

# APOS理论视角下情境教学法在高中生物学概念教学中的应用研究

杨年

九江市濂溪区第一中学

**摘要:**以“基因工程”概念的构建为案例,分析了APOS理论与情境教学法相融合的必要性及可行性,探索APOS理论视角下情景教学法在高中生物学课堂教学中的应用,促进学生对高中生物学概念的理解与内化,提升学生生物学核心素养,供一线生物学教师在平时的课堂教学中借鉴与参考。

**关键词:**APOS理论;情境教学法;高中生物学

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-6288.2023.11.149

## 一、APOS理论与情境教学的内涵

### (一) APOS理论基本内涵

APOS理论是由美国教育学者杜宾斯基等人基于建构主义理论在数学教育领域中发展起来的一种概念教学理论。杜宾斯基等人认为数学概念应进行心理建构过程,避免概念教学中最常见的静态教学方式。该理论将教学分成操作(Action)、过程(Process)、对象(Object)和图式(Scheme)4个阶段进行建构<sup>[1]</sup>。主张知识的内化应是结合已有的生活经验在精心设计的过程中尝试对新概念进行顺应感知再重构的过程,进而更新自己头脑中的概念体系。

APOS理论遵循学生认知发展的一般规律,由浅入深,一步步引领学生感知概念,提炼概念,深化概念,建构概念。将APOS理论应用于生物学教学,已有很多卓有成效的案例。例如,将APOS理论模型重新建构对应活动、过程、对象、图式4阶段的五步教学策略,使其更加符合高中生物学概念教学<sup>[2]</sup>。

### (二) 情境教学法在高中生物学概念教学中应用

情景教学法以特定的情境作为课堂活动的“载体”,充分运用多种教学手段和方法,把教学内容及目标要求以问题的形式镶嵌于其中,使得学生在情境活动中感知问题、解决问题来获取课本知识,并能将课本知识与生活实际联系起来,尝试对现实中相关联的事实进行解释,将知识回归服务于生活本身。

高中生物学内容概念多,知识面广。《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》中强调,“学生学习的过程是主动参与的过程,要让学生理解和应用重要的生物学概念,在生物学学习过程中逐步形成正确价值观念、必备品格和关键能力”<sup>[3]</sup>。传统的生物学课堂多采用讲授式方法,学生看似完成了课堂学习任务,但是往后容易对所学概念混淆甚至遗忘,也并不能很好地将概念应用于真实情境中。为了更好地落实新课标要求学生对生物学大概念能够“吃得透,记得住,用得

上”,采用情境教学法,充分利用现有的多媒体手段针对生物学概念创设一个合适的大情境,以“一情境多问题”的模式,将一个大情境既作为开创课堂活动的线索,又作为师生开展教学活动的“载体”。让学生在真实情境中理解生物学概念背后的内涵,自主构建完整的知识体系,达成学习目标。

课堂中特定情境的创设可来源于学生旧知、生物实验、科学史料、社会新闻、生活经验等。比如在学习“细胞核的结构与功能”时,可以“中中和华华”全球首例体细胞克隆猴新闻为情境创设背景,引入学习。在学习“核酸的结构与功能”时,可以学生熟悉的新冠肺炎核酸检测为情境进行教学,让学生结合自己的亲身感受,对“核酸”的学习不仅停留在文字符号上,也赋予了核酸真正的生活意义。在学习“细胞是生命活动的基本单位”时,通过播放比利时的维萨里、法国比夏等科学家的故事视频,为学生创设一个探索生命体奥秘的情境,为后续学生初步建立系统的观念,尝试以系统观认识生命世界的学习做好铺垫。

## 二、APOS理论与情境教学法相融合的生物学概念教学策略

2019年6月11日,国务院办公厅印发的《关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见》指出:“积极探索基于情境、问题导向的互动式、启发式、探究式、体验式等课堂教学”<sup>[4]</sup>。因此,为更好地培养学生创新精神和科学思维,采用情境教学法,高度关注学生学习过程中的实践经历,重视学生在学习过程中主动参与心理建构的过程,这与APOS理论的中心思想不谋而合。融合情境教学法,APOS理论中的“Action”是情境创设感知概念阶段,让学生在创设的真实情境中对概念有个初步感知。“Process”是情境探索提炼概念阶段,引导学生去体验真实情境,内化思维,提炼出概念中本质的特征和性质。“Object”是情境脱离深化概念阶段,提炼知识的本质与特性后,学会把自己心理建构

的结果精致化、具象化，着重关注概念文字等符号本身。“Scheme”是情境迁移构建概念阶段，此阶段学生新获得的概念不仅是以节点的形式存在于学生的头脑体系中，应与旧知建立内在联结，还要能为未来的新知提供生长点，此阶段学生的综合图示思维能力较强。

### 三、基于APOS理论的情境教学法在概念教学中的实施案例

以人教版高中生物学选择性必修3第3章“基因工程-重组DNA技术的基本工具”为例，新课标要求学生掌握次位概念“阐明DNA重组技术的实现需要利用限制酶、DNA连接酶和载体三种基本工具的学习。能针对人类生产或生活的某一需求，在基因工程中选择恰当的技术和方法，尝试提出初步的工程学构想，进行简单的设计和制作”。对此，基于APOS理论采用情境教学法，通过创设真实大情境-蜘蛛羊，在大情境下通过精心设计的多个小活动群，让学生在讨论和修正的过程中不断审视自己和他人的见解和观点，一环扣一环，进行心理过程性建构，内化思维。通过模型构建，在小组合作中理解基因工程概念的本质与特性。最后通过新情境活动

“暗箱”操作形式探究和优化酶切方案，拓展学生经验，提升学生科学思维的严谨性和全面性，促进图示构建，完成概念体系的更新。

(一) 任务一：操作 (Action) 阶段——创设情境，感知概念

操作1：观看《蜘蛛侠》视频片段，展示“蜘蛛羊”图片：这是美国一位基因学教授在现实生活中创造的一种羊，虽然不能像蜘蛛一样“吐丝”，但是在它们的羊奶中出现了一种和蛛丝成分一样的蛋白质。思考“蜘蛛羊”的培育思路。

操作2：“工欲善其事必先利其器”，屏幕上“蜘蛛羊”的改造过程中，离不开工具。开展模型构建活动，认识“基因工程”中切割DNA分子的工具-限制性核酸内切酶（以下也简称为限制酶）。

如图1所示，绿色纸条模拟蜘蛛体内一段双链DNA分子。剪刀模拟切割DNA分子的工具，即限制酶。红色剪刀模拟的是限制酶EcoR I，蓝色剪刀模拟的是限制酶BamH I。以小组为单位选择相应的限制酶对手头上绿纸条所模拟的双链DNA分子片段进行断开。

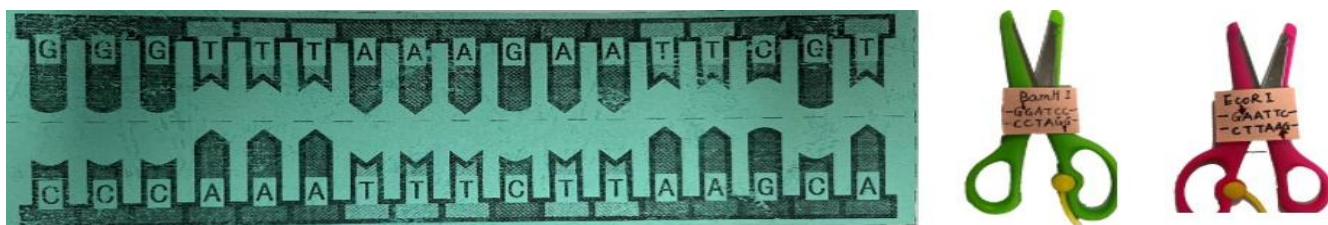


图1 左绿色纸条（模拟一段双链DNA分子片段）和右剪刀（模拟两种限制酶）

操作3：教师巡视各小组的活动进度状况并加以适当的引导：限制酶EcoR I 和BamH I 都可以对该DNA分子进行切割吗？限制酶的切割部位是任意的吗？是不是所有的限制酶切割得到的末端都是一样的呢？

操作设计意图：结合真实情境，引导学生按照自己的意愿设计“蜘蛛羊”的思路，在激活学生头脑中已有的转基因相关的知识经验，对“基因工程”概念有个宏观感知。从允许按照自己的想象切割目的基因到只能允许利用特定的工具进行切割，引导学生初步认识限制酶的专一性。

(二) 任务二：过程 (Process) 阶段——探索情境，提炼概念

过程1：“蜘蛛羊”培育第一步：利用EcoR I 限制酶把来自蜘蛛细胞内的“蛛丝蛋白基因”（纸条模拟）切割下来。借助希沃投屏软件将部分小组切割成果展示并面向全班交流。

过程2：“蜘蛛羊”培育第二步：选择限制酶EcoR I “切割”质粒，并与蛛丝蛋白基因“拼接”，完成重组DNA分子的构建。

过程3：“蜘蛛羊”培育第三步：将蛛丝蛋白基因导入到山羊细胞中。绿色纸环模拟的是运输基因的工具-质粒（如图2）。选择限制酶切割质粒把蛛丝蛋白基因插入其中，之后完成拼接。



图2 绿色纸环（模拟质粒）

过程设计意图：学生直观感受氢键和磷酸二酯键的断裂的不同，抓住限制酶作用特点等知识的本质特性。同时，通过完整的模拟基因工程的“切割”和“拼接”过程，让学生掌握质粒和DNA连接酶的作用特点，在细节上对基因工程操作有更多的了解。

（三）任务三：对象（Object）阶段——脱离情境，深化概念

对象1：在“蜘蛛羊”的实际操作的反应体系中，一定能得到能够制造蛛丝的山羊？设计“暗箱”优化酶切方案，对比“双酶切”和“单酶切”优缺点。

活动说明：各小组将重组DNA分子模型一一拆开，并将本组拆开的DNA片段全部放入“暗箱”中。之后，各组分别从暗箱中随机抽取出两个DNA片段并连接，观察是否有新的拼接产物出现。

对象2：学生发现单酶切反应体系中会出现多种拼接产物，例如，蛛丝蛋白基因自身环化、质粒自身连接、蛛丝蛋白基因—蛛丝蛋白基因、质粒—质粒、质粒—蛛丝蛋白基因的正、反向连接等拼接产物。引出双酶切方案，即用不同的限制酶分别切割蛛丝蛋白基因和质粒，以形成不同的末端。

对象设计意图：以学生设计的“蜘蛛羊”的培育方案为基础，通过彩色纸条、剪刀等材料模拟基因切割、拼接的具体过程，为基因工程中的核心步骤—基因表达载体的构建学习做好铺垫。此活动过程，学生自主发现单酶切反应体系中会出现的问题比教师主动暴露问题更具有教育价值，更能调动学生进行深度思考，深化科学思维。

（四）任务四：图示（Scheme）阶段——迁移情境，建构概念

问题情境1：展示我国内蒙古农业大学制造的全球首例蜘蛛丝羊，思考并课后查找蜘蛛羊和蜘蛛丝羊可以给人类社会带来的价值。

问题情境2：认识同尾酶。举例用两种不同的限制酶（如限制酶SpeI和XbaI）切割2个不同来源的DNA片段，对比切割得到的末端是否能连接。

设计意图：学生进一步认识同尾酶在基因工程操作中的意义。展现我国科研人员的国际领先成果，增强民族自豪感的同时，让学生关注社会热点问题，了解相关

应用，增强学生的社会责任感。也期待学生对生物学大概念能够“吃得透，记得住，用得上”。

### 结语

综上，本文将APOS理论与情景教学法相结合，开展“基因工程之重组DNA技术的基本工具”教学实践探讨，借助真实大情境，引导学生在模型构建中对相关问题进行心理建构，深化学生对核心概念的学习，将生物学学科核心素养贯穿于整个课堂教学过程中，为高中生物学教学提供了可操作的范例。

当然，在实际的教学过程中，APOS理论的4个阶段并不是固定地按照顺序完整地出现在每一课时中。例如，按照教材本节计划，师生所要达成的教学内容信息量大且零散，笔者为了避免知识的片段化和割裂，希望学生能沉浸式地体验本次探究，重点关注了学生过程性阶段概念的生成，所以关于“基因工程”中图示性阶段概念的触及较少，将放在下一课时进行。对此，教师在基于APOS理论的指导下开展情境教学时，为了保证自己所创设真实情境的完整性和顺利开展，必要时可结合大单元教学设计思想对教学内容进行适当编排，保证每个课时有自己集中达成的APOS理论的对应阶段性概念的生成。同时，APOS理论四阶段的反馈评价机制还有待改进完善。

### 参考文献

[1] Harkness D S. Teaching Students to Communicate with the Precise Language of Mathematics: A Focus on the Concept of Function in Calculus Courses[D]. Doctor of Philosophy Utah State University, 2020.

[2] 徐嘉婕. 基于APOS理论的高中生物学核心概念教学的应用研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2019.

[3] 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.

[4] 国务院办公厅关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见[Z]. 北京: 国务院办公厅, 2019.

基金项目：本文内容是2023年江西省基础教育研究课题：中学与大学融合育人背景下基于APOS理论的课堂概念教学研究（JJZH2023-0330）的研究成果。