转变,加深对科学方法和过程技能培养的认识,提高实验技能,加强实验教学,让学生亲身体验“做科学”的过程,鼓励学生去探究、思考和创造。只有这样,科学技能才能逐渐真正形成。

第二节 实验中的基本过程技能(Basic Process Skills)

一、观察(Observing)

(一)观察与观察能力

观察作为科学探索的一种主要方法,是指人们通过感觉器官或借助一定的科学仪器,有目的、有计划地考察研究对象的一种方法。

观察能力是指通过观察活动,全面深入正确地认识事物特点并把其性质、状态、数量等因素描述出来的一种能力。

观察能力是一种科学或生活中最重要的技能。观察是一切科学研究的基点,是人们认识世界获取知识的重要途径,所有自然科学知识都是基于观察的结果。观察是种种假设、求证、推论产生的基础。正确的观察能力是充分利用人体自身的视、听、触、嗅、味觉等,或借助放大镜、显微镜等仪器,能动地、客观地去观察,定性、定量观察、动态观察、综合性观察、选择性观察,并在观察中寻找、发现观察对象的异同、特点和规律。因此观察是有目的、有计划并和思维活动紧密结合的主动知觉,是一种多因素的智力结构,必须通过人脑的思维,才能产生良好的观察效果。在生物科学研究当中,观察还是一种直接的科学研究方法。许多科学发现和研究成果直接来自于直观公正的科学观察。

心理学研究表明学生获得知识的思维过程是:观察→直觉思维→想象→抽象思维→本质揭示。实践证明,如果一个学生具有较强的观察能力,他就有更多的机会获取知识,就更能从观察对象上发现事物的本质特征。因此培养和发展学生正确、客观而敏锐的观察力就显得十分重要。

(二)观察能力培养的途径

培养学生观察能力的途径和方法是多种多样的。在生物学实验教学中如何培养学生的观察能力?观察中应注意哪些问题呢?

1. 激发观察兴趣、培养观察习惯

兴趣是学习的挚友,是智力开发和完成观察任务的原动力。激发学生兴趣,要避免空洞说教,应渗透在具体教学过程中,可利用生物学史进行教育引导,如达尔文、孟德尔、巴斯德、童第周等成绩显赫的生物学家是如何重视观察的;细胞、青霉素、遗传规律、达尔文进化学说等许多生物学发现是如何通过观察而产生的,引导学生去感悟一切成功均来自于

观察的兴趣、观察的精细和观察的思考。还可以通过各种教学手段积极创造条件,在日常生活中联系实际去指导,刺激和培养学生的学习兴趣。如:建设学校生物园、生物角,或利用学校周边环境,农田、树林、动植物园、湖泊等较好的生态环境、生物群落,为学生提供良好的观察条件。此外,可利用现代教育技术和 Internet 提供的广阔时空性,为教学提供更为丰富的观察资料,增强对学生的吸引力。尤其是到实地去观察动物、植物和生态环境等,激发学生对自然界中形形色色生物体的兴趣,如:观察苔藓、地衣、蕨类植物的生活环境,观察树上的节瘤,观察蜜蜂、蚂蚁的分工,各种昆虫的行为、鸟类的迁徙等等,体验大自然中的多姿多彩,欣赏生命世界的神奇与美妙,激发学生观察的兴趣,逐步养成善于观察的良好习惯。

2. 明确观察目的

观察是有目的、有计划的知觉,只有目的明确、目标清楚,观察才能抓住重点,注意力才能集中到观察对象,感知和思维才可能紧紧围绕着被观察的对象并获得清晰的生物形象,给思维提供丰富多彩的材料,从而做出符合客观实际的判断。赞可夫教学论有一条重要的教学原则,就是让学生明确教学目的,了解教师的教学意图。中学生物实验教学中要让学生真正明确这些目的,并落实在学习活动中,就必须在一个实验过程中,对学生进行目的性教育。学生要清楚地知道要观察什么、通过观察要得到什么。避免观察的随意性和盲目性,要注意到中学生的知觉无意识性和情绪仍较明显,注意力往往与兴趣联系,容易被一些无关的内容所吸引。比如有的学生在观察自制洋葱表皮细胞装片时,把注意力集中到摆弄显微镜,游移不定的气泡上,而忽略了重点观察目标。因此,建议在每一个实验中,教师都要拟定一个观察提纲,以

表格等形式给学生一个明确的观察目的和具体任务,加强对观察活动的指导,以确保观察目的的实现。

3. 掌握观察顺序,学会观察方法

明确了观察目的后,观察应有计划、有顺序、有层次地进行。教师要有步骤、有条理地指导学生掌握常用的观察方法和观察程序,提高学生的观察能力,引导学生在似乎平常的事物中寻找出内在联系,在偶然事物中找出规律性的东西。所以在科学上要有所发现,有所创造,就要学会和掌握正确的观察方法。

(1)顺序观察:引导学生按照从内向外、从左到右、从上到下、从局部到整体,由远到近、由高到低、由先到后、由宏观(肉眼可见)到微观(显微镜观察),并且要有组织、有计划进行系统性观察,体现观察的程序性。根据具体情况,还可由整体到局部观察,便于使学生迅速获得正确观察方法和认知规律。如:观察花的基本结构(以桃花为例),可让学生先观察一朵花的外型,从外向内依次摘下观察花萼、花冠、雄蕊、雌蕊,并认清它们的形态特征。然后再用放大镜观察在花药中的花粉,纵向剖开子房,观察子房里面的胚珠。观察植物细胞有丝分裂装片,观察前应提示学生观察程序是:先用低倍镜→找到分生区细胞→观察识别有丝分裂不同时期细胞的特点(重点观察染色体特点)→再用高倍镜观察各期分裂相→绘图。

(2)比较观察:抓住有近似属性的相同生物间的共性和个性进行比较,找出异同点。同时,在寻找差异过程中不断加深对事物的认识,不断训练系统的思维方法,获得归纳、分析、比较、观察等能力。如:观察比较菜豆(双子叶)和玉米(单子叶)种子的结构实验。再如初中实验中观察木本植物茎的结构和草本植物茎的结构有什么不同,可比较它们的形

成层、木质部、韧皮部等不同特点与功能的关系。异中求同,通过“草履虫”与“变形虫”形态结构的比较找出原生动物的基本特征;同中求异,如观察叶表皮细胞时又要把表皮细胞与保卫细胞及保卫细胞的细胞壁本身不同部位厚度进行比较,发现差别。通过比较观察学生就很容易找出它们形态结构的相同点和不同点,可提高观察的能力。

(3)动态连续观察:生物体的各项生命活动是一个连续过程,不可能在一定的单位时间内完成。因此,对生命现象的研究要做不间断的连续的定期的动态观察,并及时做好观察记录,以便巩固和发展观察成果,才能得到有价值的资料。例:种子萌发过程、蛙的发育过程、植物激素与向性以及鸟类的筑巢、孵化、育雏等行为都需要做较长时间的动态连续性观察与记录。

(4)定向观察:在实验中,教师要根据观察目的提出具体问题,引导学生去定向观察,这样才能把注意力集中到重点观察的对象上。例如:观察蚯蚓实验中,蚯蚓为什么属于环节动物?如何区分蚯蚓的前端和后端?用手触摸蚯蚓腹面有什么感觉?为什么有这种感觉?蚯蚓运动时哪一端最先移动?移动时有没有声音?等等。让学生带着一个个问题去观察,有方向、有目标、针对性强,可提高观察的兴趣和质量。

(5)定性、定量观察:科学观察还有定性、定量之分,定性观察是把重点放在考察事物的性质、特征或确定研究对象同其他事物的区别方面。定量观察又称观测或测量,是借助一定的测量工具,从量的方面对事物进行考察,经过对观察对象的精确测量、比较,揭示事物之间的细微差别,或事物随时间推移发展变化的规律。高中生物新教材中不少生理分析实验和生化分析实验大都属于定性实验和定量实验两类,两者的区别在于是否需要精确地测量数据,新大纲比较偏重于

定性分析实验,这是考虑到基础教育的性质和任务以及现行中学的教学条件等因素而决定的。例如:新大纲中的定性实验“生物组织中可溶性糖、脂肪和蛋白质的鉴定”、“酶的高效性”、“酶的专一性”、“植物的感性运动和向性运动的实验设计和观察”、“DNA 的粗提取与鉴定”等。另外,“用当地某种植物做有性杂交实验”和“种群密度的取样调查”等属于定量实验。

4. 观察中学会思考、分析

观察是和思维活动紧密结合的知觉过程,二者密切相关。在观察过程中,参与积极的思维活动,可以增进对事物的理解程度。也就是说,边观察边思考。如果只观察不思考,观察便失去意义和作用。观察得愈深入、思考得愈深刻,就愈能从大量的客观现象中获得规律性的东西,要启发学生在观察中发现和提出问题。例如:高中生物“观察质壁分离和复原”实验时,当学生观察到紫色洋葱鳞片叶表皮的临时装片时,发现当细胞处于质量浓度为 $0.3\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 蔗糖溶液时,紫色液泡变小,原生质层与细胞壁分离,当从盖玻片一侧滴入清水时,看到紫色液泡又在逐渐变大,原生质层又逐渐贴着细胞壁。观察到这些现象的同时要引导学生积极思考,这是为什么?引导学生应用科学概念分析实验现象和结果,从而得出结论。科学实验中,没有思维的观察是无法进行也是不存在的。

5. 观察结果的记录、整理和总结

观察过程中,记录是相当重要的工作,观察者应知道如何客观如实记录观察所得的原始资料,学会忠实记录所观察的现象,力求排除个人身分,努力从被观察研究个体的角度去研究、体验和记录它们的真实情况,观察者实际观察时的记录又被称为实地记录。观察后可对原始记录、数据等资料