

MULTIDISCIPLINARY METHODOLOGY IN REGULAR CLASSES USING A PHYSICAL STEM PRODUCT

Neven Boyanov

Tinusaur, Bulgaria

neven@tinusaur.com

МУЛТИДИСЦИПЛИНАРНА МЕТОДИКА В РЕДОВНИ ЧАСОВЕ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА ФИЗИЧЕСКИ STEM ПРОДУКТ

***Abstract:** Introducing the STEM approach as part of regular school activities is inevitable, but it presents us with a number of challenges and difficulties that slow down the process and sometimes lower the quality. The analysis of the problems led to the identification of some of the causes, as well as a solution for some of them consisting of three main components: a physical STEM educational product; multidisciplinary learning content and methodology specially developed for it; training educators using the product and content.*

***Keywords:** STEM, Multidisciplinary, Training, Curriculum.*

Въведение

Въпреки, че STEM подхода не е нещо ново, през последните няколко години той набира изключителна популярност в световен мащаб, както във високо развитите страни, така и в развиващите се. Навлизането на STEM във формалното образование става бавно и трудно [1], [2], [3]. Възниква въпросът възможно ли е този процес да се подобри и къде е нужна промяна - в образователната система или в начина по който STEM се въвежда. В този доклад е представен опита на нашия екип през последните няколко години, както и предложения за преодоляване на някои от препятствията пред които сме били поставени.

Изложение

Установихме, че въвеждането на STEM подхода във формалното образование става трудно не само на базата на нашия собствен опит, но и в резултат на провеждането на разговори - интервюта с колеги учители от България и чужбина.

Проблем

На първо място срещаме съпротива в институциите, в частност в училищата, в еднаква степен и от страна на преподавателите и ръководството. Въпреки, че намеренията им са добри и рядко получаваме категоричен отказ, понякога тръгваме в посока отлагане на въвеждането на STEM.

На второ място - сблъскваме се с парадокса, че желанието на училището е по-скоро STEM да се въведе частично, т.е. само по една учебна дисциплина и то вече съществуваща. Това е в пълен разрез със STEM подхода и показва неразбиране на същността му.

На трето място - трудно постигане на устойчивост. Когато един път въведем STEM под някаква форма не винаги това бива продължено във времето. Това е валидно както за случаите с използването му в редовните часове, така и за извънкласните форми.

Решение

Всички тези проблеми и затруднения ни подтикнаха да направим по-задълбочен анализ на причините. В продължение на две години проведохме серия от разговори с всички заинтересовани страни: учители, ръководство на училищата, представители на районни инспекторати, представители на МОН и други заинтересовани институции. Картината нямаше да е пълна, ако не бяхме разговаряли с ученици и техните родители. За да опознаем проблематиката по-добре проведохме работни срещи и с колеги от неформалното образование, които ни показаха и друга гледна точка.

Имахме възможност да разговаряме и няколко десетки колеги от други страни - както в Европа така и в други континенти. Оказа се, че проблемите са сходни, а често - идентични.

Причини

Всичко това ни даде възможност да си направим важни изводи и на първо време да идентифицираме поне няколко основни причини. Те са много, но три от тях се открояват, а именно:

- Липса на STEM продукт по възможност физически, а не виртуален, който да е създаден специално за образованието и да е обвързан с методика за преподаване на нужните знания;
- Липсата на разработено учебно съдържание, което да е подготвено от специалисти педагози и да е методически издържано; Липсата на обучение, което да подготви преподавателите, които ще ползват

продукта, основно на три неща: (1) как да използват STEM продукта на практика; (2) как да предават мултидисциплинарни знания на учениците; (3) как да преподават използвайки специално създадената STEM методика.

Идентифицирани са и други причини, които обаче извън фокуса на настоящия доклад. Например: неразбиране на STEM подхода, но този проблем може да бъде решен на по-глобално ниво - например: подготовка на учителите на национално ниво.

Нека да се спрем на три конкретни решения на трите основни проблема.

Физически STEM Образователен продукт

В днешно време на пазара е достъпно огромно разнообразие от продукти с етикет “образователен” или “STEM”, но на базата на наш собствен опит и на опита на много колеги, те не отговаря напълно на тези характеристики. Често тези продукти са дидактически играчки или демонстрационни комплекти, при които процеса на усвояването на знания и умения не е първостепенно.

Нашето решение беше да създадем собствен продукт, който да отговаря на нужните условия. Той представлява електронна платка с микроконтролер на нея, която всеки ученик трябва най-напред да си сглоби сам - буквално с поялник в ръка, след това да се научи да програмира, а накрая да разработи практически ориентиран проект на нейна база. Нарекохме тази платка Тинузавър. Нека сега да се спрем на основните характеристики, които един такъв продукт трябва да има и как те изглеждат при нашия.

1. Продукта да е физически

Това ще рече да е физически предмет, а не виртуален продукт, който съществува само в паметта на компютъра. Това го прави не само по-атрактивен за учениците, но по-важното - те усвояват знания свързани с физическите му характеристики и физическите явления на базата на които той функционира. Например: електронните компоненти от които той е изграден може да са част от учебния материал, който трябва да бъде усвоен в часовете по физика в темите за електричество. В платките Тинузавър всеки компонент е подбран така, че да има пряко приложение и отношение към учебния материал. Това са резистори, кондензатори, светодиоди, различни сензори и други елементи. Микроконтролерът, който всъщност е специална разновидност на микропроцесор, е изключително важен компонент.

2. Продукта да е създаден за нуждите на образованието

Това означава характеристиките на продукта, както и дейностите които ще се извършват с него, да са обвързани пряко и недвусмислено с учебния процес. При

нашите платки в процеса на сглобяването им имаме възможност да научим не само конкретните електронни компоненти споменати по-горе, но и да разгледаме физичните явления, които се отнасят към тях. Много добър пример е приложението на закона на Ом при използване на светодиоди и резистор, които се запояват на платката и се използват, но преди това трябва да знаем защо сме подбрали точно тази стойност на резистора. Сведени са до минимум дейностите, които нямат пряко отношение към усвояването на знанията заложи в учебната програма. Например: проектирането и разработването на практика на печатната платка не е част от дейностите, тъй като това не е част от предвидения за изучаване учебен материал. Този последен пример е много подходящ тъй като STEM има за цел да подготви бъдещи специалисти митидисциплинаристи и проектирането и изработката на печатната платка би било част от работата на един такъв специалисти. В нашия случай обаче това не е включено защото излиза извън нивото на сложност, което целим.

3. Продукта да е обвързан с методиката

Процеса на създаване на продукта - неговото разработване, трябва да е обвързан с методиката по която той ще бъде използван по-късно. Това ще рече, че ако например вземем решение да използваме конкретен електронен компонент или даден сензор, причината за това трябва да е, че той после ще бъде част от учебния материал и от процеса на преподаване в съответствие с методиката, която сме разработили. При платките Тинузавър всеки нов компонент, сензор или дори нова платка, се разработват имайки предвид точно методиката към която се придържаме. Обратното също важи - ако конкретен компонент, сензор или друг елемент няма обвързано с него учебно съдържание, не го влагаме в продукта. Пример: модул за Wi-Fi комуникация липсва при платките Тинузавър, тъй като това е извън обхвата и сложността на предвидения учебен материал, т.е. Wi-Fi няма.

Методика

Методиката, която разработихме е неразделна част от цялостния микс от продукт, съдържание и обучение.

1. Методика на преподаване: Тя се изразява или състои от следното: мини итерации от вида Проблем-Знание-Решение.

Това ще рече следното:

- 1) Най-напред поставяме практически проблем, който трябва да бъде решен;
- 2) След това предаваме знанията нужни за решаването на този проблем;

Нека направим кратка пауза тук: поставянето на проблема най-напред дава перспектива на учениците защо са им нужни знанията, които ще усвоят в следващия момент. Това играе изключително важна роля за повишаването на мотивацията им.

- 3) Заедно стигаме до решението на проблема с помощта на усвоените току що знания. Моментът с намиране на решението е изключително удовлетворяващ за учениците и носи допълнителна мотивация по време на учебния процес.

Тези мини-итерации са сравнително кратки - от 5 до 15 минути, като в рамките на един учебен час се правят най-много 3-4 от тях. Това разбира се зависи от сложността на проблема и от подготовката на учениците. Важно е да се отбележи, че проблемите, които се поставят не трябва да са с висока сложност и да са фокусирани върху конкретните знания, които трябва да усвоим. Тази методика беше апробирана в няколко училища и вече се използва редовно трета година.

Специализирано учебно съдържание

Липсата на специално разработено учебно съдържание е втория съществен проблем, който идентифицирахме. Причините за това са следните: Създаването на учебно съдържание е трудоемък процес и често скъп, което го прави рискова инвестиция за частния бизнес и трудно финансируем за държавните институции;

- Мултидисциплинарно съдържание се създава трудно - нужен е специалист или екип от специалисти с познания едновременно по няколко дисциплини, но е нужно и да са педагози;
- Едно такова учебно съдържание ще е обвързано с конкретен физически продукт, което го прави неподходящо за използване в друга среда с друг подобен продукт, а от там и инвестицията за създаването му може да изглежда нерентабилна заради тесния му обхват.

Учебното съдържание, което ние създадохме, е резултат на дългогодишна работа и беше изградено на еволюционния принцип, т.е. на базата на много малки стъпки за по-дълъг период от време (около 9 години) с много итерации от вида проба-грешка.

Както беше споменато по-горе, уроците, които бяха разработени са силно мултидисциплинарни и използват методиката Проблем-Знание-Решение, като по-долу е дадена част от примерен урок.

Примерен за урок

Представеният примерен урок е част от разработеното от нашия екип “Ръководство за преподаватели”, което включва (към момента) над 30 теми. Основният фокус на този урок е променлива и цикъл в програмирането, и показва нагледно използването на методиката Проблем-Знание-Решение (табл. 1).

Примерен урок		
ЗАДАНИЕ	Мигащ светодиод	Като преговор от предходно занятие и тест на работната среда.
Да се направи програма, която да кара червения светодиод да премигва през 100 ms, т.е. бързо.		
ЗАДАНИЕ	Светофар за пешеходци	Като преговор от предходно занятие. (сложността нараства)
Да се направи светофар за пешеходци: - червеното свети 5 секунди, - зеленото свети 4 секунди.		
ЗАДАНИЕ	Светофар за пешеходци - подобрен (1)	Задачата е тривиална и не включва нови знания. (сложността нараства)
Да се създаден ПОДОБРЕН светофар за пешеходци: Червеното свети 5 секунди; Зеленото свети 4 секунди; премигва 2 пъти (през 200ms) - за да предупреди пешеходците и след това изгасва.		
ЗАДАНИЕ	Светофар за пешеходци - подобрен (2)	Целта е да покажем, че заради една малка промяна, програмата става прекалено дълга. (сложността нараства)
Да се създаден ПОДОБРЕН светофар за пешеходци, като предното задание, но зеленото да премигне 5 пъти вместо само 2.		
ИНФО	Какво става, ако искаме да мига повече?	Дефинираме ПРОБЛЕМ . Искаме да покажем, че ако светодиода трябва да мига много повече пъти, трябва да измислим някакъв друг начин да си напишем програмата.
А колко дълга ще стане програмата, ако искаме зеленото да премигва 10 пъти? Отговор: доста дълга и неудобна за писане.		
А ако искаме да мига 100 пъти?		
ИНФО	Идея за преброяване в цикъл.	Започваме усвояването на новото ЗНАНИЕ . Можем да покажем с пръстите на едната ръка как броим от 5 до 1. Идеята е да създадем код (алгоритъм) който да повтаря дадена операция определен брой пъти.
Идеята е следната: взимаме си едно число (колкото пъти искаме да премигне светодиода) например 5 и започваме да броим надолу - 5, 4, 3, 2, 1, т.е. като стигнем до нула спираме броенето. Какво представлява т.нар. цикъл, как се създава и как се използва?		
Дефиниция: Цикъла в програмирането е конструкция, която ни дава възможност да повтаряме еднообразни действия определен брой пъти.		
ИНФО	Какво представлява променливата?	Най-напред въвеждаме идеята за променлива. Аналогия с това, което се учи в училище в часовете по математика. За 2-5 кл. Например: "X" като неизвестно, или празната кутийка [] като неизвестно. Даваме нестрога дефиниция за променлива.
Дефиниция: Променлива е клетка от паметта на компютъра, на която сме дали име. Как се създава (дефинира) променлива? Име на променлива: с една буква или с повече букви, може да съдържа и цифри.		
ИНФО	Какво можем да правим с променливата?	Как се използва променлива и какви операции могат да се извършват с нея.
Аритметични операции с променлива: задаване на първоначална стойност; събиране, изваждане, умножение, деление и др.; увеличаване на стойността; намаляване на стойността. Логически операции с променлива: сравнение: равно на; по-голямо; по-малко; различно от.		

Примерен урок		
ИНФО	Как да използваме променлива и цикъл?	Обяснява се и се прави заедно със следващото задание - без да се изтрива частта от предното задание за светофара.
<p>Всеки цикъл трябва да има 5 основни компонента:</p> <p>първоначална стойност на променливата; начало на цикъла; условие за продължаване на цикъла; тяло за изпълнение на цикъла; операция за промяна на променливата.</p> <p>Често срещани грешки са</p> <p>липса на (1) първоначална стойност или неправилна стойност; грешно условие (3) за продължаване на цикъла; липса на (5) операция за промяна на променливата или грешна операция.</p>		<p>Всеки от петте компонента кореспондира конкретен с блок или блокове.</p>
РЕШЕНИЕ	Светофар за пешеходци с мигащо зелено	Създаване на практика на РЕШЕНИЕ на проблема поставен по-горе използвайки новоусвоеното знание.
<p>Светофар за пешеходци:</p> <p>Червеното свети 5 секунди; Зеленото свети 4 секунди, ... Зеленото премигва 5 пъти (през 200 mS) и след това изгасва.</p>		<p>За премигването се използва цикълът, който създадохме.</p>

Таблица 1. Примерен урок

Накратко, същността на този урок се състои в следното:

- 1) Поставяме задача някакво действие да се повтаря многократно, но с използване на това, което знаем до момента възниква ПРОБЛЕМ - програмата става огромна и трудна за работа.
- 2) Нужно е да усвоим ново ЗНАНИЕ, което да решава точно нашия проблем. Трябва ни цикъл, който пък изисква използване на променлива. Това са двете нови понятия, но през цялото време ние знаем защо точно са ни необходими.
- 3) С помощта на новите усвоени знания създаваме РЕШЕНИЕ на поставения по-рано проблем използвайки новите усвоени знания.

Обхват на приложимост

Допълнителна характеристика на създаденото от нас учебно съдържание е възможността то да бъде адаптирано за по-широк възрастов диапазон, а именно от 4 до 12 клас, а някои от темите са подходящи и за студенти в I курс. Нужно е допълнително усилие от страна на преподавателя, за да може процеса на преподаване да е ефективен. Този аспект на нашето учебно съдържание излиза извън обхвата на този доклад и ще бъде част от бъдеща наша разработка.

Специализирано обучение за преподаватели

Разгледаните вече два компонента на предложеното от нас решение: (1) физически образователен продукт; (2) специализирано учебно съдържание, са силно

интегрирани един с друг. Освен това ползването им може да изисква от преподавателите нови знания и умения. Те може да са на чисто физическо ниво - сглобяване и работа с електронните платки, но може и да са на ниво учебна дисциплина - свободно боравене с учебен материал едновременно по програмиране, математика, физика и др. Не на последно място - използването на методиката, която е неразделна част от разработеното учебно съдържание. Поради тези основни причини и някои други, установихме, че специализирано обучение за преподаватели трябва да бъде абсолютно задължителен компонент при въвеждането на STEM в училище.

Характеристики

Едно такова обучение трябва да отговаря на няколко характеристики:

- 1) Да е фокусирано върху усвояването на конкретни знания и умения, а именно:
 - а. Работа с физическия STEM продукт;
 - б. Използване на разработеното учебното съдържание в час;
 - с. Използване на методиката за предаване на знания.
- 2) Да обхваща разглеждане на учебен материал за поне 2 учебни срока, за да след провеждането му да има практическа приложимост за достатъчно дълъг период от време.

През последните 3 години успяхме да обучим близо 100 човека, което ни даде възможност да натрупаме опита, да съберем обратна връзка, а на по-късен етап и да измерим въздействието върху процесите на въвеждане и използване на STEM в училище.

Измерването на резултатите и оценката на въздействие е извън обхвата на този доклад и ще бъде част от една бъдеща разработка.

Заклучение

Въвеждането на STEM в училище не е тривиална задача и ни поставя пред много предизвикателства и изпитания. Понякога те са чисто технически, друг път финансови, но по-често чисто човешки, свързани с приемане на новото и на промяната. Липсата на достатъчно опит, натрупани знания и създадени ресурси е всъщност най-големия проблем, пред който сме поставени.

Смятаме, че въвеждането на STEM в училище е стъпка в правилна посока, а усилията ни трябва да са насочени най-напред към идентифициране на проблемите, а след това (и не по-маловажно) намиране на подходящи решения. Нашият екип е готов да споделя своя опит, да приема обратна връзка и да прави нужните промени в своите разработки. Ние силно вярваме, че малките стъпки могат да доведат до големи промени.

References // Литература

- [1] Knuth, D. (1997). “Chapter 1 - Basic concepts”, The Art of Computer Programming. Volume 1 - Fundamental Algorithms. ISBN: 0-201-89683-4, 1997.
- [2] Ministry of Education, (n. d.). “Vocational training curricula and programs approved in 2021”, Available at: <https://web.mon.bg/bg/100909> (last view: 20-03-2023)
- [3] Ministry of Education, (n. d.). “Vocational training curricula and programs approved in 2022”, Available at: <https://web.mon.bg/bg/101088> (last view: 20-03-2023)

Received: 31-03-2023

Accepted: 29-06-2023

Published: 24-07-2023

Cite as:

Boyanov, N. (2023). “Multidisciplinary Methodology in Regular Classes Using a Physical STEM Product”, Science Series “Innovative STEM Education”, volume 05, ISSN: 2683-1333, pp. 184-192, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.55630/STEM.2023.0521>