

【学科视点】

试论初中生物学概念体系的整体性

谭永平

【摘要】初中生物学六大概念主题可以构成整体,它们围绕着回答生命的本质这一问题而展开,是从生命是什么、怎么样、为什么三个方面解释生命的本质。几大概念主题构成有联系的概念网络体系,需要以生物学思想观念为内核,整合概念构成整体。在教材编写和教学时组织概念主题的具体内容,一般以教学时间顺序线性展开,要注意概念体系的整体性,促进概念整体化。

【关键词】初中生物学;概念;整体性;线性

《义务教育生物学课程标准(2022年版)》(以下简称“课程标准”)中,内容标准在上一版课程标准的基础上做了一定的整合和删减,设计了七个学习主题。其中,第七个主题是跨学科实践主题,是融合了前六个主题的实践项目。前六个主题是生物体的结构层次、生物的多样性、生物与环境、植物的生活、人体生理与健康、遗传与进化,都是生物学的大概念。在每个大概念主题之下,关于具体概念、重要概念如何整合成大概念的讨论已经非常多,但是,对于这些生物学大概念之间如何联系起来成为有机整体,目前似乎还缺乏关注。课程标准中提到,课程内容设计时,要以学科知识内在逻辑为主线,从微观到宏观、个体到群体、多样性到统一性等视角,系统构建课程结构。^[1]课程标准还提出要“内容聚焦大概念”,围绕大概念组织教学内容,使知识结构化。但是,知识结构化不仅包括大概念内部的重要概念、具体概念结构化,也包括各个大概念之间的整体结构化。

那么,生物学“学科知识内在逻辑”究竟是什么?它又是怎样在系统构建课程内容时发挥整合作用的呢?

一、生物学概念体系具有整体性

生物学不像物理学那样有很多非常“硬”的原理、定律,它的知识体系往往表现出更强的概念关系,新概念的形成在促进生物学发展上发挥着很大的作用。迈尔曾经总结道:生物学的进展大多是这些概念或原则发展的结果,生物学家通常不是建立定律而是将它们概括组织成概念体系。^[2]因此,生物学的概念体系,是生物学的主体部分。

(一)生物学概念体系为什么具有整体性

生物学包含了众多的分支学科,概念体系十分庞大。那么,这些分支学科究竟为什么能够统一为生物学,又是如何共同构成“生物学”的呢?

首先,生物学概念主要是解释生命本质的概念。生物学研究的对象是复杂的生命系统,有学者指出,回答生命是什么很重要,因为它在促进生物学研究上具有实践指导意义:对生命的研究,包括研究生命的起源和在宇宙中的扩展,以及在实验室里创造生命的可能性,这些都必须基于生命是什么的试探性理解。^[3]迈尔认为,生物学的基本任务是研究生命系统的结构、功能,生命的过去、现在和未来。^[2]美国国家科学院研究理事会提出,21世纪的新生物学依赖于从各个学科整合而来的知识,以促进对生命系统的理解。^[4]

基于这些论述,我们可以大致认为,揭示生命的本质是生物学的核心任务,在某种意义上,生物学研究是围绕揭示生命的本质而展开的。因此,生物学的概念体系,其核心部分就是解释生命本质的有关概念。这是理解生物学学科逻辑的关键点。

其次,从生物学概念与所回答问题的角度看,各大概念之间交叉关联,构成整体。关于生命本质的问题,主要有“是什么”“怎么样”和“为什么”这样三类基本问题。生物学概念可以看作主要回答这三类问题的知识体系(见下页表1)。

研究生物的形态、结构、特征、分类是最典型的研究“是什么”的问题,这类研究结果是构建生物学的事实基础。研究生物体及其组成部分的功能和发育,即如生命活动怎样运转,结构怎样发挥功能,涉

及生理学、细胞生物学和生物化学等,这是“怎么样”的问题。“为什么”的问题,指的是对生命现象产生的原因进行探讨,其中近期原因即内在具体机制方面的因果关系,在这一层面其追问尽头可简单理解为基因与环境的相互作用,终极原因则只能从生命起源、进化中去寻找答案。

表1 生物学核心知识围绕三类基本问题展开

问题	相关生物学知识
生命是什么	生物多样性、分类,生物的特征、生命系统的结构层次(包括组成细胞的分子、细胞的结构和功能,以及种群、群落、生态系统)
生命活动怎样进行	基因的本质与基因表达过程,细胞的生活,个体繁殖与发育,个体新陈代谢、稳态调节过程,遗传、变异,种群的动态变化、群落的演替、生态系统的运转
生命为什么是这样	近期原因:基因与环境的相互作用 终极原因:生物进化的结果

这三个大问题贯穿所有生命系统的研究层次,每一个具体的生命现象背后,都可以从这三个方面去追问原因。围绕着上述三大问题的探索而形成的生物学的事实、概念和规律,尽管纵横衔接,但又是逻辑自洽的,它们共同组合构成生物学概念体系。

基于以上分析,我们可以认为,生物学概念主要是揭示生命本质的概念体系,是围绕着系统回答生命是什么、怎么样、为什么这三大问题而展开的,这一学科逻辑前提是生物学课程内容能构成有机整体的基础。

最后,自然界存在统一性,生命世界存在统一性,是生物学概念体系具有整体性的前提。要回答生物学概念体系为什么具有整体性,还需要深入理解科学知识大厦建立的前提,在于自然界的统一性。彭加勒曾指出:“每一种概括在某种意义上都隐含着对自然界统一性和简单性的信念。”^[5]正是因为生命世界存在统一性,所以对生命世界所做的研究和概括,其形成的知识在本质上是统一的,因此,生物学概念体系具有整体性。

(二)初中生物学概念体系反映了生物学概念体系的整体性

生物学概念体系的内在逻辑,决定了生物学课程内容的组织逻辑。我国初中生物学课程,无论是原课程内容还是新课程内容的几大概念主题,都可看作主要围绕生命的本质问题来展开的。

新课程六大概念主题,分别从生命个体的结构、

生理、生殖、发育,生物与环境的关系,遗传、变异与进化,统一性与多样性等几个方面展开,也就是对生命系统的结构、功能,生命的过去、现在和未来的系统阐述,其具体内容都可以归入回答生命是什么、怎么样、为什么三大问题的框架中。生物体的结构层次、生物的多样性两大主题主要是回答生命是什么。植物的生活、人体生理与健康、生物与环境主要是从个体或群体水平回答生命活动怎样进行。遗传与进化则涉及以上三个问题。新课程内容已删减或合并的原课程内容中,还有动物的运动和行为、生物的生殖两个概念,这两个概念可以认为主要是回答“生命活动怎么进行”这一问题。实际上,以往的生物学课程内容也基本可以纳入回答这三大类问题的范畴。

二、生物学概念由生物学思想观念整合为整体

几大概念主题都在围绕生命的本质问题而展开,可以构成一个完整的概念网络,但是要真正理解这个概念网络是一个整体,不是将概念堆积在一起就可以完成的,而是需要有线索、黏合剂来有效整合。正如一栋大楼有许多的局部结构,这些局部结构并不能通过简单的拼凑成为大楼,而是要在整体框架结构上通过钢筋电缆等物质结构以及廊道等功能单位连接成整体。尽管生物学众多概念具有整体性,也不能缺乏类似的线索联系。例如,细胞、基因、遗传、变异、生物多样性、生物与环境等概念,都是包含了很多具体概念的大概念或重要概念,这些大概念或重要概念都在回答生命的本质问题,它们之间似乎是平行关系,并不必然形成整体。生物学思想观念则在整合各大主题概念关系使之形成一个整体方面,发挥重要作用。

(一)生物学主要的思想观念

生物学思想观念主要有系统思想观念、进化思想观念、生态学思想观念等,它们既是整合概念的内核,也是深刻认识生命本质的钥匙。

系统思想观念是一种跨学科的思想,其产生很大程度上是基于生物学的研究成果。系统思想观念大致可以从以下方面来理解:系统、综合地认识生命,注重整体与部分、部分与部分、整体与环境之间的相互关系和协调整合,关注新一层次的生命系统突现出的崭新特点。可以认为,结构与功能、物质与能量、稳态与平衡等生命观念,最后都可整体提升为系统思想观念。

对进化思想观念大致可以从以下方面来理解:地球上所有生物都是由共同祖先进化而来的,进化体现在从分子、细胞、个体到生态系统的各个层次

上,自然选择是进化的机制,进化是一切生命现象的根本原因……

生态学思想观念大致可以从以下方面来理解:物种在自然界以种群的形式存在,个体的基因在种群中才能延续,每一个种群又与其他种群息息相关;生物与环境构成有机整体,生态系统具有整体性,其功能、过程依赖于整体性,而不是其组分的机械叠加。某种意义上,生态学思想似乎和系统思想是重合的,但是对于生命系统这样的开放系统来说,强调生物与环境之间的关系,强调生物界群体共存思想,是非常重要的,因此应该单独予以强调。

系统思想观念、生态学思想观念、进化思想观念,我们可以看作从空间维度和时间维度去整体认识生命。系统思想观念关注生命本体,生命是系统,是“活”系统,统领结构、功能、物质、能量、稳态等概念;进化思想观念是从时间轴上看生命,追溯生命的源头与历史,解答生命为什么是这样;生态学思想观念是从空间轴上看生命,生命在哪里,它与环境的相互关系如何。^[6]这三大思想观念之间实际上并不是完全孤立的,而是融合为不可分割的整体。例如,系统思想观念所关注的整体与部分、部分与部分之间的相互关系和整体性,是建立生态学思想观念、进化思想观念的基础,其中有些思想观念还与后者深度融合。比如,生物界广泛存在的结构与功能相适应,只有放到结构、功能与环境关系的视角下去考察,才能获得深刻的理解,只有放到进化的视角去考察才能认识其根本原因。正因为这样,生物学思想观念才能真正发挥统一概念体系的黏合剂作用,成为概念体系整合的内核功能。

(二)生物学思想观念与初中生物学课程主要概念的关系

生物学思想观念与生物学重要概念的关系,虽然难以精确做到一一对应,但可以大致概括如下页表2所示。

以上将与对应的生物学思想观念有显著关联的重要概念做了列举,但并不意味着某一生物学思想观念只能在这些重要概念中体现。实际上,任何一个生物学思想观念都可能在所有生物学重要概念中有融合渗透的切入点。

从上述表格对应的情况看,生物学思想观念与生物学大概念的关系既有关联又不完全重合。某个大概念中的重要概念,可能与多个思想观念具有显著关联;某一思想观念,也与多个大概念直接关联。例如,细胞在结构上是个有机的整体,是执行功能的基础,是生命活动的基本单位,这是系统思想观念里

的“结构与功能观”,但是如果追问为什么细胞具有系统整体的结构,细胞在执行功能时为什么具有整体性,就不可避免地与进化思想观念产生关联了。从这个角度看,生物学思想观念可以是“缝合”“整合”大概念的黏合剂。

三、生物学概念线性呈现时如何体现其整体性

生物学概念体系内在的学科逻辑,使得生物学课程内容可以组成有机整体。生物学大概念之间,并不存在先后关系而是彼此并列的,这些并列大概念相互交叉可构成网络状的结构体系。然而,对于具体的生物学课程内容的实施来说,无论是教材还是教学,都是一章、一节地展开,主要内容一般是以章节顺序,或教学时间先后顺序而单线展开,总体上是以一种线性串联的方式来组织的。因此教材、教学对概念主题内容的组织,与从纯粹的学科逻辑视角看生物学概念体系时其主题之间是“并联”的关系相比,是不太一样的。教材编写和教学时,要考虑学生的学习心理,梳理好概念之间的支撑关系,使得按照先后顺序展开的各大主题概念可以被学生理解。与此同时,还要特别注意在这种线性展开的背景下,如何体现几大概念主题的整体性。

(一)在线性展开生物学概念体系时需要处理好概念呈现的先后关系

教材编写和教学时,要根据学生的知识基础来确定初中生物学几大概念主题学习的先后顺序,一般是把生物体的结构层次作为第一个单元。这是因为,无论是从学生的学习心理看,还是从几大主题概念的内在关系看,这一主题都是最重要的基本概念。从学生的学习心理来看,学生熟悉的生命形式是个体,最想了解的是个体如何生活,“生物体的结构层次和生理过程”应当是生物学首要的核心概念。^[7]从几大概念主题的内在知识基础的关系看,如果没有关于细胞结构,以及生物体结构层次的知识,学习理解动物、植物类群,植物、人体结构和生理过程,以及遗传与进化的内在机制,就无法深入。因此,生物体的结构层次这一概念主题,需要在最开始时就学习。其他概念主题中,生物与环境主题,其内容对于其他概念的依赖较少,可以在一开始作为第一单元学习,也可以放在生物的多样性概念主题后学习。遗传与进化主题,多数时候是作为生物学基本概念主题的最后一个单元来学习的,因为它作为解释生命活动的机制,以及生命现象终极原因解释“集大成”的主题,放在最后学习,既可以使这个概念的学习得到良好的知识基础支撑,又可以通过提炼进化思想观念而促进概念的整合。

表 2

生物学思想观念与初中生物学重要概念的关系

生物学思想观念	重要概念
系统思想观念 (结构与功能、 物质与能量等)	1.1 细胞是生物体结构和功能的基本单位 1.2 生物体的各部分在结构上相互联系,在功能上相互配合,共同完成各项生命活动
	3.1 生态系统中的生物与非生物环境相互作用,实现了物质循环和能量流动 3.2 生态系统的自动调节能力有一定的限度,保护生物圈就是保护生态安全
	4.1 绿色开花植物的生命周期包括种子萌发、生长、开花、结果和死亡等阶段 4.2 植物通过吸收、运输和蒸腾作用等生理活动,获取养分,进行物质运输,参与生物圈中的水循环 4.3 植物通过光合作用和呼吸作用获得生命活动必需的物质和能量,有助于维持生物圈中的碳氧平衡
	5.1 人体通过消化系统从外界获取生命活动所需的营养物质 5.2 人体通过循环系统进行体内的物质运输 5.3 人体通过呼吸系统与外界进行气体交换 5.4 人体主要通过泌尿系统排出代谢废物和多余的水 5.5 人体各系统在神经系统和内分泌系统的调节下,相互联系和协调,共同完成各项生命活动,以适应集体内外环境的变化
	7.1 生物通过有性生殖或无性生殖产生后代 7.2 生物体的性状主要由基因控制
	1.1 细胞是生物体结构和功能的基本单位
	“概念 2 生物可以分为不同的类群,保护生物多样性具有重要的意义”的全部重要概念
	7.1 生物通过有性生殖或无性生殖产生后代 7.2 生物体的性状主要由基因控制
进化思想观念 (进化与适应)	8.1 地球上现存的生物具有共同祖先 8.2 多种多样的生物是经过自然选择长期进化的结果
	“概念 2 生物可以分为不同的类群,保护生物多样性具有重要的意义”的全部重要概念
	3.1 生态系统中的生物与非生物环境相互作用,实现了物质循环和能量流动 3.2 生态系统的自动调节能力有一定的限度,保护生物圈就是保护生态安全
	4.2 植物通过吸收、运输和蒸腾作用等生理活动,获取养分,进行物质运输,参与生物圈中的水循环 4.3 植物通过光合作用和呼吸作用获得生命活动必需的物质和能量,有助于维持生物圈中的碳氧平衡
生态学思想观念 (生态观)	

注:考虑“概念 6 人体健康受传染病、心血管疾病、癌症及外部伤害的威胁,良好的生活习惯和医疗措施是健康的重要保障”虽然也可以体现结构与功能、物质与能量等思想观念,但是毕竟不是直接对应关系,所以表格未列入。

(二)在线性展开生物学概念时体现概念整体性的途径

教材编写和教学时对生物学概念的组织按线性顺序呈现,容易被理解为搭积木式组合,此时特别需要关注大概念之间的关联性,发挥生物学思想观念对概念的整合作用。以下几方面是关键。

一是关注概念的联系,教学中注意前后呼应。虽然说教材编写和教学时,对内容的组织要表现为一种线性组织,但是在教材和教学中,可以用多种方式来做概念整合。例如,在适当的地方提示该概念与其他概念主题的联系,部分章节、单元内容的结

尾,可以综合多个概念主题做总结。又如,可以设计一些综合性的习题,其中的问题需要从是什么、怎么样、为什么三个方面来回答,需要综合运用多个概念主题所学才能解决,这样,学生在回答问题的过程中,既能理解对生命现象的考察需要从三个方面进行,也能理解多个概念主题之间的关系,从而理解生物学概念体系的整体性。

我们以生物的多样性主题为例。“概念 2 生物可以分为不同的类群,保护生物多样性具有重要的意义”,展示的是生物界的多样性,然而,在处理生物的多样性的内容时,一方面要分门别类进行介绍,不

过在介绍时不宜集邮式罗列,而要从其分类、特征等各个方面,在反映多样性的同时,引导学生归纳各类之间存在的统一性。另一方面,生物多样性主题中的许多概念会与生物体的结构层次、植物的生活、生物与环境、遗传与进化等主题中的下位概念有交叉,可以引导学生关注其中的关联。在介绍动物类群的特点时,可介绍这些特点对于动物适应生活环境的意义;在介绍这些动物在自然界的作用时,可介绍它们与其他生物的关系。这样,每一个概念主题就不再是孤立的,而是被放在生物学概念之网上来认识。

二是渗透生物学思想观念,发挥思想观念的整合作用。生物学思想观念可以发挥将不同概念主题的内容联结起来的作用。在具体内容的处理时,生物学思想观念可以通过隐性渗透和显性提炼两种方式,起到整合多个概念主题的作用。

教材编写和教学中,渗透生物学思想观念主要是通过隐含的方式进行,也就是说,在大多数情况下,教材编者和教师在遇到有关内容时,心中应该有生物学思想观念,但是并不是将生物学思想观念用文字显性化陈述,而是用通俗易懂的表述,或者对问题的追问,将这种深层的生物学思想观念外显出来。例如,在植物的生活主题中,利用习题提供事实材料,让学生通过对比得出结论:蚕豆种子见光和不见光都萌发,烟草种子见光才大量萌发,苋菜种子不见光时才大量萌发。这是为什么?要解决这样的问题,就需要从进化中寻找答案。此时,虽然没有生硬地要求学生建立进化思想观念,但是进化思想观念就在对追问回答的过程中得到了渗透。

教材编写和教学中,可在适当的时候凸显生物学思想观念的整合作用,将生物学思想观念显性化。例如,在介绍生态系统具有一定的调节能力时,可以结合具体案例,阐明以下几点:生态系统的调节能力来自其中的生物与生物之间、生物与环境之间的复杂相互作用,这是生态系统作为系统整体所具有的功能;这种整体性来自长期相互作用而产生的适应性,是生物进化的结果;如果外来干扰破坏了生态系统的整体性,那么这种调节能力将大为衰减,如果干扰破坏超过一定的限度,生态系统就很难在短期内完全恢复,这种调节能力甚至会丧失,生态系统也可能会崩溃。此时,可以比较显性地展现系统思想观念、生态学思想观念、进化思想观念。

三是安排具有整合作用的章节内容。在初中生物学教材和教学的起始,通过绪论课(致同学们),简

要介绍生物学研究的问题包括研究生命是什么、怎么样、为什么,提示学生可以从这样的角度去看待生命世界;通过设计“生物的基本特征”章节教学内容,让学生初步认识生命的本质,这样安排,在学生开始学习生物学课程时就提供整合生物学全部概念体系的前提,可以为学生学习后续内容提供一个先行的概念体系框架。在学习具体概念主题时,要结合生态系统、生物多样性与进化等具有跨概念主题、综合性的章节,突出不同概念主题的联系,展示生命世界是什么、怎么样、为什么等问题之间的关系。例如,在关于生态系统的章节,引导学生关注生态系统的组成与结构(是什么),生态系统的物质能量沿着食物链、食物网传递(怎么样),生态系统是有机整体,生态系统为什么能形成有机整体(为什么),就可以将三大类问题有机联系,并将生物与环境、生物进化等概念联系起来。在学习结束时,通过总结整合几大概念主题,突出几大概念主题的关系,使之形成有机整体。

综上,如果能让将学生将所有生物学概念主题构建成一个有机整体,就可以让他们真正理解生物学概念,理解生物学,就能在遇到与生物学有关的问题时发挥生物学概念的解释力,生物学课程要培养的核心素养就有了坚实的概念基础。

参考文献:

- [1]中华人民共和国教育部.义务教育生物学课程标准(2022年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022:8.
- [2]迈尔.生物学思想发展的历史[M].涂长晟,等译.成都:四川教育出版社,2010:20,45-55.
- [3]KAMPOURAKIS K. The philosophy of biology: A companion for educators[M]. New York: Springer, 2013: 31-32.
- [4]美国国家科学院研究理事会.二十一世纪新生物学[M].王菊芳,译.北京:科学出版社,2015:14-15.
- [5]彭加勒.科学与假设[M].李醒民,译.北京:商务印书馆,2016:129.
- [6]谭永平.发展学科核心素养:为何及如何建立生命观念[J].生物学教学,2017(10):7-10.
- [7]赵占良.生物学概念教学论[M].南宁:广西教育出版社,2021:86.

【作者简介】谭永平,人民教育出版社副总编辑(北京 100081)。

【原文出处】《课程·教材·教法》(京),2024.1.85~90