

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЗАДАЧИ В КОНТЕКСТ ПО ТЕМАТА „ПРИРОДНИ ИЗТОЧНИЦИ НА ВЪГЛЕВОДОРОДИ“ ЗА НАСЪРЧАВАНЕ НА КРИТИЧНОТО МИСЛЕНЕ НА УЧЕНИЦИТЕ¹

Весела Павлова

Александрия Генджова

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. Критичното мислене е жизненоважно през XXI век и е образователна цел в много страни. Тази работа цели систематично проектиране на задачи в реален контекст с фокус върху критичното мислене (по Facione 2011) и проверка на тяхната ефективност. Разработените и валидирани задачи по темата „Природни източници на въглеродороди“ са въведени в обучението по химия и опазване на околната среда на 129 деветокласници от едно средно училище. За изследване на ефекта от прилагането им са анализирани качествено писмените отговори на учениците и са оценени по степен на изпълнение. Нивата на уменията за критично мислене са определени холистично по Alcantara & Bacsa (2017). При решаването на задачите 27% от учениците демонстрират умения на *високо ниво*, 57% – *над средно*, 15% – *на средно*, а само 2% – *са под средното*. Резултатите показват, че контекстните задачи могат да бъдат ефективно средство за насърчаване на критичното мислене на учениците. Учащите споделят, че въпреки че задачите не са лесни, те са необходими и полезни за развитие на тяхното мислене и светоглед.

Ключови думи: химическо образование; критично мислене; задачи в контекст

Увод

Критичното мислене се счита за жизненоважно умение през XXI век (Utami et al. 2017; Li et al. 2024). Способността за критично мислене позволява на учениците да постигат академичен успех, да решават проблеми от реалния живот и да функционират ефективно в съвременния свят. Тя е не само от съществено значение за тяхната социална адаптация, но също така подобрява цялостното качество на тяхното образование (Facione 1990; Duerden et al. 2012; Utami et al. 2017; Zlatkin-Troitschanskaia et al. 2019; Braun et al. 2020; Reynders et al. 2020). Поради това все повече страни по све-

та отдават специално внимание на развитието на способности за критично мислене на всички нива на образование (Li et al. 2024). Въпреки това много учащи не развиват критичното си мислене на задоволително ниво и това е проблем за образованието и обществото, като цяло (Braun et al. 2020). Редица автори коментират, че има много теории за критичното мислене, но липсват достатъчно работещи стратегии за развитието му в училище.

Настоящата работа си поставя две цели. Първата е да се опита да очертае рамка за създаване на контекстно базирани задачи по химия с фокус към критичното мислене. Втората е, да се провери дали проектираните задачи са ефективно средство за насърчаване на критичното мислене на учениците при прилагането им в обучението по химия в IX клас.

Преглед на литературата

Критично мислене

Сред научната общност няма единно мнение относно дефиниране на понятието *критично мислене*. Според Yu & Zin (2023), от философска гледна точка, критичното мислене се разглежда като способност за оспорване на предположение, оценка на аргумент и съответна информация, за правене на правилни заключения, а от психологическа – като широк набор от мисловни умения, включително решаване на проблеми, вземане на решения и тестване на хипотези. То често се описва като когнитивен процес от висок порядък, който се фокусира върху способността на индивида да разбере проблем и да измисли разумни решения за него (Ennis 2018). За Hitchcock (2024) определението на критичното мислене е оспорвано, но конкуриращите се определения могат да се разбират като различни концепции на едно и също основно понятие: внимателно мислене, насочено към цел. Концепциите се различават по отношение на обхвата на такова мислене, вида на целта, критериите и нормите за внимателно мислене и компонентите на мисленето, върху които се фокусират. Според влиятелното определение дадено в т.нар. „Делфи доклад“ критичното мислене е: целенасочена саморегулирана преценка, която води до тълкуване, анализ, оценка и заключение, както и дава обяснение по отношение на това дали има доказателства, че конкретно решение е подходящо, и дали правилно се отчитат доказателствени, концептуални, методологични, референтни и контекстуални аспекти на тази оценка. Нелинеен и цикличен процес, който позволява хората да вземат решения в какво да вярват и какво да правят в даден контекст (Facione 1990; 2011). Значителни противоречия се срещат и при определяне на уменията за критично мислене. Например те са: метакомпонент, изпълнение и придобиване на знания (Sternberg 1986); метакогнитивни, метастратегически и епистемични (Kuhn 1999). Изследователският консенсус, постигнат в проекта „Делфи“ определя 6 когнитивни умения като индикатори на критично мислене (Facione 1990; 2011; 2013) и прилежащите им подумения: 1) Интер-

претация/Тълкуване (категоризиране, откриване и изясняване на значението); 2) Анализ (изследване на идеи, определяне на аргументи и анализ на аргументи); 3) Заключение/Правене на извод (уточняване на доказателства, формулиране на алтернативи и правене на логически валидни или обосновани заключения); 4) Оценка (оценяване на достоверността на твърденията и оценяване качеството на аргументите, направени чрез индуктивни и дедуктивни твърдения); 5) Обобщение/Обясняване (представяне на резултати и на аргументи; обосноваване на процедури); 6) Саморегулация (самопроверка и самокорекция). Тези шест индикатора на критичното мислене и прилежащите им подумения са в основата на настоящото изследване.

Стратегии за подобряване на критичното мислене на учениците

Редица проучвания обсъждат ефективността от използването на специфични стратегии за подобряване на уменията за критично мислене, като: дискусии в клас; учене, базирано на проблеми; учене в сътрудничество; техники за задаване на въпроси и проекти, базирани на доказателства (Kuhn 1999; Snyder & Snyder 2008). Добри резултати дават: контекстното обучение (Molinatti Girault & Hammond 2010; Halpern & Dunn 2021); обучението, базирано на социално-научни проблеми или комбинации от тях (Rahayu 2019; Fita, Jatmiko & Sudibyo 2021; López-Fernández et al. 2022;). Halpern (1999) отбелязва, че учениците трябва да имат възможността да практикуват умения за критично мислене в различни контексти и в различни ситуации, за да получат по-цялостно разбиране на теорията и приложението. Според доклада „Делфи“ е добре да се преподава в конкретен реален контекст. Учебни дейности, базирани на проблеми, насърчават критичното мислене, активното участие в обучението, самонасочването, идентифицирането на собствени потребности от обучение, работата в екип, творческата дискусия, ученето от връстници и интеграцията на различни знания (Gürses et al. 2007). Abrami et al. (2015) потвърждават, че сблъскването на учениците с реални ситуации и решаване на проблеми води до насърчаване на критичното мислене. Дейностите за подпомагане на критично мислене трябва да включват: „зле структурирани“ проблеми, критерии за оценка на мисленето, оценка и подобряване на мисленето“ (Broadbear 2003). Изборът на тема се прави по критерии: автентичност, релевантност, възможност за оценка, неопределеност (Marks & Elik 2010). Контекстно базираните задачи комбинират съдържание по химия с реалността и правят проблема по-автентичен и подходящ, те изискват сложно мислене и по-високи нива на научна грамотност (Broman & Parchmann 2014). Според Pilot & Bulte (2006) при дизайн на обучението е важно да се вземат предвид: разработване на подходящо оценяване, проектиране на подходящи задачи и анализ на отговорите на учениците на тези задачи. Авторите коментират, че тези аспекти са аргумент за по-систематичен анализ на критериите за задачи и процесите при решаването им.

Инструменти за оценяване на критичното мислене

За оценяване на критичното мислене могат да бъдат използвани инструменти като въпросници, тестове и рубрики за оценка, скали, запис на учебни дейности, интервюта и други (Ennis 1993; Ku 2009; Yu & Zin 2023; Reynders et al. 2020).

За оценяване на критичното мислене на учениците в настоящата работа се използва т.нар. „оценка на представянето“. При нея се преценява степента на изпълнение на даден проблем, задача или задание, поставени в сложен реален контекст, и се предоставят видими доказателства за ученическите знания, умения и способности. Този тип оценяване е по-автентичен, тъй като осигурява проблемна ситуация и изисква решения, сходни с тези в живота, следователно има капацитет да се използва за измерване на аспекти на критичното мислене (Braun et al. 2020).

Аналитичното оценяване включва оценяване на различни аспекти на представянето на учениците, докато при холистичното оценяване се извършва цялостна оценка, като се вземат предвид всички критерии едновременно (Facione 2011; Stobaugh 2013).

Методология

Тази работа е част от дисертационно качествено-количествено изследване на ефекта на подходи, основани на реален контекст и на соционаучни проблеми по отношение на критичното мислене на учениците. Тъй като критичното мислене е многостранен конструкт, за доказването му се използват както количествени, така и качествени методи.

Настоящото проучване е предимно от качествен тип и емпиричните данни за него се събират от анализ на отговорите на учениците при решаване на задачи в контекст.

Извадка

В изследването участват 129 ученици от 91. НЕГ „Проф. К. Гълъбов“ – София, които са в IX клас. Те са на възраст 15 – 16 години. От тях 48,8% от тях са девойки и 51,2% – младежи.

Разработване на задачи в контекст за развитие на критично мислене

За постигане на първата ни цел – разработване на задачи в контекст с фокус върху критичното мислене, са проучени примери и насоки в литература в областта на обучението по природни науки (Kuhn 1999; Gürses et al. 2007; De Jong 2008; Ku 2009; Facione 2013; Stobaugh 2013; Utami et al. 2017; Reynders et al. 2020; Fita, Jatmiko & Sudibyo 2021 и др.).

При проектирането на задачите е разработена рамка за изискванията, на които трябва да отговарят задачите: 1) да са съобразени с учебната програма и с възможностите на учениците (Stobaugh 2013); 2) да провокират мисловна дейност на учениците, съответстваща на индикаторите за критично мислене (по Facione 2011); 3) да са поставени в смислени, релевантни и автентични контексти

и да обхващат лични, местни, национални и глобални аспекти (OECD 2023); 4) да са спазени общите изисквания към контекста (De Jong 2008); 5) да може да бъде оценено решението им (Broadbear 2003). Накратко, изискванията според рамката са: *подходящ контекст, съответствие на учебната програма и възможностите на учениците; акцент върху критичното мислене и оценяването му*. Съобразно тях е изготвен работен лист с десет задачи. Подбрана е темата „Природни източници на въглеродороди“, в която учениците могат да покажат знанията и уменията си в различни ситуации. Контекстите са избрани въз основа на тяхното значение за живота на хората и потенциалното им въздействие върху качеството на живот и вземането на важни информирани решения (напр. широко дискутираното затваряне на ТЕЦ „Марица изток“, изчерпването на нефта). (виж табл. 1).

Таблица 1. Връзка на съдържанието на задачите по темата *Природни източници на въглеродороди* с контекста и учебната програма по химия и опазване на околната среда² за IX клас

Задача	Контекст	Връзка с очакваните резултати по учебна програма
Q1	Личен: лично потребление на материали и енергия	Обяснява приложението на въглеродороди в практиката с техни свойства. Описва първичната преработка на нефта и приложението на основните нефтени фракции. Разчита таблици, схеми, графики, диаграми. Класифицира вещества.
Q2	Личен: лично потребление на енергия и ресурси; оценка на риска при избор на начин на живот.	Обяснява приложението на въглеродороди в практиката с техни свойства. Осъзнава необходимостта от разумно използване на природните ресурси, личната отговорност и изразява мнение.
Q3	Местен: снабдяване с енергия; въздействие на добива на ресурси върху околната среда; оценка на риска.	Обяснява приложението на въглеродороди в практиката, анализира и оценява информация за екологични проблеми. Формира критично отношение към замърсяването на околната среда и изразява мнение.
Q4	Глобален: невъзобновяеми източници на енергия.	Анализира и оценява информация за екологични проблеми. Критично и съзидателно мисли при вземане на решения.
Q4.1	Глобален: невъзобновяеми източници на енергия.	Самостоятелно проучва, анализира и оценява информация за екологични проблеми. Мисли критично и съзидателно при вземане на решения.
Q5	Глобален: изчерпаеми природни ресурси.	Използва данни за свойства на органични вещества за изводи и заключения за приложението им в практиката. Установява причинно-следствени връзки. Осъзнава необходимостта от разумно използване на природните ресурси.

Q6	Глобален: добив на природни ресурси.	Използва данни. Съставя таблици, схеми, графики, диаграми.
Q7	Местен: снабдяване с енергия, въздействие на добива на ресурси върху околната среда; оценка на риска.	Оценява проблеми, свързани с въздействието на изучени вещества и процеси върху здравето на човека и околната среда.
Q7.1	Местен: снабдяване с енергия, въздействие на добива на ресурси върху околната среда; оценка на риска.	Изразява и аргументира мнение във връзка с проблемите на опазване на околната среда. Осъзнава личната отговорност и формира критично отношение към замърсяването на околната среда. Мисли критично и съзидателно при вземане на решения.
Q8	Глобален: енергията и нейното производство.	Обяснява приложението на въглеродороди в практиката с техни свойства. Описва първичната преработка на нефта и приложението на основните нефтени фракции. Установява причинно-следствени връзки и разпознава процеси.

Когнитивното равнище на задачите е насочено към развитие на определено умение за критично мислене на учениците (по Facione 1990 и Stobaugh 2013) (виж табл. 2).

Таблица 2. Индикатори на умения за критично мислене (по Facione 1990 и Stobaugh 2013) по задачи

Променлива	Индикатори	Описание на въпроса
Умения за критично мислене	Тълкуване	Интерпретира и групира обекти от диаграма, разделяйки ги по съществен признак. (Q1)
		Разбира смисъла на концепция в широк спектър от ситуации. (Q5)
		Разбира значението на зависимост и нейното приложение. (Q8)
	Анализиране	Дава примери за ползи и рискове. (Q3)
		Разбира важността на данни в текст и ги представя графично. (Q6)
		Открива аргументи в доклад и определя дали авторът е възнамерявал да представи доводи за или <i>против</i> дадено твърдение. (Q7)
	Правене на изводи	Дава три предложения за решаване на един проблем. (Q2)
		Съставя план, с който да провери твърдение. (Q4.1)
	Оценяване	Определя дали дадено твърдение е вярно, базирайки се на това какво знае. (Q4)
	Обясняване	Представя допълнителни доводи за и <i>против</i> дадено твърдение. (Q7.1)

От десетте задачи осем са с отворен отговор *Q1, Q2, Q3, Q4.1, Q4.2, Q6, Q7.1, Q7.2* и две – със затворен отговор *Q5* и *Q8*. При избора на формат на задачите е даден приоритет на тези с отворен отговор, тъй като те дават възможност за проследяване на способността за структуриране и формулиране на аргументи, предложения, твърдения или изводи. Също така позволяват на учениците да проявят творчество.

При създаване на заданието са проследени стъпките, които трябва да направи ученикът, за да се създадат ясни критерии за оценка. Отчетена е степен на изпълнение на всяка задача, а целият работен лист е оценен с точки. Определено е времето за работа – 40 мин.

Работният лист е апробиран със 120 ученици и е направена частична корекция на задачите спрямо целите. Примерна задача от работния лист е представена в *Приложение*.

Задачите са валидирани от 10 гимназиални учители по химия и опазване на околната среда чрез експертна оценка. Всяка задача е оценена по това дали съответства на учебната програма, възрастта на учениците, връзката на химията с реалния свят, конкретното умение за критично мислене и др.

Провеждане на изследването

През учебната година учениците изучават различни теми в контекст и обсъждат реални ежедневни проблеми, работят целенасочено с информация, но за първи път се срещат със задачи в контекст, насочени към критичното мислене.

Разработените според изискванията задачи са внедрени в практиката на обучението по химия при изучаване на темата „Природни източници на въглеродороди“ в IX клас. Учениците работят по тях в работен лист в рамките на един учебен час. Емпиричните данни се получават от писмените отговори на деветокласниците. Данните от свободна дискусия с учениците след решаване на задачите допринасят за допълнителното разбиране и тълкуване на техните отговори.

Методи за оценяване

За постигане на втората цел на изследването – да се провери дали проектираните задачи са ефективно средство за насърчаване на критичното мислене, са анализирани и оценени писмените отговори на учениците по степен на изпълнение на поставените изисквания. Резултатите са разгледани като качествени доказателства за прояви на критично мислене у учащите се (Braun et al. 2020).

Оценяването на задачите е реализирано по брой точки и е направено по два начина.

Първо е направена аналитична оценка на изпълнението на изискванията (решението) на всяка задача по критерии: *напълно изпълнена/решена* (над $\frac{3}{4}$ от общия брой точки), *частично изпълнена/решена* (от $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ от броя точки) и *неизпълнена/нерешена* (под $\frac{1}{2}$ от броя точки).

След това е приложена холистична оценка по брой точки на целия работен лист, за да се определи нивото на демонстрираните умения за критично мислене (по Alcantara & Vasca 2017), в таблица 3.

Таблица 3. Скала за холистично оценяване нивото на уменията за критично мислене по Alcantara & Vasca (2017)

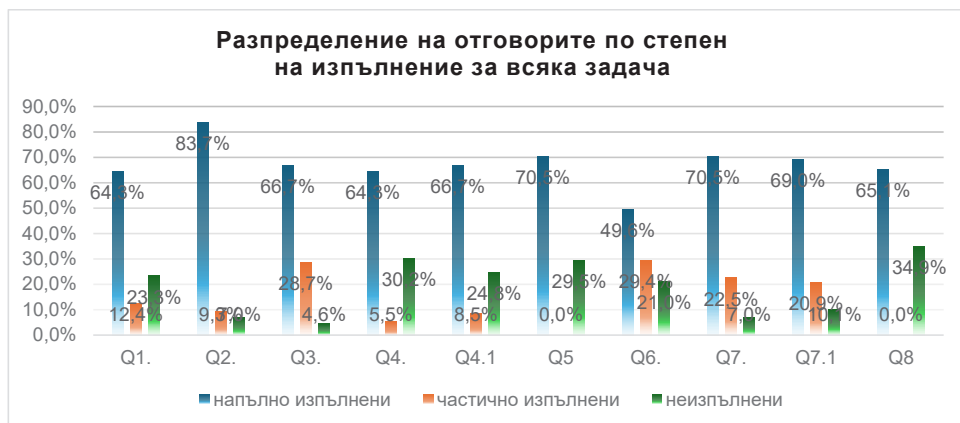
Ниво на изпълнение на задачите (%)	0 ≤ 20	21 ≤ 40	22 ≤ 60	61 ≤ 80	81 ≤ 100
Ниво на уменията за критично мислене	Ниско	Под средно	Средно	Над средно	Високо

Резултати и обсъждане

Анализ на отговорите на учениците при решаване на задачите

След решаването на задачите отговорите са анализирани, за да се провери разбирането на учениците и да се идентифицират евентуалните прояви на уменията им за критично мислене.

Отговорите на учениците са разпределени по степента на изпълнение на дадените изисквания по задачи и са показани на фиг. 1.



Фигура 1. Разпределение по честота на отговорите на учениците (n=129) според степента на изпълнение на изискванията за всяка задача

Резултатите показват, че като цяло, 67% от ученици са решили напълно задачите, 14% са ги решили частично, а 19% от учениците не са успели да се справят задоволително.

Първата задача *Q1* изисква формулиране на съществен признак, по който да се разделят в две категории шестнадесет нефтопродукта. Близко две трети

от учениците успяват да категоризират правилно предметите от диаграма-та. Най-често срещани коректно формулирани признаци са: транспорт и др., полимери и др., индустрия и ежедневие (употреба в дома); източници на енергия и др.; горива и др.; енергийни източници и нефтени изделия и др. Около 1/5 от учащите формулират грешни признаци, например разделяне на предметите на такива, за които е нужен много нефт, и такива, за които е нужен малко нефт (оградени са газ и гривни); на предмети от първа необходимост и такива от второстепенна важност (оградени са предмети на случаен принцип). Тези ученици не могат да се ориентират в диаграмата и/или не успяват да използват знанията си за нефта от часовете дори и да ги имат. Други дават верен признак, но не класифицират правилно, например признакът е продукт на първична или вторична преработка, но към първите се представят бензин, асфалт, тениски и гривни. Учениците често не съобразяват, че свещите са източник на енергия, а пък моторното масло не е гориво. Прави впечатление, че под *употреба в бита* учениците имат предвид вътре в дома им, а не общото понятие за бит. Резултатите от *Q1* показват, че повечето ученици могат да формулират ясно съществен признак и да групират обектите.

Задача *Q2* изисква да се предложат начини за персонално намаление на употребата на нефт.

Най-много ученици (84%) се справят с нея. Те дават поне две ясно формулирани твърдения как да допринесат за намаляване употребата на нефт. Много от тях се досещат да използват данните от задача *Q1*, например: ще използвам дрехи от естествени материали; дървен гребен; бамбукова четка за зъби и т.н. Изразяват готовност да се откажат от употребата на предмети, за които научават от диаграмата, че се произвеждат от нефт: гривни, ароматни свещи и т.н. Това съвсем ясно показва способност за използване на една и съща нова за тях информация в различен контекст. Те интерпретират информацията, за да формулират твърдение. Наред с очаквани предложения, като ходене пеша, отказ от полимери или пестене на енергия, има и доста нестандартни предложения, сигнализиращи за ангажираност с проблема. Такива са идеите за предприемане на конкретни действия: „ще изготвя сайт, за да информирам хората за вредите от употребата на нефт“; „ще организирам информационна кампания“; „ще насърчавам и други хора да рециклират и използват повторно“; „ще напиша статия“; „ще заснема видео“; „ще изготвим флаери“ и др. Само 7% от учениците не се справят със задачата – изобщо не работят по нея или дават несвързани отговори. Очевидно не разбират какво се иска от тях, не могат да извлекат информация от други задачи или да използват знанията си от часовете по химия.

Задача *Q3* изисква даване на примери за *ползи* и *рискове* от употребата на нефт. Две трети от деветокласниците дават поне три ясно формулирани и структурирани примера за ползи и рискове от употребата на нефт. Наред

с очевидните рискове, като нефтените петна и изчерпаемост на ресурса, са представени и проблеми като микропластмасите, вредните условия на труд в индустрията, зависимостта на света от черното злато и др. Дадени са примери за ползи като развитие на индустрията, осигуряване на транспорта, високи заплати в сферата. Някои ученици разглеждат и двете страни на един продукт. Например пластмасите като полезни материали, без които вече не си представяме света, и в същото време като огромен и трудно разградим замърсител. Това показва, че повечето деветокласници разбират значението на този природен ресурс за живота на хората и мислят критично за замърсяването на околната среда. По-малко от 5% от учащите не се справят със задачата.

Задача Q4 цели оценяване верността на твърдението, че нефтът на Земята ще стигне за по-малко от сто години, на база собствени знания и опит. Резултатите показват, че 64 % от учениците се съгласяват или отхвърлят твърдение с аргументи, базирани на знанията им, или изразяват желание да потърсят информация, преди да направят извод. Близко 30% не подлагат твърдението на съмнение. Оценяването на достоверността на информацията е от съществено значение за развитието на личността, като цяло, така че е важно младите хора да бъдат специално обучавани в това умение, за да могат да се ориентират в огромния информационен поток в днешно време.

Задача Q4.1 е насочена към съставянето на план за проверка на даденото твърдение. Две трети от учениците успяват да съставят последователен и логичен план за действие, които би довел до резултат. Това показва способност за търсене на алтернативи, систематичност в работата и съставяне на логично заключение. Една четвърт от деветокласниците не се справят и срещат затруднения с определяне на стъпките, които трябва да изминат, за да решат поставената задача. Това означава, че те не умеят да формулират по-малки цели за изпълнение, а някои изобщо не разбират задачата.

Задача Q5 е свързана с тълкуване на значението на думите на Менделеев „*Да горим нефт, е като да горим злато*“. Повече от две трети от учащите умеят да използват правилно интерпретативните материали, което показва мислене на високо когнитивно равнище и е индикатор за критично мислене. Те осъзнават смисъла на цитата, откриват връзката между него и употребата на нефт. Успешно трансферират знанията от часовете в нова, непозната ситуация. Около една трета от учащите не се ориентират правилно и дават грешен отговор. Те не виждат скрития смисъл на думите в задачата Q5. Явно е, че дори и да имат знания по учебния материал, те не съумяват да ги приложат извън него.

В задача Q6 е необходим подбор на ключова информация от текст, свързан със запасите и потреблението на нефт, и последващо представяне на информацията в графичен вид. Тези изисквания са затруднили най-много

ученици. Почти половината от тях разбират кои са важните данни в текста, и успешно ги представят в графичен вид. Една пета не се справят със задачата. Най-често пропускат мерните единици и годината на информацията. Наблюдават се проблеми в избора на подходяща диаграмата и коректността на данните.

Задача Q7 изисква откриване на доводи *за* и *против* затварянето на ТЕЦ „Марица изток“ в откъс от текст. Повече от две трети от учениците откриват доводите и определят правилно дали те са *за* и *против* твърдението в текста. 7% от деветокласниците не се ориентират кои са аргументите или дали са *за/против*. Някои подчертават целия пасаж, което означава, че не могат да открият ключовите думи. Други споделят мисли без очевидна връзка със задачата, следователно не я разбират. Този вид упражнение е честа практика в езиковото обучение, следователно тук затруднението се дължи на смяната на контекста и невъзможността за трансфер на уменията.

Задача Q7.1 надгражда задача Q7, като изисква формулирането на нови аргументи *за* и *против* затварянето на топлоелектрическата централа. 69% от деветокласниците предлагат нови доводи или доразвиват последствия от вече съществуващи по логичен и смислен начин. Това показва, че могат да обяснят и доразвият даден аргумент/твърдение. 10% от младежите не съумяват да представят нови доказателства, или преписват тези от текста. Това говори за неразбиране на проблема и причинно-следствените връзки.

Задача Q8 е насочена към разбирането на причината за разделянето на фракциите на нефта в ректификационна колона. 65% от учащите разпознават процесите, които са в основата на фракционната дестилация. 35% от деветокласниците не се ориентират правилно. Те не разбират връзката между свойствата на веществата и метода за тяхното разделяне от нефта. Това отново показва, че дори и да имат знания по учебния материал, не могат да ги приложат извън него.

Високите резултати от задачите показват, че повечето от учениците умеят да размишляват върху даден проблем, да формулират ясни аргументи, да оценяват ползи и рискове, да съставят план за решение, да трансферират данни и умения, да разчитат диаграми. Въпреки това редица ученици се затрудняват да представят информация в графичен вид; да поставят под съмнение твърдения или пък да обясняват приложението на науката в различни контексти.

Резултати за критичното мислене и обсъждане

Въз основа на получения бал от решенията на задачите в работния лист е определено нивото на критично мислене на учениците (Alcantara & Bacsa 2017). При максимален бал 35, тези от тях, които имат резултат: $29 \leq 35$, са с *високо*; $22 \leq 28$ са с *над средно*; $15 \leq 21$ са със *средно*; $8 \leq 14$ са с *под средно*; $0 \leq 7$ са с *ниско* ниво. В резултат на тази холистична оценка учениците са разпределени по честота според нивото им на критично мислене (фиг. 2).



Фигура 2. Разпределение по честота на учениците ($n=129$) според нивото им на умения за критично мислене (по Alcantara & Bacsa 2017)

От графиката се вижда, че 27% (35) от учениците показват *високо* ниво на умения за критично мислене, 57% (73) от деветокласниците се представят на *над средно* ниво, 15% (19) от тях се представят на *средно ниво*, а само 2% (2) са *под средно* и нито един не е на *ниско ниво*.

Можем да направим извод, че при решаването на разработените задачи в контекст по темата „Природни източници на въглеродороди“ младите хора демонстрират, че могат да: тълкуват и боравят с информация в различни форми; изследват твърдения за достоверност; формулират предложения и алтернативи; аргументират и правят логични заключения. Това показва, че подобни задачи в контекст могат да се разглеждат като ефективно средство за развитие на критичното мислене на учениците. Резултатите от настоящото изследване са сходни с тези на Zaifaro, Muhari & Jatmiko (2018) и Ananda, Rahmawati & Khairi (2023).

В допълнение, за да се разбере как учениците възприемат подобен тип задачи, е проведена дискусия с тях. Деветокласниците споделят, че предложените задачи в контекст им харесват, защото: им помагат да виждат химията в ежедневието си; осъзнават проблеми на околната среда, върху които не са се замисляли; се учат да мислят по-задълбочено; се дават равни шансове за успех на ученици, които се справят отлично с предмета, и на тези, които се затрудняват с химията. Те смятат, че задачите не са лесни, но са полезни и считат, че трябва да се решават повече от тях в часовете по химия.

Ограничение на изследването

В изследването участват само ученици от едно държавно училище, което е със сравнително висок рейтинг и повечето от учащите са с високи учебни резултати.

Заключение

Задачите в реален контекст са проектирани систематично, като се използват различни комбинации от контексти, теми и идеи във връзка с учебната програма по химия и опазване на околната среда по темата „Природни източници на въглеводороди“ в IX клас. Те са насочени както към типичните за дисциплината очаквани учебни резултати, така и към развитието на критично мислене. За да се провери до каква степен решаването на подобни задачи подпомага критичното мислене на учениците, са проучени качествено отговорите на деветокласниците. По-голямата част от учениците се справят успешно и постигат напълно поставените цели. При решаването на задачите повечето от учениците показват умения за критично мислене *над средното* и на *високо* ниво. Следователно подобни задачи в реален контекст по химия са ефективно средство за подпомагане развитието на критично мислене у учениците.

Деветокласниците намират задачите в контекст за нелесни, но считат, че трябва да се решават повече подобни задачи в часовете по химия и опазване на околната среда, защото са полезни за развитие на техния светоглед, мислене и възможности за изява.

Приложение

Примерна задача в работния лист „Природни източници на въглеводороди“

Q7. Прочетете текста и открийте в него доводи *ЗА* и *ПРОТИВ* затварянето на ТЕЦ „Марица изток“ у нас.

(Време за работа – 3 мин., 6 т.)

В доклади във връзка с проучване на тема „ТЕЦ – за или против?“ са направени следните изводи: „Енергийният комплекс „Марица Изток“ е най-големият работодател в България, като всичките му подразделения дават работа на около 25 000 души. Средната работна заплата в комплекса е сред най-високите в страната поради висококвалифицираните специалисти, работещи в него, а също и поради труда в специфични и вредни за здравето условия в централата.“

„Градовете в близост до въглищни ТЕЦ имат по-високи нива на серен диоксид от местата, които са по-отдалечени от индустриалните центрове. Въглищните централи за производство на енергия са източник на една трета от въглеродния диоксид, резултат от човешка дейност в света.“

Критерии за оценка на задачата:

1. Напълно правилен отговор (6 т.) Подчертани или извадени от текста и записани са всички доводи *за* и *против* затварянето на ТЕЦ „Марица изток“ и е ясно кой довод какво подкрепя (по 1 т. за всеки довод).
2. Частично правилен отговор: допуснати са неточности. Отнема се по една точка за всеки липсващ или грешно определен довод (отнема се по 1 т. за всяка грешка).
3. Неправилен отговор: подчертан е целият текст или не е работено по задачата (0 т.).

БЕЛЕЖКИ

1. Работата е докладвана на 50-ата национална конференция на учителите по химия с международно участие, 8 – 10 ноември 2024 г., София.
2. Учебна програма по химия и опазване на околната среда за IX клас (годишно 90 часа) [online]. [viewed 21 November 2024]. Available from: <https://web.mon.bg/bg/1691>.

REFERENCES

- ABRAMI, P. C., et al., 2015. Strategies for teaching students to think critically: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, vol. 85, no. 2, pp. 275 – 314. DOI: 10.3102/0034654314551063.
- ALCANTARA, E.C., & BACSA, J.M., 2017. Critical Thinking and Problem Solving Skills in Mathematics of Grade-7 Public Secondary Students. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, vol. 5, no. 4, pp. 21 – 27. ISSN 2350-7756.
- ANANDA, L.R., RAHMAWATI, Y., & KHAIRI, F., 2023. Critical thinking skills of Chemistry students by integrating design thinking with STEAM-PjBL. *Journal of Technology and Science Education*, vol. 13, no. 1, pp. 352 – 367. DOI:10.3926/jotse.1938.
- BRAUN, H.I., et al., 2020. Performance Assessment of Critical Thinking: Conceptualization, Design, and Implementation. *Frontiers in Education*. vol. 5, p. 156. DOI: 10.3389/feduc.2020.00156.
- BROADBEAR, J., 2003. Essential elements of lessons designed to promote critical thinking. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning* [online], vol. 3, no. 3, pp. 1 – 8 [viewed 12 November 2024]. Available from: <https://scholarworks.iu.edu/journals/index.php/josotl/article/view/1603>.
- BROMAN, K., & PARCHMANN, I., 2014. Students' application of chemical concepts when solving chemistry problems in different contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, vol. 15, no. 4, pp. 516 – 529. DOI: 10.1039/C4RP00051J.

- DE JONG, O. 2008. Context-based chemical education: how to improve it? *Chemical Education International*, vol. 8, no. 1, pp. 1 – 7. Corpus ID: 54071024.
- DUERDEN, M.D., et al., 2012. Measuring Life Skills: Standardizing the Assessment of Youth Development Indicators. *Journal of Youth Development*, vol. 7, no. 1, pp. 99 – 117. DOI: 10.5195/JYD.2012.155.
- ENNIS, R.H., 1993. Critical thinking assessment. *Theory Into Practice*, vol. 32, no. 3, pp. 179 – 186. DOI:10.1080/00405849309543594.
- ENNIS, R.H., 2018. Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision. *Topoi*, vol. 37, no. 4, pp. 165 – 184. DOI:10.1007/S11245-016-9401-4.
- FACIONE, P., 1990. *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report)*. Millbrae, CA: California Academic Press. Corpus ID: 113754750.
- FACIONE, P. A., 2011. Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight assessment*, vol. 1, no. 1, pp. 1 – 23.
- FACIONE, P. A., & FACIONE, N. C. , 2013. Critical thinking for life: Valuing, measuring, and training critical thinking in all its forms. *Inquiry: Critical thinking across the disciplines*, vol. 28, no. 1, pp. 5 – 25. DOI:10.5840/inquiryct20132812.
- FITA, M.N., JATMIKO, B., & SUDIBYO, E., 2021. The Effectiveness of Problem Based Learning (PBL) Based Socioscientific Issue (SSI) to Improve Critical Thinking Skills. *Studies in Learning and Teaching*, vol. 2, no. 3, pp. 1 – 9. DOI:10.46627/silet.v2i3.71.
- GÜRSES, A., et al., 2007. An investigation into the effectiveness of problem-based learning in a physical chemistry laboratory course. *Research in Science & Technological Education* [online], vol. 25, no. 1, pp. 113 – 99. [viewed 16 November 2024]. Available from: <https://doi.org/10.1080/02635140601053641>.
- HALPERN, D., 1999. Teaching for critical thinking: Helping college students develop the skills and dispositions of a critical thinker. *New Directions for Teaching and Learning* [online], vol. 80, pp. 69 – 74 [viewed 12 November 2024]. Available from: <https://doi.org/10.1002/tl.8005>.
- HALPERN, D.F., & DUNN, D.S., 2021. Critical Thinking: A Model of Intelligence for Solving Real-World Problems. *Journal of Intelligence*, vol. 9, no. 2, p. 22. DOI:10.3390/jintelligence9020022
- HITCHCOCK, D., 2024. Critical Thinking. In: E. N. Zalta & U. Nodelman (eds.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* [online]. Stanford University. [viewed 18 November 2024]. Available from: <https://plato.stanford.edu/entries/critical-thinking/#Bib>.

- KU, K. Y., 2009. Assessing Students' Critical Thinking Performance: Urging for Measurements Using Multi-Response Format. *Thinking Skills and Creativity*, vol. 4, no. 1, pp. 70 – 76. DOI: 10.1016/j.tsc.2009.02.001.
- KUHN, D., 1999. A developmental model of critical thinking. *Educational Researcher*, vol. 28, no. 2, pp. 16 – 46. DOI: 10.2307/1177186.
- LI, S., et al., 2024. Metacognition predicts critical thinking ability beyond working memory: Evidence from middle school and university students. *Thinking Skills and Creativity* [online], vol. 53, 101572 [viewed 15 November 2024]. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101572>.
- LÓPEZ-FERNÁNDEZ, M. D., GONZÁLEZ-GARCÍA, F., & FRANCO-MARISCAL, A., 2022. How Can Socio-scientific Issues Help Develop Critical Thinking in Chemistry Education? A Reflection on the Problem of Plastics. *Journal of Chemical Education* [online], vol. 99, no. 10, pp. 3435 – 3442. [viewed 11 November 2024]. Available from: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00223>.
- MARKS, R., & EILKS, I., 2010. Research-based development of a lesson plan on shower gels and musk fragrances following a socio-critical and problem-oriented approach to chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, vol. 11, no. 2, pp. 129 – 141. DOI: 10.1039/C005357K.
- MOLINATTI, G., GIRAULT, Y., & HAMMOND, C., 2010. High School Students Debate the Use of Embryonic Stem Cells: The influence of context on decision-making. *International Journal of Science Education* [online], vol. 32, no. 16, pp. 2235 – 2251. [viewed 19 November 2024]. Available from: <https://doi.org/10.1080/09500691003622612>.
- OECD 2023. PISA 2025. Science framework draft. [online]. [viewed 23 November 2024]. Available from: https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/bgr_bul/.
- PAUL, R., & ELDER, L. 2020. *The miniature guide to critical thinking concepts and tools*. (8th ed.). Lanham: Rowman & Littlefield. ISBN 9781538134948
- PILOT, A., & BULTE, A. M. W., 2006. The Use of “Contexts” as a Challenge for the Chemistry Curriculum: Its successes and the need for further development and understanding. *International Journal of Science Education*, vol. 28, no. 9, pp. 1087 – 1112. DOI: 10.1080/09500690600730737.
- RAHAYU, S., 2019. Socio-scientific Issues (SSI) in Chemistry Education: Enhancing Both Students' Chemical Literacy & Transferable Skills. *Journal of Physics: Conference Series* [online], vol. 1227. [viewed 3 November 2024]. Available from: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2F1227/2F1%2F012008>.

- REYNDERS, G., et al., 2020. Rubrics to assess critical thinking and information processing in undergraduate STEM courses. *International Journal of STEM Education*, vol. 7, no. 9, pp. 1 – 15. DOI:10.1186/s40594-020-00208-5.
- SNYDER, L. G., & SNYDER, M. J., 2008. Teaching critical thinking and problem solving skills. *The Journal of Research in Business Education*, vol. 50, no. 2, pp. 90 – 99. Corpus ID: 51173686.
- STERNBERG, R. J., 1986. *Critical Thinking: Its Nature, Measurement, and Improvement*. Washington, DC: National Inst. of Education. ED 1.310/2:272882.
- STOBAUGH, R., 2013. *Assessing Critical Thinking in Middle and High Schools: Meeting the Common Core*. New York: Routledge. ISBN 9781315853451.
- UTAMI, B., et al., 2017. Critical thinking skills profile of high school students in learning chemistry. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, vol. 1, no. 2, pp. 124 – 130. ISSN 2549-4627.
- YU, L.L., & ZIN, Z.M., 2023. The critical thinking-oriented adaptations of problem-based learning models: a systematic review. *Frontiers in Education* [online], vol. 8. [viewed 13 November 2024]. Available from: <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1139987>.
- ZLATKIN-TROITSCHANSKAIA, O., et al., 2019. On the complementarity of holistic and analytic approaches to performance assessment scoring. *British Journal of Educational Psychology* [online], vol. 89, no. 3, pp. 468 – 484 [viewed 10 November 2022]. Available from: <https://doi.org/10.1111/bjep.12286>.
- ZAIFARO, Z., MUHARI, M., & JATMIKO, B., 2018. The Effectiveness of Science Learning using Contextual Teaching and Learning to Improve Elementary School Students' Critical Thinking Skills. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, vol. 173, pp. 390 – 393. Atlantis Press. DOI: 10.2991/icei-17.2018.104.

USING CONTEXT- BASED TASKS ON THE TOPIC OF “NATURAL SOURCES OF HYDROCARBONS” TO PROMOTE STUDENTS' CRITICAL THINKING

Abstract. Critical thinking is essential in the 21st century and is an educational goal in many countries. This paper aims to systematically design tasks in a real context, with a focus on critical thinking (according to Facione 2011) and to verify their effectiveness. The developed and validated tasks in context on the topic “Natural Sources of Hydrocarbons” were introduced into the Chemistry and Environmental Protection education of 129 ninth graders in a secondary school. To study the effect of their implementation, the students’ written answers were qualitatively analysed and scored for their level of performance. The levels of critical thinking skills were determined holistically according to Alcantara & Bacsa (2017). When solving the tasks, 27% of the students demonstrated *high level* skills, 57% – *above average*, 15% – *average*, and only 2% – *below average*. The results suggest that contextualised tasks can be an effective tool to promote students’ critical thinking. Students reported that although the tasks are not easy, they are necessary and useful for developing their thinking and worldview.

Keywords: Chemistry education; critical thinking; context-based tasks

✉ **Vessela Pavlova, PhD student**

ORCID iD: 0009-0002-8948-4453

Research Laboratory on Chemistry Education & History & Philosophy of Chemistry
Faculty of Chemistry & Pharmacy
Sofia University
Sofia, Bulgaria
E-mail: vpavlova@chem.uni-sofia.bg

✉ **Dr. Alexandria Gendjova, Assoc. Prof.**

ORCID iD: 0000-0003-3460-1421

Research Laboratory on Chemistry Education & History & Philosophy of Chemistry
Faculty of Chemistry & Pharmacy
Sofia University
Sofia, Bulgaria
E-mail: agendjova@chem.uni-sofia.bg