

普通高等教育“十二五”规划教材



21世纪教师教育系列教材

学科教育心理学系列

生物教育心理学

胡继飞 编著

大学出版社
UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材



21世纪教师教育系列教材

学科教育心理学系列

生物教育心理学

胡继飞 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

生物教育心理学/胡继飞编著. —北京: 北京大学出版社, 2017. 1

(21 世纪教师教育系列教材·学科教育心理学系列)

ISBN 978-7-301-27848-2

I. ①生… II. ①胡… III. ①生物学—教育心理学—师范大学—教材 IV. ①Q—05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 296237 号

书 名	生物教育心理学 SHENGWU JIAOYU XINLIXUE
著作责任者	胡继飞 编著
责任编辑	陈 静
标准书号	ISBN 978-7-301-27848-2
出版发行	北京大学出版社
地 址	北京市海淀区成府路 205 号 100871
网 址	http://www.pup.cn 新浪微博: @北京大学出版社
电子信箱	zpup@pup.cn
电 话	邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62767857
印 刷 者	三河市博文印刷有限公司
经 销 者	新华书店
	787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 400 千字
	2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷
定 价	45.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题, 请与出版部联系, 电话: 010-62756370

内 容 提 要

本书内容主要包括生物学实验及动作技能形成、生物学科记忆心理学研究、生物学概念学习及思维教学、生物学科的教学模式与策略、生物学课程设计及教材评价、生物学教学设计及课例分析、生物学科能力培养与情意渗透、生物学教学成效的测评技术、生物学教师职业的核心素养等九大篇章,涉及学习心理、教学过程心理、课程设计心理、教育评价心理以及教师职业心理等五大方面。

本书读者对象主要为在读研究生、教科研人员、中学教师 and 高校教师,本书也可以作为在读本科生的必修课或选修课教材。

编著者简介

胡继飞,广东第二师范学院生物与食品工程学院副院长、科学教育研究所所长、教授。先后毕业于湖北大学生物系(理学学士)和华东师范大学课程教材教法研究所(教育学硕士),曾赴英国短期进修教学法课程。兼任教育部“国培计划”专家库首批专家、教育部国家级教师教育精品课程会议评审专家、广东省科技教育研究会理事长、澳门自然科学课程指引编制组核心成员、广东省中小学名师建设项目组专家、广东省中小学教育创新成果奖综合评审。出版学术著作8部,在《课程教材教法》《比较教育研究》和《中国教育学刊》等学术期刊发表专业论文120余篇,获得3项国家专利。

关于生物教育心理学的学科建设

(代序)

周美珍 郑晓蕙^①

教育心理学是一门什么样的学科?教育心理学是研究教育教学情境中教与学的心理现象、心理过程、心理规律及其应用的学科。我们注意到,教育心理学与微观教育学之间存在较多的内容重叠,其实这正好说明,心理学是教育教学的理论和实践基础,不懂心理学的人是谈不上真正理解教育的。巧合的是,世界上教育改革的领袖人物大多是心理学家,如布鲁纳、奥苏贝尔、布卢姆、赞可夫等,这也映射出心理学在教师的教育素养中极具重要性。

本文主要对《生物教育心理学》学科的性质、内容和课程建设等问题进行一些初步的探讨。

生物学教育心理学是研究生物学科中学与教的心理规律及其应用的科学,其主要任务在于揭示学生在习得生物学知识与技能以及形成能力过程中的心理特点及其规律,并探讨这些规律在生物学教育活动中的实际应用。生物学教育心理学把生物学教学过程建立在心理学理论的基础之上,使教师更有效地教,学生更有效地学,从而提高生物学教学活动的科学性与时效性。

心理学是教育科学的基础理论之一,也是生物学教育科学的基础理论之一。在生物学教学过程中,教学目标的设计与测量,学生学习动机和学习兴趣的培养,直观教具的设计与运用,知识的理解、记忆与运用,实验技能的形成与迁移,教学过程的设计与实施,学生能力的培养与发展等等,既是教学论问题更是心理学问题。运用心理学理论揭示其中的心理发展规律,并充分利用其规律,可使教师采用的教学方法和手段既适合于学生的心理发展水平,又能提出较高目标促进生的发展,使学生获得高质量的学习成果。比如,在运用生物学直观教具进行直观教学时,如以心理学的感知规律为指导,重视直观教具的立体感、动态感、真实感等特点,重视运用多种分析器协同活动,注意运用直观教具时与语词结合等方法进行教学,教学效果就能大大提高。再如,运用心理学有关记忆的理论,揭示生物学知识记忆和复习的规律,可指导学生有效地记忆和实现知识的迁移。

关于生物教育心理学的体系,从现有的研究看,大体有两类。一类是以生物学教学论为体系,运用心理学理论阐述其中的心理学问题及其规律。另一类是以心理学理论为体系,探讨生物学教学中教与学的心理规律。同时,我们还应该弄清生物教育心理学与其他一些相关学科的关系,比如与生物科学、神经生理学、普通心理学、教育学、生物学教学论等学科的关系。

^① 周美珍:华东师范大学课程教材教法研究所教授,著名生物学教学论专家,曾任国家教委高等学校生物学教学指导委员会委员;郑晓蕙:华东师范大学生命科学学院教授,生物学教学论专家,核心期刊《生物学教学》杂志常务副主编。

普通心理学阐述的是各个领域中心理活动的一般的、共同的规律,而生物教育心理学是以普通心理学为基础,以生物教学情境为背景,运用心理学理论专门研究生物学教学过程中所体现出来的心理现象及其规律,阐明学生的心理特点及其与各种教学措施的依存关系,并以其中的心理规律知识补充和丰富普通心理学。

生物教育心理学与生物学教学论的关系更为密切。生物教学论综合运用生物学、教育学、心理学等学科的理论,主要研究生物教学目标、课程标准(教学大纲)、教学内容、教学原则、教学过程、教学方法、教学设计、教育评价、学生学习方法指导、课外活动内容,侧重于操作性层面。生物教育心理学也涉及这几大方面的论题,但侧重于心理学原理及其应用研究的层面。

近年来国内外生物教学改革及其研究的发展非常快,需要我们尽快建立和完善生物学教育心理学这门学科。生物学教学研究人员运用心理学理论研究生物学教学实际问题,已取得了不少成果。例如关于生物学教育目标分类的研究,关于生物学学习记忆规律的研究,关于生物学科教育评价的研究,关于生物学能力构成及其培养的研究,关于生物学科教学过程与教学模式的研究,都积累了宝贵的资料。这些研究为建立生物教育心理学这门学科提供了一定的基础。生物教育心理学学科的建立可为生物学教师提供理论依据,使生物学教师从心理规律和内部机制的角度来认识教学和指导教学。

我国绝大多数地区已将“生物教育心理学”作为在职教师继续教育的必修科目,同时“生物教育心理学”也是生物学教学论硕士和学科教学(生物学)硕士的一门学位课程。学习这门课程,首先应理解各种教学措施和教学行为的心理学依据,从而自觉地运用以改进教学。如启发式教学、直观教学、及时复习、重视反馈、能力的培养等教学措施均是以一定的心理学原理为依据。其中启发式教学与调动学生学习的积极性、主动性,与思维规律的运用有关。直观教学与感知规律有关。及时复习是建立在遗忘规律的基础之上。其次应将学习与研究结合起来,这门课程可以帮助生物学教师更好地开展教育科学研究。教师可运用心理学理论总结自己的教学经验,并进一步探讨生物学教育中的心理学问题,提高自己的理论水平和科研水平。其三,可使教师认识自己的心理品质,并按教师应有的良好心理品质要求自己,提高自我教育的自觉性,有助于辩证唯物主义世界观的建立。其四,可使教师更好地了解学生的心理特点,在进行教育教学工作时更符合学生的心理活动规律,获得最佳的教育教学效果。

值得欣喜的是,新世纪以来我国的生物教育研究取得了不少新的成果,本书的出版就是一个明证。衷心祝愿我国的生物教育心理学研究更加繁荣!衷心祝愿我国生物学教育园地盛开情感之花,满载理性之果!

目 录

第一章 生物学实验及动作技能形成	(1)
第一节 生物学实验及其心理学基础	(1)
第二节 生物学动作技能形成及教学建议	(12)
第三节 生物学实验技能测评的内容与方法	(19)
第二章 生物学科记忆心理学研究	(26)
第一节 记忆研究及其发展概述	(26)
第二节 生物学学习的信息加工过程	(31)
第三节 生物学记忆规律与记忆术	(39)
第三章 生物学概念学习及思维教学	(52)
第一节 生物学科思维活动概述	(52)
第二节 生物学概念的学习与掌握	(59)
第三节 生物学前概念与认知冲突	(72)
第四节 生物学思路教学与问题解决	(78)
第四章 生物学科的教学模式与策略	(85)
第一节 生物教学过程及其特点	(85)
第二节 生物教学模式的发展及结构体系	(89)
第三节 生物学教学模式评介与实证研究	(95)
第四节 生物学高效课堂的教学策略	(108)
第五章 生物学课程设计及教材评价	(118)
第一节 生物科学的基本特征与课程设计	(118)
第二节 心理学取向的生物学课程设计	(123)
第三节 国外生物学课程心理化改革评述	(131)
第四节 生物学教材评价的内容与方法	(134)
第六章 生物学教学设计及课例分析	(141)
第一节 生物学教学设计的原理与方法	(141)

第二节	生物学新授课的教学设计	(152)
第三节	生物学复习课的教学设计	(166)
第四节	生物活动课的教学设计	(172)
第七章	生物学科能力培养与情意渗透	(179)
第一节	生物学基础性能力及其培养	(179)
第二节	生物学发展性能力及其培养	(185)
第三节	生物学科中的情意教育	(195)
第八章	生物学教学成效的测评技术	(205)
第一节	生物学教育目标分类的研究	(205)
第二节	生物学学业测评的内容与方法	(211)
第三节	生物学考试中的命题技术	(221)
第九章	生物学教师职业的核心素养	(242)
第一节	现代生物学教师的职业素质	(242)
第二节	现代生物学教师的职业心理	(252)
第三节	现代生物学教师的 PCK 案例研究	(260)
参考文献		(266)
后 记		(267)

第一章 生物学实验及动作技能形成

科学实验是以认识和改造世界为目的的实践探索活动。生物科学的发展是建立在实验的基础之上,同时观察和实验也是学习生物学课程的重要内容和手段,是帮助学生实现由“感性认识”到“理性认识”,由“具象思维”到“抽象思维”的重要途径。1912年国民政府颁布《普通教育暂行课程标准》,首次提出博物课程要“兼课实验”,此后实验在生物学课程中越来越受到重视,实验教学及技能学习也一直成为生物教育心理学研究的重要课题。本章包括三大部分,即生物学实验及其心理学基础、生物学动作技能形成及其教学建议、生物学实验技能测评的内容与方法。

第一节 生物学实验及其心理学基础

生物学实验是生物学课程一个不可分割的重要组成部分,生物学实验具有不同类型,不同类型的实验具有不同的教学功能。生物学的观察和实验在发展学生的感知能力和认知水平以及培养学生的积极情感态度等方面具有重要作用。

一、中国的中学生物学实验简况

著名英国学者罗吉尔·培根(Roger Bacon, 1214—1294)是倡导科学实验的先驱之一,早在文艺复兴时期前的13世纪,他就提出“应当通过实验来弄清自然科学、医学、炼金术和天上地下的事情”,认为只有实验方法才能给科学以确实性,经验、实验和证明是科学的三条路径。17世纪到19世纪末,科学上的一系列重大进展几乎都与实验方法的运用密不可分,包括生物科学领域中解剖学、细胞学、微生物学、分子生物学的创立。特别是从20世纪50年代起,生物科学经历了重大突破,比如遗传学、生物化学、细胞生物学和分子生物学,解决了不少19世纪中叶提出的问题,这与生物学实验的广泛运用是分不开的。目前,实验方法已成为现代生物学各个分支领域中获得研究成果的基本方法。

科学实验也是学生学习生物学的重要方法,是培养生物学学习兴趣最好的老师。正如法国解剖学家居维里(Georges Leopold Cuvier, 1769—1832)所说,“观察者听命于自然界,而实验者则质问自然界,并且迫使自然界去袒露它的奥秘。”我们认为,不能将课程中的科学实验简单地技术化,实验教学应集知识、技能与情意教育于一体,注意将科学与人文、技术与社会融会起来,要让学生在掌握基本科学知识和实验技能的基础上,真正体悟到实验于科学之重要和科学家们开展原创实验的艰辛,真正培养起实证的思想和创新的精神。

从课程发展史来看,中国中学生物学开设实验课至今已有100多年的历史。1904年初由张之洞主编的《奏定学堂章程》颁布并得以实施,当时中学1~4年级开设的博物课程,是我国近代教育制度下中学生物学课程的开始。虽没有实验的要求,但提出“凡教博物者,在据实物标本得真确之知识”等建议,也就是强调实物的观察。首次提出开设实验课要求的,是1912年国民政府

教育部颁布的《普通教育暂行课程标准》，其中专门提出了“博物宜授以重要植物、动物、矿物、人身生理卫生之大要，兼课实验”。建国后，我国中学生物课程中的实验逐步受到重视，特别是第八次基础教育课程改革后，中学生物学实验的数量增加了很多，实验类型也更加多样，学校的实验条件更是大为改善。

生物学实验的教育功能是什么？早在1975年，克洛普弗(Klopfer)就指出，中学理科实验的教育目标主要包括：①获得知识和培养理解能力；②训练动作技能；③参与科学探究的过程，包括观察、测量、分析数据、提出问题和解决问题的方法；④了解科学家的工作方法；⑤培养对科学知识的兴趣和科学态度；⑥提高对科学知识及方法的应用能力。此说颇为全面和精准，也正是我国生物学实验教学一直秉承的宗旨。

课程实施与课程设计并不总是一致的，大多数情况下教师的实际教学会落后于课程改革。由于教学评价改革一时难以到位等原因，中学生物学实验更多地停留在课程标准和教材的文本层面，实验的实际开出率和教学效果与课程设计的要求相去甚远，实验教学仍属可有可无。管理者常将这一问题归因于教师理念的落后，其实不然。中学生物学教师的教学理念已经大为提升，主要问题还在于教学的管理和评价没有跟上来。面对这样一些非教学因素的问题，我们的教师和研究者们常常有一种无力感。

一些研究者的调研数据能够印证上面的判断。徐敏等(2012)对武汉市四所有代表性的高中共计100名教师和400名学生进行了问卷调查，同时对近20名教师代表进行了访谈。^①四所学校实验开出率分别为78.4%、57%、54%和49%。该统计是以2003年部颁《普通高中生物课程标准》中3个必修模块的活动建议总数作为分母、学校实际开设实验课时数作为分子进行计算的。张青等(2013)对长春市部分初中进行了生物学实验教学情况的调查，结果发现生物学实验教学存在实验开出率不高、实验设备不足、教师实验技能欠缺、对探究实验关注不够等诸多问题。^②武汉、长春等省会城市尚且如此，一些欠发达地区的情况就更不容乐观。

二、科学实验与科学观察的比较

什么是生物学实验？科学实验与科学观察之间是何种关系？我们在2012—2014年间曾对部分生物学骨干教师进行过访谈，发现87%的受访者把握不准科学实验的本质特征，82%的受访者不太明白实验与观察之间的关系。这里将从科学方法论和课程教学论的角度，给出不同的解释。

（一）关于科学实验

科学实验是人们根据一定的研究目的，运用一定的物质手段，在人为控制或模拟自然现象的条件下，使自然过程以纯粹的、典型的形式表现出来，暴露它们在自然发生的条件下无法暴露的特性，以便通过观察和研究来探索自然界的本质和规律。

科学实验包括三大基本要素：一是实验者，即那些从事实验设计、操作和数据处理等的专业人员，是实验中的主体。实验者的素质要求：具有坚实的专业基础知识和操作仪器的技能；具有勇于开拓创新的精神；具有实事求是、坚韧不拔的工作态度。二是实验对象，具有客观性、可控性

① 徐敏，崔鸿. 武汉市高中生物学实验教学现状分析[J]. 生物学教学，2012(7).

② 张青，黄桂秋. 初中生物学科实验教学情况调查分析及建议思考[J]. 长春教育学院学报，2013(4).

和复杂性,包括自然客体与人工客体(用模型代替原型进行实验)。三是实验仪器,是作用于实验对象的一切物质的总和,其作用表现在两个方面:其一是把人的作用传递到研究对象上去,以纯化和简化自然现象,强化和再现自然过程,延缓或加速自然过程;其二是把研究对象的信息传递到实验者的感官上来,克服人感觉器官、效应器官和思维器官的局限性,比如放大镜可以观察水蚤,光学显微镜可以观察细胞,电子显微镜则可以观察到 DNA 分子。

实验是在人为控制条件下,对实验对象进行干预以探寻现象背后的本质和规律,是依据假设对实验变量(自变量)的变化和结果进行捕获和解释的科学方法,所以科学实验需要遵循一些基本的科学原则(图 1-1,引自网络资料)。这里的五要素、五原则是相互联系的,是进行实验设计和开展实验研究的理论依据。

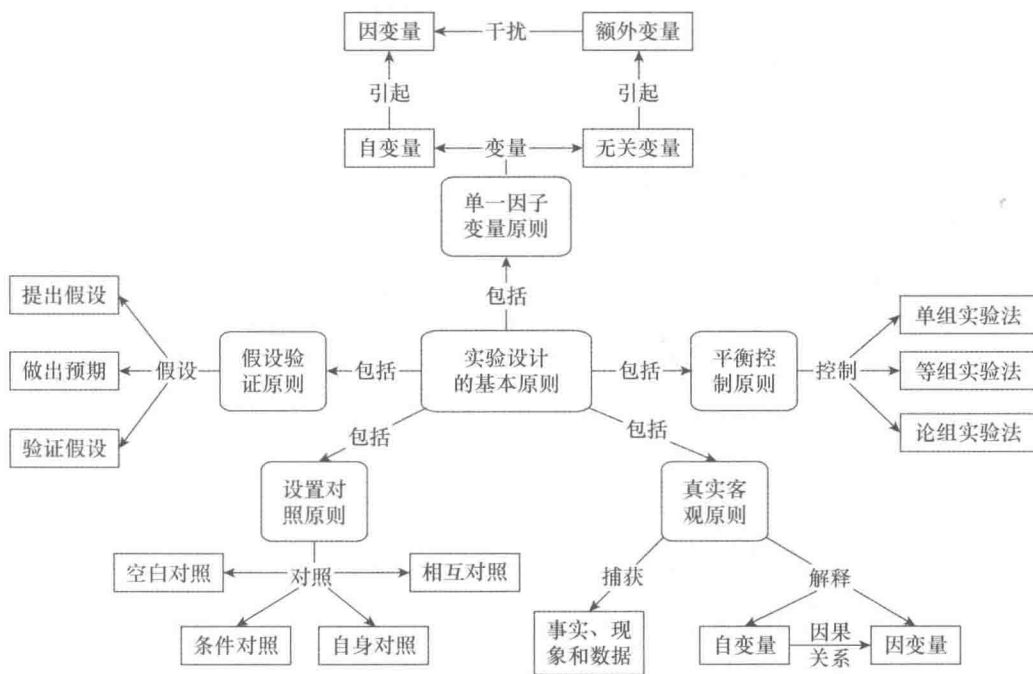


图 1-1 科学实验设计方法概念图

(二) 关于科学观察

科学观察是指人们有目的、有计划地感知和描述客观事物的一种科学认识方法。包括自然观察与实验观察、感官观察与工具观察等。观察的心理学基础是知觉过程,需要多种因素共同参与,包括注意过程、记忆过程、想象过程、思维过程、情感过程、意志过程等。随着学生年龄的增加,参与观察的心理因素也会逐步增多。

观察与实验常常被混为一谈,其实两者既有联系也有区别。由于两者之间联系密切,观察是实验的基础,而实验又是一种有控制的观察活动,以致实验与观察常常被合并使用。关于区别,俄国生理学家巴甫洛夫(Pavlov,1849—1936)对此有过十分精辟的论述:“观察是收集自然界所提供的东西,而实验则是从自然现象中提取人们所期望的东西。”法国解剖学家居维里(Georges Leopold,1769—1832)则将它更加形象地描述为:“观察者听命于自然界,实验者则质问自然界,

并迫使自然界去袒露它的奥秘。”举例来说,达尔文生物进化论的创立主要运用科学观察,而孟德尔遗传规律的发现则主要运用了科学实验。

(三) 关于学科实验

那么,在生物学课程中我们所说的实验都是科学实验吗?按照前面有关科学实验的定义,生物学课程中某些观察、实习、调查、技能训练等实践活动,还算不上真正意义上的科学实验。所以,课程教学论中需要引入一个“教学实验”的概念。

教学实验是“教学活动实验”的简称,指在实验室或自然现场利用仪器设备进行的各种实践活动。^①它既包括科学方法论意义上的实验,也包括单纯的观察、技能训练之类的操作活动,以及实习、制作、调查等实践活动。所以,教学实验特指在生物学教学活动中基于学生学习需要而开展的广义的实验,是学科教学论意义上的实验,涵盖的范围要比科学方法论意义上的实验大得多。与科学方法论意义上的实验相比,两者在实验目的、内容、过程和手段等方面存在明显的不同。当然,“教学实验”一说并未得到学界的广泛认同,知之者甚少。

我们认为,教学实验容易引起歧义,因为容易理解为“对教学的一种实验研究”。建议将“教学实验”改称“学科实验”,“学科实验”正好可以与“科学实验”形成对照。学科实验是包含科学实验在内的一种广义实验。

三、生物学实验的主要类型

生物学课程中的实验甚为庞杂,对于一些较为庞杂的对象,进行科学分类是一个好的处理方式。按照实验的操作技能来划分,生物学实验可以分为探索研究型实验、解剖观察型实验、检测分析型实验、搜集调查型实验、技能制作型实验,等等。欧美国家一些学者倾向于按照探究水平来划分,将科学实验分为表 1-1 所示的五个等级。

表 1-1 基于探究性水平的实验分级

等级	类 型	含义及考查目标
1	观察鉴别实验	观察对象“是什么”或者说鉴别实验材料中“有什么”
2	验证性实验	为阐明“为什么”或“怎么样”提供实验依据,或证实物质或结构的动态变化
3	局部探究实验	学生执行计划和得出结论,即只参与“干什么”和“发现什么”的探究过程
4	全程探究实验	学生自主探究,即“怎样”检查自己对“有什么”和“为什么”作出的解释
5	模拟实验	设计和制作实验研究的某种对象,或者在人为条件下模拟研究对象的动态变化

下文介绍的是本书采纳的一种生物学实验分类体系,是一种更有教学价值和心理学意义的分类方法。

(一) 技能型实验与观察型实验

技能型实验侧重于实验技能的训练,重视实验的过程和操作的规范性。如初中的“练习使用显微镜”和“临时装片的制作”,高中的“体验制备细胞膜的方法”和“使用显微镜观察多种多样的细胞”等。观察型实验侧重于通过观察认识生物学对象,重视观察的结果。例如初中的“观察花的结构”和“观察种子的结构”等,高中的“观察减数分裂固定装片”和“观察叶绿体和线粒体”等。

^① 刘毓森,张昕等.生物学实验论[M].南宁:广西教育出版社,2001:121.

当然这种划分是相对的,更多的实验是观察性与技能性兼而有之。

(二) 验证性实验与探究性实验

验证性实验侧重于通过实验证明已有结论或检验某项原理,实验的过程和结果并重。例如《观察细胞的质壁分离和复原》和《检测生物组织中的有机物》等,教材已经将实验的原理、器材、操作过程 and 要验证的结论等告知学生。探究性实验侧重于通过实验发现新知识和进行科学方法的训练,侧重的是探究的过程和自主获得结论。例如“探究环境对鼠妇生活的影响”“探究花生果实大小的变异”和“探究不同条件下普通洗衣粉和加酶洗衣粉的洗涤效果”等。

(三) 定性实验与定量实验

定性实验用于判断某对象实体是否存在、其成分和结构如何或各因素之间具有何种内在联结,等等。初中“绿叶在光下制造淀粉”要证明的,是在不同条件下植物叶片中是否有淀粉的形成,高中“检测生物组织中的有机物”要检测的,是组织样液中是否存在还原糖、脂肪或蛋白质等有机物,故属于典型的定性实验。人教版《高中教材·必修一》中的实验“探索影响酶活性的条件”则具有一定迷惑性,虽然设置了三个温度梯度,但不足以揭示数量关系,所以仍然属于定性实验。

那么何为定量实验?定量实验用于揭示各因素间的数量关系,常用到测量的方法。比如通过科学仪器来测量对象的数量关系、刻画对象的数量特征,能精确地描述、解释研究对象。初中“探究酒精对水蚤心率的影响”,除了以清水作为对照外,还设置了1%、3%、5%、8%、10%、15%、20%等多个酒精浓度梯度,实验的结果能建立一个完整的曲线图。此外,高中的“测定植物细胞液的浓度”和“探究不同条件下普通洗衣粉和加酶洗衣粉的洗涤效果”等,也属于典型的定量实验。

一般而言,定性实验是定量实验的基础,只有确定了某些因素是否存在、各因素间是否有关联,才能进一步安排定量实验。

(四) 对照实验与对比实验

对比实验也称为相对比较实验,是在两组或两组以上相似样组之间进行比较,以确定样组之间某种特性上的异同或优劣。例如初中的各生物之间形态结构或生理功能比较观察实验,高中的“探究酵母菌的呼吸方式”等,没有固定的实验组与对照组之分。对照实验也称为对照比较实验,是在两个相似样组中进行,其中一组结果已知(对照组),不加干预;另一组结果未知,需要研究(实验组)。比如研究某种新的抗生素时用青霉素作为对照,为一种阳性对照实验;用小白鼠研究某抗癌药物,将等量生理盐水与溶解于生理盐水的抗癌药物进行对照,为一种空白对照实验。

(五) 真实实验与假虚实验

假虚实验主要包括模拟实验和虚拟实验。是在无法进行真实实验的情况下进行的,主要用于一些难以直接控制或干预的研究对象,如周期长、范围大、难观察或者有危险的对象。

模拟实验是按照真实实验的原理,利用不相干的替代材料所做的实验,是根据相似性原理用模型代替研究对象(原型)。比如生命的起源问题、生物的遗传变异过程、自然选择过程、某些人体实验等,像高中的“细胞模型制作”“性状分离比模拟实验”“制作DNA分子结构模型”,以及初中的“模拟保护色的形成过程”“制作小肠壁模型”等,均属于此类实验。

虚拟实验也称为干实验(Dry experiment),是借助计算机软件等虚拟技术和虚拟平台,在虚拟的实验环境中进行的实验,学生可以像在真实环境中那样操作和观察。是借助于多媒体、仿真和虚拟现实等技术在计算机上营造部分替代甚至全部替代真实实验各操作环节的相关软硬件操

作环境,实验者通过鼠标、键盘、显示器以及力矩球、数据手套、数据眼镜等输入输出设备操作虚拟环境汇总的实验仪器。“虚拟青蛙解剖”是世界上第一个在虚拟现实基础上建立的青蛙解剖软件,由美国布法罗大学虚拟现实实验室研制成功,学生可以在电脑上完成青蛙解剖的全部实验过程。“利用计算机辅助教学软件模拟人体某方面稳态的维持”是我国高中生物学课程标准(2003年版)中的一项“活动建议”,也属于虚拟实验。

(六) 单因子实验与多因子实验

这里的因子是指自变量。单因子实验有两种情况,一种是该实验只有一个自变量,例如初中的“绿叶在光下制造淀粉”;另一种是实验虽然涉及多个自变量,但只是分别研究多个变量的独立影响,例如高中的“研究光照、二氧化碳分别对光合作用效率的影响”(表 1-2)。

表 1-2 “研究光照、二氧化碳分别对光合作用效率的影响”的实验设计

组 别	A	B	C
光照	正常	正常	不足
二氧化碳	正常	不足	正常

多因子实验是指一个实验同时研究多个变量的协同影响,例如高中的“果胶酶在果汁生产中的作用”,其实验设计见表 1-3。

表 1-3 “果胶酶在果汁生产中的作用”的实验设计

组 别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
温度/℃	30	30	30	35	35	35	40	40	40	
pH	4	6	8	4	6	8	4	6	8	

从以上的分析可以看出,不同的实验类型反映的是不同的心理过程,进而具有不同的心理学意义。

四、不同类型实验的教学分析

生物学实验最重要的教学价值是什么?刘艳红(2012)曾对广州市 150 所学校的初中生物学教师进行过问卷调查,^①结果依次为:帮助学生形成科学的态度和价值观(33%)、培养科学的思维习惯(32%)、掌握实验技能(27%)、获得知识(7%)。下面分别就科学观察以及验证型、模拟型和探究型三类生物学实验的教学作进一步解析。

(一) 科学观察活动的教学分析

观察是一种比较持久并伴有积极思维的知觉,观察需要理论的指导和思维的加工。但观察具有易错性,由于观察者个人主观意志的介入或观察仪器的局限,科学研究中可能存在错误的观察。所以重复的观察是必要的,这也是减少出错的最好方法之一。

在进行生物学观察活动的教学中,应注意以下几个问题:观察目的要明确;一次观察活动只针对一个科学问题,所观察对象的变量要少(一般不超过 2 个);观察一定要配合记录与描述;应强调观察的客观性和准确性;观察教学与思维活动要结合起来;努力发展学生的观察品质,包括

^① 刘艳红. 初中生物学实验有效教学研究[M]. 广州:华南理工大学出版社,2012: 3.

细心、耐心、恒心,以及观察的准确性、广度、精确性、持久性。有关观察能力及其培养问题,本书将在第七章继续展开讨论。

此外,要注意科学观察有不同于艺术观察的地方。科学家的观察只有对与错,比如沃森和克里克对 DNA 分子双螺旋结构的观察,具有客观性;艺术家的观察则分好与坏,例如散文家朱自清的“荷塘月色”,诗人的“最美不过夕阳红”,画家的“蒙娜丽莎的微笑”,带有明显的情绪性和主观性。

(二) 验证性实验的教学分析

验证性实验的一般教学结构可以表述为:组织教学→指导性谈话→学生实验操作→检查实验效果→小结和清理。其教学通常有三种模式:一是先讲后做型,实验前先让学生明确实验目的、原理、步骤,再让学生按实验步骤进行操作,最终得出预期的结论;二是先做后讲型,先进行实验,再讲解实验目的和原理;三是边讲边做型,属于一种小步子训练,适合于较难的实验和低年级的学生。

验证性实验的教学应注意以下几个问题:

1. 目标设计应更加精细

实验教学同样包含三个维度的教学目标,只是技能目标更加突出,应注意技能目标的细化。比如《显微镜的使用》,其技能目标可以具体化为:能准确说出显微镜各部分的名称和作用、能熟练完成显微镜的操作过程、能使用显微镜顺利找到要观察的目标、能正确控制视野中目标的移动。

2. 帮助学生实验前理解实验的原理和步骤

如何帮助学生理解和把握实验原理、方法和操作要求?这是一个值得重视的问题。以初中《绿叶在光下制造淀粉》实验为例,理解实验原理和操作步骤是重点之一,可以采用上述的先讲后做型教学模式。但这里的“先讲”如何操作?一种方式是教师先系统讲解和演示,然后让学生独立操作;另一种是让学生自主提出预习中出现的疑难问题并让其他同学尝试解答,然后教师进行评价和补充,最后才让学生独立操作,其教学流程为“学生预习→学生自主提出问题和解决问题→教师补充和强化→学生独立完成操作”。显然第二种方式更为有效,更有利于学生进行深度学习。

3. 重视实验过程中的巡查和指导

教师在学生实验过程中进行检查和指导必不可少。通常的做法是教师在各小组之间进行巡视,发现问题个别指导,共性的问题则在全班做进一步的讲解和演示。也可以采用“小老师制”:课前每个小组遴选一名小组长充当“小老师”,并对其进行必要的训练和指导,实验过程中由“小老师”负责组内的指导和检查。此外,注意教师的操作示范要有良好的可视性。

4. 选择最佳材料或结构性材料

正确的选材决定着实验的成败,正如孟德尔选择闭花授粉的豌豆做杂交实验,普鲁斯特利选择一株生长旺盛的植物做光合作用实验。实验的选材受到实验原理、实验目的制约,“叶在光下制造淀粉”的实验目的是鉴定绿叶在光下制造淀粉,所以取材应注意叶片含淀粉量要高,不能选择幼叶和青菜叶;同时鉴定淀粉存在的原理是“淀粉与碘相遇变蓝色”,为使呈色易于观察,所选材料最好深绿色,如新鲜甘薯叶、天竺葵叶等。

同时,实验材料尽量要有结构性。结构性材料是旨在追求最佳实验效果而精心设计的典型材料的组合,这种组合既要揭示与教学内容有关的一系列现象,体现科学性;又要符合学生的年龄特征和认知规律,贴近学生的“最近发展区”。例如,1864年德国植物学家萨克斯(J. Von Sachs, 1832—1897)为了说明光合作物的产物除氧气外还有淀粉,把绿叶先在暗处放置几小时,然后将叶片一半用不透光的黑纸片遮起来。过一段时间后再用碘蒸气处理该片叶,结果曝光的

一半呈深蓝色,遮光的一半则没有颜色变化。再如,1773年普利斯特利(J. Priestley, 1733—1804)把一只小白鼠和一盆植物一起放到一个玻璃罩(周边用凡士林密封)中,发现植物和小白鼠都能正常生活,同时用一支点燃的蜡烛代替小白鼠,并进行空白对照(图 1-2)。这样的实验材料具有结构性,适合引入生物学实验的教材和课堂。

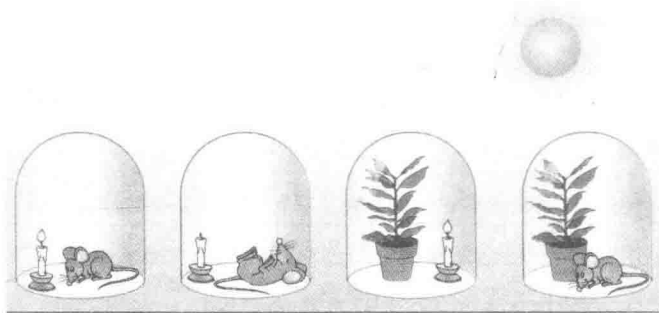


图 1-2 普利斯特利实验^①

5. 尽量在真实的实验环境中进行实验

硬性实验环境指实验中必备的仪器、软件、场所等,这是实验的实施平台,如专门的实验室;软性实验环境指实验中所涉及的专业知识、历史资料、规章制度、行为规范等内容,这是实验成功的基础。例如“光合作用产生氧气”的演示实验,教师取一个无色透明的酒瓶,将生长旺盛的金鱼藻或黑藻放入瓶内,注满质量分数为 0.1% 的碳酸氢钠溶液,把装有排水玻璃管的木塞塞好,并在瓶口涂上凡士林,防止漏气。将装置放在阳光下,不久就可以看到水草放出一串串的小气泡,气泡聚集在酒瓶的长颈部分,瓶内的水受到氧气的排挤,一滴一滴地从排水管口滴落下来。当气体积累到长颈部分的二分之一至三分之二时,就可以进行气体的检测了。这就是一种真实的实验环境,是在实验室条件下对已学过的原理和知识进行验证,有助于学生的认知建构和情境建构。

6. 重视实验过程中的观察和记录

要注意引导学生对实验现象和结果进行观察和记录,因为有些实验现象稍纵即逝。例如“绿叶在光下制造淀粉”,从经过阳光照晒、酒精脱色并用碘液处理后的天竺葵叶片上,切下变蓝的一小块做成装片,放在显微镜下观察,隔着表皮就能看到叶肉细胞中的叶绿体变成了蓝色。如果从变成蓝色的天竺葵叶片上,撕下一块表皮做成装片,放在显微镜下观察,可以清楚地看到,气孔的保卫细胞里有变成蓝色的小颗粒,那就是叶绿体。上述几个实验结果都验证了不是叶肉细胞中的任何部分都能形成淀粉,只有其中的叶绿体能够形成淀粉。再如绿叶色素的提取与分离,滤纸条上层析出的色素会因光照而分解,学生必须及时观察和记录。在实验过程中,如果学生不注意观察和记录,实验将失去意义。

7. 重视实验的交流研讨与评价总结

重视实验的分享与交流、评价与总结是改变验证性实验学习方式的重要环节。“上课做得热

^① 刘恩山主编,义务教育课程标准实验教科书,生物学[M],北京:北京师范大学出版社,2002: 69.