



基于教材发展学生核心素养的教学设计与实践

——以“基因指导蛋白质的合成”第2课时为例

北京市第八中学(100032) 李红菊

北京市西城区教育研修学院(100034) 毕诗秀

摘要 基于教材以发展学生的核心素养为目标进行“基因指导蛋白质的合成”第2课时教学设计。学生通过分析密码子及其特点、tRNA的结构和功能及中心法则,进一步形成结构与功能观、进化观、信息观等生命观念;通过分析破译密码子的科学实验,提高科学探究能力;通过小组合作构建翻译模型发展归纳与概括、推理、模型与建模等科学思维。

关键词 核心素养;教学设计;翻译;模型

文章编号 1005-2259(2023)4-0008-05

1 教学思路

发展学生的核心素养是生物学教学设计的宗旨和实施的基本要求^[1]。“基因指导蛋白质的合成”一节位于人教版《生物学·必修2·遗传与进化》第4章“基因的表达”^[2]。人教版教材聚焦重要概念建构,注重创设情境,并建立概念间的联系,促进学生对概念的深度理解^[3]。本节教材承接前3章,围绕“遗传信息控制生物性状,并代代相传”大概念,从遗传信息的传递和表达切入,探讨基因控制生物体性状的机理,深入揭示了遗传的本质。第1课时的教学目标为引导学生学习转录过程,第2课时的教学目标为引导学生理解遗传信息的翻译过程,并从遗传信息传递的角度归纳中心法则的内容和发展。翻译过程和中心法则是本节学习的重点,因其内容复杂且较为抽象,也是学习的难点。

本课内容中,tRNA的结构与功能、翻译过程体现了结构与功能观;“地球上几乎所有生物共用一套密码子表”的思考与讨论,从进化角度展示了生命的统一性;中心法则从信息观角度展现了遗传信息控制生物性状的共同规律。基于中心法则,可进一步延伸出生命是物质、能量、信息的统一体,体现生命本质^[4]。教材在本节设计了问题串,用好问题

串,可引导学生层层深入地分析,进而理解翻译过程及相关内容。在这个过程中,学生的科学思维和科学探究能力也将得到训练。

笔者授课班的学生思维活跃,具有强烈的好奇心和探索精神,科学思维和问题分析能力较强。通过前面的学习,学生已经知道蛋白质由氨基酸组成、DNA具有双螺旋结构,还学习了遗传信息的转录过程。

基于以上分析,本节课的教学设计思路如下:以发展学生的生命观念、科学思维、科学探究为主要目标,以贯穿情境的问题串为线索。首先,引导学生认识密码子的概念和破译过程、密码子表和tRNA的结构等;然后,通过分组讨论,建构遗传信息翻译过程的模型;最后,从遗传信息传递的角度总结和完善的中心法则,系统全面地认识遗传信息控制生物性状的过程,认同生命是物质、能量和信息的统一体。

2 教学目标

(1)运用排列组合思想推断出“3个碱基决定1个氨基酸”,并通过分析实验验证假说,体会假说—演绎的科学方法;通过分析科学家破译密码子的实验,提高推理思维和科学探究能力。



(2)通过分析密码子表并基于地球上几乎所有生物共用一套遗传密码的事实,认同当今生物可能有共同的起源。

(3)基于 tRNA 的结构和功能,建构以 mRNA 为模板合成蛋白质的过程模型,概述遗传信息的翻译过程,认同生物体的结构与功能相适应。

(4)通过总结和完善的中心法则,初步建立遗传

信息调节生命活动的信息观,体会科学在不断发展。

3 绘制教学流程图

延续第1课时创设的情境(转基因棉及 *Bt* 抗虫蛋白基因)和板书设计。根据教学目标,以学生为主体,梳理本节教学的主要问题及学生活动,凸显生物学学科核心素养的培养目标。本节课的教学流程图如图1。

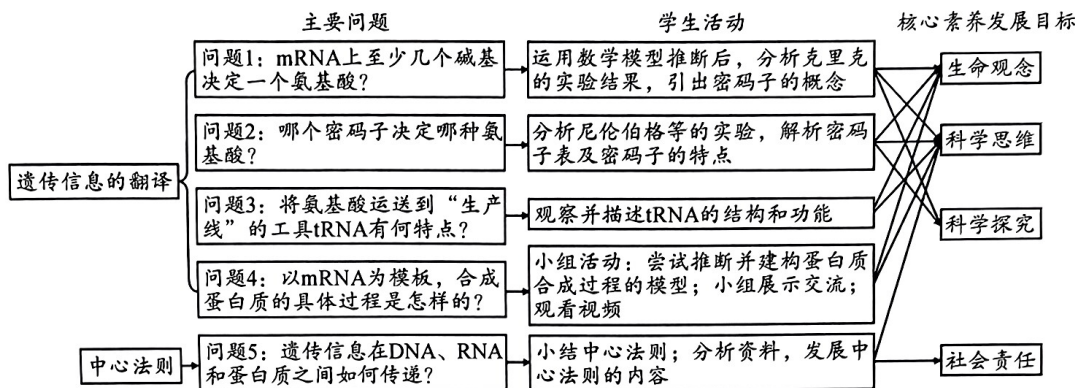


图1 本节课的教学流程图

4 教学过程与实施

4.1 创设情境,激发兴趣

教师展示转基因棉的图片,在简要回顾上节课的教学内容后,提问:细胞如何读取 mRNA 上的碱基序列信息合成蛋白质?同时,教师书写上节课的板书。

4.2 密码子的破解与概念界定

教师从排列组合的角度提问:mRNA上几个碱基编码1个氨基酸?学生预测并说出理由。教师归纳,再介绍1954年物理学家伽莫夫根据数学计算提出了“假说”:mRNA上3个碱基决定1个氨基酸。教师强调:学生的预测和伽莫夫的预测都是假说,假说是否为真,需要通过实验进行验证。

教师出示克里克的实验过程和结果,并提问:通过实验可知 mRNA 上几个碱基决定1个氨基酸?学生回答后,教师小结并引出密码子的概念,补充板书。

然后,教师延续上一节课的情境,检验学生对密码子概念的理解。出示 *Bt* 抗虫蛋白基因的一段 mRNA 片段,并提问:这段序列中有几个密码子?根据学生作答情况,教师强调 mRNA 上密码子的阅读方向,以及阅读时没有间隔或重复,是连续依次阅读的。

接着教师提问:64个密码子,哪个密码子决定哪种氨基酸?

教师介绍教材“生物科学史话”栏目中尼伦伯格和马太破译第一个遗传密码的实验设计,即蛋白质体外合成技术,请学生分析:(1)加入细胞提取液的目的是什么?(2)为什么要除去细胞提取液中的DNA,并耗尽mRNA?(3)实验结果说明了什么?在学生思考回答后,教师继续引导学生模仿设计实验,训练科学探究和科学思维能力。

碱基组成的不同密码子如何破译呢?鉴于该班学生的思维能力较强,补充以下两段科学史。

资料1 科拉纳使用人工合成的重复的二核苷酸序列进行体外翻译,poly(AG)(RNA序列为…AGAGAGAGAGAGAG…包含了两种密码子AGA和GAG)可翻译出一条精氨酸和谷氨酸交替重复的肽链,但不能确定AGA和GAG中哪个对应精氨酸。重复的三核苷酸序列poly(UUC)(RNA序列为…UUCUUCUUC…包含了3种密码子UUC、UCU、CUU)则产生了同型的多肽:由单一苯丙氨酸组成的链,由单一丝氨酸组成的链和单一亮氨酸组成的链。但不能确定UUC、UCU、CUU密码子分别对应这3种氨基酸的哪一种。虽然多聚核苷酸的体外翻译实验可以缩小密码子对应氨基酸的范围,但仍



然不能准确确定。

资料2 尼伦伯格等发现由3个核苷酸构成的微 mRNA 能促进相应的氨基酸 - tRNA 和核糖体结合,形成复合物。尼伦伯格在每个试管中分别加入一种¹⁴C 标记的氨基酸,氨基酸在酶的作用下与 tRNA 结合产生氨酰 - tRNA,再加入预先与特定密码子结合的核糖体,将反应后的体系通过硝酸纤维素滤膜过滤,然后检测滤纸的放射性。如果¹⁴C 标记的氨酰 - tRNA 与核糖体结合,则因体积超过滤纸的孔径而滞留在滤纸上,滤纸上就有放射性,而游离的氨酰 - tRNA 则自由穿过滤膜。

活动内容:根据科学史设计实验方案,以检验 UUC、UCU、CUU 分别编码哪种氨基酸。学生课后分组完成该活动,下节课交流。活动目的:(1)该活动虽有一定难度,但能有效发展学生的科学探究和科学思维能力;(2)通过认识科学家持续研究破译密码子的过程,感受科学研究的协作与持之以恒。

4.3 阅读密码子表,分析密码子特点

在分析密码子表及其特点时,教师可提供如下问题或任务,引导学生完成。

(1)查找编码苏氨酸的密码子。根据学生的回答,教师介绍密码子简并性的概念,并追问简并性对生物体生存、发展的意义。

(2)几乎所有生物体都共用一套密码子表,从进化角度分析,这说明了什么?这个问题既能让学生初步认识密码子的通用性,也能从进化角度初步认识所有生物有共同的祖先。接着回顾贯穿本节课的情境,并提问:棉花细胞合成的 Bt 抗虫蛋白与在苏云金芽孢杆菌体内合成的同种蛋白质氨基酸序列相同吗?为什么?再次回扣情境,让学生应用所学进行推测,同时渗透密码子具有通用性是分子生物学的理论基础,也渗透科学与技术的关系。

(3)所有密码子都能编码氨基酸吗?学生能够发现起始密码子和终止密码子。教师补充:几乎所有真核生物及大部分原核生物都以 AUG 作为起始密码子,同时 AUG 编码甲硫氨酸;仅有少数原核生物以 GUG 作为起始密码子,同时编码甲硫氨酸;UAA 和 UAG 作为终止密码子,不编码氨基酸,UGA 一般是终止密码子,但在特殊情况下编码硒代半胱氨酸。

这个环节通过分析密码子表,让学生理解密码子的简并性和通用性,渗透进化观。

4.4 tRNA 的结构和功能

提出问题:密码子对应的氨基酸被破译后,科学家发现氨基酸并不能直接与 mRNA 上的密码子结合,这就需要一种运输氨基酸的工具——tRNA。tRNA 具有怎样的结构,使它能承担运送氨基酸的功能呢?学生观察并描述 tRNA 的结构。教师介绍反密码子的概念,并演示 tRNA 贴纸模型,由学生分析反密码子端和氨基酸携带端,并请学生判断:这个 tRNA 的反密码子从 3' 端到 5' 端为 UAC,它携带哪种氨基酸?

通过问题引导学生结合功能观察 tRNA 的结构并理解反密码子概念,充分体会生物体结构与功能相适应。利用 tRNA 贴纸模型,巩固学生对 tRNA 结构的认识并应用密码子表确定某种 tRNA 携带的氨基酸种类,再次理解密码子表中的密码子是 mRNA 上的 3 个相邻碱基,从 mRNA 的 5' 端向 3' 端读取,从而突破易错点。

4.5 建构蛋白质合成的过程模型

此内容为本节重难点,笔者设计了模型建构活动,并提前用磁贴纸制作模型教具(图2):Bt 抗虫基因的一段 mRNA(标出起始段的 5 个密码子),核糖体(标出与 tRNA 结合的其中 2 个位点)、标注名称的 5 个氨基酸,标注反密码子的 5 个 tRNA 等。

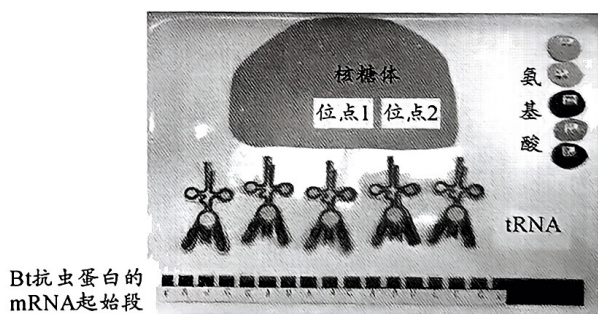


图2 教师设计制作的模型教具

活动内容:学生分组尝试推断并建构蛋白质合成过程模型。建构过程中讨论以下问题:遗传信息的翻译是如何开始的?多肽链如何延伸?翻译到什么密码子终止?

各小组的讨论非常热烈,其中的疑惑主要有:(1)tRNA 先与氨基酸结合还是先与 mRNA 上的密码子结合?(2)tRNA 上携带的氨基酸如何脱水缩

合形成多肽链?(3)是核糖体沿着 mRNA 移动还是 mRNA 沿着核糖体移动?在讨论和建模过程中,教师随时指导。

各小组基本完成模型建构活动后,由一个小组的学生到黑板上展示多肽链合成的过程。黑板演示所用的模型进行了一些改进:(1)模型更大,便于观察;(2)tRNA 用磁贴纸剪成“三叶草”形,更好地体现单链结构;(3)tRNA 一端的反密码子和 mRNA 上的密码子用不同颜色表示不同碱基种类,并标注;(4)核糖体剪成“空心”的透视状,便于在黑板上演示核糖体沿 mRNA 移动的动态过程。

学生演示翻译的一个片段:(1)一端携带多肽的 tRNA 处于核糖体位点 1,一个携带天冬酰胺的 tRNA 进入位点 2,与 mRNA 上的密码子碱基互补配对;(2)多肽链与天冬酰胺形成肽键,转移到位点 2 的 tRNA 上;(3)核糖体沿 mRNA 移动,读取下一个密码子,原位点 1 的 tRNA 离开核糖体,原位点 2 的 tRNA 进入位点 1,一个新的携带氨基酸的 tRNA 进入位点 2,继续肽链的合成。

该小组展示结束后,教师请其他小组对翻译过程进行补充或纠正。这给学生提供了充分的交流机会,同时使学生加强了对遗传信息翻译过程的理解,有效突破了教学重难点。

演示结束,教师继续提问:这段多肽链延伸到什么时候结束?学生能够比较容易地答出:遇到终止密码子时结束。教师补充讲述:转基因棉中的 Bt 抗虫蛋白基因,其 mRNA 一共有 1181 个密码子,最后一个密码子为 UAG。当核糖体遇到 UAG 时,肽链合成终止,合成的 Bt 抗虫蛋白含有 1180 个氨基酸。

小组活动后,播放翻译过程的动画视频,学生观看完整的蛋白质合成过程。教师通过板书总结翻译的条件、模板、场所、原料和工具等内容。

4.6 通过资料分析,建构和发展中心法则

首先,教师从遗传信息传递的角度小结:遗传信息从 DNA 流向 RNA,进而流向蛋白质;回忆 DNA 的复制,DNA 上的遗传信息还能流向 DNA,引导学生归纳克里克提出的中心法则。

接着,请学生分析两段资料:肠道病毒 EV-71 及 HIV 的复制过程,根据资料补充中心法则,学生感受科学发展是无止境的。

最后,教师从物质、能量和信息统一的角度概括中心法则:DNA、RNA 和蛋白质是大分子物质,“箭头”上传递的是遗传信息,其中 DNA、RNA 是信息的载体,蛋白质是信息的表达产物,遗传信息的传递过程离不开 ATP 等提供能量。在概括出中心法则之后,教师进一步引导学生理解生命是物质、能量和信息的统一体。

5 板书设计

在概念教学中,应特别关注概念间的联系,因此板书利用类似概念图的方式逐步完成,从而简明地展现出本节主要概念术语之间的关系(图 3)。

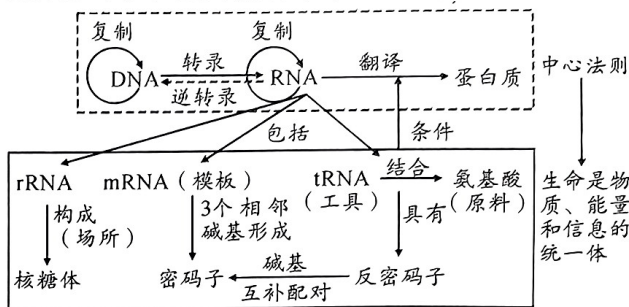


图3 本节课的板书设计

6 教学反思

6.1 充分发展学生的学科核心素养

本节课可有效帮助学生形成生命观念。例如,关于 tRNA 的结构,教师没有直接讲述,而是引导学生结合对功能的了解观察其结构;对于翻译过程,先保证学生理解核糖体、mRNA、tRNA 和氨基酸等的结构和功能,在此基础上引导学生通过活动建构模型,加深学生对结构与功能的理解;中心法则的总结和发展,体现了生命的物质和能量观、信息观。在教学中,结构与功能观、物质与能量观、进化观、信息观等生命观念均得到了渗透。

教学还通过多种活动发展学生的科学探究和科学思维能力。例如,课上补充了科学家的假说、科学家破译密码子的实验,分析这些资料,可以促进科学探究、科学思维和创新思维的发展。又如,分组进行翻译过程的模型建构和对中心法则的补充完善,都充分调动学生的思维,发展了他们的建模能力和归纳能力。

6.2 基于教材内容设置问题串,推进教学

本节课延续了第1课时 Bt 抗虫蛋白基因的情境,基于教材围绕“遗传信息的翻译”设置了4个问题:(1)mRNA 上至少几个碱基决定一个氨基酸?

初中生物学跨学科主题学习内容选取的基本取向

广东省东莞市教育局教研室(523000) 冯春艳

广东省东莞松山湖未来学校(523000) 李洋

广东省东莞市松山湖北区学校(523000) 崔丽丽

摘要 对跨学科主题学习进行转化落实是当下义务教育教学改革应有之义。提出了初中生物学跨学科主题学习内容选取应遵循的6个基本取向:优化取向、整合取向、难点取向、现象取向、能力取向、应用取向,以期为跨学科主题学习的有效开展提供参考。

关键词 初中生物学;跨学科主题学习;跨学科实践

文章编号 1005-2259(2023)4-0012-03

《义务教育课程方案(2022年版)》明确指出各门课程用不少于10%的课时设计跨学科主题学习。统筹设计跨学科主题学习,强化学科实践、推进综合学习^[1]。《义务教育生物学课程标准(2022年版)》(以下简称“课标”)在课程内容部分专门设立了“生物学与社会·跨学科实践”学习主题,列出了模型制作、植物栽培和动物饲养、发酵食品制作3类跨学科实践活动,并给出了11个可供选择的跨学科实践活动^[2]。跨学科主题学习作为国家课程的重要组成部分,亟须思考如何对其进行转化

落实。本文拟在初中生物学科范畴内,探讨跨学科主题学习内容选取的基本取向。

1 跨学科主题学习的意蕴

学科是学术共同体为区分研究领域中的特定概念、方法而界定的知识范畴,能够为学术研究、交流、传播提供界域。跨学科的基准是两个,也就是跨学科通常需要涉及两个或多个学科领域。任何跨学科都不可能脱离已有学科而凭空存在,因此跨学科学习通常要有中心学科。以往的跨学科学习呈现出碎片化、拼盘化的状况,为进一步统整跨学

(2)哪个密码子决定哪个氨基酸?(3)将氨基酸运送到“生产线”的tRNA具有怎样的结构特点?(4)以mRNA为模板,合成蛋白质的具体过程是怎样的?这4个问题层层推进,前3个问题实际是为第4个活动中模型建构打基础,从而突破教学的重难点。针对问题,教师补充了经典实验及其他材料,引导学生通过活动来解决问题。教材是教师进行教学设计和实施的直接依据,教材内容在学生核心素养培养方面有很大的挖掘空间。

6.3 给予学生充分的空间和时间

在小组合作建构翻译模型的活动中,教师没有过多提示,而是让学生根据已学内容进行推测和建构,很有挑战性。学生在活动过程中,会出现问题和试错,甚至会推翻重来;小组内和小组间的讨论、

交流非常激烈。该活动充分调动了学生学习的主体能动性,使学生最终能深入理解遗传信息的翻译过程,从而有效突破教学重难点。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准:2017年版2020年修订[M]. 北京:人民教育出版社,2020:16.
- [2] 朱正威,赵占良. 普通高中教科书:生物学:必修2 遗传与进化[M]. 北京:人民教育出版社,2019:63-70.
- [3] 赵占良,谭永平. 聚焦学科核心素养,彰显教材育人价值:普通高中生物学教材修订的总体思路[J]. 课程·教材·教法,2020,40(1):82-89.
- [4] 王颖. 建立生命观念 发展科学思维:《生物学·必修2·遗传与进化》修订情况介绍(一)[J]. 中学生物教学,2019(23):4-7. ▲