

聚焦概念进程的发展： 冲破传统，各个击破—— 以遗传概念学习进程的教学干预为例

文_高洁 高晓颖 / 北京市顺义区高丽营学校 北京市顺义区基础教育研究中心

“遗传”概念的学习进程，是对遗传这一核心概念在学生不同发展阶段应达到的水平的一种假设。通过对大量相关文献的考察与研究发现，国内外对遗传的学习进程的研究较少。但作为描述生命发展的重要科学概念，对它的学习进程的研究显得十分紧迫和必要。为此，2012年起北京市在中国科协的引领下，开展了“儿童遗传概念学习进程”的课题研究，并基于遗传学习进程研究成果尝试对小学高年级学生进行教学干预，积累了一些宝贵经验与大家分享。

◎ 构建遗传学习进程学习路径，整理基本框架

通过对课标、教材的研究，课题组发现国内小学生对“遗传”的概念并没有一条清晰的、科学的发展脉络。现行科学课从小学3年级开始，对遗传的真正学习开始于在五六年级。教师缺少可参考的标准和依据，多是围绕教材进行，呈现出不系统的、零散的、片段式的概念教学，学生很难形成科学的、有层次的概念发展。

遗传学的研究范围包括遗传物质的本质、遗传物质的传递和遗传信息的实现3个方面，不同于爬梯式的概念，遗传学作为生物学的重要分支，包含了许多生物学科的主干内容。在研究遗传学之前，首先要建构繁殖、细胞中的相关概念，而且遗传中的很多内容又与生物进化、生物多样性等概念相互联系。因此，遗传概念的建构需要较长的时间和一定的认知基

础，在小学的学习过程中往往会出现这样的现象：在低年级段学生需要掌握的几个概念看似零散，并且相互联系较少；随着年级段的提高，概念发展，越来越多的概念直接产生了相互的联系。

根据上述分析，以及遗传学概念的特点、学生认知发展规律、国内外研究文献及国内生物学专家的指导，课题组确定了学习进程的3个主要概念。

- 遗传是指繁殖和自身相似的同类，这是生物体的共同特征
- 遗传通过繁殖过程实现，繁殖分为无性繁殖和有性繁殖
- 变异：生物的后代与原来的生物之间、后代和后代之间并不完全相同，是有差异的

我们将每个主要概念分为3个学段：1—2年级、3—4年级、5—6年级，对小学生在每个年级段所掌握的概念进行细分，形成针对这些概念的学习进程假设。课题组以第1个主要概念为研究问题，采用纸笔测试的评测方法，在北京抽取东城、怀柔、顺义、海淀等区县的9所小学，共计1747名学生进行施测，其中1—2年级578人，3—4年级674人，5—6年级489人。依据学生的评测结果进行学习进程修订和完善，最终形成小学生遗传概念的学习进程（见表1）。

◎ 遗传概念的学习进程在教学中的应用

结合学习进程研究结果和一线教师的教学经验，课题组尝试针对学习进程开展教学实践，

表 1 小学阶段遗传概念的学习进程

核心概念	年段	具体概念
遗传是指繁殖和自身相似的同类，这是生物体的共同特性	1—2 年级 (低段)	1.1 人的子代和亲代有很多相似之处，也存在不同。能对这些异同点进行描述
		1.2 动物的子代和亲代有很多相似之处，也存在不同。能对这些异同点进行描述
		1.3 植物和他们的上一代有很多相似之处，也存在不同
	3—4 年级 (中段)	2.1 人、动物、植物会繁殖同一类的后代，后代相互之间或与它们的双亲有很多相似之处，但并不完全相同
		2.2 子代生物和亲代生物之间的相似之处部分是遗传导致，部分是后天学习导致
		2.3 同种动植物、包括人有很多相似之处，也存在不同；不同种动植物、包括人之间有很多不同
		2.4 动物从幼体开始经一系列变化到新的幼体生成，完成 1 个生命周期；种子植物从种子开始经过一系列生长发育过程重新产生种子，完成 1 个生命周期
	5—6 年级 (高段)	3.1 后代与其父母相似，是生物的细胞中有遗传物质。遗传物质负责将亲代特征的遗传信息传递给子代
		3.2 有性繁殖的生物体中，一般是一半的基因来自于父亲，一半的基因来自于母亲；而某些生物体的全部基因来自单一的母体

在 5 年级开发了 3 节课，通过教学实践与反思，将经验总结如下供各位教师参考。运用学习进程做教学设计时，课题组主要从以下几个方面开展工作。

➤ 选定主要目标

以概念 3.1 的教学为例，该概念“后代与其父母相似，是生物的细胞中有遗传物质，遗传物质负责将亲代特征的遗传信息传递给子代”中有 3 个较小的概念非常重要。

- 后代与父母相似是遗传现象
- 遗传物质负责将亲代特征的遗传信息传递给子代
- 细胞是生物体的基本组成单位，其中包含了遗传物质

通过宏观性状观察了解遗传现象；由遗传现象指向遗传信息从亲代传递给子代；而这些遗传信息是以遗传物质为载体，遗传物质以某种形式存储在生物体的基本组成单位——细胞内。这是一个由宏观到微观的理解过程。在大多数的科学课教材中，细胞的内容被安排在遗传之后学习，且一般只涉及细胞是生物体的基本组成，而不和遗传关联。以建构 3.1 为目标，依据前测的统计数据，我们尝试设计了 3 节课——“我们的相貌特征”“动物的遗传”“认识细胞”，在 5 年级进行教学实践。

第 1 课时“我们的相貌特征”，通过比较学生与父母之间的相貌特征，让学生了解到子代与亲代之间有很多相似的性状，知道这是遗传现象。第 2 课时“动物的遗传”，通过对猫子代的推测及验证，形成“亲代将自己外貌特征等遗传信息传递给了子代”的概念，而这些遗传信息是通过遗传物质传递的，遗传物质广泛分布于毛发、皮肤、血液、唾液等地方。第 3 课时“认识细胞”，是让学生了解毛发、皮肤、血液、唾液等物质都是由细胞构成的，所以遗传物质都藏在细胞中，最终形成 3.1 的概念。

➤ 教学设计举例

课时 1：我们的相貌特征

◆ 教学目标

- 知识与技能：通过观察比较多组父母与子女的图片，知道人类子代与亲代之间在相貌特征上有许多相似的特征，知道这种现象叫遗传。
- 能力与方法：通过观察图片与分析资料，提高分析、归纳、推理等科学思维能力。
- 情感态度与价值观：通过让学生观察自己与父母的照片，引起学生对遗传现象的兴趣。

◆ 教学重难点

- 教学重点：通过观察比较人类子代与亲代之间在相貌特征上的相似之处，了解遗传

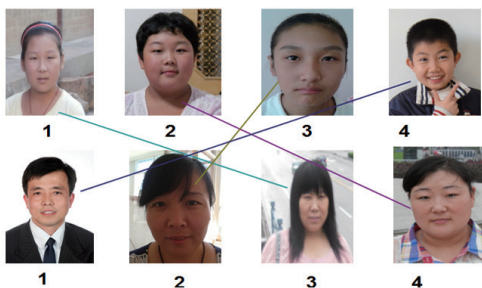


图1 根据外貌特征寻找亲代与子代

现象是普遍存在的一种现象。

- 教学难点：知道人类子代和亲代之间的相似之处部分是遗传导致（如相貌特征），部分是后天学习导致（如兴趣爱好）。

◆ 教学材料

教师准备教师与子女的照片，学生带来自己与父母的照片，课件。

◆ 教学过程

- 看教师准备的照片判断谁和谁是一家人，了解子代与亲代之间在相貌特征上的相似之处（见图1）。

- 对比同学之间的照片，认识多种相貌特征。体型偏胖与偏瘦、白皮肤与黑皮肤、眼睛的形态、长睫毛与短睫毛、双眼皮与单眼皮、卷发与直发、有耳垂与无耳垂、能卷舌与不能卷舌、大拇指能弯曲与不能弯曲、发际形态等（如图2）。

- 对比学生与父母之间的照片，寻找自己的哪些相貌特征与父母相似。

- 思考为什么子代会与亲代之间存在相貌特征上的相似，引出遗传的概念：人类子代与亲代之间在相貌特征上有许多相似的特征，这种现象叫做遗传。

- 小组讨论。学生的脾气、习惯、兴趣、爱好等与父母有没有相似之处，思考这些相似之处是否是遗传的结果。扩展对遗传概念的认

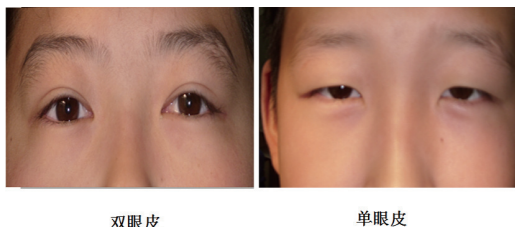


图2 体貌特征对比图

识。人类子代和亲代之间的相似之处部分是遗传导致（如相貌特征），部分是后天学习导致（如兴趣爱好等）。

课时2：动物的遗传

◆ 教学目标

- 知识与技能：通过观察比较猫的亲代与子代之间的相貌特征和相似之处，了解遗传现象不仅存在于人类之间，也存在于其他动物之中。通过对猫子代的推测及验证，形成“亲代将自己外貌特征等遗传信息传递给了子代”的概念，而这些遗传信息是通过遗传物质传递的。通过讨论，了解遗传物质广泛分布于毛发、皮肤、血液、唾液等地方。

- 能力与方法：通过观察图片与分析资料，提高分析、归纳、推理等科学思维能力。

- 情感态度与价值观：通过对图片、资料的观察和分析，感受到人和动物普遍存在着遗传现象，引起学生对遗传现象的兴趣和关注。

◆ 教学重难点

- 教学重点：理解遗传现象是人和动物普遍存在的一种现象。

- 教学难点：知道遗传是亲代把遗传物质传递给子代的现象。了解遗传物质的分布。

◆ 教学材料

猫的图片、标有猫特征的卡片、记录单、课件。

◆ 教学过程

- 呈现1只公猫和2只母猫的照片（如图3），让学生分析每只猫的外貌特征，包括毛色和眼睛的颜色，写在记录单上（如表2）。

- 推测猫后代的样子。让学生选择图3中的1只母猫，判断它与公猫所生的后代可能会是什么样子，包括毛色和眼睛颜色。小组讨论、汇报。让学生初步意识到动物亲代也会将外貌特征遗传给子代。

- 通过观察猫爸爸、猫妈妈与3只小猫的照片，用实例验证猫亲代与子代之间的遗传现象（如图4）。猫爸爸毛发有斑纹、毛色较浅、短耳，猫妈妈有斑纹、毛色较深、长耳。3只小猫都是长耳像妈妈，左下角的2只小猫毛色像妈妈较深，右下角的小猫毛色像爸爸较浅。通过讨论，引出动物亲代把相似之处传递给子代的现象也是遗传，扩展上节课学到的遗传概念。



图3 1只公猫和2只母猫的图片

表2 猫毛色和眼睛颜色的记录单

	公猫	母猫1	母猫2
毛色	黑色	黑色、黄色、白色	黄色、白色
眼睛颜色	金色	橘红色	黄色

● 总结。猫爸爸、猫妈妈在生小猫时，把记录自己的外貌特征等遗传信息传递给了子代，而遗传信息是以遗传物质为载体的。

● 思考。如何鉴定失散多年的父子是真的父子？（学生很容易想到亲子鉴定）亲子鉴定需要父子提供什么？（学生可能会答：血液、唾液、头发等）教师总结：遗传物质就藏在血液、唾液、头发、皮肤等地方。

课时3：认识细胞

◇ 教学目标

● 知识与技能：通过制作和绘制细胞临时装片，了解细胞的结构。通过资料分析，了解细胞存在于所有生物体内，包括动物、植物、细菌。细胞是生物体结构和功能的基本单位。遗传物质存在于细胞中。

● 能力与方法：通过观察图片与分析资料，提高分析、归纳、推理等科学思维能力。

● 情感态度与价值观：通过对图片、资料的观察和分析，感受到细胞存在于所有生物体内，是生物体结构和功能的基本单位。

◇ 教学重难点

● 教学重点：理解细胞是生物体结构和



图4 猫亲代与子代

功能的基本单位，遗传物质存在于细胞中。

● 教学难点：制作、绘制细胞临时装片。

◇ 教学材料

显微镜、载玻片、盖玻片、洋葱、碘液、口腔上皮细胞装片和人血细胞涂片、课件、细胞的介绍资料。

◇ 教学过程

● 引入：上节课我们得出结论——遗传物质藏在血液、唾液、头发、皮肤等地方。到底血液、唾液、头发、皮肤有什么共同之处呢？普通肉眼看不到，让我们用显微镜来找一找。

● 演示制作临时装片：取口腔上皮，制作细胞装片，擦一滴一撕一展一盖一染一吸。

● 展示装片，介绍细胞，学生分组每人制作1个口腔上皮细胞和人血细胞临时装片。

● 观察细胞并绘制图片，了解细胞结构。

● 学习细胞介绍资料，了解细胞存在于所有生物体内，包括动物、植物、细菌，是生物体结构和功能的基本单位。

● 总结：血液、唾液、头发、皮肤中都有细胞，而遗传物质就藏在细胞中。

◎ 反思教学研究

概念3.1的建立需要学生理解细胞、遗传物质和遗传信息传递。课题组经过多个学校反复教学实验后，发现这3节连续的课激发了学生的兴趣与思考。第1节课是从学生最熟悉的自己与父母的外貌特征入手的，使得学生兴趣浓厚，他们仔细观察自己与父母外貌特征的相似之处，以及他人与父母、自己与他人在外貌上的相同与不同，从而认识到亲代和子代相似的遗传现象。第2节课学生在教师的引导下将视野扩展到动物，通过推断猫的亲代与子代，了解遗传现象是人和动物普遍存在的、亲代把遗传物质传递给子代的现象。再结合大家熟知的亲子鉴定了解到遗传物质分布在血液、唾液、头发、皮肤等地方，并以此促发学生思考遗传物质是怎样的，它们到底藏在血液、唾液、头发的什么地方。最后1节课上学生有机会通过细胞临时装片和显微镜观察细胞，了解血液、唾液、头发、皮肤中都含有细胞，解决了上节课的问题，了解到细胞存在于所有生物体内，是生物体结构和功能的基本单位，遗传信息就

藏在细胞中。学生通过3节课的学习,体验了从宏观到微观的探索过程,将外在的性状和内在的结构联系起来,不仅帮助学生了解遗传现象,也促使他们对遗传的机理有所了解,以帮助学生建构3.1这个概念。

通过实践,我们发现依据学习进程梳理教

学、开展教学设计时考虑更多的是如何使学生每节课收获的科学概念都与下一节课即将建立的科学概念产生联系,如何帮助学生从原有概念进行重新认识和完善。因为只有不断地思考、充实和完善中,学生头脑中的概念才能越来越深入,理解才能越来越深刻。■

基于儿童“物种多样性”概念学习进程的教学实践探索

文_夏子玫/江苏省南京市秦淮区教师发展中心

当前,在社会、经济、资源可持续发展的观念下培养学生对生物多样性的理解越来越受到教育界的重视。生物多样性是地球上各种生命形式几十亿年进化的结果,是人类社会赖以生存和发展的物质基础。保护生物多样性就是保护人类自己,因此在生命科学教育中要强化这一主题。人们将生物多样性分为遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性3个层次^[1],其中,物种多样性在生物多样性中占有举足轻重的地位,一般意义上,人们所说的生物多样性方面的问题,就是指物种多样性^[2],是生物多样性最基础和最关键的层次^[3]。帮助学生形成正确、稳定的物种多样性概念,对于他们理解生物多样性具有重要意义。南京秦淮区的小学科学教研员和一线教师组成研究团队,在查阅国内外相关文献和课程标准的基础上提出生物多样性学习进程的假设,并采用评测题和访谈的方法开展实证研究。抽取南京市秦淮区1—6年级小学生270人进行访谈、1800人进行测试。根据评测结果,对假设的学习进程进行修订,最终形成小学生“物种多样性”概念的学习进程。

◎ 儿童“物种多样性”概念学习进程

参考国内外相关研究及课程标准,并结合

研究团队的教学经验和对该概念的理解,我们首先提出了儿童“物种多样性”概念学习进程假设,将小学分成低、中、高3个年级段:1—2年级、3—4年级、5—6年级。概念以拼图式分布,形成学习进程。通过对2070名小学生的调研,修订完善进程,最终形成儿童“物种多样性”概念学习进程,如表1所示。

该进程体现了拼图式学习进程的特点,学生对于某个概念的掌握是通过对各个小概念“碎片”的掌握,逐渐拼成整个认知结构图。

小学1—2年级学生所能掌握的概念主要是对动植物的识别;3—4年级学生则在对动植物识别的基础上,进而了解生物的种类及生存状况,认识微生物;5—6年级学生所能掌握的概念是在此基础上,形成对物种多样性概念的理解,及了解物种多样性对人类的意义。

通过对学生的调研发现,学习进程符合大多数学生在各年级段对物种多样性概念的理解,学生对于进程中各概念的理解随着年龄的增长而逐渐加深。例如:

在宏观上,对于概念1.1(不同的植物和动物都有不同的外部特征),1—2年级学生能知道部分植物与动物具有不同的外部特征,但不能用语言等形式描述不同动植物的外部特征。