

绪 论

一 生物学学习论的研究对象与内容

中学生物学教学是学生与教师的统一活动，既要重视研究教师的教，更要重视研究学生的学。只有在了解和把握了学生的学习规律和特点后，教才有切实的依据和可靠的基础。因此，在中学生物学教学中，在研究教师应该如何改革的同时，必须重视研究学生学习生物学的规律。只有这样，才有可能完成教学目标和切实、全面地提高学生的综合素质。

生物学学习论是在学生学习心理的基础上，根据生物科学的特点和中学生物学

教学的目的与任务，具体概括地阐述学习的原则、方法和规律的科学。

生物学是研究生命现象与生命活动规律的科学。它对人类的生存和可持续发展，对不断提高人们的物质生活水平和精神生活质量都有至关重要的意义。在人类的发展史上，生物学的发展尽管经过了漫长曲折的道路，但取得了极其引人注目的成就。17 世纪光学显微镜的发明，使人类对生物界的认识有了从宏观到微观的极大飞跃，开创了细胞学、组织学和微生物学等学科。18 世纪生物科学发展为实验科学。细胞学说和进化论是 19 世纪生物学发展的里程碑，是 19 世纪自然科学三大发现中的两大发现。19 世纪末，在物理学和化学发展的基础上，生物学跨入近代科学的行列，人们开始对生物学分门别类地进行研究，并使生物学各门分支学科——遗传学、分子生物学、发育学、细胞生物学、进化论、生态学等有了新的研究方向，获得新的发展。20 世纪 40 年代，电子显微镜的发展为生物学深入分子水平的研究创造了条件，X 射线衍射等新技术装置使观察分子成为可能，近 30 年来生物学发展的主要趋势是宏观研究和微观研究的日益发展与深入，DNA 双螺旋结构的揭示和克隆技术的具体应用，是 20 世纪自然科学研究中最重大的成就。现代生物科学的发展，促进了工业、农业、国防、医疗卫生的发展，促进了人类健康和人口控制，促进了环境保护和生物资源的合理使用。生物科学与人类的衣、食、住、行的密切关系已越来越多地被人们所认识，“21 世纪是生物科学的世纪”是历史发展的必然结果。总之，现代生物学在人类的和社会发展中占有愈来愈重要的位置。在培养跨世纪人才时，要使他们懂一些现代生物学知识，了解生物科学的发展趋向与研究成果是学生科学素质中最基本的内容之一。我国老一辈教育家董纯才早在 1980 年就在《要重视生物科学的教学和研究》一文中就大声疾呼学生“要学一点、懂一点生物学基本知识”；老一辈生物学家汪堃仁教授在 1980 年就指出“从现在起，培养新一代科学工作者，不论他是学哪一门学科的，都应具有生物学基础知识，使他们理解生物体的结构和功能是最经济和最合理的，以便从中得到启发，同自己

的科学实践联系起来，进行创造性的工作”；1994 年中国科学院生物学部的 71 位院士以《加强生命科学人才培养，迎接 21 世纪》为题，联名上书党中央、国务院建议加强生物学教育，高考恢复生物学考试，其中有一条建议是：“加强中学生物学教育，扭转轻视中学生物学教育的现状……恢复理科高考中生物学应有的地位”，并提出“我们殷切地期望：经过不懈努力，我们能以生命科学人才辈出的大好局面进入 21 世纪”。

生物学学习论是在学生学习心理特点的基础上，以中学生学习生物学的规律为研究对象，具体研究学生掌握生物学知识、技能和发展智能的学习过程、学习原则和学习方法，以达到激发学生的学习兴趣，增强学习的主动性和自觉性，提高学习过程的效益，从而有效地提高生物学的教学质量。

生物学学习论的研究内容，包括生物学学习及其认知结构，生物学学习目标、学习过程及学习原则，生物学学习中素质的提高和生物学学习方法等。通过这些内容的阐述，集中说明学习生物学的规律与策略，促使教学过程中在教师的主导下充分发挥学生的主体作用，促进学生主动地学习知识、掌握技能和发展能力，并养成良好的学习方法和行为习惯，有效地提高中学生物学的教学质量。

二 研究生物学学习论的意义

在教学过程中，顺利地完成任务必须借助一定的方法。教学实践证明，教学得法可以使学生在最轻负担的情况下取得最佳的效果；教学不得法，不仅会加重学生的学习负担，而且还不能完成教学任务，甚至还会影响学生的身心健康、挫伤学生的学习积极性、阻碍学生素质的全面发展。教学方法，是指完成教学任务所使用的工作方法，它包括教师教的方法和在教师指导下学生学的方法。“……事必有法，然后可成，师舍是则无以教，弟子舍是则无以学”，这就是说：无论教还是学都有个方法问题。在确定了教学任务，具备了相应教学内容之后，教学方法的优劣就成为提高教学质量的一个极为重要的因素。不论从教育理论的研究方面来说，

还是从教学实践方面来说,对学生学习方法的研究都是十分重要的。《学记》说:“善学与否,且不说造成对教师的恩怨,只看学习效果的‘功倍’与‘功半’之差就够大了。所谓善学不善学,主要是学习方法的优劣问题。因此,学法与教法的质量有密切的关系。”

重视在教学中使学生掌握学习方法,也是古今中外一切教育家的共识。当代一些著名的教育学家对这个问题也予以充分的注意。例如,赞可夫在他的实验教学体系的教学原则中,鲜明地把“使学生理解自己学习过程的原则”作为他的五大教学原则之一。所谓使学生理解自己的学习过程,就是要使学生不仅注意掌握学习内容,而且要注意分析自己的学习过程,要让学生学会怎样学习;再如,发现法的倡导者布鲁纳,认为运用发现法学习,“不仅知道完整的结果,而且要追溯达到结果的步骤(方法论)”,并进一步指出“人惟有凭借解决问题或发现问题的努力,才能学到真正的发现的方法,这种实践愈积累,就愈能将自己学到的东西概括为解决问题和探究问题的方式。掌握这种概括的方式,对他解决各种各样的问题是有效的。”因此,布鲁纳之所以倡导发现法,是与他的发展学生智力的指导思想密切相关的。我国北宋时期杰出的思想家张载对教学原则和方法的见解主要表现在以下几个方面:首先是提出学习目的和方向问题。他强调读书,尤其要明了为什么要读书;其次,他主张培养学生学习的自觉性和积极性;第三,他重视学习的“志”,即学习趣向,他曾讲“人若志趣不远,心不在焉,虽学无成”第四,他认为一个人不可能什么都“知”,因而在学习过程中不可能无“疑”,指出“不知疑者,便是不便实作”“于不疑处有疑,方是进关”此外,“因材施教”的观点,也是他主要的教学观点。以上所述都生动地告诉我们,指导学生掌握科学的学习方法和良好的学习习惯,是当代教学中必须着重研究和解决的问题。因此,在中学生物学教学实践中,充分研究和实践学习论,使学生从被动的学习转化为主动的学习,并运用正确的学习理论与学习策略,在学习生物学知识、技能的基础上转化为素质的全面发展,不断提高教学质量。总之,学习论的意义与价值不仅在学生的知识和技能获得过程中发挥一定的作用,而且在学生素质的形成和发展中也同样

具有不可低估的作用。

三 生物学学习论研究的基本方法

研究生物学学习论应从生物科学的特点和生物学科在中学的实际地位出发，实事求是地探讨符合我国基础教育实际的研究方法。一般说来，研究基本方法有以下几个方面：

（一）激发动机，提高学生学习的自觉性

正确的学习动机是直接推动学习的一种内部动力，它具体表现为学习的意向、愿望或兴趣等形式，对学习起着启动和推动的作用。在中学生物学教学的整个过程中，必须不断地培养和激发学生的学习动机，只有有了强烈的学习动机，才有可能把学习过程从“要我学”转化为“我要学”，以不断提高学生学习的积极性和主动性。

生物界绚丽多彩，生命之谜魅力无穷。生物科学与人类的生产、生活息息相关。学生对草木花卉、虫鱼鸟兽有天然的爱好。中学生物学教学完全有条件以此为基础激发学生的学习动机，重视揭示学习目的和意义，通过设置引人入胜或新颖的教学情境，组织好丰富有趣的内容，采用启发式教学，使学生感到学好生物学是自身成长和成才的需要，从而充分调动学生学习的积极性和主动性。

（二）加强直观教学，增强学生的感性知识

直观教学是指在教学过程中以亲身实践或以具体事物、现象的逼真描绘来激起学生的感性认识，获得主动的表象，从而促进对知识比较全面、比较深刻的掌握与理解的过程。直观是教学中最基本的教学原则和教学方法，苏联著名的教育学家苏霍姆林斯基在《给教师一百条建议》一书中指出：“直观是认识的途径，是照亮认识途径的光辉。”

直观可以使生物学知识具体化、形象化，有利于学生对知识的感知、理解和记忆，并可以极大地提高学生学习的兴趣和增强学习的积极性。中学生物学科的一个重要特征，就是具有极为丰富的直观资源，如生物活体、各种类型的生物标本、各种形式的模拟教具以及丰富多彩的生物界和各种生物实验等。在中学生物学教学

中应该做到学到什么,学生就能看到什么,特别是有关行为学和生态学的知识应该到大自然中去观察。在大自然中学生不仅可以亲眼看到活生物体的生活习性、外部形态和发育过程,而且还可以看到不同生物之间的错综复杂的关系,从而促进学生进行正确思维和对知识的感知、理解和记忆。因此,在中学生物学教学过程中应使学生尽可能地通过各种感觉器官,从不同方面、不同角度对生物体形成全面的、正确的感知,只有这样才能启发学生进行识别、分析、比较,以找出本质的属性,在学生的大脑中形成知识的概念、结构的规律和功能的原理,从而进行正确的判断和推理,从感性知识上升到理性知识。

学生在进行生物实验的过程中,观察到生物体的形态结构、生理功能等种种生物现象,这对他们有强烈的吸引力,从而能够激发他们的学习兴趣和求知欲,特别是进行探索性的实验,可以使学生在实验的过程中,在由感性到理性、由形象思维到抽象思维的基础上获得新知识,训练和掌握各种生物实验技能,并进一步发展智能。

(三) 理论联系实际,培养科学的学习方法

生物科学与人类的生产、生活和社会发展关系甚为密切。通过在教学过程中的理论联系实际,有助于学生分析问题和解决问题能力的发展,有利于学生形成实事求是的科学态度和培养学生学习生物学的科学方法。

在中学生物学教学中,要注意联系生产、生活和社会实际,结合教学内容,联系当地、当时的生物资源,联系学生可以理解的生物科学研究新进展,联系人口、环境保护、粮食、能源等重大社会问题。这样,一方面把理论知识具体化,另一方面也把实际问题提高到理论上来认识,从而养成科学的学习方法。例如,在“扁形动物”的教学内容中,从生活中常见的“米猪肉”引入来介绍猪肉绦虫与其寄生生活相适应的形态结构和生理功能的特点,最后在“动动脑”的两道题目中又归结到实际问题:1 猪肉为什么必须经过检疫才能出售? 2 在你的家庭中,切生肉、生菜的刀及案板是否和切熟肉、熟菜的分开?说一说分开的好处和不分开的害处。

(四) 课内外结合，发展学生的智力和能力

当前,中学生物学教学设置了由“必修课”、“选修课”和“课外活动”三个板块组成的课程结构。在教学中要注意三个板块的密切结合,使它们在教学效果上产生“共振”的效应。

根据当前生物课在中学课程设置中定位的实际情况,尤其要注意做好课堂教学与课外活动的紧密结合。课外活动较课堂教学有更大的灵活性、更强的广泛性和更适于因材施教,它可以使部分学有余力并对生物科学有浓厚兴趣的学生,通过在学习中的方式和开展各种生物科学的实验活动,提高生物科学素质和培养实践能力。

课堂教学与课外活动是相互促进和相辅相成的。课堂教学能够系统地学习基础知识,充分发挥教师的主导作用,有利于学生掌握较为完善的知识结构和基本技能。但是课堂教学也有其局限性,它既受教学大纲、教材的限制,又受到课时的制约,在相当程度上不利于学生个性特长的发展,而课外活动正是弥补了这个不足。因此,课堂教学与课外活动要互为补充。在开展课外活动时要注意把课堂教学获得的知识运用到课外活动中,以加深理解、增强记忆和提高运用知识的能力。同时,又要注意把在课外活动中获得的信息引进课堂教学,使课堂教学内容得到丰富和加深。

课堂教学与课外活动的紧密结合,是培养人才的重要途径之一。福建师范大学附属中学在抓好生物学课堂教学的同时,因校、因时、因地制宜和因材施教地开展了丰富多彩、生动活泼的生物学课外活动,培养了一批爱科学、学科学、用科学的高质量人才,先后有4名学生在国际中学生生物学奥林匹克竞赛中荣获银牌奖,有9名学生在全国中学生生物学竞赛中荣获一等奖,并被保送到北京大学、复旦大学等全国重点大学生物科学系深造。

第一章 生物学的学习活动

从广义上讲，学习是指人在生活过程中获得个体的行为经验的过程。学生的学习是学习的一种特殊的形式，是在学校环境中，在教师的组织指导下，在学生们相互影响下有目的、有计划、有组织，在规定课程的大纲和教材范围内，以掌握一定的、系统的科学知识和技能，并形成一定的思想品质和发展智力、能力为主要任务的。

第一节 学习及其基本方法

一 学习的定义及其基本特征

（一）学习的定义

一般认为，学习是人们生活的一个重

要组成部分，是获得新的知识或技能的行为。但心理学家对学习原理作了分析研究，对学习的解释不止如此。尽管他们对学习下的定义不尽相同，但其基本观点是一致的，就是要重视行为的改变。他们指出：学习是一种过程，人体依靠学习获得经验，改变行为。行为改变的标志是指在理解力、记忆力和对待事物等行为表现的改变。例如，在《生理卫生》知识学习中，学生虽然掌握了不能随地吐痰的原理，考试时答卷也得满分，但其实际行为仍是随地吐痰，这与没有学习痰的形成原理和随地吐痰的坏处有什么不同呢？因此，我们衡量一个人的学习效果，就要把他在不同时期的行为加以比较，从而进一步作出判断。

（二）学习的基本特征

学习是学生的基本活动，它具有以下四个特征：

1. 学习是一个过程，而且是一个复杂的过程

学习人人都会，但对于一个学生来讲，适当层次的学习不是轻而易举的。生物学基础知识的学习是由浅入深、由表及里、由具体到抽象的复杂的认识过程，必须在通过知觉认识生物的现象及其相互联系的基础上进行思维，从而获得其本质和发展的规律；生物学技能的学习，开始是认识某一技能的性质、重要性和怎样才能学好，再在认识的基础上又反复练习，最后达到熟练操作。至于要做到行为的改变，从错误的、不规范的行为转变为正确的、规范的行为，更要有一个复杂的过程。因此，教师不要把学习简单化，要做到居高临下，从学生的实际来分析相应层次的学习，不要居高“歧”下，认为这个问题简单，那个问题也不复杂，对学生学习的艰巨性和复杂性简单化理解。

2. 在学习过程中，对正确的反应要进行强化

学生在学习过程中会产生各种不同的反应。对于正确的反应要及时予以强化，以鼓励学生的学习情绪。强化是多方面的，例如在中学生物学基础知识学习中，教师多方面引导学生观察，设置种种情境，使学生经常接触到实际问题经过自己的思考得以解决，这是起着强化作用的；在学习过程中，教师对学生的态度也会影响学生的学习，教师对学生肯定的反应，给以赞许的评价，这也是强化。

这样，通过强化可以促进正确反应效应反复出现，使学生的学习积极性始终高涨。

3. 指导的针对性要强，没有千篇一律的学习过程

教师要根据不同类型知识的特点，采用不同的方法指导学生。例如，在学习鱼的外部形态结构知识时，教师应尽可能用活的鱼并配合各种有关教具，使学生能亲眼看到鱼类适于水生生活的特点，加强学生的形象记忆；而在学习鱼的运动器官——各种鳍的功能时，则应尽可能以各种鳍的功能对比实验来组织教学，使学生在实验过程中把生理过程具体化、形象化，亲自观察到胸鳍、腹鳍、背鳍和尾鳍在鱼的游动中所起的作用。

教师还要从学生的具体情况出发，采取针对性强的指导方法。例如，初中学生在学习过程中课堂反应比较热烈，采用问答法指导较能调动学生的学习积极性；而高中学生哲理思维性较强，应采用启发式教学，启发、引导学生沿着正确途径开展积极思维。教师还应针对不同学生的实际采用有的放矢的指导方法，使学生在学习征途中通过不同的途径，达到共同的终点。

4. 课堂的气氛对学习效果有明显的影响

要设置愉快、生气勃勃的宽松课堂气氛，以提高学生的学习情绪和学习自觉性，避免造成教与学的“膨胀状态”。要切实地减轻学生的学习压力和学习负担，充分调动学生的学习主动性和学习的兴趣，使‘苦学’转化为‘乐学’，可以明显地调动学生的内在学习动机和提高教学质量。例如，在蚯蚓的形态结构教学中，如果教学只是照本宣科，学生会感到抽象、枯燥而失去学习的兴趣；如果在课前布置每位学生到蚯蚓的生活环境中采集一条活蚯蚓带到课堂，教学时应用活蚯蚓配合其他教具边观察边认识蚯蚓在形态结构上的特点，即可在愉快的气氛中学习，整个教学过程中学生反应热烈，可以明显提高教学效果。

二 学习的基本方

学习的方法很多，代表性好、概括性强、能体现学习规律的有以下五类基本学习方法。

(一)模仿性学习

这是指学生通过模仿活动来进行学习,这是一类带有强制性的学习。在中学生物学教学中,许多内容需要学生的模仿性学习,但在指导这类学习时,要注意不要就事论事,只停留在知识与技能的表面,也就是不要只“知其然”,一定要做到“知其所以然”。这样才能克服这类学习过程的被动性和盲目性,增强主动性和积极性。例如,在中学生物学技能的学习中,使用显微镜观察生物的装片或切片是最基础的技能。从一开始学习使用显微镜,就不仅要指导学生在观察的过程中始终要用左眼注视目镜,右眼必须睁开,而且要具体说明这种规范动作的原理,使学生明确观察仅是一种手段,目的是要把观察到的结果准确记载下来(包括文字记载与绘图记载)。只有在左眼注视目镜,右眼睁开的前提下,才有可能及时、准确地记载观察的结果,从而提高学生在学习过程中的自觉性。

(二)概括抽象学习

这是指从生动的直观到抽象的思维的学习方法,是思维学习方法之一,在分析经验、感性知识的基础上予以概括,形成概念。中学生物学基础知识中许多概念的形成,对原理、规律的理解等都是运用概括抽象的学习方法。例如,在学习遗传的基本规律时,就是从豌豆杂交实验及其后代的遗传表现入手,进而对杂交实验的结果提出解释的假说,再进而对解释的假说进行验证实验,最后归纳出相应的遗传规律。

(三)逻辑推理学习

这是指从抽象的思维到实践(具体的思维活动)的学习方法,也是思维学习方法之一,是对已掌握知识的引申和发展而获得新的知识。例如,在学习外界条件对光合作用的影响时,应从学生已掌握的光合作用的过程和实质加以引申,进一步阐明怎样通过外界条件来影响光合作用的过程,进而影响农作物的产量。

(四)解决问题的学习

这是指围绕着问题的解决来学习有关知识,是中学生物学教学中常用的学习方法之一。例如,在植物“水分和无机盐的吸收”教学中,首先指出:根的功能是“把植物体固定在土壤中,并从土壤

中吸收水分和无机盐”，然后围绕着“是不是根的各部分都有吸收功能呢？”这一问题展开学习根的形态、根的结构、根对水分的吸收和根对无机盐的吸收。

（五）总结提高的学习

这是指复习性的学习，把学习的阶段性和学习的连续性结合起来，通过进一步学习改善知识结构，使之系统化、条理化、综合化的学习方法。例如，在动物学知识教学中，学过鱼纲、两栖纲、爬行纲、鸟纲和哺乳纲动物后，从它们的生活习性、主要运动器官、呼吸系统、循环系统、体温和生殖发育等几个方面加以归纳、总结和比较，这样不仅使学生进一步明确各纲动物的特征，而且还可从具体材料中理解脊椎动物的进化趋势。

三 学习的生理机制和生理过程

一般认为，学习的最基本的生理机制就是条件反射的形成，虽然大脑皮层是学习的主要部位，但任何学习都包括大脑皮层、皮下结构（如网状结构、部分丘脑和海马等）、脊髓，甚至感觉器官和肌肉内的外周神经末梢的活动。因此，任何一种复杂的学习都是与大脑和整个神经系统的复杂活动联系着的。

学习的生理过程，一般是首先经过感知外来刺激开始的，将外来刺激信号转换为神经冲动传入各级不同的中枢；其次是信息的贮存和在中枢部分与原有信息的联系而产生新的活动，包括理解、意识、思维和外在的行动。

第二节 学习规律的“蓝图”和学习策略

学生的学习既是一个复杂的过程，也是一个艰苦的过程。尽管不同的学科、不同的年段，即使是同一学科同一年段而不同的学生，都具有不同的特点，但是，在学习上都有许多共性。现从学生学习规律的“蓝图”和学习的策略两个方面加以阐述。

一 学习规律的“蓝图”

学生学习规律的“蓝图”，是教学过程向学生学习规律方面的发展，赵锡鑫教授形象地把它比拟为“教学的染色体”。它就像一张地图，准备工作的每一步都要落在“蓝图”上的每一点，同时又要注意这一点对“蓝图”其他部分的影响和联系。以下简单介绍赵锡鑫教授的以学生的学习为主线画出学生学习规律蓝图的流程：

学生的学习阶段		教师任务(备课的设计)
阶 段	学生行为	
1. 动机阶段	期待	引起动机(如导言) 向学生说明学习目的
2. 领会阶段	注意 选择性知觉 思考	引起维持和提高学生注意力 不断让学生思考 选择扫描路线
3. 获得阶段	编 码，贮 藏，“登 记”，同 化，顺 序 ……形成新的认知 结构	加强学习指导 刺激回忆(直接回忆，回忆旧 知识)
4. 保持阶段	记忆贮藏 短时记忆向长时记 忆转化	组织学生复习、作业
5. 回忆阶段	提取	增强保持，如联系性再现和 练习
6. 概括阶段	知识的综合 学习的迁移	促进学习的迁移，如概括一 章或几章知识 把知识与其他知识相联系

续上表

学生的学习阶段		教师任务(备课的设计)
阶 段	学生行为	
7. 反映阶段	反应	引出反应:如测验,开展实验活动
8. 反馈阶段	强化	提供反馈

(一)动机阶段

学生进行学习总是一定的动机所引起,也为一定动机所支配。学习动机是直接推动学生进行学习的一种内部动力。从教师方面看,诱因动机是最常使用的,正确地利用诱因(如有趣、吸引力大的导言,提出令人迷惑不解的矛盾问题等)都可以激发学生的学习动机。但是,每课时都不可能全部有趣,编制的矛盾也不一定是“合情合理”的。因此,成就动机就显得必要了。这种动机是主观上的,但诱发则是客观的。为此,必须把教学的目的告诉学生,把学生纳入教学动机中,这样动机就会持久和得到提升。也就是说,让学生知道通过学习自己将得到什么知识和它的意义。例如,在练习使用显微镜一节课开始时,教师明确指出:“今天的课,将让你们初步学会认识显微镜的结构、使用原理和使用方法。你们学会后,对一些肉眼看不见的生物或器官、组织,自己就会借助显微镜进行观察。”这样,期待与目的相结合会产生良好的效果。

(二)领会阶段

学生领会知识是多种教学方法综合起来发挥作用的阶段。从学生角度出发,先决条件是课业是否引起注意,教师的核心任务则是引起注意,学生只有注意了,才有可能领会知识。教师在指导学生注意时,首先是向学生提供注意的材料,包括教学内容、教具和指导学生注意的教学方法。这时,教师要注意两点:一是把内容、方法和教具按逻辑顺序排列起来,使学生注意教材的重点和关键,指导学生选择知觉的内容。教学中,各种教具都在学生视野之内,听的内容也在听觉的范围中,教师的任务就是完成视、听与教材重

点的吻合。第二是在注意的基础上的思考。只有思考才能领会教材。领会阶段是认识结构的改造过程的开始，“听明白，看明白”是思考的通俗说法，教师在教学中要注意启发学生思考，不能去代替学生的思考，更不能因为思维与表达的混乱引起学生思维的“疲劳”，应使学生成为善于思考的人。

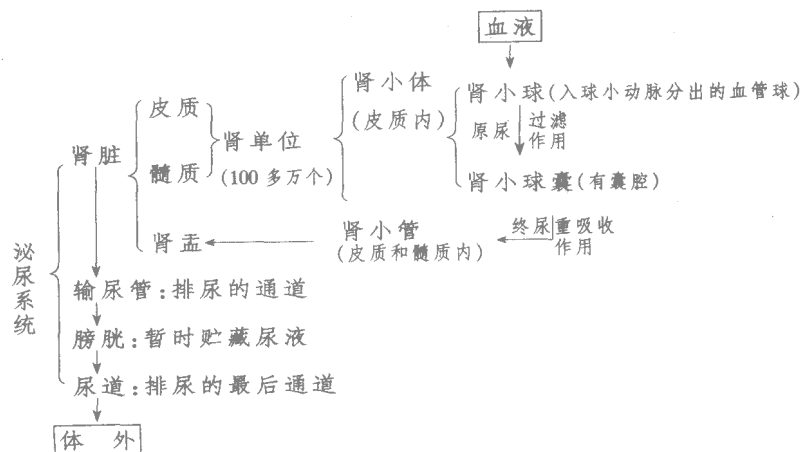
(三)获得阶段

学生在学习中的获得阶段，主要表现形式是编码和加工，就是把领会了的知识和技能等信息转变为长期记忆之中的形式，并且形成新的认知结构。教师的任务是选择最好的方式指导学生编码。

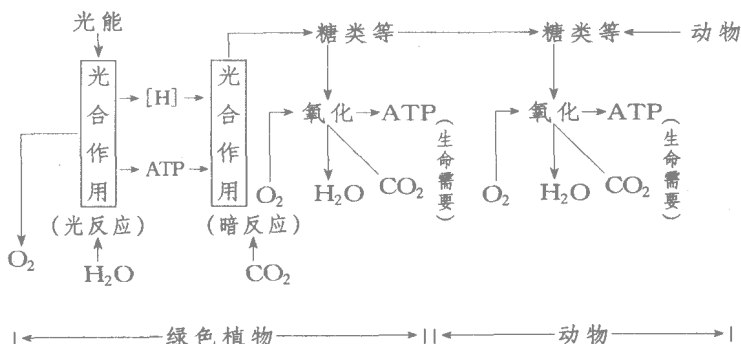
编码是一个抽象的过程，也是信息的聚集过程。它是把新信息与旧知识结合起来，形成一个概念的系统。编码有多种形式。

【例一】学生领会狗，在编码中是以狼狗、巴狗等不同品种的已知知识为基础，然后上升为它是哺乳动物→动物→生物；与已知家畜牛、马、羊不同，也与野兽不同。但它们之间又有相似之处。这样既有已知，又有教师传递的新信息，还有自己的推理，结果是知识的结构化，并向深、广度发展。

【例二】学生领会泌尿系统的结构和功能，对整个泌尿系统的结构与功能加以归纳后，紧接着进行以下编码：



〔例三〕学生在领会动物的能量来源后，进行了广泛的编码组合，结果在大脑里形成生物界中能量流动的图式：



以上编码不仅把本课的新信息联结起来，而且回忆了光合作用知识，它能大大地提高长期记忆的可能性。

学生的编码加工，必须由教师加以正确的指导。指导方式主要有以下两种：一是提出问题，刺激回忆，把新旧知识联系起来，使学生进行正确的认知结构的提取或检索；指导的另一种方式是板书提纲，板书包括文字的、向学生呈现图片或图表，用文字与图形指导学生编码也称长期记忆的双重编码加工模式，效果会更好些。

(四)保持阶段

知识的保持在学习过程中起着十分重要的作用，它是获得阶段的继续和发展，是在进一步思考和练习相结合过程中进行的。如果边学边忘，那将一无所得。提高学生保持效果的重要条件有以下三个方面：

1. 学习材料的适量和意义性

学习材料的量要有控制，既可以调动学生学习的能力，但又不过多增加学生的负担。学习量过少，虽然保持效果好，但学生学习能力剩余；学习量过多，会使记忆困难程度猛增，产生学习能力疲劳。这样，都会引起学生的消极态度。

从学习材料的意义看，有意义的材料比无意义的材料容易识记，保持持久。在生物学教学中，应该把观察和实验，做图解和笔记结合起来，防止死记硬背的导向。

2. 学习材料的熟记程度和有效的方式

熟记是指反复学习材料达到超出仅仅可能回忆的程度，由于对学习材料的反复学习，头脑中那些新知识的联系痕迹逐渐加深，信息的贮存日益牢固，因而使学习材料保持得较牢固、较持久。生物学知识是以记忆为基础的，生物体的形态结构特点和生理功能特征、许多专有名词等都需要有良好的记忆。但是，并不是复习次数越多，保持效果就越好，要注意“报酬递减”现象，即重复学习的频率递增，保持的效果递减。因此，要取得更好的保持效果，还必须采取合理的教学措施。从中学生物学教学来看，特别要注意以下两点：

(1) 理解的记忆。

在许多生物学的概念学习中，要注意组织学生把概念提纲化，在理解知识内在联系的过程中进行熟记，可以明显地提高保持的效果。例如，关于“减数分裂”的概念在课本中有一整段，难以完整地记忆，可以通过提纲化处理：①生物生殖的类型——进行有性生殖的动、植物；②分裂特点——细胞连续分裂两次，而染色体在整个分裂过程只复制一次；③分裂结果——子细胞的染色体数目比原来的减少一半。再如，关于“生态系统的物质循环”的概念，课本中也是一整段，同样可以通过概念的提纲化处理：①“物质”是指组成生物体的 C、H、O、N 等基本元素，“循环”是指在生态系统的生物群落与无机环境之间所形成的反复的循环运动，“生态系统”是指生物圈。这样，通过对概念的理解，可以明显提高识记与保持的效果。

(2) 比较记忆。

生物学知识中明显地体现出从低等到高等、从简单到复杂的内在联系，可以通过知识间的比较学习来提高保持的效果。例如，在学习减数分裂过程时，跟有丝分裂加以比较，从减数分裂是一种特殊方式的有丝分裂入手，突出“特殊方式”表现为两点：一是减数