

FROM THE CLINICAL CASE TO CHEMICAL PROPERTIES: A METHODOLOGICAL APPROACH TO TEACHING “ALCOHOLS AND PHENOLS” IN A PREPARATORY CHEMISTRY COURSE FOR INTERNATIONAL STUDENTS

Detelina Mileva

Department of Languages and Specialized Training, Natural Sciences Section,
Medical University of Plovdiv, Bulgaria, detelina.mileva@mu-plovdiv.bg
ORCID ID: 0000-0002-8532-1721

Abstract: Understanding the relationship between molecular structure, chemical properties, and biological action is an essential component of organic chemistry education. This methodological development presents a clinically oriented approach to teaching the topic “Alcohols and Phenols” in a preparatory chemistry course for international students. A clinical case of methanol intoxication is used as the starting point. Through comparative analysis of methanol and ethanol, students identify structural similarities and differences, examine oxidation processes, and relate transformation products to differences in biological effects. The transition from alcohols to phenols extends this reasoning by comparing ethanol and phenol and emphasizing the influence of the molecular environment of the hydroxyl group on chemical behavior. The teaching sequence follows the logic: clinical case → problem question → comparative analysis of molecular structure → chemical properties → biological action → generalization and application of knowledge. Problem questions, structural formulas, reaction schemes, comparative tasks, and an exam-oriented task are used to encourage explanation and argumentation rather than mechanical reproduction. The approach is expected to support conceptual understanding, comparative reasoning, and the application of chemical knowledge in a medically relevant context. Its methodological contribution lies in using the clinical problem as an organizing framework for causal relationships between molecular structure, chemical reactivity, and biological consequences. The effectiveness of the approach should be evaluated in a subsequent empirical study.

Keywords: alcohols, phenols, clinical context, comparative analysis, chemistry education

ОТ КЛИНИЧНИЯ СЛУЧАЙ КЪМ ХИМИЧНИТЕ СВОЙСТВА: МЕТОДИЧЕСКИ ПОДХОД ПРИ ИЗУЧАВАНЕ НА ТЕМАТА „АЛКОХОЛИ И ФЕНОЛИ“ В ПОДГОТВИТЕЛЕН КУРС ПО ХИМИЯ ЗА ЧУЖДЕСТРАННИ СТУДЕНТИ

Детелина Милева

Департамент за езиково и специализирано обучение, Секция по природни науки, Медицински
университет- Пловдив България, detelina.mileva@mu-plovdiv.bg
ORCID ID: 0000-0002-8532-1721

Резюме: Разбирането на зависимостта между молекулния строеж, химичните свойства и биологичното действие на органичните съединения е съществен компонент на обучението по органична химия. Настоящата методическа разработка представя клинично ориентиран подход за преподаване на темата „Алкохоли и феноли“ в подготвителен курс по химия за чуждестранни студенти. Като отправна точка се използва клиничен случай на интоксикация с метанол. Чрез сравнителен анализ на метанол и етанол обучаемите откриват сходства и различия в строежа, проследяват окислителните процеси и свързват продуктите на химичните превръщания с различното биологично действие. Преходът към фенолите разширява тази логика чрез сравнение между етанол и фенол и акцентира върху влиянието на молекулното обкръжение на хидроксилната група върху химичното поведение. Учебната последователност следва логиката: клиничен случай → проблемен въпрос → сравнителен анализ на молекулния строеж → химични свойства → биологично действие → обобщение и приложение на знанията. Използват се проблемни въпроси, структурни формули, схеми на химични превръщания, сравнителни задачи и задача от изпитен тип. Очаква се подходът да подпомогне концептуалното разбиране, сравнителното мислене и прилагането на химичните знания в медицински значим контекст. Методическият му принос се състои в използването на клиничния проблем като организираща основа за извеждане на причинно-следствени връзки между молекулния строеж, химичната реактивоспособност и биологичните последици. Ефективността на подхода следва да бъде оценена чрез последващо емпирично изследване.

Ключови думи: алкохоли, феноли, клиничен контекст, сравнителен анализ, обучение по химия

1. УВОД

Обучението по органична химия изисква не само усвояване на класове органични съединения и характерни реакции, но и разбиране на зависимостта между молекулния строеж и химичното поведение. Това е особено значимо при подготовката на бъдещи студенти по медицина, за които фундаменталните химични знания са основа за последващото изучаване на биохимични, физиологични и фармакологични процеси. При чуждестранните обучаеми допълнително значение имат различията в предходната подготовка, езиковата компетентност и усвояването на специализирана научна терминология. Контекстно ориентираното преподаване в медицинското образование може да свърже фундаменталните знания с професионално значими приложения (Peteva et al., 2014; Layton Jaramillo et al., 2024; McPherson & Johnston, 2022).

Органичната химия често създава затруднения при преминаването от разпознаване на структурни формули към обяснение на реактивоспособността. Български и международни изследвания установяват проблеми при усвояването на органични класове, включително алкохоли и карбонилни съединения, и подчертават необходимостта от обучение, насочено към концептуално разбиране вместо към изолирано запаметяване (Генджова et al., 2022; Putica, 2024). В същата посока изследванията върху подходите към ученето разграничават задълбоченото разбиране и приложението на знанията от повърхностното им възпроизвеждане (Христов & Генджова, 2025).

Контекстно ориентираното обучение предоставя възможност химичните понятия да бъдат въведени чрез ситуации, свързани със здравето и реалния живот. При темата за алкохолите е показано, че контекстът може да подпомогне ангажираността и възприемането на значимостта на химичното съдържание (Павлова, 2023; Павлова & Генджова, 2024). На университетско равнище реални контексти и задачи са свързани с по-високи постижения и по-силно възприемане на релевантността на химията (Sristy et al., 2023), а контекст, свързан с нелегално произведен алкохол и риск от метанолова интоксикация, е използван за по-смислено лабораторно обучение (Mundy & Nokeri, 2024).

Темата „Алкохоли и феноли“ позволява тази логика да бъде развита чрез две последователни сравнения. Метанолът и етанолът имат близък строеж и еднакъв тип функционална група, но различните продукти на биотрансформацията им са свързани с различни биологични последици. При метаноловата интоксикация натрупването на формиат има ключово значение за метаболитната ацидоза и очната токсичност (McMartin et al., 1980; Barceloux et al., 2002). Сравнението между етанол и фенол от своя страна показва, че наличието на хидроксилна група не е достатъчно за предсказване на химичното поведение без отчитане на нейното молекулно обкръжение. В този контекст разработката организира обучението около зависимостта „молекулен строеж → химични свойства → биологично действие“.

2. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на настоящата методическа разработка е да представи клинично ориентиран подход за преподаване на темата „Алкохоли и феноли“ в подготвителния курс по химия за чуждестранни студенти, при който чрез анализ на клиничен случай и сравнително разглеждане на структурно близки органични съединения се извежда зависимостта между молекулния строеж, химичните свойства и биологичното действие.

За постигането на тази цел се поставят следните задачи:

- Да се използва клиничен случай на интоксикация с метанол като отправна точка за въвеждане на учебното съдържание за алкохолите.
- Чрез сравнение на метанола и етанола да се изведат функционалната група, класификацията и основните закономерности в химичното поведение на алкохолите.
- Да се покаже значението на окислителните процеси за обяснение на различното биологично действие на структурно близки съединения.
- Да се систематизират основните химични свойства чрез проблемни въпроси и задачи, насочващи към обяснение, а не само към възпроизвеждане на уравнения.
- Чрез сравнението между алкохоли и феноли да се проследи влиянието на молекулното обкръжение на хидроксилната група върху химичните свойства.
- Да се изгради логическа последователност, свързваща клиничния проблем с химичния строеж, свойствата, биологичното действие и приложението на знанията.
- Да се създадат предпоставки за развитие на умения за анализ, сравнение, аргументация и приложение на химични знания в медицински контекст.

3. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Методическият подход е разработен за обучение по органична химия на чуждестранни студенти в подготвителния курс към Департамента за езиково и специализирано обучение на Медицински университет – Пловдив. Обект е учебното съдържание по темата „Алкохоли и феноли“, а предмет –

възможностите за неговото преподаване чрез клинично ориентирани проблемни ситуации и сравнителен анализ на строежа и свойствата.

Използвани са анализ на учебното съдържание, наблюдения от преподавателската практика, сравнителен анализ и методическо моделиране. Основен дидактически материал е клинично ориентиран казус за метанолова интоксикация, подбран така, че да не изисква предварителни специализирани медицински знания. Приложени са структурни формули, схеми на химични превръщания, проблемни въпроси, сравнителни задачи и задача от изпитен тип. Методическата последователност преминава от клиничния случай към сравнението метанол–етанол, окислителните процеси, систематизирането на свойствата на алкохолите и прехода към фенолите чрез анализ на молекулното обкръжение на ОН-групата.

Разработката има методически характер и на този етап не включва експериментална оценка на ефективността. Възможното влияние върху концептуалното разбиране, мотивацията и приложението на знанията се разглежда като предмет на последващо педагогическо изследване.

4. ОПИСАНИЕ НА МЕТОДИЧЕСКИЯ ПОДХОД

Подходът е изграден върху последователността: клиничен случай → проблемен въпрос → сравнителен анализ на строежа → химични свойства → биологично действие → обобщение и приложение на знанията. Клиничният случай не е само мотивационен елемент, а проблемна ситуация, която създава необходимост от химично обяснение.

Етап 1. клиничен случай – интоксикация с метанол

На обучаемите се представя ситуация: *Млад пациент е приет в спешно отделение с гадене, повръщане, главоболие, слабост и зрителни нарушения. По данни на близките по-рано е консумирал неизвестна течност, възприета като алкохолна напитка. След латентен период състоянието му се влошава.*

Основният въпрос е: **„Какво вещество би могло да предизвика тази клинична картина и защо химичният му строеж и химичните му превръщания имат значение за токсичното действие?“**

Казусът не цели поставяне на диагноза или обсъждане на лечение, а въвеждане на химичния проблем. Метаноловата интоксикация е подходящ контекст, защото токсичният синдром е свързан в значителна степен с биотрансформацията на метанола и натрупването на формиат (McMartin et al., 1980; Barceloux et al., 2002).

Етап 2. проблемни въпроси

1. Кои органични съединения се определят като алкохоли?
2. Каква функционална група е характерна за този клас?
3. Какво е общото и какво е различното в строежа на метанола и етанола?
4. Всички алкохоли ли проявяват еднакви свойства и еднакво биологично действие?
5. Какви химични превръщания могат да претърпят метанолът и етанолът?
6. Какви продукти се получават при тяхното окисление?
7. Възможно ли е токсичността на дадено органично съединение да зависи не само от самото вещество, но и от веществата, които се получават при превръщането му в организма?
8. Как молекулният строеж може да бъде използван за обяснение на наблюдаваните различия?

Въпросите се въвеждат постепенно, така че обучаемите първо да използват наличните знания, а след това да достигнат до необходимостта от нови понятия и закономерности.

Етап 3. от клиничния проблем към строежа на алкохолите

Записват се структурните формули на метанол и етанол и първите членове на хомоложния ред. Чрез сравнение се извежда общата структурна характеристика – хидроксилна група, свързана с наситен въглероден атом – и се въвеждат определения и класификацията на алкохолите. Класификацията се извежда от конкретни структури, а не се представя като готова система.

Следва ключовият въпрос: **„Ако метанолът и етанолът съдържат една и съща функционална група и са съседни членове на хомоложен ред, защо биологичното им действие може да бъде толкова различно?“**

Етап 4. окислението като ключ към клиничния случай

Окислението се разглежда преди останалите свойства, защото позволява химично обяснение на клиничния проблем. Извежда се генетичната връзка: първичен алкохол → алдехид → карбоксилна киселина, след което се сравняват превръщанията метанол → метанал → метанова киселина и етанол → етанал → етанова киселина. В организма метанолът се окислява последователно до формалдехид и формиат; натрупването на формиат има основно значение за метаболитната ацидоза и очната токсичност (McMartin et al., 1980; Barceloux et al., 2002).

Методическият въпрос е: **„Възможно ли е биологичното действие на едно вещество да бъде разбрано, без да познаваме химичните реакции, които то претърпява в организма?“**

Така реакционните уравнения се използват като средство за обяснение. Сравнението не представя етанола като безопасно вещество, а показва, че структурно близки съединения могат да образуват различни продукти и да имат различни биологични последици.

Етап 5. систематизиране на химичните свойства на алкохолите

След разрешаването на основния клиничен проблем се систематизират останалите свойства. При взаимодействието с активни метали вниманието се насочва към участието на водорода от ОН-групата. При естерификацията се проследява взаимодействието с карбоксилни киселини и може да се създаде връзка с по-късното изучаване на липиди чрез глицерола. Горенето се разглежда като пълно окисление и като възможност да се разграничат физикохимични свойства и практическо приложение от биологична безопасност.

Етап 6. от алкохоли към феноли – функционална група и молекулно обкръжение

Преходът се осъществява с въпроса: „Какво ще се случи, ако ОН-групата не е свързана с наситен въглероден атом, а непосредствено с бененово ядро?“

Сравняват се етанол и фенол. Обучаемите установяват, че и двете вещества съдържат ОН-група, но тя се намира в различно молекулно обкръжение. Поставя се концептуалният въпрос: „Достатъчно ли е наличието на хидроксилна група, за да предскажем свойствата на дадено вещество?“ Отговорът води до извода, че химичното поведение на функционалната група зависи и от останалата част на молекулата.

Сравнява се поведението на етанол и фенол спрямо натрий и натриева основа. Въпросът „Защо фенолът реагира с NaOH, а етанолът – не?“ насочва към влиянието на ароматното ядро и резонансната стабилизация на фенолатния йон. По този начин киселинните свойства се представят като следствие от строежа, а не като факт за запаметяване.

Фигура 1. Логическа структура на клинично ориентирания сравнителен подход при изучаване на алкохоли и феноли



Източник: автора

Етап 7. обобщение и задача от изпитен тип

Обобщението се изгражда чрез две сравнения: метанол ↔ етанол – близък строеж, но различни продукти на окисление и биологични последици; етанол ↔ фенол – еднакъв тип функционална група, но различно молекулно обкръжение и химично поведение.

Комплексна задача: „Сравнете метанол, етанол и фенол по строеж и химични свойства.“

- Запишете структурните им формули, определете функционалната група и посочете класа на всяко вещество.
- Изразете последователното окисление на метанола и етанола и сравнете получените продукти.
- Обяснете защо окислителните превръщания на метанола са важни за интерпретацията на клиничния случай.
- Изразете взаимодействието на етанол и фенол с натрий.
- Посочете кое от двете вещества реагира с NaOH и обяснете причината.
- Формулирайте извод за зависимостта между молекулния строеж и химичните свойства.

Задачата проверява не само възпроизвеждането на формули и реакции, а способността за сравнение, обяснение и аргументация. Логиката на урока може да бъде обобщена като: наблюдение → въпрос → сравнение → химично обяснение → приложение.

5. ОЧАКВАНИ РЕЗУЛТАТИ

Прилагането на подхода се очаква да насочи обучаемите от механично възпроизвеждане към търсене на причинно-следствени зависимости между строеж, свойства и биологично действие. Клиничният случай създава познавателна необходимост, а окислителните реакции се превръщат от изолирани уравнения в средство за обяснение на токсикологичен проблем.

Сравнението метанол–етанол се очаква да развива умения за откриване на сходства и различия, формулиране на предположения и обяснение на различни биологични последици. Преходът етанол–

фенол следва да подпомогне по-общото разбиране, че функционалната група не може да бъде разглеждана независимо от молекулното ѝ обкръжение. Работата с проблемни въпроси и сравнителни задачи може да развива анализ, аргументация и приложение на химични знания, както и по-точно използване на специализираната терминология при чуждестранните обучаеми.

Посочените резултати са прогностични. Ефективността на подхода може да бъде проверена чрез входящо и изходящо оценяване, анализ на решенията на сравнителни задачи, наблюдение на аргументацията и анкетно проучване на отношението към клинично ориентираното обучение.

6. ОБСЪЖДАНЕ

Предложеният подход се вписва в контекстно ориентираното преподаване, при което химичните понятия се свързват с реални и професионално значими ситуации. Данни от български изследвания показват, че контекстът може да подкрепи интереса и ангажираността в обучението по химия, включително при темата за алкохолите (Павлова, 2023; Павлова & Генджова, 2024), а в медицинското образование контекстно базираните стратегии са използвани за свързване на фундаменталните химични знания с бъдещата професионална подготовка (Peteva et al., 2014; Layton Jaramillo et al., 2024; McPherson & Johnston, 2022). Реални контексти в университетска химия са свързани и с по-добри учебни резултати и по-високо възприемане на релевантността на дисциплината (Sristy et al., 2023; Mundy & Nokeri, 2024).

Същевременно изследванията върху органичната химия показват устойчиви концептуални затруднения, които не се преодоляват само чрез разпознаване на функционални групи и запаметяване на реакции (Генджова et al., 2022; Putica, 2024). Това подкрепя необходимостта от задачи, при които обучаемият трябва да обясни защо дадено вещество реагира по определен начин и как строежът определя реактивоспособността. Подобна ориентация е в съзвучие и с идеята за задълбочено учене, при което разбирането, свързването и приложението на знанията са по-важни от селективното им възпроизвеждане (Христов & Генджова, 2025).

Научно-методическият принос на разработката е в организацията на съдържанието около две последователни сравнителни линии. Съпоставянето на метанол и етанол показва защо структурно близки вещества могат да имат различни биологични последици, като окислителните процеси служат за химично обяснение на клиничния случай. Съпоставянето на етанол и фенол пренася разсъждението на по-общо равнище и показва, че една и съща функционална група може да проявява различно химично поведение в различно молекулно обкръжение. Така клиничният контекст не остава външна илюстрация, а организира последователността „молекулен строеж → химични свойства → биологично действие“.

Ограничение на разработката е липсата на контролирано педагогическо изследване на този етап. Поради това не се твърди доказано подобрение на постиженията или мотивацията. Последващо апробиране може да оцени концептуалното разбиране, качеството на аргументацията и способността за трансфер на знания към нови задачи.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Клинично ориентираният подход при изучаването на темата „Алкохоли и феноли“ създава възможност химичните свойства да бъдат осмисляни като следствие от молекулния строеж и като фактор за биологичното действие на веществата. Сравнението между метанол, етанол и фенол насочва обучаемите към причинно-следствен анализ и показва, че една и съща функционална група може да проявява различно химично поведение в зависимост от молекулното обкръжение. Предложеният подход превръща химичните реакции от материал за запаметяване в средство за обяснение и приложение на знанията. Неговата ефективност предстои да бъде оценена чрез последващо педагогическо изследване.

ЛИТЕРАТУРА

- Barceloux, D. G., Bond, G. R., Krenzelok, E. P., Cooper, H., & Vale, J. A. (2002). American Academy of Clinical Toxicology practice guidelines on the treatment of methanol poisoning. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*, 40(4), 415–446. <https://doi.org/10.1081/CLT-120006745>
- Генджова, А., Маркова, Н., & Чакъров, К. (2022). Педагогическо предметно знание в природонаучното образование: трудности по органична химия. *Педагогика*, 94(6), 764–778. <https://doi.org/10.53656/ped2022-6.08>
- Христов, Х., & Генджова, А. (2025). Проучване на подходите към ученето на студенти по химия и фармация. *Обучение по природни науки и върхови технологии*, 34(1), 9–23. <https://doi.org/10.53656/nat2025-1.03>
- Layton Jaramillo, S. E., Villamil Villar, W. A., Aguaded Ramírez, E., & Carrillo Rosúa, J. (2024). Design and evaluation of an innovative pedagogical strategy for undergraduate medical students learning chemistry. *Journal of Chemical Education*, 101(2), 247–258. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00262>

- McMartin, K. E., Ambre, J. J., & Tephly, T. R. (1980). Methanol poisoning in human subjects: Role for formic acid accumulation in the metabolic acidosis. *The American Journal of Medicine*, 68(3), 414–418. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(80\)90113-8](https://doi.org/10.1016/0002-9343(80)90113-8)
- McPherson, P. A. C., & Johnston, B. M. (2022). Anesthesia as a theme for context-based learning in a physical chemistry short course. *Journal of Chemical Education*, 99(5), 1931–1937. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00053>
- Mundy, C. E., & Nokeri, B. K. (2024). Investigating the effects of a context-based laboratory exercise for meaningful learning. *Journal of Chemical Education*, 101(8), 3118–3125. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01260>
- Павлова, В. (2023). Използване на контекст в обучението по химия за ангажираност на учениците от IX клас по тема „Едновалентни алкохоли“. *Обучение по природни науки и върхови технологии*, 32(5–6), 379–395. <https://doi.org/10.53656/nat2023-5-6.03>
- Павлова, В., & Генджова, А. (2024). Ефект на контекстно обучение по органична химия върху мотивацията и ангажираността на ученици от IX клас. *Педагогика*, 96(2s), 89–104. <https://doi.org/10.53656/ped2024-2s.07>
- Peteva, Z., Makedonski, L., & Stancheva, M. (2014). Increasing students' interest in chemistry with context-based approaches for control and assessment in the English language program at Medical University in Varna. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 23(1), 73–87.
- Putica, K. B. (2024). Identification of high-school students' conceptual challenges related to alcohols and carbonyl compounds by means of a four-tier diagnostic test. *Journal of Chemical Education*, 101(4), 1442–1456. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01343>
- Sristy, S. M. I. H., Muteti, C. Z., Vasquez, Y., & Mutambuki, J. M. (2023). Integrating real-world contexts and application cards activities in the General Chemistry I course increases students' achievement scores and perceptions of chemistry relevance. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4608–4618. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00516>