

文件编号: 1003 - 7586(2007)07 - 0020 - 03

试论模型在高中生物教学中的作用

樊向利 (江苏省扬州市江都中学 225200)

摘 要 模型方法是现代生物研究的重要方法。新课程 3 个模块(人教版高中生物)中都有练习对各种模型的构建,模型还作为工具,用来分析研究对象各因素关系、运行的特点、预测评价等。

关键词 生物模型 模型方法 生物学教学

中图分类号 G633.91

文献标识码 B

课程标准确定的能力目标包括操作技能、信息能力和科学探究能力 3 个方面,其中尤为重视科学探究能力的培养。领悟和运用科学方法,对于发展科学探究能力至关重要。在高中生物课程的 3 个必修模块中,共同之处是在科学方法教育方面的价值,正如课程标准所指出,3 个模块有助于学生“领悟建立模型等科学方法及其在科学研究中的应用”。

模型方法就是把研究对象(原型)的一些次要的细节、非本质的联系舍去,从而以简化和理想化的形式去再现原型的各种复杂结构、功能和联系的一种科学方法。

模型具有 3 个基本特点:① 是对实际对象的模仿和抽象;② 组成体现认识对象系统中的主要因素;③ 反映主要因素之间的关系。

模型也可分为形象模型(实物模型)和抽象模型两大类。

抽象模型中,概念模型、模拟模型和数学模型是其基本的类型。概念模型是对认识对象系统的一种简化的定性描述,用于表示系统组成和相互关系,它是抽象模型中最基本的模型。模拟模型就是用便于控制的一组条件来代表真实事物特征,通过模仿性试验来了解实体的规律。采用数学语言对对象进行定量描述就是数学模型。

1 动手建构模型,领悟和运用建立模型的方法

1.1 建构模型方法也是现代生物研究的重要方法

3 个模块(人教版高中生物)中都有练习对各种模型的构建,具体归纳如表 1 所示。

表 1

名称	类型	学习价值
尝试制作真核细胞的三维结构模型	实物模型	研究真核细胞空间结构
利用废旧物品制作生物膜模型	实物模型	研究细胞核的空间结构
建立减数分裂中染色体变化的模型	模拟、数学模型	通过模拟性实验了解规律,进行定量描述
制作 DNA 双螺旋结构模型	实物模型	加深对 DNA 分子结构特点的认识和理解
达尔文自然选择学说的解释模型	概念模型	对生物进化的定性描述
构建人体细胞与外界环境的物质交换模型	概念模型	模式化人体细胞与外界环境的物质交换过程,进行定量描述
建立血糖调节的模型	模拟模型	简化和模式化血糖调节过程,突出其主要特点

1.2 模型的制作

3 个模块中模型建立的特点是提供一定的指导,

用 2 表示,Y 用 b 表示。

5 表现评估

在活动的过程中让学生解释下列一些遗传方面的概念:遗传、基因、基因型、表现型、显性基因、隐性基因、后代、庞氏表、杂合体、纯合体等。

学生将会构造一个庞氏表,而且将会解释人类是如何遗传基本特征的。

6 活动的结果

从这些活动,学生将会获悉:什么是显性基因和隐性基因,该如何写基因型和表现型,区别基因型和表现型,学生将会对什么是遗传有较好的理解。在生物教学过程中,学生能以多种方式参与活动,例如讨论、观察、回答问题、实验、调查和探究等,教师应充分关注学生,对学生在学习过程中表现出的综合素质(多元智力潜能),包括认知基础、学习兴趣、情感体验、实验能力、创新精神等给予积极的评价。

由学生动手动脑建构模型,能力目标是让学生领悟和运用建构模型的方法。例如第三章“制作真核细胞模型”。教材中描述的是在电子显微镜下才能观察到的微细结构,因而学生缺乏感性认识。因此,学生亲身体验模拟制作“细胞”的立体结构模型有助于再现有的实验条件下让细胞变“微观”为“宏观”,而更好地构建他们完整的知识体系。

1.2.1 模型的制作过程

我们制作的细胞结构模型是属于实物模型,是对原型的模仿和抽象。现以动物细胞为例,体验建构模型过程:

(1) 分组进行讨论,动物细胞的结构主要包括哪些,设计制作模型方案。

方案:动物细胞主要结构有细胞膜、细胞质、细胞核,其中细胞质中含各种细胞器,主要有线粒体、内质网、高尔基体、核糖体、中心体、溶酶体等。

(2) 寻找和选择材料: 泡沫塑料、木板、纸板、橡皮泥、线绳、布、塑料袋、细铁丝、大头针等。

(3) 小组讨论制作模型规格(大小,展示的是全部还是局部,平面图还是立体图等),模型包含的结构等。

(4) 讨论材料使用。各种细胞结构用何种材料,细胞结构如何制作,细胞结构之间如何连接等都需要讨论、细化。真实的细胞颜色并不鲜艳,但是可以用不同的颜色区分不同的细胞结构,使细胞的各部分结构特点更加突出,便于观察。

(5) 学生以小组形式合作完成真核细胞的模型制作,并交流成果,作出评价。

(6) 成果:学生做的模型有:① 用硬纸壳作“细胞壁”,塑料薄膜紧贴其上当作“细胞膜”,用橡皮泥精心捏制成各种各样的细胞器;② 用精美的包装盒作细胞壁,内有一层硬质的透明壳作细胞膜,用琼脂制作透明的细胞质基质,用中药小药丸作核糖体散放在其内,非常形象直观,也利于保存和收藏等。

在整个制作过程中,学生讨论分析,分工合作,气氛热烈。

1.2.2 模型制作的学习价值

通过模型制作实践活动,进一步探究细胞的结构及功能,使学生由理性认识转向感性认识,更容易把握细胞结构的完整性以及与其功能相适应的结构特点;而且通过分组活动,小组各成员能分工合作,积极思维,互帮互动,相互促进和提高。

2 模型作为工具,用来分析研究对象

2.1 教材中的模型分析

除了学生自己建构模型,教材中还把模型作为工具,用来分析研究对象的组成因素,各因素之间的关系,因素运行的特点,预测评价等,总结如表2。

表 2 教材中的模型总结

名称	模型类型	学习价值
生物膜的流动镶嵌模型	物理模型	理解生物膜结构
种群的J型增长曲线	数学模型	探究种群数量变化规律
种群的S型增长曲线	数学模型	同上
生态系统的结构模型	概念模型	研究生态系统各因素及关系
生态系统能量流动模型	物理模型	解释各营养级能量流动特点
碳循环模型	模拟模型	模拟碳循环,判断,预测因素变化

2.2 教材中的模型做为工具

在生产生活中,模型也可以是工具,定量评价,预测,检验研究对象中特征因素的变化,解决有关的生物学问题。

例如:在“生物与环境”知识模块中有这样一道题:下面 2 条食物链,假如生产者的数量一样多,能量传递效率相同,那条食物链中,消费者所包含的能量多?

① 草→羊→狼：

② 草→虫子→鸟→鹰。

学生中的答案普遍有两种(设草固定的总能量为A,能量传递效率为20%)。

第一种:① 草 → 羊 → 狼

A 20%A 20%×20%A

消费者所包含的能量=20%A+20%×20%A。

② 草 → 虫子 → 鸟 → 鹰

$$A \quad 20\%A \quad \begin{matrix} 20\% \times \\ 20\%A \end{matrix} \quad \begin{matrix} 20\%A \times 20\% \times \\ 20\%A \end{matrix}$$

消费者所包含的能量=20%A+20%×20%A+20%A×20%×20%A。

所以②食物链消费者所包含的能量大于①中消费者所包含的能量。

第二种:再设第二,第三,第四营养级呼吸作用消耗能量分别为 a, b, c 。

① 食物链消费者所包含的能量 = $A - (a + b)$;

② 食物链消费者所包含的能量 = $A - (a + b + c)$ 。

结果与第一种相反,这两种好象都有道理,孰错孰对?

教材中提供了生态系统能量流动的概念模型,定量描述能量流动的特点:

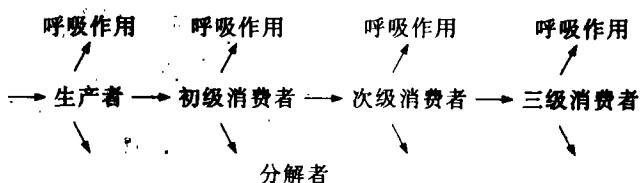


图 1 生态系统能量流动的概念模型示意

从模型分析,每个营养级(除了第一营养级外)的能量由上一个营养级传递而来,能量去向有3个:自身的呼吸作用,传递给下一个营养级,遗体残骸中的能量交给分解者。上面4种解法,第一种未考虑每个营养级中应该有呼吸作用等散失能量,第二种方法相对正确。相似的题目:假如你是农业专家,访问非洲。发现某些国家粮食短缺,你可能会建议发展农业,那么饮食结构是多以粮食蔬菜为主还是以肉类为主?

课程标准一个很重要的特点是关注科学技术与社会的联系。工业上用酵母菌酿酒就是一个例子。酿酒的工艺是这样:先给发酵罐通气,促进酵母菌的有氧呼吸,释放较多的能量繁殖,增加酵母菌的数量,然后密闭,酵母菌进行无氧呼吸,产生酒精。那最后酒精的多少和酵母菌的数量有直接的关系。我们比较关注酵母菌的数量变化以哪种曲线形式增长的。

学生中有三种解释。

第一种观点:J型增长曲线。依据:密封前,酵母菌进行有氧呼吸,葡萄糖是充足的,基本不存在种内斗争,增长率不会下降。

第二种观点:S型增长曲线。依据:酵母菌有氧呼吸产生 CO_2 ,导致培养液pH下降,还有随着酵母菌数量上升,空间有限,种内斗争因此加剧,因此增长率下降。

第三种观点:酵母菌数量怎样增长,说不清楚。

模型方法作为一种现代科学认识手段和思维方法,所提供的观念和印象,不仅是学生获取知识的条件,而且是学生认知结构的重要组成部分。教材中J型增长曲线模型假设条件是:在食物和空间条件充裕,气候适宜,没有敌害等条件下,种群的数量每年以一定的倍数增加。S型增长曲线的假设是:资源和空间是有限的,当种群密度增大时,种内斗争就会加剧,这就会使种群的死亡率增高,出生率降低,当死亡率增加到与出生率相等时,种群的增长就会停止,有时会稳定到一定水平。根据模型判断,密封前的酵母菌食物充裕,空间是否充裕很难说,但气候或pH值不适宜了,这会使增长率下降。那酵母菌数量增长应该是一条不完整的S型曲线。

3 主动构建模型,解决有关生物问题

模型方法就是抓住原型的本质特征,把复杂的原型客体加以简化和纯化,并对抽象的假设或命题进行逻辑转换,以构建一个能反映原型本质联系的模型。老师除了引导学生学会运用熟悉的模型去解题,还应该帮助学生根据题干所提供的条件主动构建模型解题。

模型和原型的关系如图2所示。

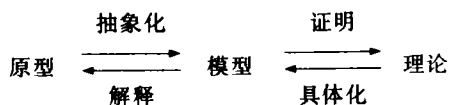


图2 模型和原型的关系示意图

下面通过例子来说明主动建立模型来解决问题。

例: CO_2 从一个叶肉细胞的线粒体的基质中扩散出来,进入同一个叶肉细胞的叶绿体中,共穿过几层膜?

用模型方法来分析见表3。

表3 分析步骤

步骤	建立模型
从原型中提取出主要因素,剔除非必需因素	一个植物细胞,线粒体,叶绿体
将提取的因素进行抽象	生物膜用线条表示
研究因素之间关系,建立模型	线粒体和叶绿体存在同一个植物细胞

建立模型如图3所示。

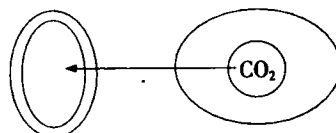


图3 模型示意图

从模型看出, CO_2 需穿过4层膜。

例:一个有8条染色体的细胞进行有丝分裂,经过间期以后,DNA和染色体的变化如何?很多学生记得:间期最主要的变化是染色体的复制,自然就作出DNA和染色体数目都增加一倍的答案。这里作出错误判断的原因是染色体复制前后数目不变。本人在教学过程中引导学生建立染色体复制的模型。

根据模型方法,从原型中分析提取的是复制前后的染色质,间期复制后变成含2个姐妹染色单体的染色质。为了便于观察分析,把原型进一步抽象,下面是把复制前染色质抽象成染色体a,复制后的染色质抽象为图b,建构模型如图4所示。

	a	b
染色体/条	1	1
DNA/个	1	2
姐妹染色单体/个	0	2

图4 建立间期染色体复制模型

染色体模型将学生的认知结构从抽象向具体过渡,抓住染色体复制的本质特征,对染色体复制过程抽象化,把复杂的认识对象加以简化和纯化。模型的建立,有助于抓住有丝分裂中细胞变化的主要线索,理解染色体规律性变化,进行支架式教学和学习。

总之,建立模型在高中生物研究中是很重要的方法和能力,教师在生物教学中运用模型方法,不仅便于分析和解决有关生物学问题,而且能有效提高学生的生物科学素质,并能带动、整合其他生物科学方法教育的实施。