https://doi.org/10.53656/nat2026-2.01

ДОСТИГАНЕ ДО ЗВЕЗДИТЕ: STEM ДЕЙНОСТ ЗА УЧЕНЕ, ИЗГРАЖДАНЕ НА УВЕРЕНОСТ И ПОВИШАВАНЕ НА МОТИВАЦИЯТА У УЧЕНИЦИТЕ

Ирина Мишкова-Йотова
Бургаски свободен университет, България

Резюме. Статията[1] представя иновативна педагогическа практика, която съчетава поставянето на SMART цели с експериментална STEM дейност. В духа на идеите на проф. Димитър Баларев подходът акцентира върху интегрирането на личностното развитие в обучението по природни науки. Учениците формулират индивидуални цели и ги свързват символично с изстрелването на ракета, като процесът подпомага едновременно усвояването на научни знания и развитието на умения за саморефлексия, самоувереност и вътрешна мотивация. Теоретичната рамка стъпва върху теорията за целеполагане (Locke & Latham), теорията за самодетерминация (Ryan & Deci), както и върху принципите на конструктивизма и метакогнитивното учене. Методът протича в три фази: формулиране на цели, експеримент и рефлексия. Резултатите от анкетното проучване показват високо ниво на ученическо участие, повишен интерес към учебното съдържание и по-ясно осъзнаване на личните стремежи, като същевременно се открояват различия в индивидуалната мотивация. Практиката е адаптивна и интердисциплинарна и предлага модел за съчетаване на научно познание и личностно развитие. Формулирани са педагогически препоръки и насоки за бъдещи изследвания.

Ключови думи: STEM образование; SMART цели; активно учене; научен експеримент; химична реакция; реактивно движение

Увод

Съвременната образователна среда изисква от учителя не само да предава знания, но и да изгражда у учениците увереност, мотивация и умения за саморефлексия и самоусъвършенстване. В този контекст особено ценни са онези педагогически практики, които съчетават когнитивното и емоционалното развитие чрез активни, интердисциплинарни методи.

Интегрирането на STEM елементи (наука, технологии, инженерство и математика) в обучението по човекът и природата в VI клас предоставя

възможност за практическо приложение на научни знания в единство с развиване на умения като критическо мислене, решаване на проблеми и работа в екип. Природните науки често остават абстрактни за учениците, но чрез експериментални STEM дейности те се превръщат и в социално-емоционално знание. STEM подходът доказва своята приложимост както в начална, така и в прогимназиална и гимназиална степен благодарение на своята гъвкавост и възможност за адаптация към различни учебни програми и възрастови групи.

Когато тези дейности се комбинират с педагогическо целеполагане – особено чрез използването на SMART стратегията (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound), се създава учебна среда, която едновременно развива интелектуалните способности и личностната увереност на учениците.

Настоящата статия представя реализирана педагогическа дейност, в която поставянето на лични цели е свързано с провеждане на научен експеримент – изстрелване на ракета, задвижвана чрез проста химична реакция, чието движение следва принципите на физиката. Тази дейност не само подпомага усвояването на ключови природонаучни концепции, като газообразуване, реакция между киселина и основа, и третия закон на Нютон, но и служи като метафора за стремежа към личностно развитие и постижения. Създава се образователна среда, в която учениците визуализират своите цели, вписват ги върху ракета и наблюдават как „отлитат“ в пространството – едновременно като научен феномен и като лична амбиция.

Предложената STEM дейност е базирана на популярния експеримент с ефервесцентна таблетка[2] и техниката goal rocket.[3] В описаната педагогическа практика те са **обединени и преработени** чрез интегрирането на SMART стратегия за целеполагане и структурирана трифазна методика, приложена в VI клас.

Теоретични параметри в прилагането на STEM дейността „Достигане до звездите: ракета с лични цели“

Успешното обучение предполага не само предаване на съдържание, но и изграждане на вътрешна мотивация, способност за саморегулация и увереност в собствените възможности. Именно в този контекст поставянето на цели се утвърждава като ключова педагогическа стратегия с доказано положително въздействие върху когнитивното и емоционалното развитие на учениците.

Според теорията за целеполагане на Лок и Латам (Locke & Latham, 2002) ясно дефинираните и предизвикателни, но постижими цели повишават ангажираността, устойчивостта и изпълнителската ефективност. Целите, структурирани по модела SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound), предоставят на учениците рамка за планиране и самооценка, като същевременно изграждат чувство за посока и лична отговорност.

От когнитивна гледна точка, актът на записване на цели активира два основни механизма за запаметяване: външно съхранение и кодиране (Sweller, 1988; Eichenbaum, 2004). Външното съхранение – чрез написване и визуално излагане на целта – служи като стабилен референтен пункт, докато процесът на кодиране подпомага дългосрочното задържане на информация в паметта. Това допринася за засилване на метакогнитивната активност и развитието на изпълнителните функции при обучаемите (Eisenberg et al., 2009).

Поставянето на цели е тясно свързано и с теорията за самодетерминация на Райън и Деци (Ryan & Deci, 2000), според която вътрешната мотивация се активира при удовлетворяване на трите базови психологически нужди: автономност, компетентност и принадлежност. Когато учениците избират сами целите си и наблюдават напредъка към тяхното постигане, се изгражда чувство на лична ефективност (Bandura, 1997), което засилва мотивационните механизми и устойчивостта в процеса на учене.

Практическото измерение на поставените цели в рамките на STEM дейността допълнително подсилва ангажираността. Експериментът е базиран на химична реакция и осигурява реална среда, в която учениците наблюдават трансформация, предизвикана от собствените им действия. Така научният процес се превръща в символ на личностно развитие и напредък.

Метаанализи (Morisano et al., 2010) показват, че ученици, които формулират и записват своите цели, демонстрират значително по-високи нива на мотивация, саморефлексия и постижения. Според Морисано прилагането на подобни подходи още в началните и прогимназиалните етапи на образование създава благоприятна основа за изграждане на трайна учебна нагласа и увереност.

Методология

Представената STEM дейност „Достигане до звездите: ракета с лични цели“ съчетава елементи от STEM образованието и активни методи на учене чрез преживяване. Методологичният подход е структуриран така, че да осигури както научно познание, така и развитие на личностни и социални компетентности.

Предложената и описана дейност е с интердисциплинарен характер, като реалната STEM интеграция се осъществява чрез: наука (химична реакция, третият закон на Нютон), технологии (използване на капсули, материали, възможност за дигитално отчитане на резултатите чрез видео заснемане или хронометър), математика (измерване на височината на полета, време до изстрелване, изчисления на средни стойности), инженерство (избор на материали, дизайн и декорация на ракетата). Учениците могат да използват елементарни формули за скорост и време ($s = v \times t$), както и за пресмятане на средна стойност при няколко опита. Възможно е да се приложат и несложни

графики (зависимост между време до изстрелване и количество вода), които биха могли да подпомогнат статистическото мислене и визуализация на данните.

Целите на STEM дейността са:

– **образователни цели**: усвояване на природонаучни знания – химична реакция между киселина и основа, газообразуване, реактивно движение (трети закон на Нютон);

– **личностни цели**: развитие на умения за саморефлексия, планиране и мотивация чрез формулиране на SMART цели;

– **социални цели**: работа в екип, споделяне на лични цели и изграждане на подкрепяща учебна среда.

Дейността е предназначена за ученици от прогимназиален етап. В конкретния случай участници са ученици от VI клас на 6. ОУ „Свети Никола“ – Стара Загора, през учебната 2024/2025 година.

За провеждане на експеримента са необходими следните материали: контейнери от филмова лента (пластмасови капсули с капак, използвани като корпус на ракетата), ефервесцентни таблетки „Алка-Зелцер“ (Alka-Seltzer) или еквивалентен ефервесцентен агент, вода, хартия, маркери и декоративни материали (за формулиране и визуализиране на целите), защитни очила за безопасност (задължителни за всеки ученик по време на експеримента), подложка/повърхност за изстрелване (равна и стабилна повърхност), ръкавици.

В описаната по-долу STEM дейност се изисква да бъдат приложени и спазени следните мерки за безопасност: всички ученици да носят защитни очила по време на експеримента, учителят да проведе предварителен инструктаж и да извършва постоянно наблюдение по време на дейността, експериментът да се проведе само в контролирана среда – на открито или в подходящо проветрено помещение (кабинет, учебна лаборатория), контейнерите да се изстрелват в безопасна посока (далеч от лица и очи), всички работни повърхности и материали да се почистят и при необходимост да се съхранят след края на експеримента.

Дейността е структурирана в три фази.

Първа фаза: поставяне на цели (15 минути) – учениците участват в насочена дискусия, по време на която дефинират своите образователни или личностни цели, запознават се с принципите на SMART стратегията, записват или илюстрират своята цел върху хартия, залепват хартията в основата на пластмасовата ракета, придавайки ѝ символична стойност, декорират ракетата. Учителят задава насочващи въпроси за саморефлексия: „В какво си добър?“, „Какво искаш да подобриш?“, „Какво те кара да се чувстваш уверен?“ и др. Връзката между личните цели и експеримента е символична и метафорична – учениците наблюдават как ракетата „отлита“ нагоре заедно

с техните цели. Това създава емоционална връзка между учебната дейност и личното им развитие.

Втора фаза: експеримент за изстрелване на ракета (15 минути) – учениците подготвят ракетата. В контейнера се налива вода, а ефервесцентната таблетка „Алка-Зелцер“ (Alka-Seltzer) се поставя от вътрешната страна на капачката. След като капачката се затвори плътно, ракетата се обръща с отвора надолу и се поставя върху стабилна повърхност. След броени секунди химичната реакция води до натрупване на въглероден диоксид (CO_2), което предизвиква създаването на високо налягане и „изстрелване“ на ракетата.

Последователността на експерименталната дейност е представена в таблица 1, като включва визуални изображения и кратки инструкции към всяка стъпка от експеримента.

Таблица 1. Последователност на изпълнение на експеримента „Ракета с лични цели“

Етап №	**Действие (какво правят учениците)**	**Научна обоснованост (какъв процес се демонстрира)**	**Образователна стойност (какво знание или умение се придобива)**
1.	Напълнете контейнера до половината с вода.	Водата служи като среда за химичната реакция с ефервесцентната таблетка. Количеството е важно, за да се осигури оптимално образуване на газ.	Учениците осъзнават значението на контрола върху условията на експеримента и връзката между количеството вещества и протичането на реакция.
2.	Поставете таблетката в капачето на контейнера.	Таблетката съдържа натриев бикарбонат и лимонена киселина. При контакт с водата протича реакция с отделяне на въглероден диоксид (CO_2).	Учениците наблюдават конкретен пример за химична реакция с отделяне на газ и разбират процеса на ефервесценция.
3.	Затворете плътно контейнера и го обърнете с отвора надолу върху равна повърхност	Налягането на натрупания CO_2 се увеличава, докато надвиши силата на капачето. Капсулата се изстрелва нагоре поради третия закон на Нютон – действие и противодействие.	Учениците виждат демонстрация на връзката между химия (реакция и газообразуване) и физика (реактивно движение, закон на Нютон).

4.	Наблюдавайте изстрелването и дискутирайте.	Реактивното движение е резултат от създаденото налягане и посоката на освободената сила.	Учениците формират умения за наблюдение, анализ и извеждане на изводи от експериментални резултати. Допълнително упражняват математически умения чрез отчитане на време, измерване на приблизителната височина на полета и изчисляване на средни стойности от няколко опита.
5.	Свържете символиката на полета с личната цел, записана на ракетата.	Полетът на ракетата се интерпретира като метафора за стремеж и постигане на цел.	Учениците изграждат лична връзка между научния процес и собственото си развитие (интеграция на STEM и личностно ориентирано образование).

Експериментът използва реакцията между активните съставки на таблетката – натриев бикарбонат (сода) и лимонена киселина, като класически пример за газообразуване. Освобождава се въглероден диоксид (CO_2), който създава налягане вътре в затворения контейнер. Когато налягането надвиши устойчивостта на капачката, се получава реактивно движение, като по този начин се демонстрира третият закон на Нютон за действие и противодействие на силите.

Трета фаза: рефлексия и споделяне (10 минути) – след приключване на експеримента учениците споделят усещанията си по време и след изстрелването на ракетата, обсъждат символиката на полета на ракетата като „старт“ на собствените си цели, формулират идеи как могат да проследяват напредъка си и да постигнат целта си през учебната година.

Резултати и дискусия

След реализацията на STEM дейността се проведе анкетно проучване сред 24 ученици от VI клас. Анкетната карта бе напълно анонимна, отпечатана и попълнена на хартиен носител. Съдържа 6 въпроса със затворен отговор и 2 въпроса с отворен. Целта е да се оцени възприемането на дейността от гледна точка на интерес, научни концепции, мотивация и приложимост на поставените цели. За оценка на отговорите е приложена скала от 1 до 5, като с 1 е означено „напълно несъгласен“, а с 5 – „напълно съгласен“. Обобщените количествени резултати са представени в таблица 2.

Таблица 2. Резултати от анкетното проучване за въпроси 1 – 6 със затворен отговор

Въпрос от анкетната карта	**Средна стойност**	**Стандартно отклонение**	**Процентно отношение на оценки 4 и 5**	**Връзка с етапите и образователната стойност**
1. Дейността беше ангажираща и интересна.	4,6	0,5	92%	Потвърждава висок интерес, особено в етапи 2 – 4 при наблюдение на динамични промени (реакция и изстрелване).
2. Научих нови научни принципи.	4,2	0,7	83%	Свързва се с етапи 1 – 3: разбиране на химична реакция (CO_2), налягане и закон на Нютон. Данните показват добро, но не максимално усвояване.
3. Поставянето на лична цел ми помогна.	4,0	0,9	75%	Отнася се конкретно до етап 5 (символика на полета). Резултатите сочат положителен ефект, но по-нисък от чисто научните аспекти.
4. Експериментът беше лесен за разбиране.	4,5	0,6	88%	Потвърждава, че връзката между действия и научно обяснение (етапи 1 – 4) е възприета ясно.
5. Чувствам се по-мотивиран/а.	3,8	1,0	67%	Най-нисък резултат. Възможно е мотивационният аспект (етап 5) да е по-субективен и да зависи от личностния компонент.
6. Бих участвал/а отново в подобна дейност.	4,7	0,4	96%	Показва, че комбинацията от експеримент и лична ангажираност е устойчива стратегия.

Данните показват, че учениците възприемат дейността като ангажираща и интересна (средна стойност 4,6; 92% положителни отговори). Това кореспондира най-вече с етапи 2 – 4 от експеримента (наблюдение на реакцията, изстрелването и обсъждането), където динамиката на процесите е най-видима.

Въпрос 2 (4,2 средна стойност; 83%) отразява усвояването на нови научни принципи, като резултатите са по-високи от средното, но не максимални. Това съответства на комплексността на включените научни връзки (химия и физика) и показва, че при част от учениците остава потенциал за по-задълбочено разбиране. Част от учениците съобщават, че изчисленията на

време и височина допълнително са задълбочили разбирането им за връзката между теория и практика. Това показва, че интеграцията на математически елементи (прости изчисления, графики) и технологични инструменти (видеонаблюдение, хронометри) обогатява STEM дейността и развива умения за количествен анализ и интерпретация на данни.

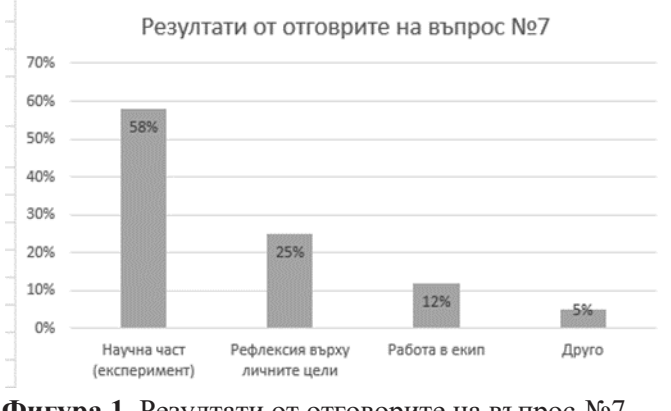
Данните за въпрос 4 (4,5 средна стойност; 88%) показват, че експериментът е възприет като лесен за разбиране, което потвърждава добрата съгласуваност между действията и научното обяснение в етапи 1 – 4.

По-умерени са резултатите при въпроси 3 и 5, свързани с личностната ангажираност (етап 5 – символика на полета). Средните стойности 4,0 и 3,8, както и по-високите стандартни отклонения (0,9 и 1,0) показват по-големи индивидуални различия. Това означава, че поставянето на лична цел и връзката с мотивацията се възприемат различно в зависимост от личностния компонент на учениците.

Отговорите на въпрос 6 (4,7 средна стойност; 96%) демонстрират най-висока оценка и потвърждават, че общата структура на дейността е успешна и стимулира желание за повторение.

Резултатите от проведената анкета показа, че 75% от учениците смятат, че поставянето на лична цел им е било полезно, а 67% се чувстват по-мотивирани след занятието. Чрез тези данни би могло да се потърси потенциална връзка между целеполагането и вътрешната мотивация, която обаче изисква бъдещо проследяване с по-задълбочени диагностични методи (интервюта, дългосрочно наблюдение).

Резултатите от отговорите на въпрос №7 (отворени отговори) „Най-полезен аспект от дейността“ са представени на фигура 1.



Фигура 1. Резултати от отговорите на въпрос №7, представени в проценти (%)

Отговорите от анкетната карта потвърждават положителния ефект от STEM дейността върху ученическата ангажираност, интереса към природните науки и възприемането на концепции чрез преживяване. Високата оценка на научната част от експеримента показва, че същият е възприет като полезно учебно преживяване.

Провеждането на „Достигане до звездите: ракета с лични цели“ показва ясно изразен положителен ефект върху учениците както в когнитивен, така и в емоционален аспект. Наблюденията по време и след дейността сочат повишен интерес и мотивация, засилено чувство на ангажираност и нарастваща увереност у участниците. Символичното „изстрелване“ на лична цел чрез химически експеримент създава силна емоционална асоциация между личния стремеж и научния процес – ефект, който трудно се постига чрез традиционните форми на преподаване.

Чрез проведеното STEM обучение абстрактните научни понятия се превръщат в конкретно преживяване, което улеснява разбирането и задържането на знанията. Формулирането на собствена цел, последвано от нейното „визуално излитане“, предизвиква вълнение и въодушевление. Учениците често спонтанно споделят целите си, което създава атмосфера на взаимна подкрепа и съпричастност.

Природонаучното съдържание е интегрирано по начин, който улеснява неговото възприемане и прилагане. Киселинно-алкалната реакция между натриев бикарбонат и лимонена киселина, които са активни съставки на таблетката, води до образуване на въглероден диоксид (CO_2) – газ, който създава налягане в затворен съд. Това дава възможност за конкретна демонстрация на основни химични процеси и физични закони, като третия закон на Нютон („на всяко действие има равно по големина и противоположно по посока противодействие“). Участието в подобен експеримент изгражда научна грамотност чрез преживяване, наблюдение и практическо приложение.

Подобен подход е в пълно съответствие с принципите на конструктивисткото учене – знанието не се „предава“, а се изгражда чрез действие и рефлексия. Вместо да запаметяват дефиниции, учениците преживяват процеса и извеждат заключения чрез анализ и дискусия. Така науката се свързва не само със съдържание, но и с личностно значими преживявания.

Формулирането на цели по приложения SMART модел насърчава учениците да мислят конкретно, реалистично и структурирано. Включването на рефлексивна фаза след експеримента подпомага осмислянето на преживяното и улеснява вътрешната мотивация за последващо действие. Учениците не само наблюдават полета на ракетата си, но и правят ментална връзка между научния процес и техния личен напредък.

Прилагането на STEM дейността в педагогическата практика демонстрира висока гъвкавост и интердисциплинарност. Тя може да бъде интегрирана в

часовете по човекът и природата, химия и опазване на околната среда, физика и астрономия, в модули за личностно развитие, както и в дейности по проекти и клубни занимания. Чрез нея се реализира синергия между научно съдържание, меки умения и емоционална ангажираност.

Чрез интегрирането на личностно ориентирано образование в изучаването на природни науки, „Достигане до звездите: ракета с лични цели“ предлага мотивираща, достъпна и научно обоснована алтернатива на традиционните учебни подходи. Тя съчетава в себе си потенциала на STEM обучението с възпитателна и социална стойност, създавайки емоционално значима и дълготрайна учебна ситуация.

Изводи и обобщения

На базата на анализа на анкетните данни могат да бъдат формулирани няколко основни извода, които обобщават ефективността на дейността.

1. Дейността успешно постига основната си цел – да съчетае наблюдаван химичен процес с физичен закон, като по този начин поддържа висок интерес и улеснява разбирането.

2. Усвояването на нови научни принципи е на добро ниво, но са необходими допълнителни разяснения за по-задълбочено интегриране на знанията от различни научни области.

3. Личностният компонент (етап 5) оказва положително, но неравномерно въздействие върху учениците, което изисква по-целенасочен педагогически подход за стимулиране на вътрешната мотивация.

4. Високата готовност за повторно участие показва, че подобни дейности имат устойчив потенциал в контекста на STEM образованието, особено когато се комбинират експериментални и личностно ориентирани елементи.

Препоръчително е педагогическите специалисти да включват подобни практики в началото на учебната година или в ключови преходни моменти, за да подпомогнат формирането на положителна учебна нагласа.

Бъдещи изследвания биха могли да се фокусират върху измерването на дългосрочния ефект от тази дейност чрез количествени и качествени методи (анкетни проучвания, интервюта или наблюдения), да се тества дейността в различни възрастови групи, да се сравни ефектът с класически STEM експерименти без целеполагане.

„Достигане до звездите: ракета с лични цели“ е повече от експеримент – това е метафора за стремеж, движение напред и вяра в собствените възможности. Именно това прави дейността не просто полезна, а вдъхновяваща.

Представената STEM практика не само вдъхновява учениците да изучават природните науки, но и почита традициите на българските педагози като проф. Димитър Баларев, чийто принос в областта на образованието остава актуален и днес.

БЕЛЕЖКИ

1. Ръкописът е одобрен за участие във Втория конкурс за научна статия „Природни науки и иновации в образованието“.
2. https://www.youtube.com/watch?v=wHUQ3r4rNas
3. https://www.pinterest.com/pin/844493672915048/

REFERENCES

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The Exercise of Control*. Freeman.

Eichenbaum, H. (2004). Hippocampus: Cognitive Processes and Neural Representations That Underlie Declarative Memory. *Neuron, 44*(1), 109 – 120. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.08.028.

Eisenberg, N., Spinrad, T. L., & Eggum, N. D. (2009). Emotion-related Self-regulation and Its Relation to Children's Maladjustment. *Annual Review of Clinical Psychology, 6*(1), 495 – 525. https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.121208.131208.

Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a Practically Useful Theory of Goal Setting and Task Motivation: A 35-year Odyssey. *American Psychologist, 57*(9), 705 – 717. https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.9.705.

Morisano, D., Hirsh, J. B., Peterson, J. B., Pihl, R. O., & Shore, B. M. (2010). Setting, Elaborating, and Reflecting on Personal Goals Improves Academic Performance. *Journal of Applied Psychology, 95*(2), 255 – 264. https://doi.org/10.1037/a0018478.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-being. *American Psychologist, 55*(1), 68 – 78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68.

Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science, 12*(2), 257 – 285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4.

REACHING FOR THE STARS: A STEM ACTIVITY FOR LEARNING, BUILDING CONFIDENCE, AND BOOSTING STUDENT MOTIVATION

Abstract. The article presents an innovative pedagogical practice that combines the setting of SMART goals with experimental STEM activities. In the spirit of Professor Dimitar Balarev's ideas, the approach emphasizes the integration of personal development into science education. Students formulate individual goals and symbolically link them to the launch of a rocket, with the process simultaneously supporting the acquisition of scientific knowledge and the development of skills for self-reflection, self-confidence, and intrinsic motivation. The theoretical framework is based on goal-setting theory (Locke & Latham), self-determination theory (Ryan & Deci), as well as principles of constructivism and metacognitive learning. The method is implemented in three phases: goal formulation, experimentation, and reflection. Survey results indicate a high level of student engagement, increased interest in the subject matter, and clearer awareness of personal aspirations, while also highlighting differences in individual motivation. The practice is adaptive and interdisciplinary, offering a model for integrating scientific knowledge with personal development. Pedagogical recommendations and directions for future research are proposed.

Keywords: STEM education; SMART goals; active learning; scientific experiment; chemical reaction; reactive motion

✉ **Irina Mishkova-Yotova, PhD Student**
ORCID iD: 0009-0008-8458-2197
Burgas Free University
Burgas, Bulgaria
E-mail: i.mishkova@trakia-uni.bg