

全国教育科学“十五”规划教育部重点课题
中学生物新课程教师继续教育培训参考用书

中学生物学 实验教学与创新

中学生物课程改革与创新系列丛书

全书主编 刘植义
本册主编 潘紫千



河北少年儿童出版社

中学生物课程改革与创新系列丛书

中学生物学实验教学与创新

全书主编 刘植义

本册主编 潘紫千

编者 (以姓氏笔划为序)

马丽芸 刘建华 陆 强

高敬智 韩玉珩 谭秋霞

河北少年儿童出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中学生物学实验教学与创新/潘紫千, 高敬智编.
石家庄: 河北少年儿童出版社, 2005

ISBN 7-5376-2962-5

I. 中… II. ①潘…②高… III. 生物课-实验-教学研究-中学 IV. G633.912

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 020896 号

中学生物学实验教学与创新

全书主编 刘植义
本册主编 潘紫千

河北少年儿童出版社出版
(石家庄市工农路 359 号)
河北新华印刷一厂印刷
新华书店经销

850×1168 毫米 1/32

5.625 印张 15 万字

2005 年 1 月第 1 版

2005 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 7-5376-2962-5/G·2117

※

定价: 10.40 元

总 序

当前,我国正在全国范围内开展第八次基础教育课程改革,其迅猛之势,令人瞩目。在这次教育改革大潮中,核心内容是课程改革。为了构建符合素质教育要求的新基础教育课程体系,提出了许多教育新理念、新思路、新的课程目标、结构、标准和体系。根据课程标准编写的新实验教材,对生物课程教育和教学改革提出了更高更新的要求。如何推进中学生物课程改革的顺利进行和深入发展,真正达到本次课程改革的目标,首先要促进广大教师更新教育观念;其次是将先进的课程理念付诸于实践,真正落实到具体的教学内容和教学方法中去,以实现教育功能的转变,达到进一步提高素质教育的目的。

为了加快基础教育课程改革的步伐,全国各地掀起了新课程师资培训的热潮。与此相呼应,出版单位出版了大量有关解读新课程理念的书籍,对更新教师的课程观、知识观、质量观、教师观和学生观起了很大作用。在这种情况下,如何帮助广大教师进一步将新的课程理念运用到实际的教育和教学中去,是当务之急。为此,我们组织编写了一套既有先进理念又能在生物课程改革的实际应用中具有指导意义的教师培训用书和教学参考书,为中学生物课程改革做些贡献。

本套《中学生物课程改革与创新》系列丛书,包括《中学生物新课程教学与创新》、《中学生物课探究式教学与创新》、《中学生物课研究性学习与创新》、《中学生物课实验教学与创新》、《中学生物课调查活动与创新》。这套丛书的编写是以基础教育课程改革的新思想、新理念为指导,贯彻《基础教育课程改革纲要(试行)》的精神,以素质教育为根本,以培养学生的创新精神和实践能力为重点,以转变教师的教学方式和学生的学

习方式为突破口，实现课程功能的变革。

本套丛书的编写体系是以《生物课程标准（试用）》和目前出版的初中《生物学》实验教科书为依据，突出生物科学教育的价值，按照生物课程的特点，首先介绍课程改革的新理念、新思路和新体系，然后再安排课程目标、教学模式和教学方法、教学评价等内容。

本套丛书的内容选择是以教师实用为原则，针对当前生物课程改革的需要，以及生物学教育和教学改革实验中存在的问题，我们组织了广大生物教师总结近两年在新课程改革实验中所取得的改革与创新的成果，以及宝贵的教学实践经验，采取教学案例和教学经验荟萃等方式，将先进的教育理念与实际教育教学活动相整合，为广大生物教师在教学改革中起到启发、示范和指导作用，使这套丛书真正成为教师进行课程改革的“好帮手”，充分体现丛书的针对性、实用性和可操作性。

课程建设是一个长期的不断发展过程，要将课程改革的新理念在实践中真正得以落实并产生效益，不是一朝一夕所能达到的。由于我国的大教育背景——几十年传统理念和教学方法造成的思维定势，新旧思想的碰撞，都会使很多教师在实践中不断产生新问题和新困惑，这就需要我们加强学习，更新观念，大胆革新，不断创立新的教学方法，逐步适应新课程改革的潮流，为课程改革做出贡献。我们深信在全社会和全体教师的不懈努力下，新课程改革的明天会更加灿烂美好。

河北师范大学 刘植义

2004 年元旦

目 录

第一章 生物实验创新的目标和价值	(1)
第二章 生物实验教学的创新模式	(10)
第一节 感知模式	(11)
第二节 具体模式	(18)
第三节 游戏模式	(28)
第四节 形式模式	(38)
第五节 探究模式	(46)
第三章 创新生物实验教学的类型与案例	(61)
第一节 观察实验	(61)
第二节 解剖实验	(70)
第三节 生理实验	(75)
第四节 探究实验	(88)
第五节 模拟实验	(97)
第六节 考察实验	(104)
第七节 游戏与制作	(119)
第八节 虚拟实验	(127)
第四章 创新生物实验教学的评价	(136)
第一节 教学评价概述	(136)
第二节 知识评价	(148)
第三节 技能与能力评价	(151)
第四节 情感态度与价值观评价	(164)

第一章 生物实验创新的目标和价值

一、生物实验创新的目标

创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力。我国基础教育全面推进以培养学生创新精神和实践能力为重点的素质教育，关系着 21 世纪中华民族的复兴、国家的前途和命运。生物学是研究生命现象和生命活动规律的科学，生命科学是 21 世纪科技革命的前沿阵地。中学生物学教学应紧密结合生物学科特点，引导学生积极参与科学探究活动，使他们认识到创新是推动生物科学发展的巨大动力，使之具有初步的创新精神和实践能力，为今后参加社会主义建设和培养终身学习能力奠定基础。

狭义的创新是指创造、发明新的东西，突出前所未有的“新”字；而广义上的创新则包括利用现有知识技能去重现前人已经探索的发现过程。因此说，学生的积极学习过程也是创新，学生的创新多数是一种学习意义上的创新，这种创新又为其成人后的创新作了准备。同样，学生的独立思考本身也是一种创新活动。因此，只要是不墨守成规，能别出心裁、标新立异地提出合乎事物发展规律的新观点、新设想、新方法都是创新。现代创造学理论也告诉我们：人人都有创新的潜能，这种潜能是可以开发和培养的，仅仅是每个人所展现的方式、程度、质量不同而已。所以说创新并不神秘，也不遥远。学校创新教育的主要任务就是营造情境，让学生感受、理解知识的产生和发展过程，培养学生

的创新精神。

创新精神是学生的创新意识、创新性思维、创新能力和创新品质等方面的综合表现。依据中学生物学科特点和初中学生的年龄特征，生物学科的创新精神培养目标可以有以下几点：

1. 认识到创新对个人的发展和对国家、民族发展的重要意义，崇尚创新，有创新愿望。喜欢参加探索生命活动规律的学习活动，在学习中逐步形成独特的爱好和兴趣，有较强的求知欲，在观察、实验、调查等实践活动中不盲目接受现成的答案和结论，具有不仅要“知其然”，而且要“知其所以然”的探究精神。

2. 养成独立思考和科学思维的习惯，并能初步运用发散思维与聚合思维、直觉思维与逻辑思维等思维方式探究生命现象，提出问题和思考问题。

3. 初步具有在不同情境下，将所学知识加工组合，形成用新的知识网络解释和分析问题的创造性学习能力。

4. 在学习中能始终保持积极心态，敢于质疑，勇于发表自己的见解，并能虚心听取他人意见。在成功面前不骄傲，在挫折面前不气馁。

实验是验证、探索、发现新问题的最重要、最可靠的手段，实验过程既是对文化知识的复习、运用、实践过程，更是培养学生求实创新、团结协作的个性品质的重要过程。生物实验作为生物教学的重要内容，在培养学生创新素质方面所发挥的作用越来越受到人们的重视。所以，生物实验教学应该成为培养学生创新素质的重要乐园。

通过生物实验教学可以培养学生精细的观察力、敏锐的洞察力、丰富的想像力、宽泛的联想能力、良好的直觉能力、发散能力、组合能力、求证能力及其创造性的思维习惯、不断自我批判、勇于否定、完善和超越自我的能力。

二、生物实验创新的价值

(一) 唤醒学生的创新意识

纵观生物科学的发展历史，它的每项发现都同实验密不可分。实验是创新的摇篮。生物科学发展史本身就是一部人类发现生命、认识生命、改造生命的创造史，记载着人类创新的实践和探索，是前人留下的宝贵的精神财富。其中重大科学发现的经过、经典科学研究的范例、中外科学家发明创造的动人事迹等，都是对学生进行创新教育的极好的素材。

教师可以通过开发和利用这方面的课程资源，组织好史实素材，依据教学目标和学生的年龄特点，适时、适量地进行科学史教育，使学生在潜移默化中受到熏陶、感染，认识到创新对人类发展的重要意义，了解生物科学发展的认识过程，可以从实践中发现问题，通过研究实现知识创新，或者在理论上获得突破，通过实践探索实现技术创新以发展学生的创新能力；通过与学生共同探讨前人是怎样创造性地做实验的，可以让学生明白科学工作者是如何发现问题、作出假设、设计实验和完成实验的，体会到实验的巧妙之处，产生“我也能”、“我能行”的自信心。

(二) 形成灵活的创新思维

创新思维决定着一个人能否创新及创新能力的大小，是创新素质的核心。在生物实验教学中可以培养学生的逆向思维、发散思维和比较思维能力。

1. 培养逆向思维能力

一个人的思维是指人的理性认识过程。按照思维过程的指向来划分，一个人的思维可以分为正向思维（常规思维）和逆向思维两种形式，它们处于矛盾的两个方面，没有逆向思维就没有正向思维，没有正向思维也就没有逆向思维，它们是相辅相成的。因此，它们应该具有同等重要的位置。然而在实际教学中，对学生进行逆向思维训练的机会不多，由此导致学生逆向思维能

力较差。遇到问题时总是力图通过正向思维去考虑，以获得问题的解决。但有时采用逆向思维去考虑，可以使问题很快地得到解决。逆向思维是创新常用的思维方式。

逆向思维就是有意识地从常规思维的反方向去思考问题，也就是常说的“唱反调”。例如：“叶绿体色素的提取和分离”实验中，画滤液细线时一般要求做到又细又齐，越细越齐效果越好。为了让学生理解这样做的目的，实验时教师可以让每组学生分别画两种滤液线，一种是画得细而且整齐，另一种是画得粗而且不均匀，通过分析实验结果，学生很容易理解画滤液线时为什么要这样要求。

学生思维能力的可塑性很强，在教学中经常对学生进行逆向思维的训练，可以有效地提高学生的思维能力，开发他们的智力，为学生思维创新开辟一条新思路。

2. 培养发散思维能力

发散思维又称求异思维、辐射思维，是指从一个目标出发，沿着各种不同的途径去思考，探求多种答案的思维，与聚合思维相对。很多心理学家认为，发散思维是创造性思维的最主要的特点，是测定创造力的主要标志之一。这种思维形式能克服常规思维的单一性、单向性，能有效地锻炼学生思维的流畅性、灵活性和独创性。

新课程提倡学生参与设计一些简单的实验。在这种活动过程中，尽管有的学生提出的方案是幼稚的，甚至是不科学的或不可行的，但其中却包含着创新的火花。例如，在设计“探究茎对水和无机盐的运输”实验时，一般教科书是将一个草本植物的枝条插在红墨水中，过一段时间后，观察叶片或浅色的花变红。而让学生参与设计实验时，学生可设计出很多种方案。如：将枝条插在红墨水中，一段时间后，在枝条上部做茎的横切，观察茎是否变红，哪部分变红；将枝条插在蓝色的硫酸铜溶液中，观察

茎叶是否变蓝；在枝条的横切面上涂上凡士林，插在红墨水中，观察茎叶是否变红；甚至有的学生设计将枝条插在盐水中，过一段时间后，在茎的上部切断，尝尝茎是否有咸味，这样的实验设计显得有些幼稚，甚至有的设计不太科学，但教师对学生都要鼓励，以培养学生的求异思维。

3. 培养比较思维能力

比较思维是创新思维中常见且行之有效的一种思维方法，指根据两个或两个以上具有相同或相似特征事物的对比，从一个事物的某些已知特征去推测另一事物相应特征的存在，异中求同、同中求异，从而产生新知，得出创造性的结论。在生物实验中，常用到比较实验法，即根据实验目标，将实验对象分为两组（或多组），其中一组是对照，作为比较标准，另一组（或多组）是实验主体，对其采取不同处理，然后观察实验现象或数据变化，从中得出实验结论。

此外，逻辑推理也是创新过程必不可少的。爱因斯坦曾经说过：“逻辑推理是用来验证已有的创造设想。”例如，遗传学家孟德尔在进行豌豆杂交实验时，设计了测交实验来验证对 F_2 解释的可靠性，这其中包含着缜密的逻辑思维和丰富的创造因素。试想如果孟德尔遗传规律没有实验来验证，那是很难被人们接受的。

在教学中，通过大量的对比实验教学，不但有助于培养学生的逻辑思维能力，还能锻炼和发展学生思维的独创性和批判性。

（三）参与知识的构建过程，培养学习能力

学会学习主要是指养成良好的学习品质和具备一定的学习能力，其目的是树立终身学习的理念，使学生成为爱学习、会学习、善学习的人，从而具备终身创新能力。从表面看，学会学习，与创新似乎联系不大，其实不然，这是因为当今世界知识总量的迅速扩张和更新速度的不断加快，使学习的时间自然而然地

从青少年延伸到了人的一生，使学习的场所由学校位移到了社会。有人说“学习就是工作的组成部分”。只有不断学习，掌握现代科技的新成果，才能始终把握科学技术发展的脉搏，才能始终站在知识创新的前沿，可以这样说，学习的停止也就意味着创新的终止。因此，“学到老，用到老”更具有时代意义，学会学习已成为知识经济时代的人所必须具备的创新品质。

探究性实验是探究研究对象的未知属性、特征以及与其他因素的关系的实验方法。其特点是对研究对象不了解或不完全了解，凭实验者去探索、去尝试。这种探索和尝试是根据一定的实验目标，利用已知的条件，用外加因素去干扰研究对象，以观察实验中发生了什么现象，得出了什么结论，产生了什么结果，并通过推测得出结论。因此，探究性实验是一种开创性的研究工作。生物科学史上的很多重大发现和理论的建立，都是通过长期的探究性实验才得以实现的。例如，植物的光合作用就是由众多的生物学家和化学家经历了 300 多年的探索才逐渐被认识的。

在实验教学过程中，通过让学生参与知识的产生和发展过程，能够培养学生的学习能力和创造性思维能力。

例如，在讲述《叶片的结构》一课时，可以让学生先来做实验：让学生观察，当把叶片放到小烧杯的温水里时，可以看到叶片的表面会产生一些气泡。当学生在露出水面的叶柄处吹气时，叶片表面的气泡明显增多。学生由此现象必然会推测叶片的表面可能有出气的小孔与叶脉相通，是不是这样呢？学生自然很感兴趣地将叶片表皮撕下来放到显微镜下看个究竟，从而发现气孔的结构。这似乎是仅仅将讲课与实验的顺序作了一下颠倒，但实质是将验证性实验转变为探究性实验。从学生的角度看，学生亲自参与了知识的构建过程，其心理体验是前者无法相比的。探究性实验中，学生发现的某些知识，对他人是已知的，但对学生

本人是未知的，学生对这些未知知识的探索，经历了知识发现的创新过程。

又如，在学习“茎的输导作用”时，教师可以先不讲茎的输导作用，而是课前布置学生剪取几个枝条，全班分成几组，对实验材料作不同的处理：①将枝条顺插在稀释的红墨水中；②将枝条倒插在稀释的红墨水中；③将除去叶的枝条顺插在稀释的红墨水中；④将除去叶的枝条倒插在稀释的红墨水中；⑤将环割部分树皮的枝条顺插在红墨水中。上课时，先让学生对比观察用不同方法处理的枝条（先观察外观，然后再观察茎的内部颜色变化），提出启发性问题，分析产生不同现象的原因。学生根据已学知识，通过对实验现象的分析，发表自己的意见，在讨论和争论过程中解决问题，得出正确结论。这样做可以使学生对新的知识点心领神会，植根脑海，形成永恒的记忆，且激发了学生勇于探索的精神，培养了学生创造性思维能力。

典型的科学探究包括发现问题、作出假设、设计实验、实施实验、得出结论、表达与交流等过程。通过亲身经历和体验科学探究活动，学生可以主动获取生物学知识，理解科学本质，学习科学方法，初步形成科学探究能力、发展创造能力和实践能力。

例如，一组同学正在观察一群蚂蚁，他们看到一些蚂蚁正在往洞里运食物。这时有的同学提出：“蚂蚁爱吃什么样的食物？”针对这一问题，学生会作出各种各样的假设，并且会设计出不同的实验方案来验证这一假设。在科学探究活动中，可以培养学生很多方面的创新素质。第一是发现有真正创新潜在价值问题的素质。在真实复杂的实践情境中，问题很多，但能从中选择出有真正价值的，需要一定的基本素质。如具有不唯书、不唯上（权威）的独特性、批判性和强烈的求异性的人格特征；具有与此相关的丰富知识、经验；具有精细观察力、敏锐洞察力等能力特

征。第二是对认识和解决问题作出大胆的、合理的假设的素质，如具有强烈的好奇心、旺盛求知欲的人格特征；具有博学的知识特征和相关的能力特征，如想像力、直觉能力、联想能力、发散能力和组合能力等。第三是对假设作出小心求证的素质，如具有求真、谨慎的人格特征；具有科学方法知识特征；具有设计求证方案、实施方案并能通过逻辑、数学的处理，从求证结果中获得正确、准确结论的能力特征等。

（四）培养顽强的创新意志

创新意志是指在创新过程中表现出来的那种自觉的、顽强的、勤奋的甚至是冒险的精神。创新是在未知中求索，不可能是一帆风顺的，也可能是“千呼万唤不出来”，更有许多创新成果是在逆境中诞生的，经受了无数次的失败和挫折。例如，被誉为“杂交水稻之父”的袁隆平教授在“文革”期间顶住压力，在水稻扬花的中午，头顶烈日，脚踩污泥，手持放大镜，像大海捞针般逐株逐穗寻找着几万分之一雄性不育水稻。当极其难得的几棵雄性不育水稻被“小将”们夺走后，他还是继续寻找和研究。正是凭着这种顽强的意志，使得袁隆平踏上了前人没有走过的路，揭开了杂交水稻研究的序幕，并培育成功了高产优质的杂交水稻。

实验带有探索性，往往经过多次失败才能取得成功。在教学过程中，教师应该注意经常鼓励学生不要因一两次的错误而气馁，更不要因一两次的失败而放弃，帮助学生分析错误之处及失败的原因，这将有助于培养学生坚韧不拔的毅力和锲而不舍的精神。可以想像，没有顽强的创新意志，再新颖的创新也会半途而废。相比之下，在学习遇到的一些困难就显得微不足道了，从而也增强学生战胜困难的决心。

（五）养成良好的科学态度

科学是老老实实的学问，在寻找客观规律的过程中，需要实

事求是的科学态度。科学态度在学习过程中不会自然形成，许多态度是由模仿而获得的。教师在实验中表现出的一丝不苟、专注，操作的严谨、规范等良好的态度与行为都在影响着学生，加上教师对学生平时的严格要求与训练，就会使学生逐步形成良好的科学态度。良好的科学态度在科学研究中起着至关重要的作用。例如，摩尔根在果蝇杂交实验中，极偶然地发现了一只白眼雄果蝇，对此摩尔根没有因其偶然而放过，而是设计了回交实验，从而成为第一个将基因定位于染色体上的人，并进一步发现了遗传的连锁互换规律。

第二章 生物实验教学的 创新模式

在一定的教学思想或理论的指导下,对实验教学过程进行优化设计而形成的比较稳定、系统、简明的实验教学程序及其实施方法的策略体系,就是实验教学模式。作为实验与理论间的中介,教学模式比教学理论更简明、更具体,具有可操作性,便于教学中掌握和运用。生物实验教学模式是生物实验教学过程的简约化描述,它丰富和发展了生物实验教学理论,可以用来指导和规范生物教师的生物实验教学设计和实验教学行为。

生物学实验是中学生物教学的重要组成部分,属于中学课程教育的范畴。生物实验孕育着大量的培养学生创新素质的各种因素。在实验时,丰富的生物事实作用于感官,为学生创新思维提供了感官刺激;各种需要回答的问题,为学生创新意识提供了源泉;各种实验器材使用功能的改进革新,为学生创新操作活动提供了条件;各种自然生物规律应用于实际,为学生创造想像提供了成功的机会;不时出现的各种错误、失败,为学生创新精神增添了动力。因此,教师应把生物实验教学作为培养学生创新素质的重要渠道,在原有实验内容的基础上,不断地对生物实验教学进行改革和创新,有针对性地运用多种创新的实验教学模式,这样才能更好地培养学生的创新意识、创新思维、创新精神和创新能力,才能真正实现生物实验教学的目标。

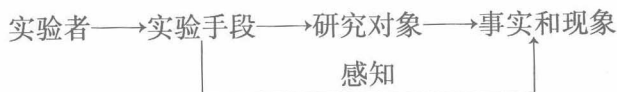
第一节 感知模式

一、感知模式的含义

生物实验教学的感知模式就是指导学生通过感觉器官或借助科学仪器,对周围存在的生物个体、生物学现象、生物学事件发展过程等进行有目的、有计划的感知和描述,从而获得经验事实的研究模式。

观察是生物实验感知模式的主要方式,在生物实验中都离不开科学的观察,没有无观察的实验。生物学实验的最终目的是为了提供更多、更便利的观察机会,从而为生物科学的新发现或生物理论的建立提供更多的机会。

二、感知模式的基本结构及实施策略



感知模式的实验学习中,实验者不仅是简单地对研究对象进行观察,更多的情况下是在教师指导下运用一定实验的手段,通过对研究对象和条件的控制和干预,获得自然状态下难以得到的详实、准确、便于比较和感知的事实和现象。实验者有着双重身份,即研究对象及条件的控制者和事实、现象的观察者。

感觉必须通过各种感觉器官才能形成,而人的感受器又有一定的生理局限性;知觉的形成也会受到一些干扰,因此利用感知模式进行中学生物实验教学是非常必要的。生物学实验的手段既是工具又是媒介,它可以强化实验材料,使实验者感觉更准确。如通过放大镜、显微镜等可以突破人的视觉界限;皮肤直接感触不到的温度变化,利用温度计可以准确测得;利用听诊器可以比