

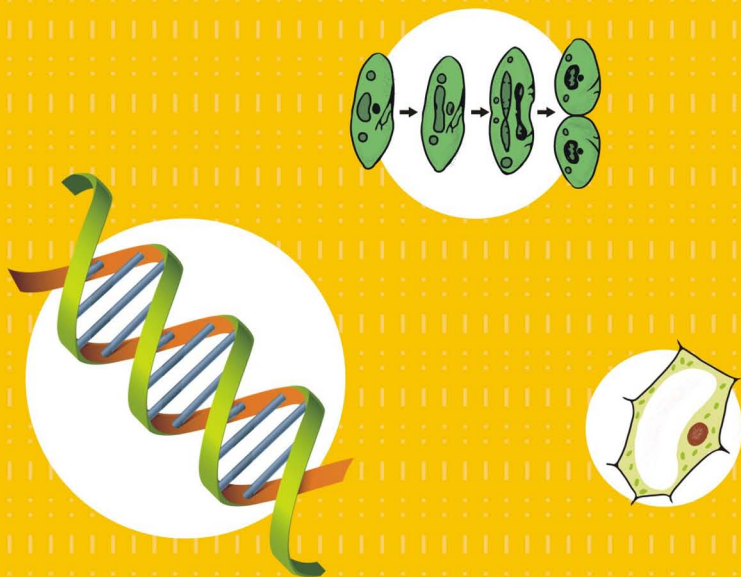
“潜能教育”系列丛书

# 中学生物

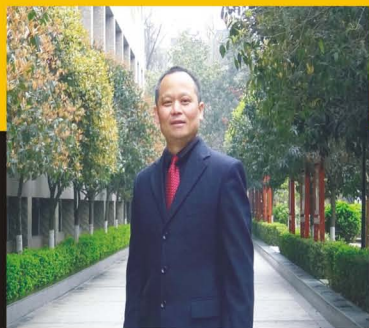
## 科学方法教育

ZHONGXUE SHENGWU  
KEXUE FANGFA JIAOYU

徐 勇 / 编著



四川大学出版社



徐 勇，中学生物高级教师、四川省骨干教师、成都市学科中心组成员、高新区学科带头人。

从教近三十年来，培养了大批优秀学子，他们进入清华大学、北京大学、复旦大学、南京大学、中国科技大学等知名大学深造，可谓桃李满天下！将课堂教学与教科研深度融合，笔耕不辍，发表生物教育教学论文二十余篇；在各级各类讲座、赛课活动以及论文、课件评比中获奖四十余项；参编《课堂提问的艺术》《教学反思新论》《学·练·考》等书，主编《校园植物谱》《世界珍稀动植物》《饮食营养与健康》等多本校本教材；在课题研究方面，主持区级课题和省级课题各一项，主研市级课题两项，主研省级课题两项，其中两项获省一等奖。

“潜能教育”系列丛书

# 中学生物

## 科学方法教育

ZHONGXUE SHENGWU  
KEXUE FANGFA JIAOYU

徐 勇 / 编著



四川大学出版社

此为试读, 需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

责任编辑:喻 震  
责任校对:周 艳  
封面设计:墨创文化  
责任印制:王 炜

### 图书在版编目(CIP)数据

中学生物科学方法教育 / 徐勇编著. —成都: 四川大学出版社, 2017. 2

(潜能教育系列丛书 / 范永杰主编)

ISBN 978-7-5690-0395-6

I. ①中… II. ①徐… III. ①生物课—课堂教学—教学法—中学 IV. ①G633.912

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 043597 号

### 书名 中学生物科学方法教育

---

编 著 徐 勇  
出 版 四川大学出版社  
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)  
发 行 四川大学出版社  
书 号 ISBN 978-7-5690-0395-6  
印 刷 郫县犀浦印刷厂  
成品尺寸 148 mm×210 mm  
印 张 9.5  
字 数 255 千字  
版 次 2017 年 3 月第 1 版  
印 次 2017 年 3 月第 1 次印刷  
定 价 49.80 元



---

版权所有◆侵权必究

- ◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。  
电话:(028)85408408/(028)85401670/  
(028)85408023 邮政编码:610065
- ◆本社图书如有印装质量问题,请  
寄回出版社调换。
- ◆网址:<http://www.scupress.net>

# 前 言

“潜能教育”的核心是践行“潜能课堂”。“潜能课堂”的要义是发现潜质、激活潜能、彰显能力。实现“潜能课堂”离不开对师生脑功能的开发利用。人脑由左右大脑半球构成。左脑控制推理、逻辑、分析、知性、计算、会话和阅读功能，右脑控制创造力、直觉力、应用力、表现力、个性和艺术音乐性功能，左右脑还会共同控制记忆力和集中力功能。对脑潜能的挖掘要通过课堂教学中对学生的科学思维能力的培养来实现。

《中学生物科学方法教育》一书是基于科学思维的灵感而创作的。本书分为三部分：一是获取经验性材料的方法，包括科学观察方法、科学实验方法、调查研究方法和模拟方法；二是理性思维的方法，包括形象思维，逻辑思维（归纳法、演绎法、类比法、分析法与综合法），直觉、灵感和顿悟，数学方法，系统分析方法和模型方法；三是创造性思维与批判性思维的方法。每种方法都是从理论和实践两个层面加以论述，目的是让读者的学习既有理论的浸润，更有课堂教学带来的愉悦感。

阅读本书，你将——

学会独立思考，走出常见的思维误区，摆脱僵化的思维定式，提出最有价值的问题；

※ 中学生物科学方法教育

学会解决问题，创新问题解决方法，拨开问题迷雾，抓住问题要害，洞悉问题本质；

学会做人做事，做人有理想信仰、思想精神饱满，做事把握事物内部的矛盾规律，显示创新思维的无穷魅力。

.....

蔡元培曾说：“科学结论，是点成的金，量终有限；科学方法，是点石的指，可以产生无穷的金。”

编者：徐 勇

2016 年春于成都

# 目 录

## 第一部分 获取经验性材料的方法

第一章 科学观察方法·····	( 3 )
第一节 科学观察方法及其特点·····	( 3 )
第二节 科学观察的基本类型·····	( 5 )
第三节 观察方法在科学认识中的作用·····	( 8 )
第四节 科学观察应遵循的基本原则·····	( 11 )
第五节 生物学教学中学生观察能力的培养·····	( 14 )
第二章 科学实验方法·····	( 18 )
第一节 科学实验方法及其特点·····	( 18 )
第二节 科学实验的基本类型·····	( 20 )
第三节 生物学实验教学·····	( 28 )
第三章 调查研究方法·····	( 38 )
第一节 调查研究方法概述·····	( 38 )
第二节 调查资料的收集方法·····	( 40 )
第三节 调查问卷的设计·····	( 44 )
第四章 模拟方法·····	( 62 )
第一节 模拟方法的类型·····	( 62 )
第二节 模拟方法的特点·····	( 65 )

第三节	模拟方法的基本原则·····	( 67 )
第四节	模拟调查法在生物学教学中的运用·····	( 69 )

## 第二部分 理性思维的方法

第五章	形象思维·····	( 79 )
第一节	形象思维概述·····	( 79 )
第二节	形象思维的过程·····	( 88 )
第三节	中学生物学教学中的形象思维·····	( 102 )
第六章	归纳法·····	( 111 )
第一节	归纳法特点、分类和作用·····	( 111 )
第二节	归纳法在中学生物学教学中的运用·····	( 121 )
第七章	演绎法·····	( 141 )
第一节	演绎法概述·····	( 141 )
第二节	“假说—演绎法”在生物学教学中的应用·····	( 147 )
第八章	类比法·····	( 155 )
第一节	类比法的含义、种类及特征·····	( 156 )
第二节	类比推理法在生物学教学中的运用·····	( 163 )
第九章	分析法与综合法·····	( 167 )
第一节	分析法·····	( 167 )
第二节	综合法·····	( 170 )
第三节	分析、综合辩证统一的矛盾分析方法·····	( 173 )
第四节	分析法与综合法在生物学教学中的运用·····	( 175 )
第十章	直觉、灵感和顿悟·····	( 179 )
第一节	直觉思维·····	( 179 )
第二节	灵感方法·····	( 185 )
第三节	顿悟方法·····	( 188 )

第四节	生物学教学中学生非逻辑思维的培养·····	(193)
<b>第十一章</b>	<b>数学方法</b> ·····	(197)
第一节	数学方法概述·····	(197)
第二节	数学方法在生物学教学中的运用·····	(205)
<b>第十二章</b>	<b>系统分析方法</b> ·····	(209)
第一节	系统及系统结构·····	(210)
第二节	系统分析的内容·····	(218)
第三节	系统论思想在生物学教学中的应用·····	(222)
<b>第十三章</b>	<b>模型方法</b> ·····	(228)

### **第三部分 创造性思维与批判性思维的方法**

<b>第十四章</b>	<b>创造性思维</b> ·····	(245)
第一节	创造性思维的定义和特点·····	(246)
第二节	创造性思维方法与逻辑思维方法的区别与联系 ·····	(249)
第三节	创造性思维的基本形式·····	(252)
<b>第十五章</b>	<b>批判性思维</b> ·····	(279)
第一节	批判性思维的含义·····	(279)
第二节	批判性思维在生物学教学中的应用·····	(282)
<b>主要参考文献</b> ·····		(291)

## 第一部分

# 获取经验性材料的方法

科学研究离不开科学事实的积累，科学是建立在大量感性材料的基础上，通过逻辑思维方法对这些材料进行整理加工，不断发展和创新的。科学观察方法、科学实验方法、调查研究方法、模拟方法是搜集感性材料，获得科学事实的基本方法，是形成、发展和检验科学理论的实践基础，是科学研究中十分重要的认识方法。

# 第一章 科学观察方法

应当细心地观察，为的是理解；应当努力地理解，为的是行动。

——罗曼·罗兰

## 第一节 科学观察方法及其特点

人们日常生活中所说的观察，仅仅是通过人体的视觉、触觉、嗅觉、味觉等来看、触、嗅、尝等，对事物仔细查看。此种观察的含义比较宽泛，没有特别严格的限定。但在科学研究中，观察的含义渗透了更多的理性因素，它作为一种认识方法运用于科学研究过程，被称为科学观察。科学观察是人们在自然发生的条件下，通过自身感官或借助于科学仪器，有目的、有计划地考察研究对象，从而获得有关被观察事物的主观映象的一种科学方法。“自然发生的条件”是指不人为地干预、改变和控制自然现象，正是在这一点上观察方法同实验方法相区别。科学观察与日常观察相比较，有其自身的特点，现列举如下。<sup>①</sup>

---

<sup>①</sup> 李建珊等：《科学方法概览》，北京：科学出版社，2002年版，第74～83页。

## 一、科学观察是在一定的科学理论指导下，有目的、有意识地主动观察

科学观察不同于日常生活中的被动地接受外界事物对感官的刺激随意观察。科学观察中的一个基本要素——观察对象的选择，并不是随意的，不能把任一事物或事物的任一方面作为观察对象，观察者必须根据研究的需要，结合自己的知识和才华，选择那些最有可能产生预期效果的事物和自然过程，作为科学观察的对象。科学观察过程中，大脑不仅仅是被动地接受外来信息，而且还需要对感觉图像加以组织或联系。观察者究竟以何种方式来组织感觉图像在很大程度上取决于个人的背景知识，即已有的理论知识、经验知识和思维方式的总和。例如，同样面对一张 X 光胸透照片，熟练的医生就能凭借他的理论知识和行医经验，判断出病人是否正常。而在不懂医学的普通人看来，照片只是黑一块、白一块的，没有什么特别之处，当然看不出疾病所在。除了上述认识主体对观察的选择和感觉图像的组织，科学观察的其他环节，如观察方案的设计、观察仪器的准确操作以及对观察结果的分析陈述等，都是在一定的科学理论指导下围绕着实现观察目的而进行的。

## 二、科学观察始终伴随着积极的思维活动

科学观察虽然获得的是对研究对象的感性材料，但这一过程不是机械地、消极地反映对象的过程。科学观察者会自觉地把过去已有的知识和观察到的现象、过程联系起来考虑，并且随着事物的变化对观察做出相应的调整，从而使科学观察更准确、更深入。

### 三、科学观察往往要借助一定的仪器对研究对象进行专门考察，而日常的一般观察主要靠人体的视觉器官

科学的发展很大程度上体现在对科学仪器的制作、改进和使用上。例如，伽利略通过自制的简易望远镜观测到，月亮也同地球一样，表面有高低不平的山谷；而现代的大型射电望远镜和光学望远镜使人类对宇宙天体有了更深的认识，促进了天文学的发展。科学的发展日益表明：大量精密的、自动化的仪器的使用，使科学观察更加客观、严格和方便，极大地提高了观察者的观察能力，从而有力地推动了人类认识的发展。

### 四、科学观察一般都要有准确、翔实的记录

日常观察不带有科研的任务，只是日常经验的积累，没有记录，而科学观察一般都要有准确、翔实的记录。科学观察的根本任务是通过长期地、全面如实地观察事物及自然过程，积累并记录大量的感性材料，并加以分析和描述，为揭示事物内部的联系和运动规律提供客观依据，这是科学观察不同于一般观察的原因所在。

## 第二节 科学观察的基本类型

划分标准不同，科学观察的分类也不同。通常，科学观察可分为如下几种类型。

### 一、探索性观察和验证性观察

根据观察目的的不同，可将科学观察分为探索性观察和验证

性观察。

探索性观察指的是观察者在不知道有何观察成果的前提下，以发现某种科学认识为目的而进行的观察。例如，著名生物学家孟德尔利用修道院的一小块园地种植了豌豆、山柳菊、紫茉莉、草莓、玉米等多种植物，进行杂交实验。他通过科学观察并记录，再分析杂交实验结果，发现了生物遗传规律。又如，气象科学主要是一门观察的科学，各气象台、气象站要对气象要素（如气温、气压、湿度、风、云、降水等各种天气现象）进行系统的观测，并对观测资料进行分析和综合，报出准确的天气情况，指导人们的日常生活和工作。验证性观察是指观察者为了验证（证明或反驳）已提出的某一科学假设或理论，为它们提供证明或反驳而进行的科学观察。例如，魏格纳（A. L. Wegener）为了验证他提出的大陆漂移说，亲自到各地进行考察，为学说提供了古生物学、地质学和古气象学方面的证据。

## 二、直接观察和间接观察

根据观察过程中是否使用仪器，可将科学观察分为直接观察和间接观察。

直接观察又称为纯感官的观察。间接观察又称作仪器观察。直接观察中，观察者和观察对象之间没有任何中介物，彼此保持直接的、亲密的联系。直接观察方法的特点是简便易行，同时避免了因观察仪器造成的观察者在认识上的偏差，至今在某些学科如气象学中仍得到广泛应用。但直接观察也有很大的局限性，因为人的感官是有一定阈值的，因而人的感官限制了观察的范围、精度和速度。随着科学的发展，人类利用已知的科学、技术原理设计并制造出各种各样的观察仪器，以此对客观世界进行更为深入的考察，使观察形式从直接观察发展成为间接观察。

间接观察是指人们利用科学仪器或其他技术手段间接地对自

然事物或过程进行考察和描述的观察方法。间接观察在观察者和对象之间引入了观察仪器这一中介物，使观察克服了人的感官的局限性，不断向自然界的广度和深度延伸，使人们对客观事物的认识更客观、更迅速，从而使人类的观察能力发展到一个新水平。同时，我们也应该看到，间接观察有自身的缺点：它不如直接观察对所观察事物的感觉直接，此外，间接观察的结果的准确程度还易受仪器精确度的影响，仪器的误差很可能会导致错误的观察结果。

### 三、定性观察和定量观察

根据观察结果是否对观察对象的数量特征进行了描述，科学观察可分为定性观察和定量观察。

任何事物都是质与量的统一体，因此，要完整地描述观察对象，必须从质与量两方面来进行，定性观察和定量观察由此应运而生。定性观察也称质的观察，它是为获得观察对象的性质、特征及同其他事物的定性关系而采用的观察方法。这种方法在生物分类学、矿物学、地质学等学科中应用较多。

定量观察也称量的观察，它是在了解观察对象的基本特征、性质的基础上，为了进一步探知观察对象在数量上的精确度，确定被观察对象的各种数量关系而采取的观察方法。这种方法在化学、物理学、工程技术学以及农业科学中应用较多。

定性观察和定量观察是唯物辩证法中事物是质的规定性和量的规定性的统一体观点在科学中的具体运用。事物的质与量是矛盾的两个方面，密不可分。因此，定性观察和定量观察二者相互联系、相互渗透、相互补充。从人们的一般认识过程来看，定性观察先于定量观察，定量观察以定性观察为基础；定性观察使人们初步把被观察对象与其他事物区分开，定量观察则使人们能深刻地认识事物，检验并修正定性观察结论。

### 第三节 观察方法在科学认识中的作用

从古至今，观察方法在各门自然科学中广泛应用，在科学研究中有着重要的作用。著名生理学家巴甫洛夫就曾说过：“应该先学会观察，不学会观察，你就永远当不了科学家。”因发现青霉素而获得诺贝尔奖的弗莱明也说过：“我的唯一功劳是没有忽视观察。”从这些深刻的话语中，我们足以看到观察的重要性。观察方法在科学认识中的作用突出表现在以下几个方面。

#### 一、科学观察是搜集科学事实的基本途径，是某些特殊学科研究的基本方法

科学研究的目的是透过纷繁的现象，探索客观事物及过程的本质和规律，从而改造世界，服务于人类。为此，必须对研究对象进行客观、具体、全面的科学观察，以获得大量的科学事实，在此基础上，抓住事物的本质。马克思说过：“研究必须充分地占有材料，分析它的各种发展形式，探寻这些形式的内在联系。只有这项工作完成以后，现实的运动才能适当地描述出来。”<sup>①</sup>此外，对于一些学科如天文学，观察方法更显示出其重要性。天文学的研究，主要靠观测天体的位置、分布、运动、结构等因素来开展研究，不能人为干预和改变这些因素，故天文工作者长年累月的天体观测所积累的天文资料成为天文学发展的源泉。地质学、矿物学、生物分类学等学科领域常用的野外实地考察也是观察方法在具体学科中的运用。

---

<sup>①</sup> 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局：《马克思恩格斯选集》第2卷，北京：人民出版社，1972年版，第217页。