

МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2019
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2019
Proceedings of the Forty-eighth Spring Conference
of the Union of Bulgarian Mathematicians
Borovetz, April 1–5, 2019

ДЕЦА В РОЛЯТА НА ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ –
ЕКСПЕРИМЕНТ СЪС „ЗАГАДЪЧНИ КУТИИ“

Мария Браухле

Редица европейски проекти наблягат на използването на изследователския подход в STEM-образованието. Портали като Scientix и Виртуалният училищен кабинет по математика предоставят на учителите ресурси за използване в часовете по математика, природни науки и ИТ. Но изследователският подход би могъл да бъде преживян с най-скромни средства. В статията е представено едно занимание със „Загадъчни кутии“, проведено с ученици в начална ученическа възраст. Представени са и резултатите от проведена с тях анкета на тема „Какво е да си учен?“

1. Увод. Какво е да си изследовател? Необходимо ли е да стигнеш до Марс, за да се наречеш изследовател? Можем ли да създадем условия, децата да бъдат изследователи в класната стая? С други думи да последваме съвета на Сиймър Пепърт да им помогнем *да действат като учени, а не само да учат за науката и за откритията на другите* [1].

В последните години редица европейски проекти наблягат на използването на изследователския подход в STEM-образованието и развиването на ключови компетентности, подробно описани в [2]. Пример за такива проекти, в които Институтът по математика и информатика при БАН е партньор, са InnoMathEd [3], KeyCoMath [4], Fibonacci [3, 5], Mascil [6, 7] и Scientix [7].

Опитът показва, че е необходимо децата да бъдат „научени“ да работят в училище в изследователски стил, не само за да се повиши мотивацията към ученето, но и за да почувстват духа на професията „учен-изследовател“. Научени в кавички, тъй като изследователският стил е най-близо до нашата природа. Водени от любопитството, всички ние още от най-ранна детска възраст изследваме и (пре)откриваме околния свят.

Според Х. Банки и Р. Бел [8] изследователският подход в училище може да се прилага на четири равнища, в зависимост от отговорностите, които поемат учителят и ученикът. Тези равнища са *потвърждаващо изследване, структурирано изследване, ръководено изследване и отворено изследване*. Разпределянето на отговорностите при различните равнища е представено в [9]. Учителят е този, който избира кое от тези равнища да използва в своята работа. В помощ на учителите по математика в България, желаещи да използват изследователския подход, от 2013 г. съществува ресурсното хранилище *Виртуален училищен кабинет по математика* [10, 11]. В него се съдържат над 1500 динамични аплета, обхващащи целия курс на

обучение по математика от предучилищно образование до 12. клас, както и теми като „Математика и изкуство“ и „Игри“.

Но с характера на изследователския подход в природните науки бихме могли да запознаем децата още в най-ранна ученическа възраст и с най-скромни средства, с т. нар. „Загадъчни кутии“.

2. Играта „Загадъчни кутии“. Тази игра е създадена от научен екип към Научния музей в Лондон по идея на Брайън Матюс от консултантската организация за Привлекателно образование и колежа Голдсмитс [12]. Идеята е участниците „да разберат как функционират природните науки“. Участниците се разделят на работни групи. Всяка група получава по една затворена кутия, в която има някакъв предмет. Участниците трябва да се опитат да познаят какво има в кутията (без да я отворят) в рамките на даденото им време (3–5 мин.) и да решат кое от предположенията в групата им е най-правдоподобно. След това всяка кутия преминава в друга група и започва ново изследване. Това се повтаря, докато всичките кутии обиколят всяка от групите. На следващата стъпка участниците биват поканени да рефлектират върху това, кои умения и подходи са използвали, за да определят коя хипотеза е най-правдоподобна. На „миниконференция“ всяка от групите представя „най-добрите“ си предположения. Резултатите се сравняват и се подбират тези кутии, за които предположенията са най-разнопосочни. Дава се възможност на групите да се аргументират, да дискутират и евентуално да променят мнението си. В оригиналния вариант в края на играта никой от участниците не разбира какво всъщност е имало в кутиите, тъй като „кутиите са аналогия за природна наука“. Последното д-р Брус Рейлсбек от Университета в Джорджия аргументира по следния начин: *Повечето учени ще признаят, че въпреки че търсят истината, те не знаят и не генерират истината. Те предлагат и тестват теории, знаейки, че бъдещите доказателства могат да доведат до усъвършенстване, преразглеждане или дори отхвърляне на съвременните теории . . . Можем обаче да постигнем възможно най-доброто заключение, въз основа на най-пълните и съвременни налични доказателства* [12].

Наистина, когато погледнем към естествените науки, ясно можем да видим тази аналогия. Но случаят с науката Математика е друг.

3. Загадъчните кутии на българска почва. След провеждането на играта в рамките на уъркшоп по Scientix в ИМИ–БАН през февруари 2018 г. и дискутирането ѝ с колеги математици стигнахме до извода, че тази аналогия е неприложима по отношение на Математиката. Защото ние работим с ясен и точен инструментариум и на изхода сме доказали, дали нашата хипотеза е вярна или грешна. Поради тази причина и следвайки съвета на моите колеги за адаптиране на готовите сценарии към регионалните условия [13] през месец април 2018 г., в рамките на европейската кампания STEM Discovery Week 2018 [14] реших да организирам събитие, в което използвах играта „Загадъчни кутии“ в модифициран вариант. Освен изброените по-горе етапи, този път в играта бяха включени и два допълнителни етапа. В единия от тях групите получаваха отново една от затворените кутии, идентична на нея празна кутия и три предмета, между които бе и предмет, еднакъв с този от затворената кутия. Участниците имаха възможност да тестват с различните предмети и да сравняват със затворената кутия. В последния етап „загадъчните“ кутии бяха отворени и предметите в тях бяха сравнени с направените предположения от всеки отбор.

Събитието се проведе под надслов „Какво е да си учен?“ в НУ „Св. Климент Охридски“ в с. Добърско, обл. Благоевград. В него се включиха всичките 19 ученици на училището, от първи до четвърти клас. Основната цел бе децата да влязат в ролята на учени и да преживеят изследователския подход, преминавайки през всичките му фази – да изкажат хипотези, да ги проверяват, да ги дискутират със съучениците си и евентуално да ги редактират след обсъждането им. Учениците бяха разпределени от директорката на училището в четири групи. Всяка група разполагаше с по 5 минути за изследване на всяка от кутиите. Любопитни, какво е скрито в кутията, децата разпалено направиха изследванията си. Използваха същите подходи, както и възрастните, с които бях провеждала играта до този момент. Движеха кутиите по различни начини – вертикално, хоризонтално, кръгово, бързо, бавно; слушаха внимателно какъв звук издава предметът; опитваха се да определят силата на удара му в стената на кутията.

Поканени да рефлектират върху методите и подходите, децата сами стигнаха до изводите, че са използвали звук, слух, усет, допир, леко движение, движение нагоре-надолу, движение настрани, въртящо движение, споделяне на идеи, обсъждане, предположения, както и че всяка група е използвала един и същи метод при работа с различните кутии.

По мои наблюдения, единствената разлика от опитите на възрастните бе, че децата правеха и опити с много бързи и шумни вертикални движения.

В първите им предположения преобладаваха предмети от техния бит. Единствено две групи бяха успели да познаят по един предмет от две различни кутии. След втория опит (тестване с предмети в идентична празна кутия) имаше много повече верни предположения. В таблица 1 са представени в първата колонка кутиите и предметите, които бяха скрити в тях, и получените резултати по групи. Верните предположения и от двата опита са подчертани.

Таблица 1. Предположенията на децата от различните групи

	Група 1		Група 2		Група 3		Група 4	
	Опит 1	Опит 2	Опит 1	Опит 2	Опит 1	Опит 2	Опит 1	Опит 2
Кутия 1 <i>Желязно топче</i>	Кестен	Камък	Камък	Камък	Гума	Камък	<u>Топче</u>	<u>Желязно топче</u>
Кутия 2 <i>Бобчета</i>	Ориз	<u>Боб</u>	Костилка	Зърна от кафе	<u>Бобени зърна</u>	<u>Бобчета</u>	Леща	<u>Бобчета</u>
Кутия 3 <i>Коркова тапа</i>	Топче	<u>Тапа</u>	Топче	<u>Тапа</u>	Топче от тиксо	<u>Тапа</u>	Костилка	<u>Тапа</u>
Кутия 4 <i>Пластмасова бъркалка</i>	Костилка	Цветно листче	Писец от химикалка	Цветна хартия	Костилка	<u>Бъркалка</u>	Бобец	<u>Бъркалка</u>

Очакванията ми бяха, че след втория опит повечето от децата ще направят верни предположения за скритите предмети. Но както показват резултатите, само една от групите успя да познае всички предмети.

4. Какво е да си учен – мнението на децата от с. Добърско преди и след играта. Истинската цел на заниманието не беше да познаят предметите, които

бяха скрити в кутиите, а да преживеят някои типични дейности, които извършват учените, а именно да изказват предположения, да търсят начини да ги проверят и докажат, да обсъждат с други изследователи, да представят резултатите си пред по-голяма аудитория. Доколко заниманието е постигнало целта си можем да съдим по проведената анкета преди и след играта. (Важно е да подчертаем, че участвалите деца нямат учени в своето обкръжение.)

В началото на заниманието всяко от децата получи по един анкетен лист с два въпроса, на които трябваше да отговори два пъти – един път преди заниманието и един път в края на заниманието. Двата въпроса бяха „Знаеш ли какво е да си учен?“ и „Ти можеш ли да бъдеш учен?“.

Резултатите от анкетата биха могли да бъдат анализирани от различни гледни точки. В случая е важно да се провери, дали така организираното събитие е постигнало поставените цели. Поради тази причина бе важно да се открие каква промяна е настъпила в отговорите на децата по отделните въпроси.

Нека първо да разгледаме отговорите на въпроса „Знаеш ли какво е да си учен?“.

В пет от анкетите децата дават един и същ отговор в началото и в края на събитието. Предлагам отговорите им¹:

- **Да аз знам какво е да си учен.*
- *Да знаеш, да можеш да пишеш.*
- *Да разследвам света. Да разследвам планетата.*
- **Да разкривам неща непознати в света. И какво има във веществото.*

Две от анкетираните деца са отговорили само в началото, но не и в края на заниманието. Дадените отговори са:

- *Не знам*
- *Да знае всичко*

От отговорите на пет от анкетите не става ясно, какво са разбрали децата за професията на учения. Отговорите са представени в таблица 2.

Таблица 2. Отговори на въпроса *Какво е да си учен?*

Преди заниманието	След заниманието
<i>Аз знам какво е учен</i>	<i>Някои хора не знаят</i>
<i>Да решавах много задачи</i>	<i>Да знам</i>
<i>Не знам</i>	<i>*Да аз знам какво е да си учен</i>
<i>Да правих разни неща</i>	<i>Да бъдеш много умен</i>
<i>Да си учен е да си много добър по ученето</i>	<i>Да разпознавах какво има в разни неща</i>

Отговорът „Да знам“ би могъл да бъде интерпретиран по различни начини. Възможно е анкетираният да е пропуснал запетаята („Да, знам“) и да е имал предвид, че вече знае, какво е да си учен. Или според него знаещият е учен.

Един от участниците в заниманието много буквално е свързал работата на учения с конкретната игра и с това да „разпознава, какво има в разни неща“.

В седем от анкетите се наблюдава съществена промяна в мнението на децата (таблица 3):

В отговорите на децата прави впечатление използването на думи като „разчисляваш“, „разследват“ и „изследоваваш“. Последната дума е „изследвам“ на разложки

¹Пред изреченията с неправилен правопис и диалект има звездичка (*)

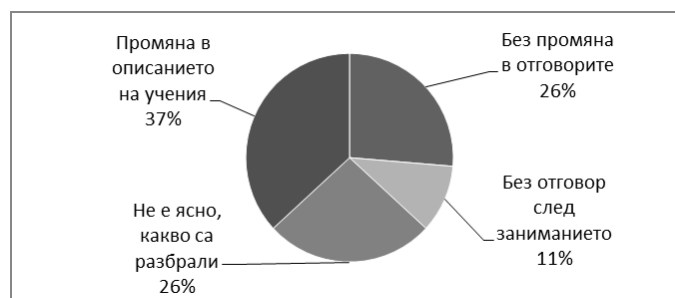
Таблица 3. Отговори на въпроса *Какво е да си учен?* с промяна в мнението

Отговори преди заниманието	Отговори след заниманието
<i>Много учен</i>	<i>Да си любопитен</i>
<i>Да си умен</i>	
<i>Да знаеш всичко</i>	<i>*Да се питаш различни въпроси и да ги разчисляваш</i>
<i>Да работиш с различни неща и да преподаваш</i>	<i>Да изследваш</i>
<i>*Да си умен възпитан</i>	<i>Хора които разследват</i>
<i>*Който можеш и искаш да сполучиш</i>	<i>*Аз научих че трябва да можеш да разбираш</i>
<i>Да знаеш, можеш и да си умен</i>	<i>*Да изследоваш и да научаваш нови неща</i>

диалект. Отговорът „разследват“ всъщност много се доближава до дейността на учените от областите на естествените науки и съвпада с буквалния превод на *inquiry* от английския термин за „изследователски подход“ (Inquiry based learning). Какво е имало предвид детето, използвало думата „разчисляваш“ бихме могли само да гадаем. . . Да си спомним обаче, че е синоним и на *мисля, допускам, вярвам*, а *figure out* (англ.) се превежда като *пресмятам* и като *свобразявам* и също съдържа дума за число (*figure*).

А коя е отличителната черта на учения? Не е ли именно любопитството това, което кара учените да изследват? В този смисъл отговорът „да си любопитен“ изключително много ме зарадва.

От разпределението на отговорите (фигура 1) можем да видим, че заниманието е провокирало повече от една трета от децата да се замислят, какво всъщност представлява професията на учения.



Фиг. 1. Разпределение на отговорите на въпрос 1

На въпроса „Ти можеш ли да бъдеш учен?“ в една от анкетите отговорите нямат нищо общо с въпроса. В три от анкетите първият отговор е „*Не знам*“, две от децата не дават никакъв отговор след заниманието. Същите деца не са дали отговор след заниманието и на първия въпрос. Третото дете отговаря след заниманието: „*Да аз мога да бъда учен.*“

В една анкета има отговор само преди заниманието: „Аз мога да бъда учен защото съм много умен.“

Две анкети са с положителни, но различни отговори (таблица 4):

Таблица 4. Отговори на въпроса *Ти можеш ли да бъдеш учен?*

Отговори преди заниманието	Отговори след заниманието
Да мога	*Аз мисля че мога
*Да аз мога да бъда учена	*Да аз изкам да мога и да науча това което видях и чух днес и знам че ще успея

В останалите дванадесет анкети децата дават едни и същи положителни отговори преди и след заниманието. За мен един от тези отговори, а именно „Аз мога да съм учен, ако пожелаея“, бе изключително интересен, тъй като отразява смисъла на заниманието. Общо в началото и в края по 15 деца дават отговор, че биха могли да бъдат учени.

При провеждането на играта правеше впечатление, че водещите мотиви при децата бяха любопитството и съревнованието. При дискусиите в отделните групи обикновено надделяваше мнението на детето, което другите бяха избрали за капитан на групата. Явно личеше липсата на тренировка в аргументирането при повечето деца.

5. Заключение. Анализът на анкетите показва, че посланието на заниманието е достигнало до около една трета от участвалите деца. Но не бихме и могли да очакваме, че едно единично занимание от този род би могло да създаде цялостна представа у децата за дадена професия, в случая професията на учения.

От гледна точка на възпитаването на ключови компетентности у учениците и запознаването им със съществуващи професии е необходимо подобни занимания да бъдат организирани по-често. Важно е децата да имат възможност да се срещат с учени от различни области, на които да задават въпроси и в истинския смисъл на думата „да се докосват“ до тях и до ежедневието им. Да научават от една страна за спецификите на дадената област, но и да разбират, че към науката (не само към геометрията) *няма царски път*, и все пак всеки един от тях би могъл да влезе в ролята на изследовател, ако „пожелае“. Образът на учения би трябвало да включва не само професионалиста, но и човека със своите цели, мечти и хобита.

За мен най-важната цел на образователната система е да съхранява и да насърчава любопитството, с което децата изследваха „загадъчните“ кутии.

Резултатът е частично подкрепен от проект „Изследване на концептуалното знание и наличието на грешни представи в часовете по математика и природни науки“ между БАН и МАНИ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] S. PAPERT. Teaching Children to be Mathematicians vs. Teaching About Mathematics. Artificial intelligence Memo Number 249, 1971, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED077243.pdf> (28.11.2018).
- [2] П. КЕНДЕРОВ, Е.СЕНДОВА, Т. ЧЕХЛАРОВА. Развиване на ключови компетентности чрез образованието по математика: Европейският проект KeyCoMath. *Математика и математическо образование*, **43** (2014), 99–105.

- [3] П. КЕНДЕРОВ. Иновации в математическото образование: Европейските проекти InnoMathEd и Fibonacci. *Математика и математическо образование*, **39** (2010), 63–72.
- [4] С. GÖTZ, V. ULM. EU-Projekt “KeyCoMath” – Developing Key Competences by Mathematics Education. In: UBT aktuell 3, 2014, S. 15.
- [5] П. КЕНДЕРОВ, Е. СЕНДОВА (редактори) Изследователски подход в образованието по математика. Издателство "Регалия 6 2013, ISBN 978-954-745-224-4
- [6] P. KENDEROV, E. SENDOVA, T. CHENLAROVA. Education in Mathematics and ICT in Relation with The World of Work – The Last Year of The MaSciL Project. *Math. and Education in Math.*, **45** (2016), 269–277.
- [7] П. КЕНДЕРОВ, Е. СЕНДОВА, Т. ЧЕХЛАРОВА. Общности в рамките на европейските проекти MaSciL и Scientix. *Математика и математическо образование*, 44 (2015), 151–154.
- [8] H. BANCHI, R. BELL. The Many Levels of Inquiry, 2008, <https://ce.uwex.edu/wp-content/uploads/2015/06/Inquiry-basedlearning.pdf> (28.11.2018).
- [9] Н. НИКОЛОВА, Е. СТЕФАНОВА. Предизвикателствата на изследователския подход, Изследователски подход в образованието по математика, Издателство „Регалия 6“, 2013, 93–98.
- [10] Виртуален училищен кабинет по математика, <http://www.math.bas.bg/omi/cabinet/> (28.11.2018).
- [11] Т. ЧЕНЛАРОВА, Г. ГАСЧЕВ, П. КЕНДЕРОВ, Е. СЕНДОВА. A Virtual School Mathematics Laboratory. В: V-та Национална конференция по електронно обучение. Русе, 16–17.06.2014, 146–151.
- [12] http://platon.ea.gr/sites/default/files/MysteryBoxes_Instruction_Booklet.pdf (28.11.2018).
- [13] Е. СЕНДОВА, Т. ЧЕХЛАРОВА, П. КЕНДЕРОВ. Регионален поглед към портала Scientix, *Математика и математическо образование*, **47** (2018), 277–284.
- [14] К. ИВАНОВА, Т. ЧЕХЛАРОВА, Е. СЕНДОВА. Математиката в света около мен – едно събитие в рамките на STEM Discovery Week 2018, XI Национална конференция „Образованието и изследванията в информационното общество“ 2018, 152–161.

Мария Тодорова Браухле
 Институт по математика и информатика
 Българска академия на науките
 ул. Акад. Г. Бончев, бл. 8
 1113 София
 e-mail: brauchle21@yahoo.de

CHILDREN IN THE ROLE OF RESEARCHERS – AN EXPERIMENT WITH “MYSTERY BOXES”

Maria Brauchle

A number of European projects emphasize the use of the inquiry based learning in STEM education. Internet portals such as Scientix and the Virtual School Mathematics Laboratory provide teachers with resources for use in STEM classes. But an inquiry based approach could be experienced with the most modest means. The article presents a Mystery boxes activity with children of primary school age. The results of a survey on “What is it like to be a scientist?” conducted with them are presented and discussed as well.