

高中生物学专题复习思维结构化的路径建构

吴越 陈廷华 (江苏省无锡市辅仁高级中学 无锡 214123)

摘要 高中生物学专题复习需要进行整体性、结构化设计,以帮助学生构建知识网络与逻辑框架,提升迁移能力与问题解决效率。本文以“生命系统的信息传递”为例,结合布鲁纳认知理论与奥苏贝尔迁移理论,从纵向连接、横向贯通、纵横融通三个维度设计教学,探索专题复习思维结构化的实践范式。

关键词 专题复习 思维结构化 信息传递

Pathway construction for structured thinking in senior high school biology topic review

WU Yue, CHEN Tinghua

(Jiangsu Wuxi Furen Senior Middle School, Wuxi 214123, China)

Abstract Senior high school biology topic review requires a holistic and structured design to help students build knowledge networks and logical frameworks to enhance their transfer ability and problem-solving efficiency. This paper takes “information transmission in life systems” as an example, and combines Bruner’s cognitive theory and Ausubel’s transfer theory to design teaching from three dimensions — vertical connection, horizontal connection, and vertical and horizontal integration, exploring the practical paradigm of structured thinking in thematic review.

Keywords topic review; structured thinking; information transmission

布鲁纳在“认识结构理论”中提出,知识具有层级性,认知结构由物理层、符号层、语言层等多层次构成,学习需基于已有结构向上延伸;知识通过感知、编码、迁移等过程不断重构,强调学习中的主动探索与联系。思维结构化是指将知识或问题分解为相互关联的组成部分,并基于逻辑关系整合为系统化框架的认知过程。其核心在于通过“整体—部分—整体”的思维路径,实现对复杂信息的有效组织与深度理解。笔者以思维结构化为学习工具,从纵向连接、横向贯通和纵横融通三个维度,以高三生物学专题复习“生命系统的信息传递”为例,进行专题复习的教学设计与实施。

1 思维结构化的教学思路

思维结构化需设计纵向连接——从分子水平到生态系统的递进,横向贯通——遗传表达、胞内信号转导与稳态调节和适应的交叉,以帮助学生构建知识网络。层级性方面,学生需先掌握生命系统的信息分子的形成——物理层,再理解其与生命系统的信息传递——符号层的关联。动态构建的实现依赖可视化工具,如利用概念图、模式图、思维导图等工具实现知识结构与

思维结构的可视化呈现。

学习者的认知结构是影响学习迁移的重要因素,奥苏贝尔主张通过对比异同强化认知结构。同时还主张,认知结构的可利用性是影响迁移的重要变量,即学生面对新的学习任务时,其认知结构中应具有吸收并固定新知识的原有观念,这样才能够产生有意义的学习^[1]。例如,在复习中适时引入核心概念“反馈调节”,引导学生关联不同章节的典型实例(如血糖调节和生态系统稳定性的反馈调节机制),通过比较学习,实现从学习理解走向迁移应用。

思维结构化是学生有效学习的重要思维工具,其教学不仅需要为学习者提供结构化的反思主题与内容,而且需要遵循认知发展规律,构筑结构化反思进程,促进知识的学习与内化,自主建构概念。基于思维结构化的专题复习可遵循以下路径。

第一,学习理解。整合教材资源,创设知识学习的整体化情境,以新视角、新方式激发学习兴趣,强化学习体验,整体感悟知识,在实践体验中实现核心知识的理解,奠定思维的基础。

第二,纵向连接。以结构化主题(如“调节—稳态—适应”)为主线,以关键词(如“信息分子”)为联络线,将章节内、章节间,以及跨模块的同类知识内容按其内在的逻辑串联,构建层级化知识网络。通过对内容的适当调整、增补,连接分散的知识,使学生对知识间的

[3] WANG L, CAO, S, CHEN, ZJ, et al. DNA hypomethylation in tetraploid rice potentiates stress-responsive gene expression for salt tolerance [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2021, 118(13): 118-128. ◆

纵向关联有清晰的认识。

第三,横向贯通。提炼多个知识内容的共性(如稳态调节中的“信号分子-受体”共性机制),把具有“类”特征的多个章节知识整合到一个专题,凸显专题背后共通的思维方式,深化学生对类结构特征知识内涵的整体认识和结构把握,提升学生分类、比较、概括、抽象的能力。

第四,纵横融通。打破原有章节和模块的界限,把范围从章节结构拓展到整个模块以至高中生物学所有模块,创设真实的、综合的学习情境,在整体性、结构化视野下审视、策划知识链和知识块之间的关联,以精致层进的问题驱动和知行合一的具身实践整合多维度知识,在解决问题的实践中实现核心知识的应用,促进知识内化,形成解决复杂问题的高阶思维能力。

2 案例设计:以“生命系统的信息传递”为例

“生命系统的信息传递”专题贯穿必修1、必修2、选择性必修1和选择性必修2四个模块的内容,涉及分子水平、细胞水平、个体水平和生态系统水平,存在多层级知识呈现,对于促进知识的系统整合与理解、培养结构化思维能力和为AI辅助教学提供方法借鉴等方面均具有重要意义。

2.1 纵向连接:构建层级化知识网络 布鲁纳的“认识结构理论”强调知识的层级递进,奥苏贝尔的“迁移理论”原则要求从简单到复杂重构认知结构。纵向连接即通过主题式串联,帮助学生形成“细胞→个体→群体”的递进式知识框架。细胞层级(必修1、2)包括:中心法则、蛋白质的分选、信号转导通路等;个体层级(选择性必修1)包括:神经调节、体液调节、免疫调节、植物生命活动的调节等;群体层级(选择性必修2)包括:生态系统中的物理、化学、行为信息等。教师通过逐级再现重要模式图和递进式问题链的设置,要求学生绘制以“信息分子类型”为线索的纵向知识链(图1)。通过层进式问题如:①神经递质与激素的传递介质有何差异?②植物激素与动物激素作用特点的异同?③细胞信号转导如何支撑生态系统的信息流动?④信息分子如何协同生命系统的各个层面的调节关系?引导学生进行比较、分析、综合的思维训练和模型呈现。课堂实践发现,90%学生能正确构建“细胞→个体→群体”的信息传递概念模型。

2.2 横向贯通:提炼类属化共性机制 思维结构化中的横向贯通需要通过类属化整合,提炼共性,培养学生归纳与迁移能力。共性的提炼依赖跨情境的学习,如“稳态与调节”包括神经调节、体液调节、免疫调节和植物激素调节等多个学习情境,可以提炼“信号-受体-响应”的类属性机制,促成多板块知识的横向贯通与整

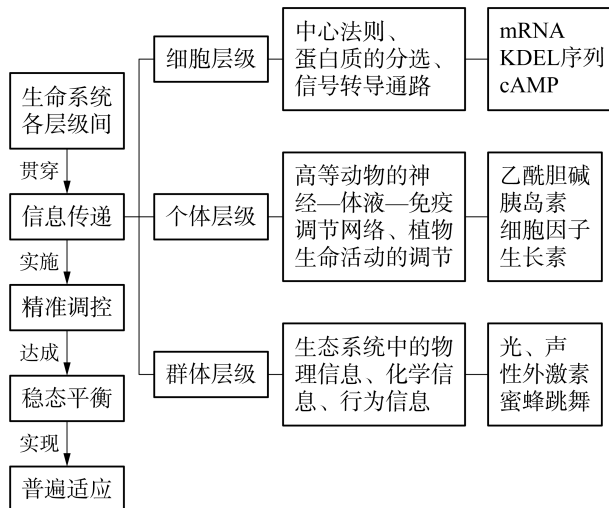


图1 以“信息分子类型”为线索的纵向知识链

合,并通过模型建构实现思维结构化的有效外显。教师可设计“模型读取→模型重构→模型迁移”三阶学习任务,构筑结构化反思进程。

任务一(模型读取):学生分析胰岛B细胞分泌胰岛素机制示意图(图2),结合教材描述,完整表述“葡萄糖→ATP敏感K⁺通道关闭→Ca²⁺内流→胰岛素分泌”的因果链,并解答“某种口服降糖药物能与胰岛B细胞表面的特异性受体结合,请分析该降糖药物作用的具体过程”,从而建立“信号触发-通路激活-功能输出”的通用逻辑。

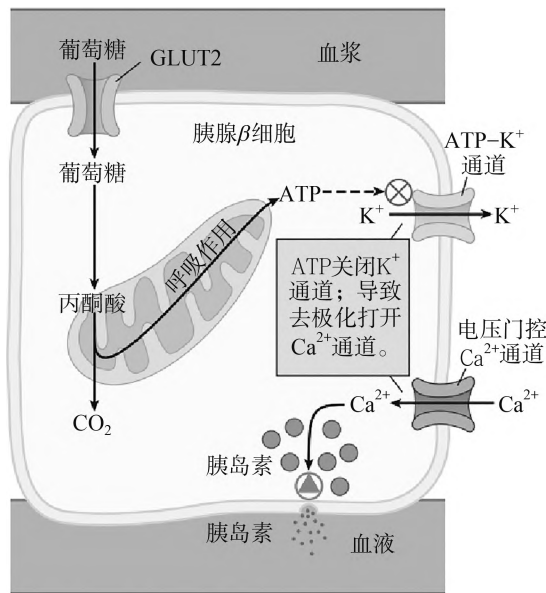


图2 胰岛B细胞分泌胰岛素机制示意图

任务二(模型重构):学生参考教师提供的无标注的胰岛素作用机制示意图(图3),简要绘制该示意图并补充标注,接着对比教材中“神经元之间通过突触传

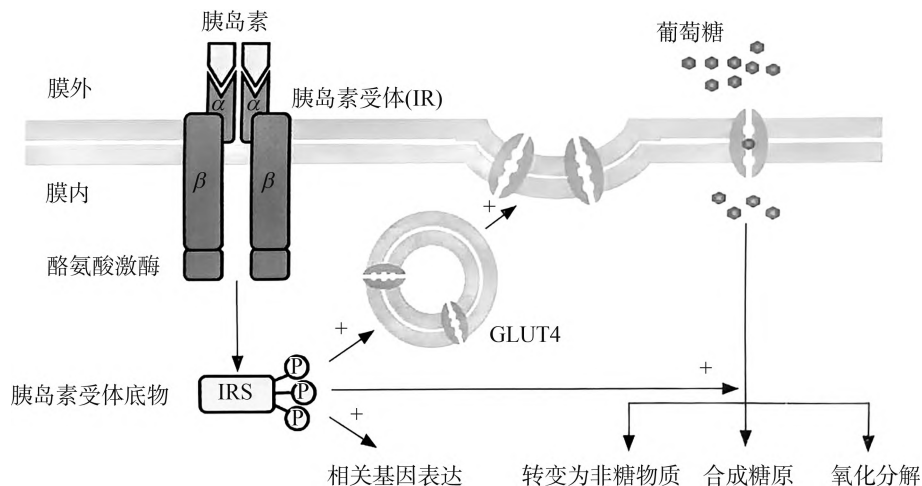


图3 胰岛素作用机制示意图

递信息图解”,发现跨模块共性,如依赖膜受体启动的级联反应、信号终止机制、反馈调节机制等。

任务三(模型迁移):学生独立绘制胰高血糖素作用机制示意图,实现迁移“信号转导”通用模型至新情境,体会“激素→受体结合→G蛋白激活→酶联反应→生理效应”的类属逻辑,在此基础上对比任务二的模型,整合对立调节机制,形成动态平衡观念。

教师应在三阶教学环节中逐步撤出脚手架,以确保学生建构动态知识网络和塑造结构化思维,实现学生在将来的陌生情境中能及时有效调用已有知识,建构模型,解决问题。

2.3 纵横融通:解决真实复杂问题 纵横融通的结构化思维需要在真实情境中激活多维度知识,灵活调用核心知识解决实际问题。例如“生命系统信息传递”中涉及“生物与环境”的问题解决能力包括“从生态系统具备有限自我调节能力的视角,预测和论证某一因素对生态系统的干扰可能引发的多种潜在变化”等^[2]。教师可融入环境科学案例组织跨学科教学。例如《细胞》杂志上有关于环境污染损害人类健康的研究,系统阐述了环境污染破坏性的八个关键方面,包括氧化应激和炎症、基因组改变和突变、表观遗传改变、线粒体功能障碍、内分泌破坏、细胞间通讯改变、微生物群落改变和神经系统功能受损^[3]。教师通过“环境污染如何干扰生物信息传递”这一驱动性问题,促使学生进行结构化反思,调用“污染物破坏细胞膜受体→干扰神经递质释放→影响群落稳定性”的纵向思维和“干扰信号传递诱发组织病变、模拟或拮抗激素作用扰乱身体平衡、微生物群落失衡降低土壤可持续生产能力”的横向思维,并借助 DeepSeek 生成的脚手架(如递进式问题链、半结构化思维导图模板)建构模型,进行人机互动的自主学习和互助学习,并诊断和评价学习。教

师还可组织学生讨论社会性科学议题,如“基于信息传递原理,设计抗某污染物药物的研发路径”“模拟环保部门专家,提出某地生态修复方案”等,整合结构化、创造性、实践性思维,实现知识学习的纵横融通和学科素养的形成。

3 教学反思

教学实践表明,基于思维结构化的专题复习设计显著提升了学生的知识整合与迁移能力:约 90% 的学生通过纵向问题链与横向矩阵对比构建了“细胞→个体→群体”的信息传递框架,约 85% 的学生能独立完成胰高血糖素作用机制图的绘制。尝试引入 DeepSeek 辅助后,学生在真实问题解决中表现出更强的自主性,部分小组设计出了创新方案,达成具身学习的迁移创新,实现了从被动参与者向主动建构者的角色转变。然而,实践中也发现,一部分学生对 AI 工具依赖度过高且结构化提问能力不足。未来拟优化技术与支架支持的挑战性学习任务设计,强化学生在逻辑梳理、错误修正和结构化提问等方面的训练,帮助学生从“工具使用者”进阶为“思维建构者”。

(基金项目:江苏省基础教育前瞻性教学改革实验项目“高中生物学具身创造式学习模式建构与深化实践”,No. 2022JSQZ0201;江苏省教育科学“十四五”规划重点课题“工程教育视野下高中生物学学科实践学习空间开发研究”,No. B/2023/03/46)

主要参考文献

- [1] 张大均. 教育心理学. 3 版[M]. 北京:人民教育出版社, 2015.
- [2] 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)[J]. 北京:人民教育出版社, 2020: 5.
- [3] PETERS A, NAWROT TS, BACCARELLI AA. Hallmarks of environmental insults [J]. Cell, 2023, 123(4): 56-78. ◊