

STEM В КЛАСНАТА СТАЯ

**(Ролята на технологиите и играта
като част от образователния процес)**

Ива Григорова

СУ „Васил Левски“ – Елин Пелин

Резюме. STEM е акроним в образованието, който означава наука, технология, инженерство и математика, но STEM обучението се простира отвъд тези технически области и е неразделна част от ежедневието ни.

През последните години значението на STEM обучението в класната стая за подготовката на съвременните ученици за тяхната реализация в бъдеще е голямо, но то ще нараства все повече и е важно да бъде въведено още в ранна училищна възраст. Целта на тази статия е да покаже как технологиите и игровизацията успешно се вписват в учебния процес на учениците от начален етап на образованието, за да развият умения, от които ще се нуждаят в бъдеще и в живота си извън класната стая. В резултат на технологичния прогрес и разширяването на границите на изкуствения интелект технологични ресурси, каквито са програмируемите играчки, стават все по-умни и все по-достъпни за потребителите, което ги прави мощен инструмент в ръцете на съвременния учител. С тяхна помощ в съчетание с игровия подход при преподаването на теми от областта на STEM науките децата в тази възраст много бързо, подсъзнателно и без особени усилия развиват своята креативност, логическо и алгоритмично мислене. Възможностите, които това съчетание ни дава, са неограничени и позволяват на учениците по забавен и разбираем начин да се докоснат до нови и нови дълбини на света, който ги заобикаля, стимулира любопитството и интереса им в областта на STEM науките и ги прави по-подготвени за неизвестностите на бъдещето. Това е ефективен начин да вдъхновим децата да правят иновации в зряла възраст.

Ключови думи: креативно мислене; алгоритмично мислене; програмируеми играчки; обучение в детска възраст; роботика; компютърно мислене; образователни иновации; развитие на умения; активно обучение

През XXI век научните и технологичните иновации стават все по-важни, особено когато се сблъскваме с ползите и предизвикателствата както на глобализацията, така и на икономиката, основана на самообучението. За да успеят в това ново общество –

високотехнологично и базирано на информация, учениците трябва да развият своите способности в STEM до нива, много по-големи от онова, което се е смятало за приемливо в миналото.

Национална научна фондация

1. Въведение

Дигитализацията е неизменен спътник в повечето от ежедневните дейности на съвременния човек. Една от ролите на училището е да помогне на всяко дете да се подготви за работа и живот в бъдеще. Бъдеще, в което то ще може да функционира и да се развива в едно дигитално общество в симбиоза с природата, да има своята активна и творческа роля в използването на технологиите, да е подготвено и за новите професии, които към момента не съществуват и няма обучени кадри за тях.

Целта на статията е да се идентифицират ползите от ранното развитие на уменията на XXI век, като логическо и алгоритмично мислене, креативно и критично мислене, сътрудничество и комуникация, грамотност относно информацията и нейните носители, техническа и дигитална грамотност, както и на умения, насочени към нематериалния аспект на човешкия живот. Да се покаже как на практика модернизацията на учебния процес чрез включването в него на STEM обучението, на интерактивни програмируеми играчки и игровизацията прави ученето забавно, интригуващо и неосъзнато за учениците, но въпреки това води до трайни знания.

2. STEM в класната стая на най-малките

2.1. Защо STEM?

STEM обучението дава възможност за изграждане на цялостна картина за света, в който живеем. Основни принципи, които са залегнали при този модел на обучение, са активното участие на децата и стремежът към практическо приложение и преживяване на наученото. Чрез проучване, изследване и игра те се учат сами да правят изводи, да си обясняват и съставят собствена гледна точка за света и Вселената, за видимото и невидимото.

STEM позволява на учениците да преминат отвъд придобиването на просто някакви теоретични знания и да могат практически да прилагат наученото. По този начин те придобиват широк спектър от умения, които ще ги доизградят като адаптивни и конкурентоспособни личности, любопитни и готови за предизвикателствата на бъдещето.

Съсредоточена около обучението, базирано на проекти, ефективната STEM класна стая насърчава положителна култура, която позволява на учениците да решават проблеми, да си сътрудничат, да създават, да тестват идеи и да творят с ръцете си. Целта на STEM класната стая е да вдъхнови учени-

ците да мислят, да правят иновации, да създават прототипи и да изследват, работейки в екипи.

Ключовото при STEM е, че всички обучителни дейности се базират на намирането на решение на проблеми от реалния свят. Затова се акцентира върху ученето, основано на проекти и личностни преживявания. STEM е забавно, защото децата могат да учат чрез забавни и ангажиращи дейности, докато играят, без дори да си дават сметка за това. Те са любопитни и решават проблеми по природа и това е ценна възможност, от която може да се възползва всеки учител в начален етап и да направи STEM уроците ежедневие и време за приключения.

2.2. Игровизация (геймификация) на учебния процес

Геймификацията в образованието е свързана с увеличаване ангажираността и ученето на учениците чрез включване на подобни на игра елементи в обучението. Играта, като интерактивен метод на обучение, способства за преодоляване на стереотипите в образованието и съдейства за развитието на различни умения и способности у учениците. Тя помага за промяна на възприятията и нагласите и има мотивиращ ефект сред по-голяма част от децата. Поражда чувство на благополучие, което има пряко въздействие върху запазването на знанията.

Учебният процес е организиран по такъв начин, че на практика всички обучавани се оказват увлечени в него, т.е. те имат възможност да разберат, обмислят и изразят това, което знаят, както и да бъдат активни участници. Това е свързано с възможността за пряка обратна връзка, което позволява на ученика да знае нивото на напредъка си по отношение на предмета, което, от своя страна, го кара да коригира грешки и да бъде по-наясно със собственото си обучение.

Предимствата, които дава добре структурираната игра в класната стая, са даване на чувство за свобода на учениците върху тяхното обучение, свобода да се провалиш и да опиташ отново без негативни последици, възможности за увеличаване на забавлението и радостта в класната стая, както и за диференцирано обучение. Игровизацията прави ученето видимо и осигурява управляем набор от подзадачи и задачи, които да вдъхновяват учениците да открият присъщи за самите тях мотиватори за учене. Тя има и своето социално-емоционално приложение чрез създаването на положителен опит около ученето. Игрите трябва да отговарят на нуждите на урока, но и на учениците, защото имат голям потенциал да провокират и работят върху развитието на емоции като любопитство, оптимизъм, гордост и сигурност. Ефективните игри обикновено включват серия от цели или прогресии, ясни правила, елементи на история, висока интерактивност и непрекъсната обратна връзка, а може дори и някакъв вид награда. Те могат също така да включват социални елементи

на работа в екип и комуникация. Игрите могат да подобрят фокуса и мотивацията и да осигурят свободата на учениците да опитват, да се провалят и да изследват отново.

Геймификацията, като част от учебния процес, превръща страха в забавление, „трябва да направиш“ – в „искам да направя“, вдъхновява и активира желанието за повече дейности, предизвиква учениците и им дава причина за учене.

Изследователи в областта на образованието са провели многобройни експерименти, за да изследват връзката между практическата игра в ранния живот и академичните способности по-късно. Много от тях посочват ползите от играта за стимулирането на части от мозъка, които насърчават развитието на ключови умения.

Според Карол Двек – педагог и психолог, един от ключовете за създаване на успешни резултати от обучението е да се помогне за култивирането на мислене за растеж – вярата, че интелигентността и способностите могат да бъдат развити. За разлика от фиксираното мислене, което насърчава идеята, че нечий способности са статични, учениците, които имат мислене за растеж, развиват желание непрекъснато да учат и да се подобряват. Тъй като игрите насърчават играчите да се състезават както един срещу друг, така и срещу самите себе си, стимулът за подобряване винаги присъства. В този контекст учениците, които обикновено не се интересуват от STEM предмети, могат да развият привързаност към игрите в класната стая и интерес към науката.

2.3. Внедряване на образователни технологии

Програмируемите роботи са чудесно допълнение към класната стая на съвременното училище. Те са чудесен начин да се запознаят учениците с науката, технологиите, инженерството и математиката (или т.нар. STEM) и могат да бъдат забавно образователно преживяване за почти всеки, независимо от възрастта. Подборът им обаче зависи от възможностите, които роботите имат по отношение на увеличаване сложността на дейностите, които могат да се извършват с тях.

Високотехнологичният и динамично развиващ се свят, в който живеят съвременните деца, е предпоставка и възможност още в ранна училищна възраст да се дадат „кодиращи играчки“ в ръцете на децата. За тях те са предмет, с чиято помощ по-лесно и по-забавно опознават света, който ги заобикаля. Помагайки им да оживеят, за да се превърнат в техен партньор при усвояването на нови знания и умения, в повечето случаи учениците неосъзнато започват да програмират. Преживяванията им с тези устройства ги правят по-ангажирани, по-богати на източници на информация и по-подготвени за технологичните предизвикателства на бъдещето. Децата се учат най-добре, когато не са наясно, че учат. Затова използването на програмируемите роботи

в учебния процес помага предаването на знания на децата за сложни технологии да става чрез опит и експерименти. Благодарение на това те развиват умения за логическо и алгоритмично мислене, както и уменията на XXI век, което е ключът към успеха в живота им като възрастни.

Голямото разнообразие от програмируеми устройства предполага и различни начини за управлението им. Някои от тях се управляват ръчно (осезаемо програмиране), други – програмно (графично програмиране), а трети могат да бъдат управлявани и по двата начина в зависимост от възможностите и познанията на учениците, както и целите на обучението.

В зависимост от функционалностите, които притежават, и принципите им на работа, програмируемите устройства могат условно да бъдат разпределени в няколко основни групи – програмируеми роботи за под, програмируеми комплекти за конструиране и програмируеми платки. Всяка от тези групи има своето място в образователния процес в начален етап. Правилно подбрани, те са мощен инструмент за въвеждане и надграждане на знания и умения у малките ученици.

Програмируеми роботи за под. Най-подходящи за използване в съвсем ранна училищна възраст са подовите роботи (Floor robots). Те изпълняват команди за движение в квадратна мрежа. Чрез задаване на разнообразни мисии учениците се учат да кодират в игрова среда, като по този начин освен алгоритмичното си мислене развиват и пространствената си ориентация.



Фигура 1. Програмируема играчка – Blue Bot

Пчелата Blue Bot (фигура 1) е един от най-често използваните роботи в тази категория и може би най-правилният избор за първото такова устройство, с което да се запознаят и работят най-малките ученици още в първи клас. Роботът дава възможност както за осезаемо, така и за графично програмиране. Той разполага с бутони, които се намират върху горната му част, както и с bluetooth, чрез който може да се свързва с дигитални устройства, като компютър, лаптоп, таблет или смартфон, на които съответно има инсталирано приложение, представляващо визуална среда за програмиране със същото име (фигура 2).



Фигура 2. Blue Bot – визуална среда за програмиране на едноименната програмируема играчка

Възможността за осезаемо програмиране, която предлага роботът, и използването му като физически обект превръщат програмирането в дейност, която е привлекателна и разбираема за малките ученици, като същевременно я правят по-директна и по-малко абстрактна.

Като помощни ресурси и за да се подсили ефектът на осезаемото програмиране, могат да се изработят разнообразни решетки (постелки, килими), адаптирани към възрастта на децата. Те са перфектната основа за провокиране на креативност и компютърно мислене у учениците за проектиране на различни игри и предизвикателства в игрив и мотивиращ контекст, където, след като бъде програмиран Blue Bot, той пътува от клетка до клетка, пресъздава в реална среда техните идеи и разказва техните дигитални истории. Физическата природа на този тип програмиране позволява много по-лесно да се откриват грешки в кода, и опростява процесите на тяхното отстраняване.

Това, че дава възможност и за двата типа програмиране, прави Blue Bot работата толкова предпочитан, защото, след като учениците са развили своите основни дигитални умения и вече е налице необходимост от увеличаване на

сложността и надграждане на техните знания и умение, много по-плавно, без да се налага драстична промяна на работната среда, може да се премине от осезаемото към графичното програмиране.



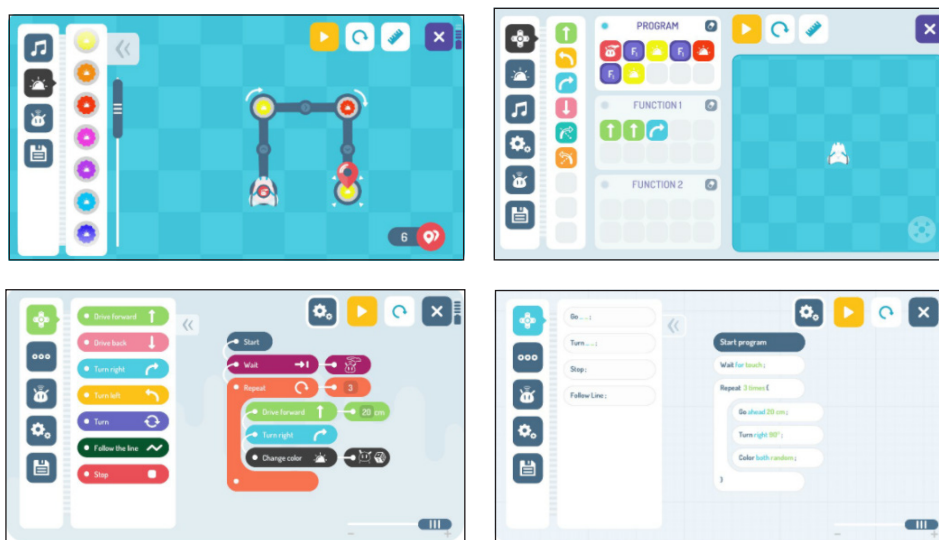
Фигура 3. Програмируема играчка – Botley

Подобен на Blue Bot и Bee Bot устройствата, Botley (фигура 3) е друг чудесен избор на програмируем робот за въведение в логиката на кодирането и програмирането. Предимството на Botley е, че работата с него като сложност е регулируема – от въвеждане на основни команди с две или три стъпки до изпълняване на инструкции с дължина от над 100 стъпки. Освен това той има бутон, който позволява на децата да кодират цикли, така че набор от инструкции да се повтаря повече от веднъж – друга важна концепция, която начинаещите програмисти трябва да научат. Botley също така включва режим за откриване на обекти, който позволява на децата да изпълняват инструкции за типа If/Then. При активиране на този режим на работа децата могат да програмират играчката да следва различен набор от стъпки, ако открие обект на пътя си.

Докато Blue Bot и Botley са предназначени за по-малките ученици, има и подови роботи, които са идеални при работа в по-горните класове. Input-Output-Bot (накратко InO-Bot, фигура 4) е специално проектиран да се използва с популярния език за програмиране Scratch. Децата могат да проектират и създават забавни и предизвикателни дейности, докато развиват своите умения за програмиране и отстраняване на грешки. С широк набор от входове и изходи за програмиране е възможно да се предизвикат децата да създават сложни и интелигентни програми. Веднъж написани, те могат да видят как

Управлението на робота става единствено чрез графично програмиране. Но огромно негово предимство е, че може действията му да бъдат наблюдавани във физическа среда. Това, че учениците имат в ръцете си физически обект и могат да го наблюдават как реагира на графичния код, който са създали, помага за по-лесното разработване на умствена картина (абстракция). Благодарение на различните сетивни възприятия и възможността да се свържат с преживявания, водят до още по-ефективни начини на обучение.

Приложението, с което се управлява Photon, има 4 интерфейса (фигура 6), което предразполага включването му в образователния процес и на учениците от прогимназиален и гимназиален етап на образованието. Интерфейсите са разработени така, че бавно да се увеличава трудността от последователност и алгоритми до условни изрази, цикли и процедури, което стимулира желанието у учениците да преодоляват нови предизвикателства.



Фигура 6. Интерфейси на средата за програмиране на робота Photon Edu

Елементът на творчество и възможността роботът да е главен герой в различни сценарии, помага на децата в начален етап да разгърнат креативността си, да развият критично мислене и умения за сътрудничество, които са ценни, за да се чувстват подготвени и да успеят в бъдеще.

Програмируеми комплекти за конструиране. Програмируемите комплекти за конструиране също имат своето място и роля в ранноучилищното обучение и развитието на ключови за дигиталното ни общество умения и компетентности. Въображението и творчеството играят важна роля в произ-

водството на нови знания. Децата имат по-голямо въображение и мислят по-нестандартно, тъй като техните мозъци са творчески необременени.

Почти безкрайните начини за решаване на задачи и кодиране, които предоставят програмируемите комплекти за конструиране, могат да вдъхновят децата в растежа им. Работата с роботизирани комплекти (фигура 7, фигура 8, фигура 9 и фигура 10) вдъхновява ума на малки и големи. Търпението и стремежът за създаване на робот, който учениците сами са конструирали, са много по-големи и раждат по-голямо чувство на удовлетвореност от постигнатите резултати в тях, отколкото предварително сглобена играчка.



Фигура 7. Програмируем комплект Lego Wedo 2.0



Фигура 8. Програмируем комплект Lego Mindstorms EV3



Фигура 9. Програмируем комплект mBot



Фигура 10. Програмируем комплект Q-Scout

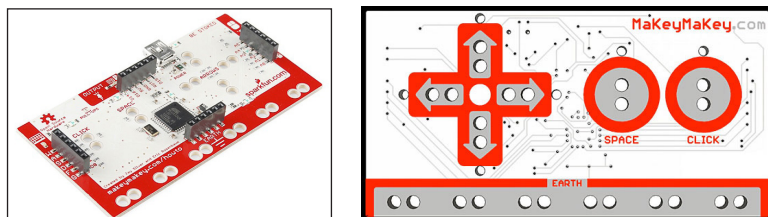
Благодарение на такъв тип програмируеми комплекти децата научават основите и логиката на програмирането, но се учат и на инженерно мислене и технически умения в процеса на конструиране на робота. Стимулират се да разработват и да решават проблеми, докато работят в екип. Програмируемите комплекти за конструиране са практическо, междупредметно STEM решение, което ангажира учениците, като предоставя ресурси за проектиране, изграждане и програмиране на техните творения, същевременно им помага да развият основни умения като креативност, критично мислене, сътрудничество и кому-

никация. Те включват компактен програмируем елемент Brick или друг електронен модул, чрез които с помощта на интуитивен софтуер за програмиране се управляват двигателите и сензорите в комплекта. Програмирането е във визуална среда за програмиране, където с плъзгане и пускане на програмни блокове на екрана на дигитално устройство се създава код, за да оживеят роботите.

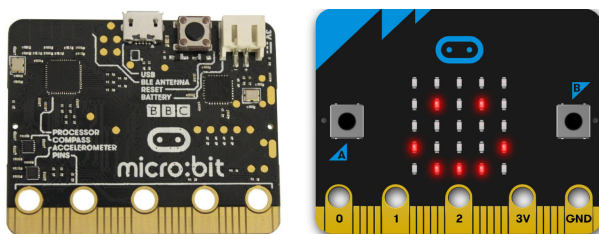
Включването и на тези комплекти в учебната дейност на учениците от начален етап на образованието има решаваща роля за запалването на ангажираността им в ученето, като им предоставя практически опит, който насърчава ученето чрез физическо и цифрово създаване.

Системата за обучение, която програмируемите комплекти предлагат, се основава на рамка от четири фази – свързване (представя се темата или задачата, което позволява на учениците да задават уточняващи въпроси и да надграждат съществуващите си знания), конструиране (всяка задача включва строителна дейност за насърчаване на експериментиране с колаборация и конструиране на артефакти, които могат да бъдат призовани по-късно), съзряване (учениците обмислят наученото и споделят идеи помежду си) и продължение (всяка задача завършва с нова задача, която надгражда току-що наученото, поддържайки учениците мотивирани и любопитни).

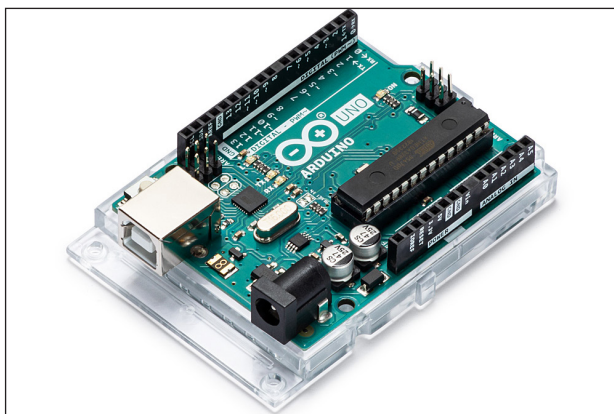
Програмируеми платки. Програмируемите платки като MaKey-MaKey (фигура 11), Micro:bit (фигура 12) и Arduino (фигура 13) също имат своето място в обучението и развитието на ключови умения у малко по-големите ученици от начален етап (III – IV клас).



Фигура 11. Програмируема платка MaKey-MaKey



Фигура 12. Програмируема платка Micro:bit



Фигура 13. Микроконтролерна платка Arduino

Използването на тези съвременни технологични средства успява да провокира вродения у всяко дете стремеж за развитие и да открие нови хоризонти в света на STEM науките. С тяхна помощ учениците доразвиват дигиталните и техническите си компетентности. Повишаването на сложността при работата с тези устройства продължава да поддържа и подсилва интереса у учениците.

MaKey-MaKey е малък комплект за изобретения. С негова помощ може да се вземат предмети от ежедневието и да се превърнат в тъчпад, който взаимодейства с компютърна програма. Обектите, прикрепени към MaKey-MaKey, стават „бутони“, които заместват основната клавиатура или мишка.

Micro:bit е миникомпютър, проектиран и предназначен да подпомогне децата в първите им стъпки в програмирането. С негова помощ може да се осъществи преход от блоково кодиране до текстово базирано програмиране и да се направи съпоставка между двата езика. Той притежава множество вградени сензори, които да направят програмирането интересно, но и да подпомогнат и провокират изследователски проекти и по други учебни предмети.

Платките Arduino са прост вид микроконтролер, като има разработени няколко вида платки. Те са в състояние да четат входове от сензорите и да превръщат тези входове в изход. Те могат да бъдат неизменна част от STEM приключенията на учениците от началното и средното образование, дори и в университета, за да подпомага тяхното развитие. Arduino е междуплатформен, което го прави лесен за работа на всякакъв вид устройство.

Давайки програмируемите платки като инструмент в ръцете на децата в по-ранна възраст, им позволява бързо да усвоят и разберат връзката между хардуер и софтуер. Множеството приложения на тези „малки платки“ и ученето чрез преживяване при работата с тях потапя неусетно малките ученици все по-надълбоко в света на науката.

Заклучение

Според редица доклади STEM образованието позволява на учениците да използват своите умения от XXI век на най-високо ниво. Значението на умения като мислене, производство, задаване на въпроси, креативност, сътрудничество, умения за решаване на проблеми в областта на STEM постоянно нараства и това е предпоставка за прилагане на програми като STEM образование за придобиване на тези умения, които не е възможно да се дадат на децата единствено чрез традиционни подходи.

Изхождайки от това и от резултатите от преките ни наблюдения и работата с учениците в начален етап от учебната 2022/2023 година, СУ „Васил Левски“ – Елин Пелин, вече е част от семейството на иновативните училища в България, въвеждайки изучаването на нов STEM предмет от II клас. С включването на тази иновация в учебната програма на учениците от начален етап и създаването на STEM център, който да мотивира, вдъхновява и подпомага образователния процес да се превърне в забавление и вълнуващо приключение ден след ден, където главни герои и активни участници да са учениците, а учителят само да ги насочва и подпомага, целим да подготвим нашите ученици за живота извън класната стая и успешно да се справят с предизвикателствата и неизвестността на динамично развиващия се технологично и в областта на изкуствения интелект дигитален свят.

БЕЛЕЖКИ

1. <https://web.archive.org/web/20171013181600/https://www.nsf.gov/> - National Science Foundation
2. <https://www.shiftelearning.com/>; 1. Prensky, Mark. Digital Game-Based Learning Chapter 5. (McGraw-Hill, 2001). <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Game-B> 2. Osheim, Darcy E. “THIS COULD BE A GAME!”: DEFINING GAMIFICATION FOR THE CLASSROOM. Darcy E. May 2013; 3. Gutierrez, Karla The Remarkable Benefits of Using Gamification in eLearning, 2016

REFERENCES

- GARCÍA-VALCÁRCEL-MUÑOZ-REPISO, A. & GONZALEZ, Y., 2019, *Robotics to develop computational thinking in early Childhood Education*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/332122595_Robotics_to_develop_computational_thinking_in_early_Childhood_Education
- KAKAVASA, P. & UGOLINIB, F., 2019. *Computational thinking in primary education: a systematic literature review*
- KANBUL, S., 2016. *Importance of Coding Education and Robotic Applications for Achieving 21st-Century Skills in North Cyprus*. Available from: <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i01.6097>

VASSILIKI NTOUROU, MICHAEL KALOGIANNAKIS, SARANTOS PSYCHARIS, 2021. *A Study of the Impact of Arduino and Visual Programming In Self-Efficacy, Motivation, Computational Thinking and 5th Grade Students' Perceptions on Electricity*. Available from: <https://doi.org/10.29333/ejmste/10842>

STEM IN THE CLASSROOM (The Role of Technology and Gamification as Part of the Educational Process)

Abstract. STEM is an education acronym that stands for Science, Technology, Engineering and Mathematics, but STEM education extends beyond these technical fields and is an integral part of our daily lives.

In recent years, the importance of STEM learning in the classroom to prepare today's students for their future realization is of great significance, but it will grow more and more and it is important to introduce it at an early school age. The purpose of this article is to show how technology and gamification can be successfully integrated into the learning process of students from the primary stage of education to develop skills they will need in the future and in their lives outside the classroom. As a result of technological progress and expanding the boundaries of artificial intelligence, technological resources such as programmable toys are becoming smarter and more accessible to users, making them a powerful tool in the hands of the modern teacher. With their help, in combination with the game approach in teaching topics from the field of STEM sciences, children of this age very quickly, subconsciously and without significant effort develop their creativity, logical and algorithmic thinking. The possibilities that this combination gives us are limitless and allow students, in a fun and understandable way, to reach new depths of the world that surrounds them, stimulate their curiosity and interest in the field of STEM sciences and make them more prepared about the unknowns of the future. This is an effective way to inspire children to innovate into adulthood.

Keywords: creative thinking; algorithmic thinking; coding robots; childhood education; robotics; computational thinking; educational innovations; skills development; active learning

✉ **Iva Grigorova**

Senior teacher in IT
“Vasil Levski” Secondary School
3, Vitosha Blvd.
Elin Pelin, Bulgaria
E-mail: iva.grigorova0004@gmail.com