

# 基于TDBU模式的跨学科实践活动 ——以苏科版七上生物学教材为例

严祯祯<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>石河子大学生命科学学院, 新疆 石河子

<sup>2</sup>南通市通州区金郊初中, 江苏 南通

收稿日期: 2025年7月11日; 录用日期: 2025年8月11日; 发布日期: 2025年8月19日

## 摘 要

新课标要求通过“生物学与社会·跨学科实践活动”主题的学习, 学生能够理解多学科之间的相互联系, 并运用多学科的知识和方法解决现实问题或生产特定产品, 进而增强学生综合能力, 发展学科核心素养。基于TDBU (top-down & bottom-up)模式开展“自制水族箱, 饲养金鱼”活动, 以学习小组形式参与并完成由若干相关模块精心设计整合而成的完整项目, 能极大地培养学生实践能力和团队协作精神, 提升核心素养。

## 关键词

TDBU模式, 跨学科实践活动, 初中生物学

# Interdisciplinary Practical Activities Based on the TDBU Model

## —A Case Study of the Grade 7 Biology Textbook in the Suke Edition

Zhenzhen Yan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>College of Life Sciences, Shihezi University, Shihezi Xinjiang

<sup>2</sup>Nantong Tongzhou District Jinjiao Junior School, Nantong Jiangsu

Received: Jul. 11<sup>th</sup>, 2025; accepted: Aug. 11<sup>th</sup>, 2025; published: Aug. 19<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

The new curriculum standards require that through the study of the “Biology and Society: Interdisciplinary Practical Activities” theme, students should comprehend interdisciplinary connections and apply multidisciplinary knowledge and methods to solve real-world problems or create specific

products, thereby enhancing comprehensive competencies and fostering core disciplinary literacy. By adopting the TDBU (top-down & bottom-up) model to implement the “Design and Maintenance of a Homemade Aquarium for Goldfish” activity, students work in learning groups to collaboratively complete a holistic project comprising meticulously designed, interconnected modules. This approach effectively cultivates practical skills, teamwork spirit, and elevates core disciplinary competencies.

## Keywords

TDBU Model, Interdisciplinary Practical Activities, Junior High School Biology

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

2022年版的《义务教育课程方案》与《义务教育生物学课程标准》(简称《课程标准》)强调了学科实践与多学科融合的重要性,同时设立了三类跨学科主题活动,以凸显多学科融合特色,加强多学科的相互关系,并推进课程综合化的实施[1]。跨学科实践既能有效地促进学生综合思维的发展,又能显著地提升学生实践能力,从而跻身于当下研究热点[2]。然而,在目前的实际教学活动中,由于理论不足,导致跨学科实践不仅在设计上缺乏合理的框架,还在组织上缺乏规范的流程,因此深陷囹圄之地。本文依据《课程标准》,设计“自制水族箱,饲养金鱼”跨学科实践活动,并在家校协作大前提下于初一年级开展了如火如荼的活动。借此为奋战一线教学的中生物教师引入TDBU模式,深入介绍其核心理念及具体的操作步骤,并详细阐述基于该模式的初中生物学跨学科实践活动具体路径,以此抛砖引玉。

## 2. 立足生物学开展跨学科实践活动是大势所趋

生物学教育的深层价值,在于传递生命科学知识,更在于培养“用生物学眼光理解世界”的思维方式;而跨学科实践则通过知识结构整合、认知过程整合和价值伦理整合的路径重构教学逻辑[3]。生物学跨学科实践的本质,在于通过真实情境中的复杂问题解决,促使学生构建“生物学+”的知识网络,发展系统性科学思维,最终实现从学科能力到核心素养的跃迁。针对跨学科实践的系统性挑战,可通过问题情境的梯度化建模、工具资源的智能适配及综合使用多元化的评价体系三大策略来各个击破[4]。例如基于TDBU模式的双向逻辑,将复杂问题分解为“宏观认知层-中观方法层-微观操作层”;搭建“生物学跨学科实践云平台”,集成智能诊断系统、虚拟协作空间及动态知识图谱三大功能模块等。生物学跨学科实践旨在唤醒学生兼具认知层面和价值层面的“生态智慧”——不仅在技能层面要求会计算,更需要在哲学层面洞察其意义。总之,教育者需以生物学为支点,撬动学生对复杂世界的整体性认知,以助其成为“科学问题的解决者”与“生态文明的建构者”。

## 3. TDBU 模式优化跨学科实践活动

### 3.1. TDBU 模式的理论基础

融合系统工程思维与教育学原理的TDBU模式,其理论基础主要有三点:

第一,项目导向学习理论。借鉴了电子工程领域的双向逻辑——“自顶向下规划”与“自底向上反

馈”的 TDBU 模式基于真实情境中的复杂问题,通过设计模块化的任务,激发学生从整体到局部、再从局部到整体的认知循环[5]。这种设计既确保项目具备系统性目标,又能根据学生活动适时地动态调整。

第二,建构主义学习理论。该理论强调学生主动构建知识体系,通过黑白盒转化模型,学生从整体功能认知(黑盒阶段)逐步深入到模块细节(白盒阶段),最终实现知识的迁移与应用。

第三,跨学科整合理论。该理论核心在于知识结构的互补性、认知过程的系统性和实践导向的动态性三点;强调多学科知识、方法与思维的有机协同,以解决复杂现实问题的教育范式。基于此,TDBU 强调“学科核心概念”与“跨学科大概念”的融合[5]。例如,在“水族箱生态系统构建”项目中,生物学(鱼类结构特性)与数学(水箱容积)、化学(水质调控)、工程学(过滤系统设计)等形成多维知识网络,体现了跨学科的统一。

### 3.2. TDBU 模式的核心要素

融合电子工程设计思维与教育学原理的 TDBU 模式以培养学生核心素养为目标,重构了跨学科实践活动的实施框架,帮助学生在解决真实问题的过程中实现知识的整合和能力的进阶[6]。其核心要素有三点:

第一,模块划分。教师基于中学生认知发展规律,结合活动的复杂程度,将项目拆解为螺旋递进式学习模块。例如在“水族箱生态系统构建”项目中,分解为“容积计算(数学建模)-水质调控(化学实验)-生物适应性观察(生态学探究)”。

第二,黑白盒转化模型。基于“整体-局部-整体”的认知循环,帮助学生建立系统思维。在黑盒阶段,学生以系统视角理解项目整体功能,例如水族箱的生态平衡,无需深究内部细节;而白盒阶段则需要通过拆解具体模块,掌握跨学科知识的内在关联。

第三,“三位一体”教学辅助系统。这个由整合虚拟仿真工具、协作空间与资源仓库而成的集成化支持系统,提供“学习-实践-反思”的全流程支持。例如,学生在调试水质参数时,平台可自动推送相关化学方程式与操作规范视频等,供学生灵活选择,进而支持其进行个性化探索。

### 3.3. TDBU 模式在生物学跨学科实践中的优势

结合生物学学科特点,TDBU 模式在跨学科实践中展现出以下独特优势:

第一,培养将复杂问题逐级破解的结构化能力。生物学问题常涉及多变量交互(如生态系统平衡)。TDBU 通过模块化分解,将复杂系统转化为可操作的子任务。例如,在“湿地生态修复”项目中,学生需分阶段完成物种筛选(生物学)、水力模型搭建(工程学)、社区参与方案设计(社会学),最终整合为系统性解决方案。

第二,以深度学习促进核心素养发展。例如在“水族箱生态系统构建”项目中,学生需设计实验,分析多种因素对金鱼的影响,培养假设检验与数据分析能力;通过 3D 建模与中小型鱼缸的组装,学生体验“设计-迭代-优化”的工程流程,强化系统思维与创新能力等。

第三,整合资源以及提升效率。TDBU 通过智能支持平台(如教学网盘)实现资源动态适配。例如,系统可根据学生实验数据(如 pH 值异常)自动推送化学试剂使用规范视频,减少教师重复指导工作量,提升教学效率。

第四,实证效果与可扩展性。研究表明,在“自制水族箱,饲养金鱼的跨学科问题解决能力”测评中实验班(采用 TDBU 模式的班级)平均分为 81.60,对照班平均分 74.81,且通过 t 检验结果 Sig.值 0.015,小于 0.05,说明两个班存在明显差异,即实验班成绩显著高于对照班。这意味着 TDBU 模式在生物学跨学科实践中的优势是客观存在的。此外,通过访谈实验班,82%的学生反馈“更清晰理解学科知识的实际

意义”。该模式已从生物学拓展至物理、化学、数学等学科，形成可复制的跨学科实践范式。

总之，TDBU 模式鼓励学生以小组形式围绕特定项目展开讨论、合作，通过线上线下的混合学习方式，自主探索新知，以获得丰富体验。学生受兴趣的驱使，在教辅系统的引导下，独立或协同完成模块任务，最终通过集体展示的作品或成果来评估学习成效。该模式有效解决了跨学科实践中的诸多挑战，如内容繁杂、形式多样、时间和空间的限制等，帮助教师更高效地规划和执行跨学科实践活动，同时也提升了学生参与度和成就感，并有助于全面提升其跨学科探究和学习能力。

4. TDBU 模式的教学实践

4.1. 确定主题

“自制水族箱，饲养金鱼”选自《课程标准》主题中的“动物饲养”，涉及生物学、物理学、化学等多个学科领域。进行项目设计时，联系其他学习主题中相关知识；整体创作则更是需要运用多学科的知识，活用多种跨学科概念，亲历选择金鱼的品种，调查金鱼生存环境条件，制作水族箱并饲养金鱼过程。学生集思广益打造的水族箱，结合美学鉴赏，因其独特的集体创新，意义非凡，同时观察并记录金鱼的生命活动这一安排，为今后学习鱼类，探究鱼类适应水中生活的结构特征以及鱼类的生殖发育提供直观的材料资源。

4.2. 制订活动目标

- 1) 通过制作水族箱并饲养金鱼来观察并记录金鱼的生活习性和生长过程；
- 2) 体验数学、工程学、艺术等学科在此活动中的应用；
- 3) 通过该活动感受跨学科实践活动的乐趣，并愿意自发进行跨学科学习。

4.3. 模块划分

实践活动模块划分是教师在了解学生知识掌握程度和经验丰富程度的基础之上，落脚于实际学情，以发展核心素养为宗旨，仔细研读《课程标准》中相关内容，宏观分析该活动项目并基于学校设施设备和课时安排，将“疑难杂症”解构的过程。模块划分是黑白盒转化模型的基础[5]。例如“自制水族箱，饲养金鱼”活动可分化6个大模块，各大模块又包括若干个学习内容(见表1)。

Table 1. Contents of the practical module  
表 1. 实践模块内容

| 实践模块  | 学习内容 |      |
|-------|------|------|
| 认识鱼类  | 形态特征 | 生活习性 |
| 金鱼的饲养 | 日常管理 | 观察记录 |
| 设计    | 制作箱体 | 景观设计 |
| 组装    | 工具使用 | 制作流程 |
| 养护    | 金鱼养护 | 景观养护 |
| 应用    | 案例分析 | 拓展研究 |

4.4. “三位一体”教学辅助系统设计

依据《课程标准》所编制的实践活动指导文档、囊括大量资源的教学网盘以及精彩纷呈的实践平台，构成了“三位一体”教学辅助系统(Trinity Teaching Support System, TTSS) [6]。以此，为跨学科实践活动

的实施提供全流程支持。以“自制水族箱，饲养金鱼”活动为例，该系统通过以下模块协同运作，既保障活动的科学性与规范性，又激发学生的自主探究与创新意识。

1) 实践活动指导文档

基于 TDBU 模式将复杂项目拆解为递进式学习单元，在“自制水族箱，饲养金鱼”活动中顶层设计(Top-down)项目是提供跨学科知识图谱，明确生物学(鱼类生态)、物理学(水体循环)、化学(水质监测)的核心关联；底层任务(Bottom-up)项目则是设置分阶段操作指南，如“水族箱容积计算”“金鱼行为观察日志”等。

2) 教学网盘：资源协同与知识迭代

教学网盘突破传统资源库的单向传输模式，构建“师生共建共享”的云资源生态，兼具实时协作功能。

3) 实践平台：虚实融合的探究场域

实践平台打通现实操作与虚拟验证的壁垒，如虚拟仿真模块可通过模拟水族箱生态(如温度、pH 值变化对鱼类的影响)，允许学生在安全环境下试错优化；

再如跨校协作社区模块支持不同学校小组共享数据(如对比南北水质差异对金鱼适应性的影响)，拓展实践问题的地理维度等。

4.5. 黑白盒转化过程

本次活动所包含的 6 个模块，即 6 个黑盒，按一定的逻辑关系，并根据其难易程度，组装成一个完整的大项目[5][6]。学生尚未习得的知识或尚未掌握的模块即黑盒[5][6]。学生选择 1 块黑盒，借助 TTSS 将其白盒化，即习得知识或掌握模块，接着将被转化而来的白盒归至模块原处，再选择下一个相关模块。学生通过重复“黑盒白盒化”的步骤直至完整的大项目全部是白盒(见图 1)。

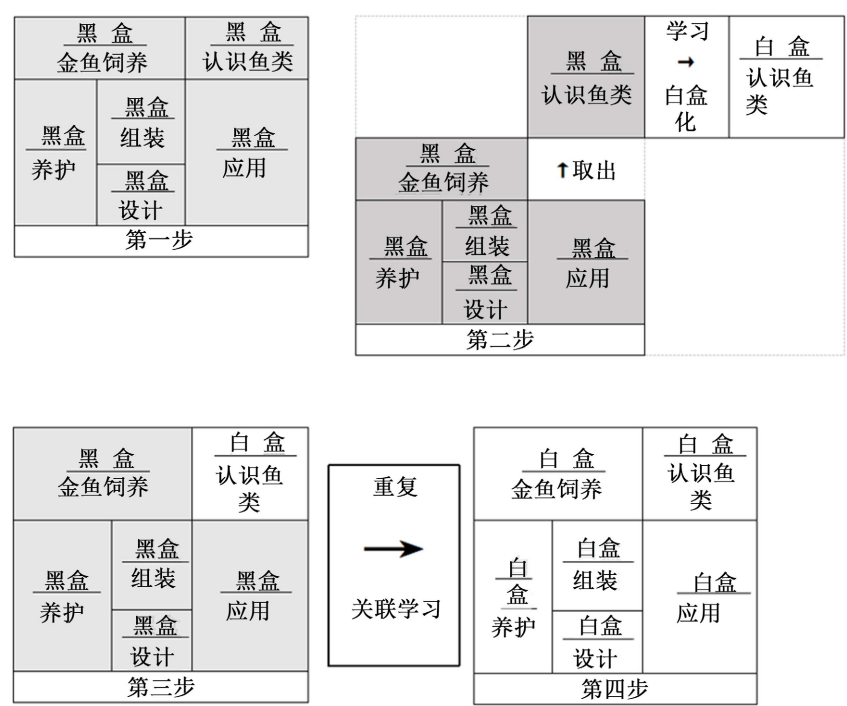


Figure 1. Black-Box to white-box transformation model  
图 1. 黑白盒转化模型

第一步，基于对黑盒的初步了解，选择一定的顺序进行项目。该活动金鱼是主要饲养生物，所以首先完成“认识鱼类”和“金鱼饲养”模块，而“组装”作为承担“枢纽”之重任的中心模块，通常会放在活动最后。这种极具开放性的活动过程，赋予学生较高的自主选择权，学生出于个人兴趣爱好、自身能力以及小组水平程度的高低来设定最佳学习顺序，进而能有效地实现“黑白盒转化”，并获得个人成就感和集体荣誉感。

第二步，依据设定最佳学习顺序，依次取出模型中的黑盒，借助教辅工具顺利将其转化为白盒。例如，首先选择了“认识鱼类”模块，学生将通过上网或在学校图书馆搜集资料以了解鱼类的生活习性、外部形态及内部结构等动物学特性，以及寻常易得且好饲养的鱼类品种等。基于以上重要的理论基础，依循所编制指导文档里相应模块的多维评价标准，完成该模块的测试或者练习，并准确、详细地填写自主学习评价表，再将完成妥当的材料归档，继而选择下一模块的学习。

第三步，将成功转化的白盒归置原位，参考盒子相关联的模块进行迁移学习。例如，在足够了解到鱼类的基本知识后，继续选择“鱼类饲养”模块，依据鱼类的食性、生活需要的环境(适宜的水温，最佳溶氧量，水质)等去挑选合适的金鱼，利用生活中简单易得的材料来挑选合适的装饰材料，注意箱体及箱体内部的装饰部件大小和比例要适宜，科学性第一，美观性其次，布置好水族箱环境后，可以开始金鱼的饲养之旅。

第四步，重复“选黑盒-白盒化-归位”的步骤，直至完成所有黑盒的白盒化[5][6]。整个项目中白盒的数量随着黑盒的转化而增多，意味着学生所掌握的技能 and 相应的产品完成度都渐入佳境。最后，小组选学生代表展示并介绍成品，并听同学和教师的评价，作为参考进行调整。例如，评析、讨论并提出改进方案和完善措施(见图 2~4)。



**Figure 2.** Analysis of practical outcomes  
**图 2.** 实践成果评析

问题：植物品种单一且比例不合理，水质不佳，石头和缸内壁附着大量藻类，缸外壁明显污渍，缸底杂物需清理。

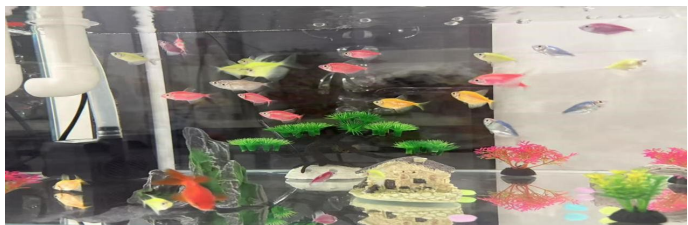
改进：挑选比例适合且多样的绿植，造景再精致些；换水或过滤清理水中杂质，清洁外壁，缸内可以再养些螺丝等分解者帮助清理；此外避免阳光直射，放在通风阴凉有散射光的地方，由于缸小，喂食不可太多，避免沉于水底污染水质。

问题：没有植物，布局不合理，几乎没有造景等布置，虽有贝壳和石头但杂乱且附着藻类，水质不佳，滤器和缸外壁有明显污渍，缸底杂物需清理。

改进：鱼缸容量大可以布置的丰富些、精致点，如挑选比例适合且多样的绿植，再加几条鱼，DIY 增添一些小装置等；清洁鱼缸内壁外壁以及内部设施器具，更清洁且适宜鱼儿生活的水，缸内可以再养些螺丝等分解者帮助清理。



**Figure 3.** Discussion of key issues  
**图 3.** 关键问题讨论



**Figure 4.** Proposed improvement solutions  
**图 4.** 改进方案设计

问题：虽然鱼缸干净整洁，水质澄净，鱼类品种和颜色丰富，但是没有真正的绿植，布局不合理，底部空旷，造景随意且匮乏。

改进：造景再精致些如底部铺上泥沙或者小石头，挑选比例适合且多样的沉水植物和浮水植物等，缸内可以再养些螺丝等分解者帮助清理食物残渣等。

最后，评选出的较为优秀的成品并进行展示(见图 5)。此外，学生还可以进行内容升级和技术创新，突破自身的局限。例如，在基础水族箱的布置上，可增设调温设置或者光线设置，饲养孔雀鱼、斑马鱼等生长周期短的小型热带鱼，能观察到热带鱼的一生；栽培睡莲、浮萍、苦草、金鱼藻、矮珍珠、皇冠草、水兰、椒草等植物，既丰富生物种类，又打造层次感；感兴趣的同学可尝试饲养水母，虾、蟹等不同种类的其他水生动物；甚至可以在箱底铺上泥沙投放适宜适量的菌种转型生态箱等。



**Figure 5.** Showcase of excellent finished products  
**图 5.** 优秀成品展示

## 5. 结语

在开展跨学科实践活动中，TDBU 模式以其促进学生个性化发展、提升学科核心素养且凝聚学校、家庭与社会之力共谋创新等众多优点脱颖而出。对多学科融合的跨学科实践活动具体、可行且卓有成效的活动设计与开展路径需要更深更专业的研究和更长久的探索。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022 年版) [S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022: 4.
- [2] 王梅英. 2022 版《义务教育生物学课程标准》跨学科实践活动的行动研究[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建师范大学, 2023.
- [3] 崔悦, 祁文娟, 刘寅. 通过跨学科实践活动提高初中生的生物核心素养[J]. 中国教育学刊, 2024(S1): 127-130.
- [4] 韩思琪, 王伟. 基于项目式的跨学科实践活动方案设计——以“探究土壤酸碱性对植物生长的影响”为例[J]. 中学化学教学参考, 2024(23): 61-64.
- [5] 董佳莹, 杨志远, 李秋石. 初中生物学跨学科实践活动的 TDBU 教学模式[J]. 生物学通报, 2023, 58(8): 61-64.
- [6] 唐浒, 万其伟, 董磊, 等. 基于 TDBU 教学模式的工程实践教学改革[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(4): 28-31+38.