



中学生物学課堂教学参考书

魚类与两栖类

赵錫鑫編著

上海教育出版社

編者組

中学生生物学课堂教学参考书

鱼类与两栖类

赵锡鑫 编著

*

上海教育出版社出版

(上海水陆路123号)

上海市书刊出版业营业许可证出090号

上海洪兴印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 印张：4 9/16 字数：105,000

1963年2月第1版 1963年2月第1次印刷

印数：1—11,000本

统一书号：7150·1391

定 价：(入)0.38元

出版者的話

我国文化教育事业正在飞跃的发展,教师队伍不断地壮大,新教师刚走上教育岗位,在教学上常感到困难,特别是在党提出提高教学质量的号召以后,教师们迫切地要求阅读教学参考书。我社为了帮助中学生生物学新教师解决教学上的困难,掌握教材内容,創造教学方法,以提高教学质量,特約請一些生物学教师,根据党的教育方針和教学大綱的精神,結合教师們在教学上的經驗,編写一套中学生生物学課堂教学参考书,将按各章或节,分册陸續出版。

“魚类与两栖类”一书,是按照人民教育出版社1961年7月出版的中学課本生物学第二册“魚类”与“两栖类”两章教材編写的。在出版过程中,虽然征求过一些教师的意见,但难免存在不少缺点。而且各校条件不同,学生的知識水平也不一致,本书仅供教师备課时参考。希望教师根据自己学校的情况,选择并創造較好的教学方法。

本书虽經一再修訂,但限于我們的水平,一定还存在一些缺点与錯誤。希望教师多多提出批評和建議,将宝贵意見告訴我們,以便轉告作者,于再版时进行修訂。

上海教育出版社

1962年11月

目 录

第六章 鱼类	1
第一节 鲤鱼	4
解剖鲤鱼的实验课	46
第二节 鱼的多样性	51
第三节 几种主要淡水鱼	67
第四节 鱼的洄游规律及其应用	90
第七章 两栖类	110
解剖青蛙的实验课	136
“鱼类”与“两栖类”两章的复习	140

第六章 鱼类

“鱼类”一章的教材分析

本章的教学任务

根据动物的形态和构造，动物界可分为无脊椎动物和脊椎动物两大部门。以前学过的从原生动物到节肢动物各门的动物，它们的共同特征是体内都没有脊椎骨，因此，它们属于无脊椎动物。

从第六章“鱼类”开始，所讲述的各大类动物，它们的体内都有脊椎骨构成的脊柱，因之，它们属于脊椎动物。在动物学的学习中，从本章开始进入了新的阶段。

鱼类是脊椎动物中最低等的一纲。学习脊椎动物由“鱼类”开始，是符合动物的演化顺序的。同时，鱼类又有很大的经济价值，跟人生的关系较密切。所以，使学生掌握鱼类的基本知识，不仅是掌握动物学的系统知识必不可少的，而且对社会主义建设也有很大的实践意义。

在本章教学中，教师应该完成下列任务。

给学生有关鱼类的基本知识和基本技能

生物的进化是按照由简单到复杂、由水生到陆生的顺序发展的。脊椎动物的构造与生理机能比无脊椎动物更加复杂而完善。在本章的教学中，应在学生已有的“植物的类群”和“节肢动物”的分类的知识基础上，进一步给以脊椎动物和无脊椎动物

的分类学上的(亚門和綱)初步知識,使學生开始了解脊椎动物是动物界最高等的一个类群。

魚类的种类繁多,分布广泛。为了使學生掌握魚类学方面的基本知識,必須在其中選擇最有代表性的种类进行全面研究。因此,在这一章的教学中,应当通过鯉魚的讲解,使學生了解魚类的形态、构造、新陳代謝和繁殖、发育上的特点,以及它对水中生活环境的适应性,最后,使學生掌握魚类的特征。

不同的生活环境和不同性质的食物,形成了魚类不同的形态、构造和习性。只讲解鯉魚,是不可能使學生掌握魚类多样性的概念的。因此,应当通过烏鰂和鯉魚、鮭和比目魚的对比介紹,使學生了解魚的多样性和它們形成多样性的原因。

魚类的經濟价值很大。淡水养魚和海洋捕魚是漁业生产上的两个主要組成部門。为了使學生掌握淡水养魚和海洋捕捞方面的基本知識,并了解这些知識在生产中的应用,教师在这一章教学中,應該使學生了解淡水魚类的生活习性、它們所需要的环境条件以及为了滿足这些魚类需要的环境条件所采取的必要措施;應該使學生了解根据魚类的不同生活习性,进行混合放养的原理与好处;还應該使學生了解海洋魚类的生活规律以及人們如何根据它們的生活规律来进行捕捞。

在教学时还要特別注意理論联系实际。例如在“鯉魚”“繁殖”一段里,就可以联系教材中淡水魚人工繁殖的例子,适当闡述鯉魚的人工繁殖方法,使學生了解根据魚的产卵习性进行人工繁殖的原理与方法。

中学生物教学中的基本知識的教学和基本技能的訓練,两者是相輔相成、互为条件的。所以教师在讲授上述基本知識的同时,还应当注意學生基本技能的訓練。例如,組織學生解剖鯉魚,組織學生在課堂或生物角观察活的鯉魚和其他魚类的标

本或彩色挂图，爭取在課外观看“淡水养魚”电影，到附近养魚场去参观訪問，或向沿海漁民了解海洋捕魚的經驗等等。这些課内、課外的活动，能很好地帮助学生领会、巩固本章的基本知識和基本技能，使学生进一步了解魚类的形态、构造与生活习性，魚类在水中的运动和呼吸，从形态特征上来識別課本中提到的哪些魚类，我国劳动人民根据魚的生活习性进行科学的混合放养，以及解放后我国水产事业的发展，并从中来掌握观察实验、按实物繪制生物图、使用解剖仪器等生物学技能、技巧。

向学生进行辯証唯物主义观点的教育

在这一章里，有着非常生动的內容，可以向学生进行辯証唯物主义观点的教育。例如魚的形态、构造、生理跟水中生活环境的联系；各种魚类在生长发育过程中都需要一定的环境条件；魚的洄游有着內在生理与外界因素的相互影响等等。在向学生讲授魚类这些基本知識时，无疑的，可以进一步培养学生辯証唯物主义的观点。

向学生进行爱国主义教育

在本章的教学中，还可以培养学生爱国主义的情感。例如，我国淡水养魚的自然条件十分优越，还有辽阔的海洋漁场，拥有丰富的漁业資源；对发展漁业生产的条件非常有利；我国是世界上最早的养魚国家，我国劳动人民在长期的实践中，把鯉、鯽、鱖、鲢、草、青等野生魚类变为家养魚类，并創造了淡水魚混合放养的經驗；近年来对鲢魚、鱖魚还成功地进行了人工繁殖，在水产养殖史上展开了嶄新的一頁。我国漁民在測定海洋魚群的活动方面，也积累了丰富的經驗。这些內容，有些虽然不是教学上的重点，但对培养学生热爱祖国却有很大作用。

本章的課時分配

第一課	鯉 魚(上)
第二課	鯉 魚(下)
第三課	解剖鯉魚的實驗
第四課	魚的多样性
第五課	几种主要淡水魚
第六課	魚的洄游規律及其應用

第一节 鯉魚

教 学 目 的

1. 使学生了解鯉魚体内具有脊椎骨构成脊柱的动物,是动物界最高等的一个类群,而“魚綱”是脊索动物門脊椎动物亞門中最低等的一綱。

2. 使学生了解鯉魚的形态构造、生理机能跟水中生活相适应的特点,从而掌握魚綱的特征。

3. 使学生了解鯉魚的繁殖、发育、生理特点及其在生产实践上的意义。

4. 使学生了解魚的經濟价值。

教 材 分 析

本章的引言,起了承上启下的作用。教材一开始就指出:“前面讲过的几大类动物……都是无脊椎动物”。“下面我們将要讲述的是脊椎动物”。

无脊椎动物和脊椎动物虽然在形态构造和生活习性等方面

都有着許多的差异,但它們也有許多共同的特征,例如无脊椎动物体内无脊柱;而脊椎动物体内有脊柱。无脊椎动物的神經系統构造简单,还没有完善的脑;而脊椎动物神經系統构造复杂,脑与脊髓有了明显的分化。无脊椎动物大多无骨骼,或只有外骨骼;而脊椎动物有內骨骼。无脊椎动物大多沒有心脏的构造;而脊椎动物出现了心脏,……等等。但教材沒有把这些共同的特征,一一加以对比敘述。它根据初中学生的知識水平,抓住了最本质的一点——有无脊柱骨——作了非常簡明的概括。这样一方面总结了无脊椎动物的特征,巩固了旧知識;并从对比中,也帮助学生理解新知識。另一方面又很自然地引出脊椎动物,并指出“它們是动物界最高等的一个类群”。这样就使学生明显的意識到:从“魚类”一章开始,动物学的学习又轉入一个新的阶段;同时也启发学生从生物进化的角度上积极探究:为什么脊椎动物是动物界最高等的一个类群。

接着,教材指出了脊椎动物在分类学上的地位,說它属于脊索动物門的一个“亚門”。这是对无脊椎动物的“門”的分类知識和上一小段教材的延續与发展。教材的編写方法跟开始的一小段一样,也抓住了脊索动物最主要的特征,指出脊索动物,除脊椎动物外,其他动物都有脊索。这样,学生也就容易明确脊索动物这一概念。

脊椎动物亚門共分五綱。教材按照生物的进化系統,先讲述其中最低等的一綱。这样,很自然地导出了“魚綱”。

“魚綱”的种类虽然非常繁多,但教材未从分类学角度繼續介紹它的各目、各科,而从魚的生态、习性簡單地概括了魚类两个共同特点:1. 都生活在水中。2. 从水中摄取氧气和获得食物。所以它們的形态和构造都显示着跟水生环境相适应的特点。这一规律性的結論,可以說是整章教材的伏笔。整章教材的內

容都突出了这一重点。

教材接着介绍了魚的经济价值，指出了漁业在国民經济中的重要地位。这段教材虽然不是教学上的重点，但却能积极地动员学生掌握魚的生活规律。因为我們学习生物学的主要目的，归根到底是为了“要对生物界有所作为，为控制和改造生物打下必要的知識基础”(課本第一册“緒論”)。

*

*

*

本节是魚类一章的开始。教材包括“形态和习性”、“运动”、“新陈代謝”、“神經系統的机能”、“繁殖和发育”和“魚类的特征”六部分。从內容上看，本节教材有如下几个特点：

第一、它有代表魚类和脊椎动物的双重意义。从生物学上看，这一节教材是魚綱的代表；从教学上看，它又是脊椎动物的代表。例如教材对“循环”与“神經系統的机能”叙述得比較詳細。这就为学生以后学习两栖类、爬行类、鳥类和哺乳类代表动物时打好了基础。以后讲到这些代表动物的“循环”和“神經系統的机能”时，教师只要进行教材对比、突出新教材的特点，学生就可以了解，而不必再从头一一讲解。又如在“发育”一段中，教材开始介绍了鯉魚的胚胎学的知識，簡要的叙述了从受精卵起至形成幼鯉的发育过程。教材在叙述以后几綱脊椎动物的“发育”知識时，就不再重复这一发育过程，而着重描述胚胎发育过程中各阶段的形态，使学生通过胚胎发育来了解脊椎动物各綱之間的亲緣关系和动物从低等到高等的进化綫索。教材这样編排，既节省了教学時間，又突出并保證了教学重点，学生学习时也不会感到重复枯燥。

第二、处处联系水中生活条件来讲述鯉魚的形态、构造与生理机能。这样，就更加容易突出重点——鯉魚的形态、构造与生理机能跟水中生活相适应的特点。也有利于培养学生形成辯

証唯物主义的观点。

第三、教材的内在联系(系統性)很强。其中有的内容跟前边有联系,例如讲述鯉魚的骨骼时,就跟节肢动物的骨骼进行对比。有的給后面打基础,例如讲到鯉魚的呼吸时,由于鳃是适于水中呼吸的器官,所以指出“要想把魚养好,必須使水里含有丰富的氧”。在讲到鯉魚的体温不恒定、是变温动物时,也指出“不同的魚要求不同的温度”,因此,适宜的水温是魚类重要的环境条件之一。这些内容都为本章第三节讲述“淡水魚类需要的环境条件”打好了基础。不仅如此,本节教材的段与段間的联系也非常密切。例如,除在第二段“运动”一段中介绍鳍是鯉魚的“运动器官”,肌肉跟骨骼合作,就产生了各种方式的运动外;在第一段“形态和习性”中,談到鯉魚“全形象梭”,“鱗片表面有一层粘液”时,都強調指出,“可以减小鯉魚游泳时水的阻力”。在第三段新陈代謝“呼吸”一小段中讲到鳃时,指出“由于鳃和鳍的共同作用,鯉魚才能停留在不同的水层”。在第四段“神經系統的机能”一段中讲到小脑时,也指出“鯉魚的小脑很发达,这是跟它的多种多样的运动方式相联系的。”前呼后应,配合得很好。教师了解了教材前后的这些联系,教学时也就能恰当地确定教材从前到后、逐步深入的具体程度。

第四、理論与实践相結合。教材在讲到鯉魚是变温动物时,就联系“普通养的魚类,大多是温水性魚,最适于它們的水温是 $15^{\circ}-30^{\circ}\text{C}$ ”。在讲到鯉魚的“繁殖”时,就联系“根据魚的产卵习性,可以大力进行人工繁殖”,“以便产生大量魚苗”。这样,就引导学生把生物学的知識应用到生产和生活实践中去,使学生“学得的知识,不但是理解得深刻的、透彻的,而且是巩固的,能够灵活运用的”(課本第一册“緒論”)。

第一段教材介绍了鯉魚的形态和习性。教材选择鯉魚作魚

綱的代表，這不僅因為鯉魚在我國飼養歷史悠久，分布區域很廣，各地教學時取材容易，研究方便，學生對它也比較熟悉；更重要的是鯉魚在分類學上占有重要的地位。它屬於鯉形目鯉科，是硬骨魚類中數量最多的一目（約有5,000種），我國著名的家養的魚類，例如鯽魚、鱮魚、鯪魚、草魚、青魚等都是鯉科魚類，它們是養殖和捕撈的最重要對象。鯉魚的形態、構造具有魚類的典型特征，代表性很大。因之，通過鯉魚的講述，我們就可以了解魚類的形態、構造與生理機能跟水中環境相適應的特點，從而掌握魚綱的特征。

教材一開始就介紹了鯉魚的生活場所和食性。這一小段是本節的關鍵教材之一，它是理解魚類形態、構造和生理機能的必要前提。

接着，教材採取了由外到內的編寫方法——先介紹鯉魚的外部形態。這種編寫方法，學生容易認識和接受。教材指出鯉魚的身體分頭、軀干和尾三部。從日常生活中了解，學生對魚的頭、軀干和尾的具体分界綫，常常是不明確的，特別是常常把尾鰭當作尾部。所以，教師在教學時必須指出：從吻端到鰓蓋後緣稱為頭部，從鰓蓋後緣到肛門之間稱為軀干部，軀干部後面總稱為尾部^①。

教材扼要地指出鯉魚的形態、構造跟水中生活相適應的特點：體形象梭，體色背深、腹淺，鱗片表面有粘液，側綫有感覺作用。

學生只要看到過水中的輪船或潛水艇在水中航行的情況後，對梭形的身體能減少游泳時水的阻力，是容易理解的。

① 但是也有個別魚類，軀干部和尾部的劃分不以肛門為分界綫，例如帶魚和比目魚，由於它們的肛門前位，因之要以軀干脊椎骨和尾椎骨的聯接處，作為軀干部與尾部的界限。

鯉魚的體色為什麼具有這樣的保護色？教師可以簡要指出，這跟陽光的照射多少有關係。鯉魚的背部接受陽光的机会較多，所以顏色較深；而腹部接受陽光的机会較少，所以顏色較淺。如果我們在飼養鯉魚的玻璃缸底上，放一面鏡子來反射日光，經過一定時間，鯉魚腹部的顏色也會逐漸變深。至於色素細胞跟體色的關係，限于中學教學的深度，可以不談。

鯉魚的“鱗片表面有一層粘液”，這是因為鯉魚鱗片表面有一層透明的表皮，表皮內有大量的粘液腺，能不斷地分泌粘液，使身體常保持粘滑。粘液的作用很多，除了教材指出的可以減少游泳時水的阻力外，它還能使魚在水中不受水濕侵害，萬一被敵害捉住時，也便于逃脫。

“側綫有感覺作用”，是本節教材的難點之一。需要教師在教學時利用掛圖來說明；同時在魚的實驗課上加以論證、巩固。

第二段教材介紹了鯉魚的運動。鯉魚的運動器官是鰭，但它的運動必須依靠鰭、肌肉和骨骼的密切合作。所以教材在這裡同時介紹并闡明它們之間的相互聯繫。這樣知識不會被割裂，可使學生了解動物體各器官之間的相互聯繫，并对魚類的運動，也可得到比較完整的知識。

教材首先指出鰭是鯉魚的運動器官和各种鰭的功能或相互協作時發生的作用。學生在日常生活中都看到過魚的游泳，所以对前者是了解的，但对后者常不够明确。光靠課本上的文字說明，學生仍不容易理解，而且知識也不易巩固。這需要教師創造條件，課前在“生物角”布置好三缸（最好是玻璃缸）活魚（小鯉魚或小鯽魚），其中的一缸魚的魚鰭是完整無缺的，另外兩缸做為對照缸，一缸的魚剪去偶鰭，另一缸的魚剪去尾鰭，要學生仔細觀察它們是怎樣在水中靈活游泳的；剪去了鰭的魚，它們的游泳姿態又發生了什麼變化。學生對這些變化是饒有興趣的。通

过观察,学生对魚的运动就有了感性知識,在听教师讲解时,也就容易理解鰭的作用。

其次,教材介紹骨骼和肌肉。骨骼和肌肉在运动中所起的作用,学生已有了一些知識基础,他們已了解蚯蚓的运动是靠肌肉跟刚毛合作;蜜蜂的运动是靠肌肉与外骨骼合作。但是由于鯉魚的运动有独特形式,鯉魚的內骨骼也跟节肢动物的外骨骼不同,因之,根据教材內容,应该第一着重闡明肌肉、骨骼和鰭的共同作用,使魚体产生了上、下、左、右的灵活运动。例如当鯉魚的一側身体肌肉由前向后順次收縮,使头偏向收縮的一边,另一側的肌肉松弛,通过两侧肌肉相互交替收縮与松弛,就引起了躯干部和尾鰭的左右摆动,因此,水对身体产生反作用,而使身体推向前进。当鰭的基部肌肉收縮的时候,能使胸鰭摆动,背鰭、臀鰭作波浪式运动,于是身体可上下左右拐弯或徐徐前进、后退。教材指出鯉魚的躯干部、尾部和鰭的基部肌肉所以很发达,跟鯉魚的这种运动有关。第二,要对比指出鯉魚的內骨骼跟节肢动物的外骨骼在构造机能上的不同。教材突出鯉魚內骨骼的构造(例如分头骨、躯干骨和鰭骨)与机能(例如除跟骨骼发生运动外,躯干骨还有支持身体和保护內脏的作用)的复杂,从而說明魚类是比节肢动物更加复杂的一个类群。

鯉魚运动的能量是从哪里来的呢?第三段教材就介紹了新陈代谢。新陈代谢是一切生命活动的基础。学生通过“生物学”第一册“植物的生活”及第二册无脊椎动物各章的学习,对生物的新陈代谢已有了一定的認識。但随着生物界的发展与进化,生物体的构造越复杂,新陈代谢的形式也越复杂。教材在过去的知識基础上,通过鯉魚进一步地闡述了脊椎动物魚类的新陈代谢的基本特征。教师在联系旧知識、讲解新內容时,既要指出它跟植物、无脊椎动物的同一性(异化、同化作用),更要着重指出

它的特殊性(魚类的新陳代謝类型);并通过新陳代謝課題,加强学生形成統一完整有机体的概念。

教材在闡述新陳代謝时,首先介紹呼吸。教材在这里分两部分来叙述。第一部分先介紹鰓的构造、机能及其对水生环境的适应,然后根据魚的呼吸生理联系养魚时为什么必須使水里含有丰富的氧的道理。现行教材删去了魚的呼吸过程。这样精簡后,更可保証有时間来讲授鰓的构造与生理机能的基本知識以及这些知識在生产实践上的应用原理。但由于魚的呼吸过程,例如呼吸时口和鰓盖如何协作,常被一般学生所忽視。因之作者建議,可要求学生“在生物角”观察魚的运动时,同时观察这一点。学生在“軟体动物”一章和“节肢动物”“甲壳类”一节中,已經了解河蚌与对虾都是用鰓呼吸的。虽然河蚌与对虾的鰓的形态和构造跟魚的鰓并不相同,但鰓呼吸的原理是完全一样的。所以学生对这一部分的内容还是比较容易理解的。但由于教材沒有說明“鰓必須在水中才能进行呼吸”的道理;因之教师在教學时,可以联系鰓的构造,适当指出魚的鰓非常柔軟,在水中时,由于水流的出入,鰓片完全张开,鰓跟水的接触面很大,可以充分吸收水里的氧气,来供应体内氧化作用的需要。如果魚类离开了水,鰓片干燥,鰓片彼此复盖粘貼,跟空气中氧的接触面就大大减少,吸入的氧很少,所以不久就会死亡。

第二部分教材比較詳細地說明了鰾为什么有輔助呼吸的作用和調节魚体浮沉的作用。由于鰾有輔助呼吸的作用,同时脊椎动物肺的形成跟鰾有重要联系,所以教材把鰓与鰾并在一起叙述是合理的。魚鰾能有輔助呼吸的作用的教材是跟以后讲授生物学第三册“动物的进化规律”(总鳍魚的鰾形成肺)的内容有联系的。

其次,教材介紹了消化。这段教材是使学生了解鯉魚消化

系統的組成部分及其基本機能。鯉魚的口不大，有咽喉齒和細長的腸，這些都跟它的食性有關。教材着重指出，1. 咽喉齒和腸的作用。2. 肝臟和胰腺的作用。肝胰臟是從脊椎動物魚綱開始才有的構造。在以前的各類無脊椎動物都只有分散的分泌消化液的細胞，到了魚類才有集中的消化腺。所以教材對鯉魚的肝臟和胰腺的功能講述得比較詳細，為以後各綱脊椎動物的消化知識打下基礎。

特別要指出的：“腸是消化食物和吸收養料的主要器官。”這是本段教材的中心。教師在教學中應做適當闡述。由於鯉魚的腸很長（約為體長的2.3倍），腸內含有較多的消化酶，加上從肝胰臟來的膽汁和胰液，所以鯉魚的消化能力比過去所講的各類無脊椎動物強；同時，腸內粘膜還有很多縱褶。這樣，既增加了腸的吸收面積，也使食物在腸內停留時間較久，有利於腸吸收營養物質。

再次，教材介紹了循環。學生雖然學習無脊椎動物蚯蚓和蜜蜂時已經學到一些循環的知識，但由於這些動物的構造比較簡單，例如蚯蚓的血始終在血管里流動，蜜蜂的血管也只限於背面部分，到了脊椎動物魚類，它的循環系統就比較複雜，包括血管和心臟等部分，因此血循環的基本機能，雖然仍是運輸，但它跟體內各器官的聯繫卻比較複雜。例如，它在呼吸器官與全身細胞間往來輸送氧和二氧化碳，它把消化管所吸收的或消化腺所貯藏的養分送給細胞，把細胞代謝所產生的廢物送給排泄器官。因之，鯉魚的血循環路綫也較複雜。這個內容是學生學習時的難點。

教材首先指出“鯉魚體內的氧和養料由循環系統運到身體各處”。這就說明了它跟上述呼吸、消化是密切聯繫的。教材在血循環路綫中，又談到同時也把各器官產生的二氧化碳和其他

废物带走,这说明循环又跟排泄有关。

接着,教材着重介绍了鲤鱼的心脏构造、动脉、静脉、动脉血、静脉血的概念,鲤鱼血循环的特点以及变温的原因和变温的概念。学生掌握了这些基本知识,就为以后学习各纲脊椎动物的循环打好了基础。因之,循环这部分内容,不论就新陈代谢过程本身所处的地位来说,或从教材对以后各章的关系来说,都是非常重要的。

教材在借叙什么是动脉血、什么是静脉血的时候,简要地介绍了血的循环路径。由于课本介绍的内容跟课本的插图(图 55 鲤鱼的循环系统图解)内容并不一致,同时血循环路线又是学生学习时的难点,所以教师在教学时,必须根据教材内容,作适当的补充,指出鲤鱼的血从心室出发,经腹侧主动脉而入鳃的毛细血管进行气体交换,出鳃后集成背部的动脉,再分布到全身的毛细血管,毛细血管复集成静脉,由各处回至心房,再由心房流入心室,而继续循环。

教材最后根据鲤鱼的变温特点,联系了养鱼时要注意“适宜的水温”。这不仅为养殖鱼类提供了理论基础,也揭示了鱼类所以发生“季节洄游”的秘奥。

最后,教材介绍了排泄。鲤鱼新陈代谢所产生的废物,例如二氧化碳,除一部分由鳃排除外,主要是随血循环,经过肾脏形成尿后,通过输尿管、膀胱,最后由泄殖腔孔排出体外。

学生已了解原生动物(草履虫)与腔肠动物(水螅)是没有排泄器官的,它们新陈代谢所产生的废物,是通过体表排出体外的。到了蠕形动物(蚯蚓),开始有了简单的排泄器官(小肾管,即教材上所說的“体壁上的小孔”)。节肢动物(蜜蜂)的体内有了盲管(马氏管),废物通过盲管送到小肠,由肛门排出。到了脊椎动物鱼类,有了更完善的排泄器官——肾脏。所以这部分教材,