

# 基于跨学科学习理论的项目式学习资源的设计与开发 ——以高中生物《物质的跨膜运输》为例

## Design and Development of Program-Based Learning Resources Based on Interdisciplinary Theory: A case study of "Transport of Substances Across Membranes" in High School Biology

李尤<sup>1\*</sup>, 李蕙薇<sup>1</sup>, 张雅慧<sup>1</sup>, 于思静<sup>1</sup>, 徐伊瑶<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 华南师范大学 教育信息技术学院, 广东广州 510631

\*1138546520@qq.com

**【摘要】** 本研究借助乐高 SPIKE Prime 科创套装及其编程平台等工具, 结合高中生物学科知识, 设计开发生物与编程相结合的跨学科项目式学习课程资源, 并开展模拟实验, 以期验证该资源的教学效果。实验后对实验者进行访谈, 结合反馈对该资源进行改进。结果表明, 该资源难易程度安排得当、结构由浅入深、动手实践环节丰富, 能够在培养学生的计算思维、跨学科知识迁移能力等综合核心素养中取得较好的效果。

**【关键词】** 跨学科; 项目式学习; 课程资源设计; 教育机器人

**Abstract:** This study aims to develop interdisciplinary program-based learning course resources that combine biology and programming by using the LEGO SPIKE Prime and its programming platform. The course resources are used to conduct simulation experiments to verify their effectiveness. After the experiment, interviews are conducted with the participants, and improve the resources based on the feedback. The results show that the level and the structure progresses of the resources are properly arranged. These resources can effectively cultivate students' computational thinking and interdisciplinary knowledge transfer abilities, among other comprehensive core literacy skills.

**Keywords:** Interdisciplinary, Program-Based Learning, Course Resource Design, Educational Robots

## 1. 引言

跨学科主题学习是培育学生核心素养的重要途径, 通常可以项目式教学为载体, 有效培育新时代创新人才。教育部印发的《义务教育课程方案(2022版)》中明确指出, “各门课程原则上要用最少10%的课时设计开展跨学科主题学习”。本研究以高中生物《物质的跨膜运输》为例, 设计开发跨学科理论的生物与编程相结合的项目式学习课程资源, 以期探究该资源在跨学科教学中的应用效果。

## 2. 基于跨学科理论的项目式学习课程资源设计与开发

### 2.1. 项目式学习课程资源设计

**2.1.1. 学情分析** 为充分了解当下高中生跨学科学习现状等内容, 笔者团队针对本文研究设计《生物及编程跨学科学习情况调查问卷》, 共回收有效114份。其中, 45%的同学明确教师没有开展跨学科教学的情况, 但73%的学生表示自己愿意学习编程机器人并开发程序。基于问卷了解学生有以下特点: 具备生物学基础、编程能力较弱。因此, 本研究将注重以下方面: “螺旋式上升”的课程难度、注重编程实践、丰富实践活动。

**2.1.2.教学目标** 跨学科学习的目标需要为教学活动指明航向，也要为学习活动的最终评价标准提供有力依据（徐广华，2023），新课标要求教学活动更加注重培养学生的创新精神和动手实践能力（黄晓燕，2023）。本研究围绕最新高中课程标准，凝练本教学资源的教学目标，如表 1 所示：

表 1 教学目标设计表

| 课时          | 教学目标                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 《被动运输》      | <div>1. 准确阐述知识点“流动镶嵌模型下细胞膜的主要构成——磷脂分子和蛋白质分子”，明晰在编程过程中需要使用到“选择”逻辑结构并自主完成程序设计。</div> <div>2. 借助乐高 SPIKE Prime 科创套装中的积木零件搭建合理模型;利用 SPIKE 3.4.3 软件进行图形化编程，设计并实现转运蛋白在物质被动运输过程中识别并判断是否转运物质的功能。</div> <div>3. 培养学生运用计算思维解决生物问题的跨学科学习能力、数字化学习与创新能力。</div> |
| 《主动运输与胞吞胞吐》 | <div>1. 准确阐述主动运输与胞吞胞吐的定义，明晰被动运输、主动运输及胞吞胞吐的区别，明晰在编程过程中需要使用到“选择”逻辑结构并自主完成程序设计。</div> <div>2. 借助乐高积木零件，搭建模型，并进行图形化编程，设计并实现对应功能。</div> <div>3. 培养学生运用计算思维解决生物问题的跨学科学习能力、数字化学习与创新能力。</div>                                                             |

**2.1.3.课程框架** 本套课程资源共分为两个课时，第一课时为《被动运输》，第二课时为《主动运输与胞吞胞吐》。基于学情分析和教学目标，笔者团队设定了项目的驱动性问题：“细胞是如何通过控制物质跨膜运输来保证新陈代谢，并不断适应环境变化的？”，结合课本内容，以驱动问题引导学生思考，课程框架如下表 2 所示。

表 2 课程框架设计表

| 课时 1   | 课程框架图                                                                                                            | 课时 2        | 课程框架图                                                                                                                 |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 《被动运输》 | <div><div>被动运输</div><div><div>知识回顾</div><div>情景引入</div><div>概念学习</div><div>进阶挑战</div><div>课程评价</div></div></div> | 《主动运输与胞吞胞吐》 | <div><div>主动运输与胞吞胞吐</div><div><div>知识回顾</div><div>情景引入</div><div>概念学习</div><div>进阶挑战</div><div>课程评价</div></div></div> |

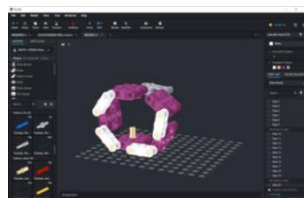
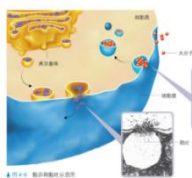
2.2.乐高模型的设计与搭建

**2.2.1.细胞膜与囊泡模型** 流动镶嵌模型认为，细胞膜主要由磷脂分子和蛋白质分子构成，且具有一定的流动性。细胞膜生成的囊泡将生物大分子“包裹”起来，细胞膜内陷形成“小囊”包裹大分子，小囊分离进而形成“囊泡”。笔者借助乐高科创套装，设计搭建细胞膜的简易模型，模型如下表 3 所示。

表 3 细胞膜模型设计对比图

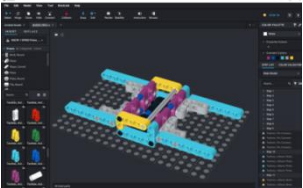
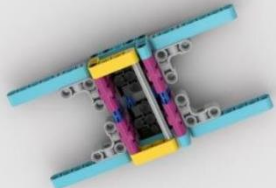
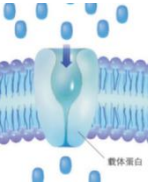
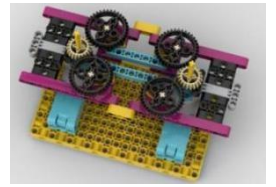
| 名称  | 原型示意图 | 设计图 | 渲染图 |
|-----|-------|-----|-----|
| 细胞膜 |       |     |     |

囊泡



**2.2.2.通道蛋白与载体蛋白模型** 通道蛋白和载体蛋白都为是细胞膜上的转运蛋白质，通道蛋白只容许与自身通道的直径和形状相适配，大小和电荷相适宜的分子或离子通过；载体蛋白只容许与自身结合部位相适应的分子或离子通过，。两种蛋白的模型如下表 4 所示。

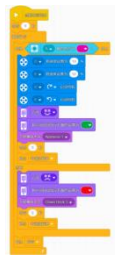
表 4 通道蛋白模型设计对比图

| 名称   | 原型示意图                                                                             | 设计图                                                                               | 渲染图                                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 通道蛋白 |  |  |  |
| 载体蛋白 |  |  |  |

## 2.3. 编程资源的设计与开发

**2.3.1.判断物质是否能通过的图形化编程程序设计及解析** 基于通道蛋白和载体蛋白判断物质的条件，并结合上一小节中笔者设计的两种蛋白模型。此环节的编程需要实现的功能是：选取颜色、形状各不相同的积木块代表不同物质，借助颜色传感器对“物质”进行识别并进行判断，具体程序内容及解析如下表 5 所示：

表 5 两种蛋白图形化程序设计及说明

| 蛋白名称         | 详细代码                                                                                | 代码实现功能                                                                                               |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 通道蛋白选择判断物质过程 |  | 若“物质”颜色符合条件，则在智能集线器的屏幕上显示笑脸、绿灯，播放“鼓掌”音效；反之则在屏幕上显示哭脸、红灯，同时播放“警报声”的音效表示“物质”无法通过通道蛋白。                   |
| 通道蛋白选择判断物质过程 |  | 若“物质”颜色符合条件，则屏幕显示笑脸、绿灯并播放“鼓掌”的音效。同时电机启动并带动齿轮转动，齿轮结构的相互啮合代表物质与载体蛋白的结合运载过程；反之屏幕显示哭脸、红灯，播放“警报”音效，电机不启动。 |

## 3. 基于跨学科理论的项目式学习课程资源应用与效果

### 3.1. 课时部分实验过程

笔者团队按照原定教学设计流程开展实验。两人为一组，共四位实验者跟随教师引导完成学习。完成本节学习后进行两份课后测试题检测学习效果，并填写过程性评价表。

### 3.2. 实验效果及分析

**3.2.1. 课后小测与分析** 本研究参考人教版高中生物必修1第四章《物质的输入与输出》课后客观题,融合信息技术素养能力的要求,编制了《课后小测1》与《课后小测2》。通过检测,四名实验者的生物学科知识客观题正确率为96%,表明实验者通过项目式学习能够较好地掌握课程资讲授的重点生物学知识。针对信息素养的两道主观题,四名实验者都能够准确写出答案。

**3.2.2. 过程性评价分析** 本研究参考由张学军等(2022)编制的《融入计算思维的高中机器人项目式学习评价量表——基于PTA视角》,融入课程学习目标编制了过程性评价表。课后,笔者团队收集四位实验者的过程性评价表,取自评、互评、教师评三项成绩的均值作为过程性评价成绩。四位实验者的最终成绩分别为53.67、55.33、49.67、46.67,可以看出四位实验者的表现均较好,表明该套教具能够有效培养学生的计算思维、小组合作能力等综合能力,锻炼培养自己的计算思维。

**3.2.3. 访谈情况与分析** 模拟实验结束后,笔者邀请三位实验者面对面访谈,访谈内容包括:学生对跨学科学习的态度、此课程资源是否可以有效帮助学生生物学科及编程的学习、计算思维的培养及感受。

实验者1表示,合理丰富的跨学科项目式教学活动可以激发学生的学习兴趣,使学生能够对跨学科学习持有积极乐观的态度。实验者2表示编程教学可以有效培养学生的计算思维,图形化编程可以让学生无需担心编程语法,关注借助计算思维理解对应生物知识点。实验者3表示本套教具及课程资源流程及内容设计合理,知识结构难易程度适当。

## 4. 结论

本文设计开发了基于跨学科理论的乐高SPIKE Prime套装项目式学习教学流程及配套课程资源,并开展模拟实验以验证教学效果。此课程资源能够有效培养学生的计算思维、小组合作能力及动手实践等综合能力。但跨学科的教具创新不止步于此,教育工作者更应跟随时代表发展,积极运用先进技术融入教具设计中,为培养学生跨学科能力奠定基础。

## 参考文献

- 义务教育课程方案(2022年版)[J].基础教育课程,2022,(09):72-80.
- 张礼娟(2023).语文跨学科学习策略探究——以《明月几时有》教学为例[J].全国优秀作文选(写作与阅读教学研究),(04):10-12+16.
- 张学军,岳彦龙,袁亚娜,等(2022).融入计算思维的高中机器人项目式学习评价量表的制定——基于PTA的视角[J].电化教育研究,43(09):80-88.DOI:10.13811/j.cnki.eer.2022.09.010.
- 徐广华(2023).跨学科主题学习的目标设计:基本要点、设计理路与呈现样态[J].教育理论与实践,43(29):13-17.
- 黄晓燕(2023).新课改下高中生物教学中渗透环境教育的方式探究[J].考试周刊,(49):111-115.