

浅谈Triz的根原因分析法与生物化学课程教学

叶桐桐, 陈丽华*

青岛科技大学化学与分子工程学院, 山东 青岛

收稿日期: 2024年11月14日; 录用日期: 2024年12月27日; 发布日期: 2025年1月6日

摘 要

文章分析了如何将人民高度关注的生活问题融入生化教学环节, 并探讨了新型Triz根原因分析法在启发式教学和论证式教学中的几大优点。该策略通过合理引导, 促使学生依据所提出的初始问题, 逐步提出中间问题, 最终过渡到根本问题。这种方式相较于直接回答初始问题中蕴含的根本问题, 更为简便且逻辑性更强。此外, 该方法降低了学生对自身分析问题能力和知识储备的要求, 提高了学生的学习兴趣, 并锻炼了他们的创造性思维。

关键词

Triz, 根原因, 生物化学

A Brief Discussion on the Root Cause Analysis Method of Triz and the Teaching of Biochemistry Courses

Tongtong Ye, Lihua Chen*

College of Chemistry and Molecular Engineering, Qingdao University of Science & Technology, Qingdao Shandong

Received: Nov. 14th, 2024; accepted: Dec. 27th, 2024; published: Jan. 6th, 2025

Abstract

This article presents a concise analysis of how to incorporate pressing issues from everyday life into biochemistry education. It discusses several advantages of the Triz root cause analysis method within heuristic and argumentative teaching frameworks. This strategy encourages students to gradually formulate intermediate questions derived from an initial problem, ultimately guiding

*通讯作者。

them towards the fundamental issue. Compared to directly addressing the root causes inherent in the initial problem, this approach is both simpler and more logical. Additionally, it reduces the demands placed on students' analytical skills and prior knowledge, while simultaneously enhancing their engagement and fostering creative thinking.

Keywords

Triz, Root Cause, Biochemistry

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

生化研究的主体主要集中于生物体内各类分子的结构与功能,以及相关物质的代谢与调节。作为生命科学领域的核心学科,生物化学与临床疾病的发生、发展,疾病的诊断与治疗,以及药物的作用机制和新药的设计与研发密切相关。这一事实表明生命科学与百姓生活之间建立了紧密的联系。通过向非生物专业的学生普及生物相关知识,提高他们的生物学素养,有助于学生在自身学科中融入生物科学,从而激发科学的亮点。

2. 生物化学课程教学存在的问题

生物化学的内容复杂且抽象,同时与多个学科交叉,导致学生在学习过程中面临一定困难。因此,在生物化学教学中,积极探索和尝试多种教学手段显得尤为重要[1]-[6]。随着各大搜索引擎的不断完善,仅依靠传统的介绍式教学法已无法激发学生的学习热情。如何激发学生的求知欲,以改善他们在生物化学学习中所感受到的无趣感,成为一个重要课题。目前,我们最常用的方法是适当引入与人民生活密切相关的问题,例如高脂血症、糖尿病、肥胖和脂肪肝的成因。由于这些问题的关注度较高,容易吸引学生的注意。因此,学生通常能够在老师的指导下,认真运用生物化学基础知识,逐步揭示问题的真相。这种方法能够使被动接受知识的学生转变为主动独立思考问题的个体,从而改善传统的填鸭式教学所带来的弊端,激发学生的主动学习动力。然而,这种课堂方式缺乏系统化流程,教师的引导方式往往具有一定的盲目性,虽然增强了学生在课堂上的参与度,提高了学习兴趣,但问题本身的复杂性对学生的学科知识储备和解决问题的能力提出了较高要求。对于学习成绩较好的学生,其逻辑思维能力较强,在分析和解决问题时更具优势,整个引导过程能够发挥正向作用。但对于基础较差的学生,他们可能在面对问题时不知从何入手,难以找到问题的关键,往往只能依靠头脑风暴法,在有限的知识储备中寻找答案,效果不佳,最终很难得出正确结论。这使得这部分学生的自信心下降,变得更加被动,进而失去学习生物化学的动力。

3. Triz 的根源分析

发明问题解决理论(Triz)是当前各大高校中广受欢迎的创新理论。该理论由苏联工程师兼发明家阿奇舒乐于 20 世纪中期提出,提供了一整套系统的方法和工具,用于解决技术和非技术领域中的问题。Triz 的优势在于通过科学的问题分析方法识别关键问题,借助创新工具的指导,有效打破思维定势,拓展创新思维能力,从而通过合理途径寻找问题的创新解决方案。Triz 包含众多工具,其中最为知名的包括矛

盾矩阵、资源分析、功能分析和根原因分析等。前两者是解决问题的初级工具,而后两者则是识别问题的高级工具。矛盾矩阵的主要作用是识别和解决设计过程中的矛盾。例如,在使用手机时,用户希望屏幕大,而在携带时又希望其足够小。矛盾矩阵通过整理不同类型的矛盾和相应的发明原理,帮助创新者找到解决方案。资源分析的功能在于识别和利用系统内部与外部的资源,以提升设计或解决方案的效率。设计者可以通过对现有资源的全面分析,发现未充分利用的资源,从而寻找更高效的解决方案。例如,汽车在冬季需要加热系统,如果从外部寻找资源,系统复杂性将增加,而汽车发动机在运转时会产生大量热能,因此可以设计利用发动机产生的热量。同时,功能分析帮助创新者理解系统或产品的功能结构及各部分之间的关系。通过分析功能,可以识别不必要或冗余的功能,进而优化设计。以眼镜设计为例,通过分析发现眼镜托和眼镜架对鼻梁和耳朵有压迫作用,优化结构后可利用眼睛自身作为支架,创新出隐形眼镜。最后,根原因分析用于识别问题的根源,而非仅识别表面问题,它通过提出“为什么”问题逐步追溯到问题的根本原因。

在生物化学教学中,我们希望帮助学生将现实中复杂的问题与课本中阐述的原理联系起来,从而深刻理解其本质理论。由于在此阶段学生尚未达到解决问题的步骤,矛盾矩阵和资源分析的利用率不高,但在后续的毕业设计中,学生可以将生物化学理论知识应用于科研设计中,适当引入这些工具。然而,前提是学生需自学 Triz 相关基础知识,并经过系统训练。例如,目前癌症死亡率逐年升高,其早期诊断意义重大。现有的诊断方法在缓冲液中表现出高灵敏度和高选择性,但在复杂的生物样本(如血液)中,准确率下降。我们首先可以分析这一现象的具体矛盾根源,发现这是典型的外来有害因素的作用与可靠性之间的矛盾。这些外来有害因素使样本成分复杂,含有大量蛋白质、DNA、无机物和有机物,导致检测界面污染,无法真实反映抗原与抗体及 DNA 之间的相互作用,最终导致检测可靠性变差。因此,有效抗污染生物界面成为解决该难题的关键点。通过查询矛盾矩阵,我们找到抽取原理、中介物原理、廉价替代品原理和复合材料原理,最终确定复合材料原理为最为简单,学生们可以对抗污染复合材料进行筛选,努力实现 100%血清检测肿瘤标记物的目标。虽然功能分析是问题识别工具,但更多用于具有功能性的产品分析,如各种生物检测仪器,因此在理论性较强的生物化学课中,其利用率有限。鉴于此,我们建议在教学中应用根原因分析法,这是一种常用的科学问题分析方法。

该方法通过分析具有高度逻辑链的问题答案,逐层梳理隐含的形成机制,最终找出问题产生的根本原因。它从存在的问题入手,层层分析形成问题的原因,直至不可分解为止。根原因分析是一种识别问题产生关键点的工具,主要目标是通过建立目标所存在问题的因果链关联来寻找根本原因。根原因分析的内容可以概括为:“一个目标、两大原则、三大结束条件”。一个目标是识别“关键问题”,而根原因分析的最终目标是确定关键问题所在,解决此问题可以触及一系列相关问题。两大原则分别是:“不重复、不遗漏”和“遵循物理原理”。不重复、不遗漏意味着各部分相互独立且不重叠,但合起来能够全面涵盖所有可能性。这种原则有助于我们在分析问题全面思考,不错失解决问题的任何机会。三大结束条件是:当无法继续找到下层原因时;当达到自然现象时;以及当到达制度、法规、权力和成本等极限时。

4. Triz 的根原因分析在生物化学课程教学中的应用

在生物化学教学中,关注与人民生活密切相关的问题能够有效提高学生的学习兴趣。通过加入讨论环节、让学生分享个人理解,可以使课堂气氛更加活跃,进而激发学生主动的学习兴趣,拓展思维,鼓励他们自主解决问题。我们将 Triz 的根原因分析法融合到启发式和论证式教学策略中,形成了一种新颖的教学方法。

例如,蛋白质在生物体内扮演着多种重要角色,与生长、发育、运动、遗传和繁殖等过程密切相关。

显然,生物体各项机能的正常运转离不开蛋白质,因此生物化学的教学重点应集中在蛋白质上。仅依靠传统的课堂讲解,教学容易显得枯燥。激发学生兴趣的方法在实践中取得了良好效果,例如提到大家熟知的“三氯氰胺事件”能够引起学生的求知欲。在讨论过程中,我们可以运用 Triz 的根原因分析法,逐步引导学生寻找答案,帮助他们理清知识重点并拓展视野。比如,第一个“为什么?”的问题是:“什么是三氯氰胺?”答案为:三氯氰胺是一类三嗪类含氮杂环有机化合物,化学式为 $C_3H_6N_6$ 。其次,第二个“为什么?”是:“为什么商家会添加三氯氰胺到奶粉里?”答案为:因为三氯氰胺的氮含量较高。接下来,第三个“为什么?”是:“为什么商家选择高氮含量的化合物加入奶粉中?”答案为:奶粉的质量主要取决于其蛋白质含量,而蛋白质的含量测定基于氮含量。第四个“为什么?”是:“为什么蛋白质含量以氮含量测定为依据?”答案为:蛋白质中氮的含量相对恒定,平均为 16%。即每 100 克蛋白质中含有 16 克氮,1 克氮对应约 6.25 克蛋白质。

再如,脂类代谢是生物化学四大代谢之一,是教学的重点与难点。脂肪肝的发生与脂类代谢密切相关。引入“脂肪肝的诱发原因”能够更好地激发学生的求知欲[7]。然而,直接提问时,学生可能找不到解决这类复杂问题的突破口,加之该问题理论过于抽象,容易使知识储备薄弱的学生失去信心,导致教学效果不理想。如果将问题分解,例如,第一个“为什么?”仅问“什么是脂肪肝?”大多数学生就会回答:“如果肝脏内三酰甘油的总存积量超过 2.5%,且脂类总量超过 10%,则被定义为脂肪肝。”接着提出第二个“为什么?”:“得脂肪肝的原因是什么?”此时,部分学生可能会茫然,但可以鼓励他们利用搜索引擎寻找,激发好奇心,最终可以得到答案:肝内三酰甘油来源过多,例如,偏食高脂、高糖和高热量饮食会增加肝脏负担,打乱体内物质代谢平衡,导致营养过剩并逐渐引发脂肪肝。此外,过量饮酒也会损害肝细胞,降低肝脏排除脂肪的能力。然后提出第三个“为什么?”:“如何远离脂肪肝?”原本晦涩的问题变成常识性问题,学生基本都能回答:“调整饮食结构、适度增加运动、戒烟限酒、及时补充叶酸和维生素。”至于第四个“为什么你未做到合理饮食和适当运动?”学生的回答往往是:自控力不足,未认识到坏习惯的危害性。最后,第五个“如何提高自控力?”答案是:从现在开始制定计划,管理好自己。

此外,高血压的发病率也很高,尤其是在中国北方。因此,高血压的成因成为人们广泛关注的重点。运用根原因分析追溯其成因具有重要意义。然而,解决这一问题的难点在于,学生首先需要掌握高血压的症状、胆固醇代谢途径,以及低密度和高密度脂蛋白的定义等基本知识。这可以通过布置论文的方式,让学生利用搜索引擎寻找相关概念,课堂上再通过多媒体授课强化理解。在充分准备后,教师可提问:“为什么会得高血压?”答案是:“动脉血管管腔弹性减弱或狭窄,导致血管阻力增加,从而引发血压升高。”接着问:“为什么动脉血管管腔弹性减弱或狭窄?”答案是:“动脉血管管腔中的胆固醇含量增高,其结构刚性较强,导致管腔细胞壁流动性下降,表现为弹性减弱。同时,胆固醇沉积导致管腔半径变小,增加血液流动阻力。”继续问:“为什么动脉血管管腔中的胆固醇含量会增高,或为何胆固醇会沉积在动脉壁上?”答案是:“体内高密度脂蛋白含量减少,导致肝脏胆固醇的分解率降低,血脂无法有效排出,最终使动脉管腔中的胆固醇含量增加。相反,低密度脂蛋白增高,游离胆固醇被运送至外周组织细胞,过量的氧化复合物在血管壁上积聚,逐渐使管腔变窄。”再问:“为什么高密度脂蛋白会上升而低密度脂蛋白会下降?”答案一是:“这一变化可以由体内其他疾病引起,如肾病、内分泌疾病、睡眠呼吸暂停综合症等。”表明,具体解决办法是积极治疗这些疾病,保持低脂饮食,平衡体内脂质代谢。答案二是:“熬夜、外卖、高脂饮食也是原因。”因此,我们应制定规律作息和合理饮食的计划,以五谷为主,适量添加蔬菜和水果,控制饮食并增加运动,以降低体重。答案三是:“家族有高发史。”该答案表明,问题可能与基因有关,解决方案应聚焦积极保健,延缓病情进展,避免相关并发症。

最后,在核酸代谢一章中,也可以引入痛风的起因。在课堂前需通过多媒体、小论文和小组讨论等

方式普及尿酸的分子特性以及核苷酸代谢的基础知识，然后教师逐步分解问题，激发大部分学生的兴趣，引导他们寻找疾病真相。例如，第一个“为什么？”是：“什么是痛风？”学生的回答可以是：“痛风是尿酸盐结晶沉积于关节、血管壁和肾脏等处的一类代谢性骨病。”接着提出第二个“为什么？”：“得痛风的原因是什么？”学生通过搜索引擎能得知答案：“体内嘌呤核苷酸代谢紊乱，血液中尿酸浓度过高。”接下来，第三个“为什么？”：“如何远离痛风？”这个问题变为常识性问题，许多同学会回答：“降低血液中尿酸浓度。”至于第四个“为什么？”：“如何降低血液中尿酸浓度？”学生利用前期知识和小组讨论，集思广益，得出答案：首先，体内所有含嘌呤的核苷酸在核苷酸酶作用下分解为核苷，随后这些核苷在体内的核苷磷酸化酶作用下分解为碱基和 1-磷酸核糖，其中的碱基包括腺嘌呤和鸟嘌呤，经过氧化最终转变为黄嘌呤。在黄嘌呤氧化酶的作用下，这些黄嘌呤转化为尿酸，即尿酸是人体内嘌呤代谢的最终产物。因此，降低体内嘌呤的含量即可降低尿酸的浓度。第五个“为什么？”：“如何降低血液中嘌呤的浓度？”难度再次降低，学生回答：“减少高嘌呤饮食，如鱼虾、蛤蟹、动物内脏，多喝水以增加尿酸排泄，避免诱发尿酸盐结晶形成的因素，如饮酒、高蛋白饮食、受寒、劳累、穿紧鞋、感染和手术等。”第六个“为什么？”：“为什么你未做到合理饮食和多喝水？”同理，学生的答案一致为：自控力和自律性不足，未能真正认识到坏习惯的危害性。第七个“为什么？”：“如何提高自控力？”学生愉快地回答：“从现在开始制定计划，管理自己。”

5. Triz 的根原因分析在生物化学课程教学中的应用效果

Table 1. Comparison of Triz-integrated teaching methods and traditional teaching methods
表 1. 融入 Triz 的教学法与传统教学法的比较

		口述教学法	多媒体 + 口述教学法	讨论 + 多媒体 + 口述教学法	Triz + 讨论 + 多媒体 + 口述教学法
学生对问题的参与度	优生*	76%	84%	96%	96%
	中等生*	43%	52%	87 %	92%
	差生*	0%	0%	51%	80%
学生回答问题正确率	优生	54%	58%	81%	100%
	中等生	23%	35%	54 %	82%
	差生	0%	0%	45%	63%
综合性生物大 题在考核中的 得分率	优生	67%	73%	87 %	94%
	中等生	32%	39%	67 %	83%
	差生	0%	0%	30 %	68%
学生解决问题的速度	优生	适中	适中	略快	快
	中等生	慢	慢	适中	略快
	差生	极慢	极慢	慢	适中
学生对生化难 度评价	优生	略难	适中	简单	简单
	中等生	难	略难	适中	适中
	差生	难	难	难	略难

*优生：平时检测 80 分以上；中等生：平时检测 60~80 分以上；差生：平时成绩 ≤ 60 的学生。

在这里，我们将 Triz 的根原因分析应用于生物课堂教学效果的研究，比较了传统口述教学法、多媒

体 + 口述教学法和讨论 + 多媒体 + 口述教学法在以下五个方面的表现：学生对问题的参与度、回答正确率、综合性生物大题的得分率、解决问题的速度以及对生物化学难度的评价。从表 1 数据中可以看出，传统口述教学法下，学生的积极性和主动性受到压抑，课堂上对问题的参与度较低，导致知识掌握一般，回答正确率低，解决问题的速度也慢，考核得分较低，特别是对成绩较差的学生而言。这使他们感到生物化学知识抽象，理解困难。引入多媒体后，情况有所改善。对于优等生和中等生来说，将抽象概念具象化能有效提升他们对问题的理解，调动了他们的积极性。因此，这类学生的参与度、回答正确率和解决问题的速度均有所提高，综合性生物大题的得分率提升，生物化学的难度在他们心中有所降低，但对差生的效果不明显。引入小组讨论后，课堂气氛活跃起来，优等生带动中等生积极参与，甚至刺激差生加入讨论。这使得学生的参与度大幅提升，他们利用头脑风暴法和互联网搜索等工具，回答正确率和综合性生物大题的得分率显著上升。然而，由于解决问题缺乏逻辑性，如果教师引导不当，学生解决问题的速度可能较慢。差生往往无法抓住问题的重点，对知识的掌握不牢固，考试中失分依然较高，仍对生物化学感到畏惧。经过 Triz 的引入，通过根原因分析将每个抽象、复杂的问题逐级分解成简单的小问题，降低了问题的难度。这使得差生对问题的参与度显著提升，解决问题的速度明显加快，最终导致他们的回答正确率和综合性生物大题的得分率大幅上升，从而降低了生物化学在他们心中的难度。

由上面的例子可知，在整个生物化学教学过程中，合理引导学生使用 Triz 中的根原因分析法，他们自己可以根据所提出的初始问题，逐步提出中间问题，最后过度到根本问题，并对这些问题逐步解答，在每一次的解答过程中，这个问题都只是初始问题衍生出来的中间问题，这比越过中间问题直接回答初始问题内含的根本问题要简单的多，逻辑性也更强，大大降低了学生对自身分析问题能力和知识储备的要求，提高了大多数学生的学习积极性，就算是初始问题和中间问题有一定的难度，学生也可以通过手机中强大的搜索引擎找到相关知识点，这也帮助学生拓展了相关知识点外的生物化学知识，也熟练地掌握了查阅文献这一技能。对于不同专业的学生来说，也可以结合自己的专业知识，给出解决相关问题的不同方案，这有利于学生的创造性思维的培养。

总之，在当前的教育改革背景下，将新型创新理论融入教学方法已成为一种重要趋势，尤其是在生物化学等理科课程中。将 Triz 理论与项目式学习和引导式讨论相结合，能够有效激发学生的学习主动性和创造性。这一策略不仅为高校培养具有实践能力和创新思维的高素质人才奠定基础，还符合新时代对高等教育的要求，为生物化学领域的发展注入新的活力。

基金项目

Triz 的根原因分析在生物化学教学中的应用(2024, 青岛科技大学专创融合项目)。

参考文献

- [1] 黄晓, 巫光宏, 罗娜, 等. 本科《生物化学》课堂教学实战经验总结[J]. 广东化工, 2021, 48(9): 272-273.
- [2] 袁丁, 王波, 蔡燕雪, 等. 本科公选课《生物化学》课程教学改革探索与实践[J]. 广东化工, 2021, 48(6): 163, 177.
- [3] 张建庭, 马静瑶. 大数据时代下的大生物化学课程教学改革探析[J]. 科技风, 2021(6): 26-27.
- [4] 王卫芳, 王宏英, 孙聪, 等. 基于知识竞赛的生物化学教学改革[J]. 教育现代化, 2019, 6(102): 74-75.
- [5] 王文静. 师范专业生物化学实验教学改革与探索[J]. 山东化工, 2020, 49(22): 196-197.
- [6] 胡莉. 应用型课程《生物化学》教学改革新探[J]. 创新创业理论与实践, 2021, 4(4): 58-60.
- [7] 陈芝兰. 浅析生物化学教学与现代“富贵病”[J]. 卫生职业教育, 2005, 23(7): 73-74.