

ПРОЕКТОБАЗИРАНО ИЗУЧАВАНЕ НА ЕКОЛОГИЯ

Здравка Костова

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. Проучени са възможностите за изучаване на екологично учебно съдържание чрез разработване от учениците на проекти, изискващи провеждането на екологични наблюдения и експерименти в природата. Анализирани са схващанията на конструктивизма и критиките на неговите опоненти за определяне на теоретичната рамка на обучаващия модел. Сравнени са постиженията на учениците в два варианта на изучаване на екология: експериментален (Е) – екипна работа за провеждане на химични, физични и биологични експерименти в екосистемите, обработване и презентирание на резултатите с помощта на ИКТ на училищна конференция; контролен (К) – лекции на учителя, визуализирани с ИКТ и конструиране на концептуални карти от учениците. Специално внимание е отделено на откриването и решаването на екологични проблеми. Постиганията на учениците са оценени с помощта на тестове за знания, диагностични наблюдения за умения и въпросник за определяне на отношението им към новата екологична парадигма.

Ключови думи: екологични проекти; екологични експерименти; презентации с ИКТ; концептуални карти; работа в екип

Въведение

Целта на изследването е да се проучи противоречието между влошаващото се състояние на околната среда и ниската екологична грамотност на учениците. В обучението по „Биология и здравно образование“ в IX клас те овладяват определен обем от екологични знания, но не ги прилагат на практика и не смятат себе си отговорни за подобряване на качеството на околната среда. Пасивно имитират деструктивното поведение на възрастните, проявявайки агресия не само към природата, но и един към друг.

Причините за това поведение са не само в лошия пример на обществото, но и в образователния процес, основан предимно на лекции на учителя и на запаметяването на факти и идеи от учениците, както и на отсъствието на дискусии в класната стая относно реалните екологични проблеми (Taylor et al., 2009). Това е основателна причина за изследване на възможностите на проектобази-

рано изучаване на екология за формиране на екологично отговорно поведение. В експерименталния обучаващ модел се осъществява учене чрез ръководено откритие в естествена и информационна среда, основано на теорията на конструктивизма и на когнитивната теория за мултимедийно учене.

Теоретична рамка

Информационно-комуникационните технологии (ИКТ) проникнаха във всички аспекти на живота и създадоха виртуална среда, в която много ученици прекарват значителна част от свободното си време. По тази причина много автори търсят научно обоснованото използване на ИКТ в образованието. Едни от тях изследват възможностите им за умствено развитие и за повишаване на академичните постижения на учениците (Dawes, Wegerif, 2004). Други разработват принципите за използването им в класната стая (Satherland, 2004). Трети изследват ролята им в развитието на индивидуална стратегия за успешно учене (Briggs, 1987; Vass, 2007; Sorgo et al., 2010). Теоретичните основи за приложението на ИКТ в нашата образователна система са разработени от Д. Павлов (2006). Интерес за практиката представляват конкретните дидактически материали за приложението на ИКТ при изучаването на отделните учебни предмети от V до VIII клас. Използването на ИКТ в образованието е тясно свързано с когнитивната теория за мултимедийно учене (Mayer, 1998, 2003, 2005), която обяснява как технологиите подпомагат учениците в овладяването на нови знания. Тя се базира на обяснението за информационното процесуиране с помощта на две различни системи – едната процесуираща визуална, а другата процесуираща вербална информация (Paivio, 1986).

R. Mayer и R. Moreno (1998) са формулирали принципите за мултимедийно учене, които повишават ефективността на теорията и стимулират нови теоретични и емпирични изследвания. Проучена е ролята на интереса и мотивацията в уеббазираното учене (Mayer, 2003), разработени са мултимедийни уроци (Najjar, 1998) и принципите на електронно обучение в природните науки (Clark & Mayer, 2003). Коронната мисъл „Една картина струва колкото хиляда думи“ е възприета от много привърженици на мултимедийната теория на ученето. Приносът на тази теория се откроява в няколко аспекта: гъвкавост на ученето, което позволява на учащите да учат, когато имат свободно време; модулно обучение, което дава възможност за избор на модули за изучаване; паралелно учене с професионално развитие; използване на широк диапазон от информационни източници; икономия на време и пари и др. Мултимедийното учене може да превъзмogne традиционната роля на учителя да предава информация на учениците.

Когнитивната теория на мултимедийното учене е критикувана за недостатъците ѝ както в теоретично, така и в практическо отношение. Ученето е активен процес, който включва повече от два канала за процесуиране на информация и дава предимство на мултисензорния подход: освен очите и ушите другите сети-

ва, като мирис, вкус, допир, са също необходими. Учениците могат да процесуират само ограничен обем от информация. Претоварването с атрактивни детайли в мултимедийните презентации разконцентрира вниманието и намалява ефекта от ученето (Sweller, 1998, 1999). В противовес теорията на С. Виготски (1978) предлага обучаващ контекст, в който учениците са активни субекти в учебния процес. Това, от своя страна, показва, че ефективността на мултимедийната теория на ученето може да бъде повишена, ако се базира на идеите и принципите на конструктивизма, като например учене чрез ръководено откритие или идеята на Виготски за зоната на най-близко развитие.

Според привържениците на конструктивизма ученето е активен процес на конструиране на знание от учениците, а не на предаване на знание. Ученето, основано на теорията на конструктивизма, изисква проблемна ситуация. Ученикът трябва да се основава на своя минал опит и знания, за да може да открива и запомня нови факти, взаимни връзки и обективни истини. Той взаимодейства с действителността чрез манипулиране с обекти, дискутиране на проблеми, рефлексия върху противоречия, провеждане на експерименти, които му помагат да разбере същността на изучаваната материя и да я запомни. Много модели на учене са базирани върху конструктивизма. Те имат обща философия, но се различават по названието и по технологията на приложение, като например: учене чрез откритие, проблемно учене, учене чрез изследване, изследователски подход в ученето, симулационно учене, учене чрез казуси и инциденти и други според доминиращия метод (Bruner, 1961; Barrows & Tamblyn, 1980; Kolb, Fry, 1975, Steffe, Gale, 1995; Костова, 1980).

Ученето чрез откритие е базирано върху изследователско търсене и конструктивистко учене, извършващо се в ситуации с решаване на проблеми, чрез които ученикът влиза в ролята на изследовател. Той активира своя минал опит и овладяно знание, за да открие нови факти, взаимовръзки и истини и да ги концептуализира; проучва и манипулира обекти, задава въпроси, бори се с противоречия, формулира хипотези, провежда експерименти, анализира данни. В резултат на такава познавателна дейност много по-вероятно е той да може да разбере и запомни концепции и знания, открити с помощта на собствени търсения, а не предадени му от учителя. J. Bruner (1961) предлага термина скафолдинг, за да означаи подкрепата или ръководството, с което учителят (инструкторът, фасилитаторът) помага на ученика да функционира на по-висока степен на интелектуална активност. Л. С. Виготски (1978) въвежда концепцията ЗПП – Зона на най-близко (проксимално) развитие = ZPD (Zone of Proximal Development). Това е зоната между умението на ученика да извърши определена задача под ръководството на възрастен или в сътрудничество с връстник, и способността му да изпълни задачата самостоятелно. Според него ученето се осъществява в тази зона. Той е основоположник на социалния конструктивизъм, тъй като фокусира върху взаимоотношенията между хората

и социокултурния контекст, в който те действат и взаимодействат, споделяйки опит (Crawford, 1996). Виготски смята, че хората използват средства, които са продукт на културата, като например писмена и устна реч, за опосредстване на своята социална среда. Първоначално децата развиват тези средства за изпълнението на социални функции, като например комуникирането на потребности. Социалното взаимодействие има фундаментална роля в процеса на когнитивното развитие. Докато Ж. Пиаже поддържа идеята, че развитието на детето непременно предхожда ученето, то Л. С. Виготски смята обратното – социалното учене предхожда развитието. Той твърди: „Всяка функция в културното развитие на детето се появява два пъти: първо на социално равнище и по-късно на индивидуално равнище; първо между хората (интерпсихологично) и след това вътре в детето (интрапсихологично)“ (Vygotsky, 1978). Интернализирането на тези средства води до по-високи умствени способности. Ролята на учителя и ученика са разменени, тъй като учителят трябва да сътрудничи с ученика, за да го подпомогне в конструирането на смисъл. При това ученето се превръща в реципрочен опит за учителя и ученика.

Привържениците на ученето чрез откритие изтъкват следните негови предимства: поощрява активно участие, създава мотивация, самостоятелност, отговорност и независимост; развива творчество и умения за решаване на проблеми и разширява познавателния опит.

Ученето чрез откритие е подложено на непрекъснати критики по много причини. Смята се, че то създава когнитивно натоварване, което не може да бъде преодоляно от учениците и води до погрешни концепции и до невъзможност на учителя да ги открива. Опонентите на конструктивизма смятат, че тези недостатъци се дължат на невъзможността на човешкия мозък да процесуира голям обем от информация, без да предизвика когнитивно натоварване на паметта. Ученето чрез откритие страда от дефицит на внимание, дидактическо напрежение, недостиг на време за търсеща активност и други. Според някои учени конструктивисткото учене е упражнение по история на науката, а не реално научно изследване, и затова го отхвърлят (Mayer, 2004; Kirschner, Sweller, Clark, 2006). Посочените критични виждания са необходими, за да се преодолеят недостатъците му. В предходни изследвания ние базирахме конструирането на знание върху изследователския подход, при който ученето се осъществява чрез последователните етапи на научното познание: формулиране на проблеми, предлагане на хипотези, дизайн и провеждане на експерименти за доказването им, процесуиране на данни и изработване на изводи (Kostova, 1980, 2003). Основно изискване при този подход е учебните проблеми да кореспондират с миналия опит и когнитивни умения на учениците, но да бъдат малко над тях, за да ги придвижват напред. Конструктивистите не отричат ръководеното откритие, което се потвърждава от схващането на Виготски за зоната на най-близкото развитие, на Брунер – за скафолдинга,

на Колб (1975) – за учене чрез опит, и на Пиаже (1937) – за стadiaите в индивидуалното развитие. Теориите невинаги са добре разбрани от учителите, невинаги са правилно транскрибирани в конкретни и детайлизирани дейности и не са подходящи за всички ученици, които са уникални личности (Kirschner, Sweller, Clark, 2006).

Практическа рамка

Експерименталното обучение обхваща раздела „Биосфера“ в курса по „Биология и здравно образование“ в IX клас, в който екология и опазване на околната среда са включени в учебниците чрез инфузионен и интердисциплинарен подход (Anguelov et al. 2001; Ovcharov et al. 2001; Nikolov et al. 2001). Недостатъците на тези подходи преодоляхме с конструирането на интерактивен проектобазиран обучаващ модел, предшестван от контент анализ на всяка тема от програмата и учебниците и изграждане на концептуални (интелектуални) карти. Проучихме също възможностите на контекста, представен от ресурсите на училището, природната и социалната среда, за включване на учениците в активно учене за разрешаване на реални екологични проблеми. Проектобазираният обучаващ модел включва наблюдения, експерименти и ИКТ.

Учениците, включени в експерименталното обучение, живеят и се обучават в град Дупница. Изучаваните екосистеми: речни, крайбрежни, горски и планински, ливадни и блатни, са разположени по долината и в околността на Средна Струма и са достъпни за посещение от учениците. Красивите планински и хълмисти пейзажи са сериозно засегнати от замърсяване и наводнения, особено при проливни дъждове. Ситуацията се влошава поради ерозия на бреговете на река Джерман, затлачване и изхвърляне на твърди отпадъци в нея. Замърсяването от бизнеса, промишлеността и бита непрекъснато се повишава, което свидетелства за пренебрегване на екологичните ценности. Тежките екологични проблеми могат да се разрешат чрез интегрирани действия на всички членове на общността на Дупница. Учениците и техните родители са съществена част от причинителите, потърпевшите и мениджърите на проблемите със замърсяването. В създаването на обучаващия модел се ръководехме от следната идея: *Учениците могат да разберат екологията и екологичните проблеми, ако ги преживеят чрез собствения си житейски опит, ако осъзнаят своята лична зависимост от тях и ако осмислят последиците от човешката дейност в своето собствено местообитание.* Очаквахме да се убедят в отрицателното въздействие на човешката дейност върху природата, което да ги стимулира да предприемат действия за подобряването на средата. Затова приехме проектобазираното изучаване на екологията на фона на местната околна среда и екологични проблеми, причинени от общността, като важно дидактическо решение за формиране на отговорно екологично поведение.

Метод

Материали: интернет, Microsoft Word, Microsoft Power Point, Microsoft Excel и съответни умения за работа с тях; технологични изисквания към класната стая: компютри, LCD прожектор и достъп до интернет, списък на препоръчителни уебсайтове и оборудване за екологични експерименти в естествени екосистеми.

Училището (ПГ „Акад. С. П. Корольов“ – Дупница) е избрано поради важността му в професионалното образование и сложността на екологичната и природозащитната обстановка в непосредствена близост. След завършване повечето ученици постъпват на работа и упражняват директно въздействие върху природата и нейните ресурси. Всички ученици (N) бяха включени в експерименталното обучение, а учениците (n) за оценяване на резултатите от обучението са избрани на случаен принцип (табл. 1). Последователните дейности на експерименталното обучение са представени на фиг. 1.

Таблица 1. Експериментална (Е) и контролна (К) извадка от ученици в експеримента

Време	N	n	Групи	Експериментални класове и професионален тренинг
2010 – 2012	104	80	Е	IX ^a Информационни технологии и икономика; IX ^b Икономика и мениджмънт
	104	80	К	IX ^a Промислена електроника; IX ^b Електронно обзавеждане

Забележка. Обучението е осъществено от д-р Елка Владимирова.

Предварителна работа. Формулиране на проблем за търсеща познавателна дейност на учениците (Как се отразяват производствената и битовата дейност върху състоянието на екосистемите?); изясняване на очакваните образователни резултати и крайни продукти от проучването (тестове, РР презентации, фотосесия, таблици и диаграми с данни от изследването, концептуални карти); обсъждане на критериите за оценка на постиженията и на правилата за работа в екип; контент анализ на учебниците по ключови концепции (екологични фактори, популации, биоценози, екосистеми, биоразнообразие и замърсяване); оформяне на вариантите и дизайн на дидактическата технология в тях (фиг. 1); провеждане на предварителния тест.

Дидактическа технология в експерименталната група. *Разработване на проекти.* Последователните дейности са: уводна сесия за изясняване на методите за провеждане на изследвания в екосистемите и за начините за подготовка и описание на библиографията; изработване на план и график за осъществяване на проекта; изясняване на целите и задачите; уточняване на организацията на работа; оформяне на екипите, разпределение на задачите по екипи и участници в тях. Следва самостоятелна екипна работа за изясняване



Фигура 1. Последователни дейности в изследователската програма

на конкретните задачи с консултации от учителя и брифинг за демонстриране на ролята на всеки екип в разработването на проекта. Екипите провеждат своите изследвания върху компонентите на екосистемите на определените места, като вземат необходимите проби, обработват ги в лабораторията, регистрират получените данни, изработват таблици, графики и диаграми и правят изводи (Kostova, Vladimirova, 2010). Те правят химични, физични и биологични изследвания на замърсяването на екосистемите на р. Джерман, екологични изследвания на биоразнообразието и социологични изследвания за отношението към природата.

Дидактическа технология в контролната група. Учителят подготвя своите лекции с използването на интерактивни техники и при изясняване на понятията демонстрира изграждането на концептуални карти. Учениците използват информация от уебсайтове, уеббазирани ГИС карти и Google Earth визуализации и работят в малки групи от двама. Въпросите, на които учениците търсят отговор, са: видове екосистеми, характеристика на биотопа, описание на биотичното съобщество и на биоразнообразието, замърсяване, устойчиво използване.

Работата в двете групи приключва със заключителен тест, учебна конференция с презентации на изработените от учениците продукти, практическа работа за почистване и залесяване и раздаване на сертификати за принос в подобряване на качеството на околната среда.

Резултати и обсъждания

Постиженията на учениците са оценени по критериите знания, умения и отношения към околната среда чрез тестове (табл. 2), диагностични наблюдения (табл. 3), въпросници за анкети (табл. 4) и са обработени статистически. Оценени по предварително изработени скали са и продуктите от учебната дейност на учениците, участието им в екипа, отговорността и поведението им в подготовката и провеждането на конференцията и на практическата работа.

Таблица 2. Статистически анализ на резултатите от предварителния и заключителния тест

Тест	Групи и отговори	Оценки					Статистически анализ							
		2	3	4	5	6	M	Me	Mo	S2	SD	V	$S_{\bar{x}}$	T test.
Pre-	E	120	137	28	20	15	2.97	3	3	1.13	1.06	35.56	5.92	23.78
Post-	E	17	21	40	95	147	5.04	5	6	1.32	1.14	22.61	6.37	
Pre-	K	115	155	22	15	13	2.92	3	3	0.97	0.98	33.56	5.48	20.03
Post-	K	33	30	45	74	138	4.79	5	6	1.83	1.35	28.18	7.55	
Статистическите разлики между E и K от предварителния тест са незначителни: $t(120) = .61, p < .05$														
Статистическите разлики между E и K от заключителния тест са в полза на експерименталната група: $t(120) = 2.52, p < .05$														

Таблица 3. Резултати от диагностичното наблюдение по предварително приетите индикатори

Групи	Индикатори за наблюдение					Mean (M)
	Готовност	Активност	Точност	Толерантност	Поведение	
K 2011	0.72	0.80	0.54	0.52	0.75	0.67
E 2011	0.77	0.86	0.73	0.64	0.80	0.76
Mean (M)	0.75	0.83	0.64	0.58	0.78	0.72
K 2012	0.88	0.89	0.86	0.77	0.88	0.86
E 2012	0.90	0.95	0.92	0.86	0.89	0.90
Mean (M)	0.89	0.92	0.89	0.82	0.89	0.88

Забележка. „Готовност“ – съзнателна насоченост към учене; „активност“ – активно участие в организираните познавателни дейности; „точност“ – самоконтрол, спазване на детайлите и последователността в работата; „толерантност“ – уважение към чуждото мнение и отговорност към ученето, контрол на емоциите; „поведение“ – умение за отговорно регулиране на дейността сред природата и в класната стая.

Загрижеността за природата се оценява с въпросник (Dunlap et al., 2000), съдържащ 15 полярни твърдения по скалата на Likert, измерващи предпочитания към Доминантната социална парадигма (DSP) или към Новата екологична парадигма (NEP) (Kostova, Vladimirowa, Radoynowska, 2011). По-високите стойности показват предпочитание на НЕП. В края на 2012 г. анкетата по

въпросника беше повторена. Средните стойности за Е = 4.42 и за К = 3.34 показват тенденция към по-убедителна про-НЕП ориентация.

Таблица 4. Нагласи на учениците, показващи загриженост за състоянието на природата

Измерения	Въпроси	<i>M</i>	<i>SD</i>	Модален ранг; положителни
Граници на растежа; <i>r</i> = .98	1,6, 11	3.07 T 3.14 RT	1.19 1.08	34.13 TC + 27.80 C = 61.93 33.61 TC + 30.02 C = 63.63
Антиантропоцентризъм; <i>r</i> = .78	2, 7, 12	4.20 T 3.83 RT	1.00 1.04	27.47 THC + 21.15 C = 48.62 26.82 TC + 23.25 C = 50.07
Крежкост на природното равновесие; <i>r</i> = .77	3, 8, 13	3.93 T 3.98 RT	0.86 0.91	29.31 C + 25.95 TC = 55.26 29.48 C + 22.65 TC = 52.13
Антиекземпционализъм; <i>r</i> = .92;	4, 9, 14	3.31 T 3.39 RT	0.91 0.95	29.42 TC + 26.87 C = 56.29 29.92 C + 23.78 TC = 53.70
Възможност за екокриза; <i>r</i> = .96	5, 10, 15	4.16 T 4.29 RT	0.98 0.94	45.77 TC + 18.95 C = 64.72 45.47 TC + 21.26 C = 66.73
Легенда: Т – тест; RT – ретест ; THC – твърдо несъгласен, HC – несъгласен, К – колебае се, С – съгласен, TC – твърдо съгласен; <i>M</i> – средна величина по Likert скалата; <i>SD</i> – стандартно отклонение; екземпционализъм – поставяне на човека над всички живи същества.				

Средната величина на оценките на PP презентациите за Е-групата е по-ниска в края на 2011 г. (*M* = 4.42; *SD* = 1.19) от тази за 2012 г. (*M* = 5.20; *SD* = 1.08). Същото важи и за концептуалните карти за К-групата: (*M* = 4.31; *SD* = 1.16) и (*M* = 4.63; *SD* = 1.12) съответно за двете години.

Изводи

Проектобазираното интерактивно изучаване на екология сред природата и в класната стая с използване на ИКТ повишава равнището на екологичните знания и подпомага ориентацията на учениците към НЕП в по-голяма степен от изучаването само с ИКТ. Разликите между двете групи са статистически значими.

Създаването на конкретни продукти при познавателната дейност, които подпомагат конструирането на знания, се приема с интерес от учениците, повишава тяхната активност и мотивация.

Публичните презентации, предшествани от презентации на минипроекти пред позната аудитория най-напред в класната стая, съдействат за повишаване на себеуважението и самоувереността на по-свевливите и емоционално възнаграждават всички ученици.

Ученето и в двете групи спомогна за преодоляване на ученето чрез наизустяване без разбиране, което е истинската причина за когнитивното нато-

варване. Уменията на учениците за когнитивно сътрудничество при работа в екип се оказаха трудни за изграждане, изискваха време и постоянство в подходящ контекст.

Въпросникът за проучване на загрижеността на учениците за състоянието на околната среда се прилага лесно и е ефективен за получаване на надеждни резултати. Практическата работа за подобряване качествата на околната среда показва на учениците, че не е достатъчно само да се говори убедително, а е необходимо да се действа резултативно.

Благодарност. Изказвам благодарност на д-р Елка Владимирова за компетентно извършеното експериментално обучение и за всеотдайната ѝ любов към учениците.

БЕЛЕЖКИ

1. Mayer, R. E. & Moreno, R. (1998). "A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles". <http://www.unm.edu/~moreno/PDFS/chi.pdf>

ЛИТУРАТУРА

- Ангелов, П., Ишев, В. & Попов, П. (2001). *Биология и здравно образование, учебник за учениците от IX клас*. София: Просвета.
- Barrows, H. S. & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer.
- Briggs, J. B. (1987). *Student Approaches to Learning and studying*. Victoria: Australian Council for Educational Research.
- Bruner, J. S. (1961). The Art of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21 – 32.
- Костова, З. (1980). *Изследователски подход в обучението по биология*. София: Народна просвета.
- Clark, R. C. & Mayer, R. E. (2003). *E-learning and the science of instruction*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Crawford, K. (1996). Vygotsian approaches to human development in the information era. *Educational Studies in Mathematics*, 31: 43 – 62.
- Dawes, L. & Wegerif, R. (2004). *Thinking and Learning with ICT: Raising Achievement in Primary Classrooms*. UK: Routledge.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure

- of constructivism, discovery, problem-based experiential and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist* 41, (2), 75 – 86.
- Kolb, D. A. & Fry, R. (1975). Toward an applied theory of experiential learning. In: C. Cooper (Ed.) *Studies of group process*. pp. 33 – 57, New York: Wiley.
- Костова, З. (2003). *Концептуализация на екологичното образование*. София: Фабер.
- Kostova, Z. & Vladimirova, E. (2010). Development of environmental literacy by interactive didactic strategies. *Chemistry*, 19(3), 50 – 70.
- Kostova, Z., Vladimirova, E. & Radoynovska, B. (2011). The environmental concern of nine grade students from a secondary professional school. *BJSEP*, 1, 178 – 218.
- Mayer, R. (2004) Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59(1), 14 – 19.
- Mayer, R. E. (2003). *Learning and Instruction*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Najjar, L. J. (1998). Principles of educational multimedia user interface design. *Human Factors*, 40(2), 311 – 323.
- Николов, Т., Буланов, И., Костова, З. & Вълкова, Ц. (2001). *Биология и здравно образование, учебник за учениците от IX клас*. София: Анубис.
- Овчаров, В., Евтимова, Св., Симеоновски, М., Симеоновска, Д., Ганев, В. & Христова, М. (2001). *Биология и здравно образование, учебник за учениците от IX клас*. София: Гея-Либрис.
- Павлов, Д. (2006). *Идеите остават живи*. София: Св. Климент Охридски.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Piajet, J. (1937/1954). *La construction du réel chez l'enfant (The construction of reality in the child)*. New York: Basic Books.
- Satherland, R. (2004) Designs for Learning: ICT and Knowledge in the Classroom. *Computers and Education*, 43, 5 – 16.
- Sorgo, A., Verckovnik, T. & Kocijancic, S. (2010). Information and communication technologies (ICT) in biology teaching in Slovenian secondary schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6 (1), 37 – 46.
- Steffe, L. & Gale, J. (Eds.) (1995). *Constructivism in education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257 – 285.

- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Camberwell, Victoria, Australia: Australian Council for Educational Research.
- Taylor, N., Littledyke, M., Eames, C. & Coll, R.K. (2009). *Environmental education in context: an international perspective on the development of environmental education*. Rotterdam: Sense.
- Vass, E. (2007) Exploring Processes of Collaborative Creativity – The Role of Emotions in Children's Joint Creative Writing. *Thinking Skills and Creativity*, 2, 107 – 117.
- Vygotsky, L. S. (1978) *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

REFERENCES

- Angelov, P., Ishev, V. & Popov, P. (2001). *Biologiya i zdravno obrazovanie, uchebnik za uchenitsite ot 9. klas*. Sofia: Prosveta.
- Barrows, H. S. & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer.
- Briggs, J.B. (1987). *Student Approaches to Learning and studying*. Victoria: Australian Council for Educational Research.
- Bruner, J. S. (1961). The Art of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21 – 32.
- Clark, R. C. & Mayer, R. E. (2003). *E-learning and the science of instruction*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Crawford, K. (1996). Vygotsian approaches to human development in the information era. *Educational Studies in Mathematics*, 31, 43 – 62.
- Dawes, L. & Wegerif, R. (2004). *Thinking and Learning with ICT: Raising Achievement in Primary Classrooms*. UK: Routledge.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivism, discovery, problem-based experiential and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75 – 86.
- Kolb, D. A. & Fry, R. (1975). Toward an applied theory of experiential learning (pp. 33 – 57). In: C. Cooper (Ed.) *Studies of group process*. New York: Wiley.
- Kostova, Z. & Vladimirova, E. (2010). Development of environmental literacy by interactive didactic strategies. *Chemistry*, 19 (3), 50 – 70.
- Kostova, Z., Vladimirova, E. & Radoynovska, B. (2011). The environmental concern of nine grade students from a secondary professional school. *BJSEP*, 1, 178 – 218.
- Kostova, Z. (1980). *Izsledovatel'ski podhod v obuchenieto po biologiya*. Sofia: Narodna prosveta.

- Kostova, Z. (2003). *Kontseptualizatsiya na ekologichното образование*. Sofia: Faber.
- Nikolov, T., Bulanov, I., Kostova, Z., Valkova, Ts. (2001). *Biologiya i zdravno образование, uchebnik za uchenitsite ot IX klas*. Sofia: Anubis.
- Ovcharov, V., Evtimova, Sv., Simeonovski, M., Simeonovska, D., Ganev, V. & Hristova, M. (2001). *Biologiya i zdravno образование, uchebnik za uchenitsite ot IX klas*. Sofia: Geya-Libris.
- Pavlov, D. (2006). *Ideite ostavat zhivi*. Sofia: Sv. Kliment Ohridski.
- Mayer, R. (2004) Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59(1), 14 – 19.
- Mayer, R. E. (2003). *Learning and Instruction*. Upper Saddle River. NJ: Prentice-Hall.
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Najjar, L. J. (1998). Principles of educational multimedia user interface design. *Human Factors*, 40(2), 311 – 323.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Piajet, J. (1937/1954). *La construction du réel chez l'enfant (The construction of reality in the child)*. New York: Basic Books.
- Satherland, R. (2004) Designs for Learning: ICT and Knowledge in the Classroom. *Computers and Education*, 43, 1 – 2, 5 – 16.
- Sorgo, A., Verckovnik, T. & Kocijancic, S. (2010). Information and communication technologies (ICT) in biology teaching in Slovenian secondary schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(1), 37 – 46.
- Steffe, L. & Gale, J. (Eds.) (1995) *Constructivism in education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Sweller, J. (1988) Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257 – 285.
- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Camberwell, Victoria, Australia: Australian Council for Educational Research.
- Taylor, N., Littledyke, M., Eames, C. & Coll, R.K. (2009). *Environmental education in context: an international perspective on the development of environmental education*. Rotterdam: Sense.
- Vass, E. (2007) Exploring Processes of Collaborative Creativity – The Role of Emotions in Children's Joint Creative Writing. *Thinking Skills and Creativity*, 2, 107 – 117.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

PROJECT-BASED LEARNING OF ECOLOGY

Abstract. The possibilities of students learning ecology by means of developing projects based on ecological observations and experiments in nature were studied. The constructivists' concepts were analyzed as well as the criticism of their opponents in order to determine the theoretical framework of the teaching model. The achievements of students in two variations of teaching were compared: Experimental (E) – team work in doing chemical, physical and biological experiments in the ecosystems, analyzing and presenting data with the aid of ICT at a school conference; Control teaching (K) – visualized with the aid of ICT lectures, delivered by the teacher, construction of conceptual maps by students. Special attention was paid on discovering and solving environmental problems. Student's achievements were evaluated by means of tests for knowledge, diagnostic observations for skills and questionnaire for attitude towards the new ecological paradigm.

Keywords: environmental projects; environmental experiments; ICT presentations; concept maps; teamwork

✉ **Prof. Zdravka Kostova, DSc.**

Sofia University

Sofia, Bulgaria

E-mail: kostova2008@gmail.com