

周 德 庆

(复旦大学微生物学系)

大量事实说明,当前正处于“信息爆炸”之中。认识这一形势并采取相应的对策,对推动当前教学改革的纵深发展,就显得十分迫切了。以下拟从“信息爆炸”的客观性、教学内容的网络化、教学方法的高效化和教学思想的现代化等四个方面来讨论“信息爆炸”与微生物学教学改革间的关系。

(一) 面临“信息爆炸”形势的微生物学

当前的世界,正处于“信息爆炸”之中。据统计,现有学科总数已剧增至 4,100 多门,其中自然科学约占 2,600 门,社会科学约占 1,500 门;全世界每天发表的科技论文数高达 1.3~1.4 万篇,每年多达 500 万篇;每年有各种专利约 35 万件,图书约 10 余万种(1985 年我国出书 45,600 种);全世界出版的科技杂志数更是与日俱增(表 1)。其结果,就使知识老化的周期大大缩短:十八世纪为 80—90 年,十九世纪为 50 年,近 50 年来,一般学科为 5~10 年,而一些新兴学科,例如分子生物学、核物理、电子技术和空间科学等则仅为 3—5 年;今天人类所掌握的知识,其中的 90% 是第二次世界大战后取得的。

表 1 全世界出版的科技杂志数

年 份	杂志数(种)
1655	1*
1750	10
十九世纪初	100
十九世纪中	1000
1900	10000
目前	100000**

* 指《伦敦皇家学会哲学学报》。

** 1981 年我国出版的科技杂志数为 6,500 种(社会科学为 1,300 种)。

生物科学也处于“信息爆炸”之中。如果说 1900 年时生物学知识的总量为 1 的话,则 1930 年为 4,1960 年为 16,而至 2000 年时,竟可达 100! 从国际上两本权威刊物——《Science》和《Nature》1985 年第一季度的文章中,有关生命科学的内容占据半数以上的事实来看,也明显地证明了这一事实。从微生物学的情况看:

1. 微生物学专业杂志: 1900 年时为 19 种; 1920

年时为 68 种; 1940 年为 160 种; 1960 年为 286 种; 1968 年为 327 种,而 1979 年则达 600 种。

2. 几本主要教科书的情况: 近年来,国内外几本有代表性的教材都有页数越来越多、版面逐渐扩大、字体越印越小的趋势(表 2)。

表 2 几本微生物学教科书的变化

作者及书名	版次	年份	版面	页数	字数
武汉大学、复旦大学等: 微生物学	1	1961	32 开	254	19.4 万
	1	1980	16 开	270	39.0 万
	2	1987	16 开	455	67.1 万
Pelczai, M. J. et al. MICROBIOLOGY	1	1958	大 16 开	564	
	4	1978	大 16 开	952	
Stanier, R. V. et al. MICROBIAL WORLD	1	1957	小 16 开	682*	
	2	1963	小 16 开	753	
	4	1976	大 16 开	871	

* 其中还包括 75 页“生物学基础知识”。

3. 与学科迅速发展相关联的还体现在新名词剧增。例如,中国科学院编的《英汉微生物名词》(1959 年)有名词 5,000 余条,至 1979 年时出版的《英汉微生物学词汇》已增至 8,000 余条; Singleton, P. 等编写的“Dictionary of Microbiology”(1978 年)中约收集了 5,000 条名词,至 1987 年第 2 版时,内容范围扩大,增收了大量应用微生物和微生物分子生物学词汇,总数达 1.5 万余条。

以上事实都有力地说明,当前的微生物学同样也处在“信息爆炸”之中。

(二) 信息网络化是反“信息爆炸”的一项有效措施

这里要谈的是教学内容的网络化问题。压缩信息、浓缩信息和设法使信息密集化,可能是对付“信息爆炸”的最好策略,而信息网络化则是压缩信息和提高信息质量的一种较好的形式。

我们在微生物学教学的长期实践中,对压缩信息数量、提高信息质量(即过去常提到的“少而精”的口号)有一个逐步深化的认识过程:曾从机械压缩(“压

本文为 1986 年 7 月在烟台召开的“全国第二次微生物学教学讨论会”上的发言稿。

“饼干”式)到删繁就简、突出重点的“削枝强干”式,后来,又进一步深入到一个新的层次——提出了以图示表解的形式为主的“信息网络化”的教学方法。后者不仅压缩了信息的数量,提高了信息的质量,使松散的信息有机地联系起来,达到了网络化,而且形式新颖,做到了信息图像化、视觉化,使教学容易理解助记忆。

1. 什么是信息网络化: 凡能使多而杂的信息通过深入加工而形成少而精信息的方式, 都是信息网络化的内容。具体地说, 就是尽可能收集与主题有关材料, 经过分析、归纳和整理, 按其中的本质联系加工成形式独特、内容简明的图示、表解或表格等板书形式, 以尽可能达到信息简明化、形象化和条理化。这种网络化的信息, 具有内容精炼、主线分明、层次清楚以及

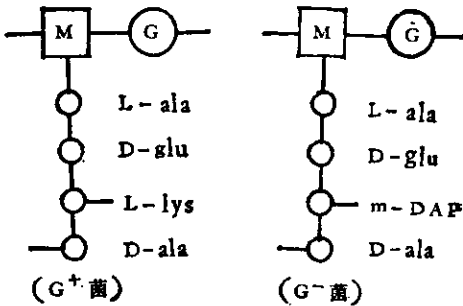


图1 肽聚糖的结构单体(简式,“肽桥”未画上)

纵横联系明确等优点,并突出了问题的重点、难点、“热点”(指共同感兴趣的课题)、弱点和空白点,从而形成了一种“立体化”、“板块化”的信息。

用这种方式处理后的知识,使知识“由厚变薄”,能“少而精,学到手”,并带有较高的自明性,因而提高了教学质量,有可能做到“上课听得懂,概念记得牢,纲要背得出,实验做得巧,学科感兴趣,能力有提高”等教学要求。

2. 信息网络化的形式和实例:

(1) 图像化: 简明、准确的图像有助于深入浅出地分析说明复杂的问题,因而有助于学生的理解和记忆。其形式有模式图(图1)、示意图(图2)、流程图(图3)、曲线图和其他的几何图形等。

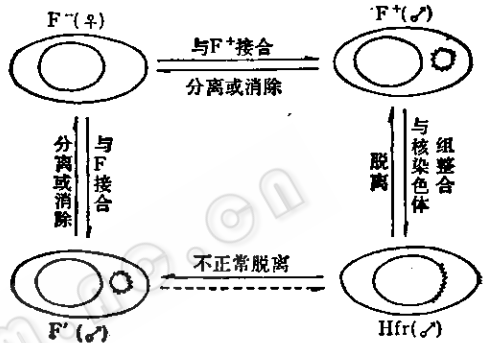


图2 大肠杆菌的接合方式及其相互关系

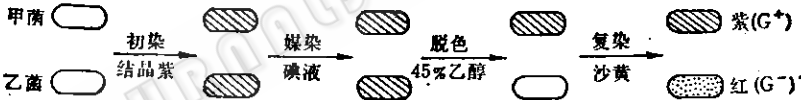
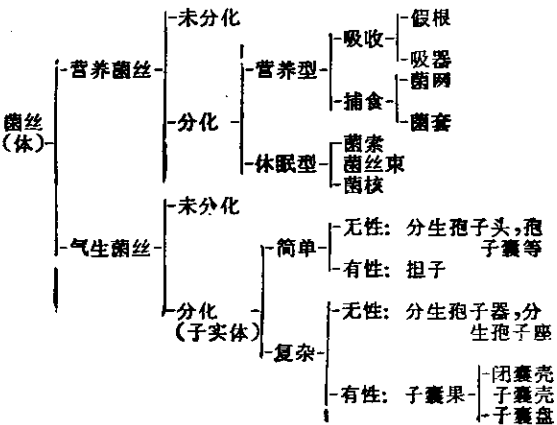
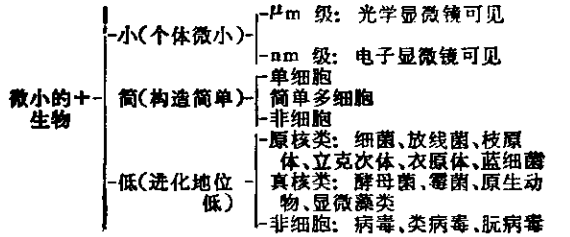


图3 革兰氏染色法的操作步骤和结果

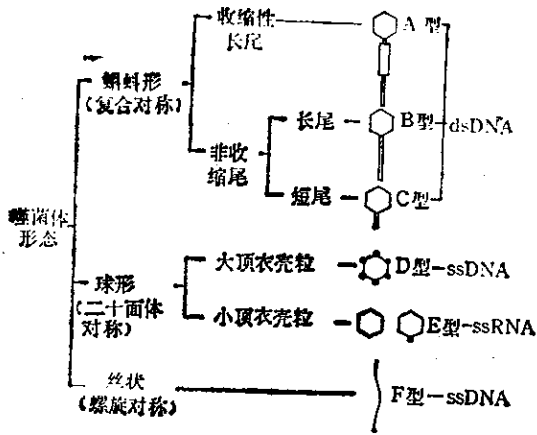
(2) 表解化: 表解的形式能使多而分散的知识整理成主次清晰、层次分明、信息密集、简洁而醒目的知识,应用十分广泛。我们曾用一个表解,把一般需要大量篇幅叙述的,而且不易讲清楚的真菌菌丝(或菌丝体)的各种分化形式交待清楚了。



又如,大量原来要用较多的文字表达的定义也可用简明的表解法来表示,例如微生物的定义可表解如下:



再如,已知噬菌体有 2,100 种(1981 年),但基本形态只有 6 种,它们可用表解并配合简图来进行系统化、条理化,使教学效果明显提高:



(3) 表格化: 表格的形式特别适用于那些项目较多的种种比较的内容。其优点是简洁、明确、对比度强, 看后使人一目了然。例如真菌的孢子(表 3)和微生物的碳源谱(表 4)等。

表 3 真菌孢子的类型和特点

孢子名称	染色体倍数	形状	数量	内生或外生	实例	
无性孢子	孢囊孢子	n	近圆	多	内	根霉等
	分生孢子	n	多样	极多	外	曲霉等
	节孢子	n	柱形	多	外	白地霉
	厚垣孢子	n	近圆	少	外	总状毛霉等
	芽孢子	n	近圆	较多	外	假丝酵母等
	掷孢子	n	罐豆	少	外	掷孢酵母
有性孢子	卵孢子	2n	近圆	1至几	内	德氏腐霉等
	接合孢子	2n	近圆	1	内	根霉等
	子囊孢子	n	多样	一般 8	内	脉孢菌等
	担孢子	n	近圆	一般 4	外	蘑菇等

注: 真菌孢子的其它特点略。

表 4 微生物的碳源谱

营养型	元素水平	化合物水平	培养基原料水平
有机物 (异养)	C · H · O · N · X	复杂蛋白质、核酸等	牛肉膏、酵母膏等
	C · H · O · N	简单氨基酸、肽等	明胶、蛋白胨等
	C · H · O	糖、有机酸、醇、脂等	葡萄糖、山芋粉、糖蜜等
无机物 (自养)	C · H	烃类	石油、石蜡油、天然气等
	C · O	CO ₂	CO ₂
	C · O · X	CaCO ₃	CaCO ₃ 、白垩等

注: X 代表其他元素; 打方框者指最常用的碳源类型。

3. 信息网络化的优点

(1) 是提高信息密度的有力措施: 可使信息化多为少, 化繁为简, 化厚为薄, 化稀为浓, 化“一壶水”为“一杯水”。有助于克服当前教学计划中“内容多、学时少”等矛盾。

(2) 是提高信息质量的有效方法: 可使信息化杂为精, 化零乱为系统, 化松散为集中, 使学生既见树木又见森林, 既培养战术能力又锻炼战略意识, 从而学得活, 学以致用, 达到能左右逢源, 举一反三, 触类旁通, 既知其然又知其所以然的新水平。

(3) 是避免讲课内容与教材内容雷同的可靠手段: 同一教材内容, 对具有不同教学经验的教师来说, 会有几种明显不同的表达方法, 例如常见的就有照本宣科式, 注解式, 全更新式和信息网络化式等。我们认为, 信息网络化是其中较好的一种。

(4) 是使学生加强记忆效率的有力保证: 网络化的信息, 使原来杂乱无章的内容变成有系统、有层次、突出重点的内容, 并向文字图像化即视觉化方向前进了一步, 如再加上教师的声、姿等的配合, 让学生在上课时发挥多感官协同追踪同一信息的作用, 就可加深他们的记忆, 提高课堂效率, 使一些重要教学内容达到过目不忘, 甚至终身难忘的长期记忆效果。

(5) 是向学生传授自学能力的良好方法: 要使教学内容全盘网络化, 就要求教师有较强的自学能力。在课堂教学中运用图示表解式的板书, 实际上就是传授自学能力的一系列示范。

(6) 是提高教师业务水平的一条重要途径: 要达到信息网络化的教学, 首先要求教师能博览群书, 搜炼古今, 善于分析, 勇于创新。久而久之, 就可能使自己摆脱传统的搬弄本本、背诵条条式的教学方法, 在知识更新上出现良性循环, 从而促进了业务水平的提高。

(7) 是使板书形式倍受欢迎的一条实际经验: 网络化的教学内容, 要求教师不仅要讲好, 而且必须借助板书来表达, 这就促进了学生不仅要听好, 而且要记好, 记下教学内容中经过教师认真加工后的精髓, 因此容易受到学生的欢迎。

(8) 是一种效果较显著的启发式教学方法: 由于在信息化过程中经常要处理局部与整体、主流与支流、历史与现状、已知与未知、现象与本质、探索与结论以及理论与实践等关系, 从而使他们在思想方法和学习方法上都获得较多的锻炼与提高, 达到了启发式教学的效果。

(9) 可以减少学生的复习时间和提高复习质量。

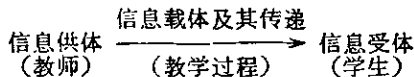
(10) 有利于提高讲稿质量, 并能使教师在课堂上随时从自己的讲稿上查找到暂时遗忘的内容。

(三) 设法采用有效的教学方法来提高课堂效率, 让学生真正学到手

这里要讨论的是教学方法的高效化问题。

1. 教学方法在传授知识和培养智能中的重要性

从信息的传递过程来分析,教师实质上可看作是一个信息供体,他通过适当的教学手段——语言、板书、表情、姿势等信息载体,把信息传递到信息的受体——学生的头脑中,从而形成了一股信息流,即:



在单位时间内,信息受体从信息供体处所获取的信息数量多少和质量高低,代表了课堂效率的高低或教学效果的好坏。因此,要提高课堂效率,除了要求教师具备一个较高的“信息势”在教学内容上积极反映外,还要求教师研究和采用良好的教学方法。

$$\text{课堂效率} = \text{教学方法} \cdot \frac{\text{信息质} + \text{信息量}}{\text{时间}}$$

在现实生活中,常有学识渊博但教学效果不好的教师,也有学术造诣一般但课堂效果甚佳的教师,这正说明教师研究教学法的重要性。

2. 努力提高学生的学习兴趣

爱因斯坦曾说过:“只有热爱才是最好的教师。”启发学生对所学课程发生浓厚兴趣,就会使他们产生长时期自觉学习的动力。为此,作为“信息供体”的教师,除了必须使自己一直保持信息优势外,还应使自己经常处于高度的“激发态”,换句话说,他们不仅要有丰富的专业知识,而且要有炽热的教学热情。这样,就可提高学生的“感受态”——具有强烈的学习兴趣和旺盛的求知欲。

(1) 重视“绪论”课的教学:绪论课是一门课程与学生初次见面时的一份“见面礼”,也是教师向全体学生作第一次“亮相”。它绝不是一种可有可无的“老生常谈”,相反的倒是必须特别认真对待的一课。根据我们的体会,绪论课的影响所及不仅限于一门课程的范围,有时甚至还影响一辈子的事业。因此,有经验的教师,总是设法认真备好和努力上好绪论课,并把它看作是“唱歌的定音”或“短跑的起跑”。

(2) 在内容的深入浅出、语言的生动有趣上下功夫:教师要博览群书,多收集和累积与本学科有关的大量资料和生动的事例,还要深入接触生活,多观察环境中的种种有关现象,使自己经常备好“一壶水”。这样,一旦要用时,就可随时倒出一杯“高质量的水”。这时,教师就能做到联系教学内容,灵活插入一些既生动有趣又寓意较深的切题比喻或笑话,活跃课堂气氛,提高学习兴趣,并达到使学生加深对所学内容的理解和记忆。

3. 加强板书,努力做到信息图像化、条理化

研究资料表明,在人体各感官所接受的信息中,视觉约占70—80%,听觉约占10—20%,而通过嗅、触、味觉等感官所获得的信息总共只占5—10%。另外,用不同感官所获取的信息,其记忆效果也大不相同:当

眼睛和耳朵(视听)并用时,记忆效率为66%,而眼、耳的分别记忆效率却只有27%和16%。因此,参加获取同一信息的感官越多,则记忆效果也越佳。还有,不论什么文化程度的人,对图像的记忆力都甚强。这就提示我们:在教学过程中,加强板书,设法做到信息的图像化,并配以生动的讲解,是提高课堂效率的重要手段。

良好的插图在促进人们长久记忆中的作用,实际上是人人都能深刻体会到的。可以说,一些教科书、参考书或报章杂志上的好文章,若有令我们久久难忘之处,更多地是源于形象生动别致、寓意深刻和内容诱人的插图。

4. 让学生通过亲自实践来获得信息

实践出真知。实践是一切智慧的源泉,也是打开科学宝库的钥匙。百闻不如一见,但站着看还不如动手干。因为动手实践时,可充分发挥每一感官的作用,使它们同时追踪同一个信息,并在大脑皮层上形成更为深刻、牢固的联系,这就为长期记忆打下了良好的基础。

让学生动手实践,还可培养各种能力——观察能力、分析能力、设计能力、动手能力和协作能力等。同时,通过实验还能加深对理论知识的认识。

5. 关于教师在讲台上的“体力劳动”与教学效果的关系问题

前已提及,教学过程是一个由教师到学生间的信息传递过程。师生在教学中的关系,有点类似于物理学中的一对“共振体”。教师的信息势能越高、教学热情越大、教学方法越佳,则教学效果就越好。

我们认为,教师在讲台上不仅进行着艰苦的脑力劳动,而且在某种意义上还确实进行着很艰苦的“体力劳动”:饱满、高昂的情绪,抑扬顿挫的讲解,不时挥动着的手势,来回走动着的步态,以及强有力的板书等,难道不是教师在讲台上的种种体力劳动形式吗?

根据长期教学实践中的切身体会,我们高兴地发现,教师在讲台上的“体力劳动”强弱竟与教学效果的高低呈正相关性。具体地说,①凡饱满热烈的教学情绪者教学效果就好,反之则差;②语音准确、音量适当(以使最后一排座位上的学生听得清楚为准)、语言抑扬顿挫者佳,反之如语音轻微、含糊,说话平铺直叙者则差;③目前阶段,尤其是任教百人以上大班课的教师,还不能挂图、幻灯或投影机来完全取代传统的板书。用粉笔就得化力气,尤其是大班课,为使最后一排座位上的学生能看得清楚,还得化很大的力气来写。这样,教师犹如以身作则地在记大笔记。结果,凡教师舍得化力气者,则往往教学效果就好,反之则差;④为提高教学效果,讲课时教师最好是站着讲,如兼作恰当的手势或必要的走动,则教学效果更佳,相反,如静坐一处而缺少必要动作表情者,效果就差。此外,还有一点与教学效

果关系很大,但称不上是“体力劳动”的是不能时刻不间断讲稿,尤其不能照本宣科。

教师在讲台上所作的艰苦的“体力劳动”,常会引起教学中的一系列良性循环,这正是学生对教师最好的精神报赏。

6. 教师一进教室就要有一股磁石般的吸引力

有经验的教师,一进教室就会有一种自然的魅力。当他一登上讲台,就可把所有学生的注意力牢牢把握在自己手中,并随着讲授内容的展开和深入,始终如一地使学生的思路与自己同步活动,甚至当响起下课铃时,还有恋恋不舍的感情。这就是理想的课堂秩序,也是教学方法好坏和课堂效率高低的一项重要指标。如何达到这一目标正是每个教师尤其是青年教师值得研究的一个课题。

(四) 智能教育应重于知识教育

这里要介绍的是教学思想的现代化问题。

在当前处于“信息爆炸”的时代,应把“知识就是力量”这一传统口号改变为“智能就是力量”才好。因此,对学生仅仅强调知识教育就大大显得不足了。新时代的学生,决不能只是作为贮藏大量知识的“两脚书橱”,而应成为有开拓精神和创新能力的智能型人才。他们能不断更新自己的知识,从而达到自我教育和终身教育的目标。

能力就象开启知识宝库的钥匙,点石成金的魔指,猎人的枪枝或渔人的渔具,因为它是一种可供终身受益达到无师自通的法宝。

1. “智能金字塔”的三个层次及其相互关系

“智能金字塔”是由三个层次组成的。它的底层是由知识所构成的塔基,这是智能的基础,实际上它是大脑信息贮存功能的体现;第二层是由智力构成的塔身,它是知识的深化,也就是大脑获取信息和运用信息功能的体现;顶层则是由创造力构成的塔尖,它是大脑加工旧信息和产生新信息这类高级功能的体现。

这三个层次互为条件,一级比一级高级、复杂。可以说,知识有待于“饱和”,只在饱和的知识中才能产生智力的“结晶”,如果再通过加“热”,则此“结晶”就会进一步“升华”,这就是创造力的源泉。

2. 通过教智能、考智能、评智能来克服“高分低能”

既然智能如此重要,因此,每个教师都应把教智能、考智能和评智能贯彻在整个教学工作中,这样,就有助于克服当前社会上较普遍存在的“高知低智”和“高分低能”的反常现象。

结合微生物学教学,我们曾从以下几方面注意了智能的培养:

1. 加强实验课教学,促进动手能力的提高:微生物学是生物科学中第一门有一套自己独特实验技术的学科,也是一门与生产实践密切相联的学科。近年来,我们在实验教学中更强调了培养学生的能力,并在独

立操作、单元技术、必要的重复、严格的无菌操作和数据的量化等方面加以重点考虑。结果,不但明显提高了学生的学习兴趣,加深了对课堂理论教学的理解,并且还大大锻炼了他们的动手能力。

2. 实验课以操作考试代替笔试,促进动手能力的巩固和提高:近年来,我们一反过去实验课采用笔试的办法而坚持改用操作考试,并选择了那种既有代表性,又有较严格的定量操作要求的实验,这就促进了学生平时更认真地去掌握实验操作,从而巩固和提高了他们的动手能力。

3. 在教学过程中注意传授由杂变精、由厚到薄的“诀窍”:通过上述“信息化”的教学,并介绍其中的“诀窍”,使学生不仅感到这是一种有助理解、记忆、记录、自学和应试的好办法,而且还促进了阅读、分析、综合、表达能力和战略性、创造性思维等能力的提高。

4. 通过课堂上留有余地的讲课,促使学生自学能力的提高:对待教学中那些资料易找、深度易掌握的一般性内容,教师在课堂中只提出表解或表格的空框架,甚至只提出一个大致要求,让学生自己查找资料去填充或解决,这种“自寻饭吃”的方法也有利于促进学生自学能力的提高。

5. 出好试卷,促进学生智能的提高:出好考题既有利于对学生智能作全面考核,又是对教师教学质量的一种检查。考核内容应既全面反映本课程的重要章节,又应全面检查各类学生的知识、智力和创造力的各个层次,形式有是非题、选择题、填空题、填表(图)题、改错题和问答题等。只要在出题时将难、易题目搭配恰当,则全班学生的考分就会按正态分布规律合理拉开,因而就容易克服“分数拉不开”和“高分低能”等弊端。

6. 通过发还试卷和及时分析答题中共同问题(包括学习方法),有利于促进学生审题和应试能力的提高。

综上所述,我们得到以下三点认识:

1. 对待当前“信息爆炸”的一个较好策略是设法“压缩信息”,而信息化或“板块化”则是压缩信息的有效措施之一。在当前教学改革中,如能自觉、全面和长期坚持探索教学内容的信息化,尤其是自行设计适当的图示、表解和表格式的板书内容,就有利于在同样的教学时间中大大提高教学质量。

2. 在向学生传授知识和培养智能的过程中,教学方法有着重要的作用。努力提高学生的学习兴趣,加强板书的图像化,结合深入浅出、生动有趣的讲解,让学生多动手实践,以及教师在课堂教学中辅以必要的“体力劳动”、提高学生的注意力等,都可提高课堂效率。

3. 在当前“信息爆炸”时代,学校应大力培养开拓

(下转第130页)

(上接第135页)

型、创新型的人才,因此智能教育应重于知识教育。智能教育的重点是培养学生获取、加工旧信息和创造新信息的能力。在微生物学教学过程中,也应尽可能结合各个教学环节,有意识地培养学生的各种能力。

4. 与此相适应,要求教师从单纯的“信息传播型”努力向“信息加工传播型”和“信息创造传播型”的方向发展。