

СЪВРЕМЕННИ ТЕНДЕНЦИИ В ПРИРОДОНАУЧНОТО ОБРАЗОВАНИЕ НА УЧЕНИЦИТЕ¹⁾

Адриана ТАФРОВА-ГРИГОРОВА

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. Три от основните теми в съвременната наука за образованието – природонаучната грамотност, формирането на ключови компетентности и конструктивиската парадигма в образованието – са коментирани в подробности в настоящата обзорна статия. Развитието на тази проблематика и собствените изследвания на автора по тези теми са в основата на представения анализ. Проблемът за драматичното намаление на грамотността на населението буди тревога. Ключовите компетентности, всъщност необходимостта от изграждане на умения в различните области на образованието, вече са намерили място в нормативната база и учебната документация. А българското учителство изглежда е готово да гради конструктивистка среда в нашето училище.

Keywords: science education, scientific literacy, key competences, constructivism, classroom environment

Въведение

В съвременната епоха на бърз технологичен прогрес от първостепенно значение за обществото е решаването на редица научни

проблеми, които имат важни нравствени, политически и икономически измерения. Такива са например замърсяването на околната среда и свързаните с това промени на климата, търсенето на нови енергийни източници, борбата срещу наркоманията и тютюнопушенето, създаването на генетично модифицирани хранителни продукти и много други. В противоречие с растящите нужди от добре подготвени научни специалисти се наблюдава отлив на кандидати за научните специалности в университетите и незаинтересованост на учениците към природонаучните предмети, особено физика и химия. Очевидно е, че развитото индустриално общество не би могло да си позволи да насърчава задълбочаването на подобно разминаване. Въпросът обаче има и друга страна. Динамичните социални промени и особено ускореното технологично развитие ежедневно поставят всеки човек пред изпитанието да се справи с множество задачи, непознати за неговите предшественици от предишните поколения. Това означава, че новото поколение трябва да усвои умения и сръчности от нов тип, да бъде адаптивно и гъвкаво в условията на непрекъснато променящата се действителност, да бъде подготвено не само за една, а за много професионални дейности.

Тези изисквания на съвременното социално-икономическо развитие довяват “вятъра на промените” в главната институция, отговорна за подготовката за живота на младия човек – училището. Стремешът да се отвърне на предизвикателствата на глобализиращия се свят довежда до повсеместен реформаторски образователен “бум”, в това число във всички страни от бившия социалистически блок. Започнали предимно в началото на 90-те години на XX век, тези реформи в повечето страни все още не са завършени и са на различни етапи на изпълнение. Макар и всеобхватни, те засягат приоритетно методите и организацията на обучението по природните дисциплини и учебните програми по

природонаучните дисциплини. Раждат се и нови идеи (Allal, 1999; Bronckart & Thurler, 2004), но най-вече се възраждат и доразвиват в съзвучие с новите условия методически подходи като конструктивисткият с неговите проявления: изследователски и проблемен подход, учене чрез правене и пр. (Jonaert et al., 2004; Maury & Caillot, 2003). Повечето тенденции, характерни за съвременното училище и в частност за обучението по природни науки, са взаимосвързани, припокриват се до някаква степен и се допълват.

Прегледът на насоките на образователните реформи в световен мащаб откроява една обща тенденция и главна цел на училищното природонаучно образование – формирането на природонаучна грамотност (Hurd, 2000; Bartholomew et al., 2004; Hodson, 2006; 2008; Osborne & Dillon, 2008; Dillon, 2009).

Наред със специфичните характеристики на образованието по природни науки в различни държави, се открояват и общи тенденции, както и общи въпроси за решаване. Съгласуването на тези общи тенденции и тяхното обсъждане е във фокуса на работата на такива крупни международни организации, с активни дейности в областта на образованието, каквито са Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР)²⁾ и ЮНЕСКО. Политическите документи, продукти на организации като споменатите по-горе, издания на Европейската комисия и национални образователни институции, в много случаи предлагат доста общи идеи и пожелателни действия за промяна на образованието към по-добро. Трябва да се признае обаче, че повечето от тях дават насоки и тласък за реформи в полето на образованието. Така, на състоялата се преди повече от десет години 46-та сесия на Международната конференция по образование (5-8 септември 2001 г.), организирана от Международното бюро по образование в Женева³⁾ (Тафрова-Григорова, 2003), 80 министри на

образованието и около 600 делегати от 127 националности обсъждат проблемите и стратегиите на обучение през 21-вия век. Научният прогрес и природонаучното обучение: базисни знания, междудисциплинарност и етични проблеми, е темата на един от шестте дискуссионни центъра, организирани в рамките на конференцията. Основният извод, до който се достига е, че съществува значително разминаване между обучението по природонаучните дисциплини и нуждите на индивидите и обществото като цяло. Един от участниците в дискусиата, Андре Жордан, обобщава : *“Преподадените в училището знания се забравят за няколко седмици. Това е само видимият симптом на едно дълбоко заболяване, което се корени в досегашните програми. Обучението по научните дисциплини вече не е пригодно за обществото, за което би трябвало да подготвя граждани.”*

Въз основа на анализа на тези дискусии, както и на редица публикувани напоследък материали, в настоящата работа ще бъдат очертани някои от главните тенденции и проблеми на обучението по природни науки в съвременното училище.

Ключовите понятия около които се гради съвременното образование, са: грамотност – езикова, математическа, природонаучна (Schleicher, 2009); компетентности (Acedo, 2007); активно и интерактивно обучение, обучение през целия живот⁴⁾ (Barry, 2000).

Природонаучна грамотност

Кратък исторически преглед

Корените на термина *scientific literacy* са в публикацията на Paul Hurd (1958) *“Science literacy: its meaning for American schools.”* Пол Хърд говори за нуждата от израстване на научно грамотни поколения и пледира за нови учебни програми, които да са в съзвучие с „космическия век”. Работата е инспирирана от тревогата на автора за разминаването

между темпа на развитие на науката и технологиите, от една страна, и образованието, от друга⁵⁾. Очевидно безпокойството за природонаучната грамотност на американското население не е изолиран случай, защото същата година и председателят на Shell Chemical Corporation, McCurdy (1958), поставя проблема в статията си „Towards a population literate in science.” Според него, поради фундаменталните промени в науката, училищното образование по природни науки трябва да премести тежестта си от изучаване на технологиите към принципите на науката. Той смята, че е необходим нов подход към изучаването на природните науки, който да разкрива пътя на научното познание.

PAUL DeH. HURD

Science Literacy: Its Meaning for American Schools

School people and public have come to realize that it is through the programs of the schools that science will be advanced and the ideals of a free world will be perpetuated.

WITH nuclear fission came the atomic age. Before America realized its significance, the transistor introduced the electronic age which in turn fathered automation. With a roar and a whistle the jet made "supersonic" a common term—and the world became smaller. Ballistic missiles circle the earth, a space age is born, and the size of our universe is diminished. The control of thermonuclear reactions will soon introduce a new power age.

Plastics and pesticides, biotics and detergents, silicones and synthetic elements have introduced the modern world of chemistry. Half of the chemicals in common use today were unknown 10 years ago. Tranquilizing drugs provide a research tool for studying the human mind; "tagged" molecules supply information about living cells, and developments in virus vaccines give promise of a disease-free world. Biophysics and biochemistry are bringing us closer and closer to understanding the nature of life.

These are the achievements of man about which thousands of valedictorians will orate at graduation, and rightly they should, because these events are the events of their lifetime. They will talk about discoveries in science and how

man has increased his control over his physical and biological environment. They will discuss automation and the increase in leisure time, better health and a longer life. These are the words we hear from the first graduating classes of the "space age."

Even the casual observer recognizes that science with its applications in technology has become the most characteristic feature of modern society. Attempts to define human values, to understand the social, economic and political problems of our times, or to validate educational objectives without a consideration of modern science are unrealistic. More than a casual acquaintance with scientific forces and phenomena is essential for effective citizenship today. Science instruction can no longer be regarded as an intellectual luxury for the select few. If education is regarded as a sharing of the experiences of the culture, then science must have a significant place in the modern curriculum from the first through the twelfth grade.

What Kind of Education?

The American people, sparked by a Sputnik, and almost as a single voice, have inquired whether their children are

Както сполучливо отбелязва Hodson (2008) повикът за издигане нивото на природонаучната грамотност се приема въодушевено от учени и деятели на образованието. Оттогава насам и особено от 90-те години на XX век, природонаучната грамотност, известна на български предимно със съкратения вариант на термина – научна грамотност, „избуява” на образователното поле.

Според DeVoe (2000) вниманието към обучението по природните науки в американските училища се засилва особено в годините след Втората световна война, поради „усещането, че науката и технологиите са важен ресурс за националната сигурност”. Стратегическата роля на науката изостря още повече обществения интерес след изстрелването на съветския спътник „Спутник” през 1957 г. През 1960 г. Националното дружество за изследвания в образованието (National Society for the Study of Education) в своя Годишник, озаглавен *Rethinking Science Education*, поставя за цел пред преподавателите по природни науки „да работят за формирането на граждани, които разбират науката и са съпричастни към работата на учените” (NSSE, 1960).

Развитието на реформите в образованието, започнали главно в началото на 90-те години, е насърчено от многобройни документи, приети от правителствени и неправителствени организации, научни и политически форуми⁶⁻⁹⁾ (Тафрова-Григорова, 2003). В тези документи се поставя акцент върху необходимостта от формиране и развиване на научна грамотност. Така например през 2001 г. на 46-тата сесия на Международната конференция по образование се заявява: *“Обучението по природни науки трябва да бъде “триумвират”от познаване и разбиране на научното съдържание, научните методи и науката като социална практика.”*³⁾ Всъщност чрез този израз в синтезиран вид се представя същността на понятието „природонаучна грамотност” и

имплицитно се казва, че обучението по природни науки трябва да бъде насочено към постигането ѝ (Тафрова-Григорова, 2011а).

След не особено успешни опити да се реформират програмите по природни науки, следващите десетилетия са белязани от провеждането на редица изследвания и публикуването на над 400 национални доклада през 70-те и 80-те години (Hurd, 2000; Тафрова-Григорова, 2011а).

През 1985 г. Американската асоциация за напредък в природните науки (American Association for the Advancement of Science – AAAS) лансира Проект 2061⁶⁾, чийто основен замисъл е да се ускорят реформите в обучението по природни науки, математика и технологии, така че да се помогне на американските ученици да подобрят и развият научната си грамотност. В два последователни доклада, изготвени от именити специалисти (AAAS, 1989; 1993), за началното, прогимназиалното и гимназиалното образование, се описват учебните цели, които са предпоставка за постигане на научна грамотност. Повод за създаването на Проект 2061 е излезлият през 1983 г. доклад, известен като *A Nation At Risk: The Imperative for Educational Reform*¹⁰⁾, изготвен по повод обезпокоителните резултати на американските ученици в националните и международните сравнителни тестове.

С ускореното развитие на науката, техниката, технологиите, с лавинообразното нарастване на информационните източници, се засилва и интересът към природонаучната грамотност, към начините и пътищата за формирането ѝ у хората от днешното и бъдещите поколения. Особен тласък за нарастването на този интерес сред деятелите в областта на образованието – политици (policy makers), изследователи, учители, дават международните сравнителни изследвания в областта на училищното образование, като TIMSS¹¹⁾ и особено PISA¹²⁾. В повечето от участващите в тези програми страни, публикуването на резултатите от поредното проучване открива оживени обществени дебати за

грамотността на подрастващото поколение и подтиква към търсене на стратегии и вземане на решения за постигането ѝ (Mons, 2008). Усилията на американските политици за подобряване на грамотността, в това число научната, на американските ученици, намира израз в приетия от Конгреса на САЩ (2001 г.) закон, известен под името „Нито едно изоставано дете” (No Child Left Behind)¹³⁾ (Darling-Hammond, 2006).

Във Великобритания, след поредица от семинари с участието на изтъкнати дейци на образованието от различни държави, излиза докладът *Beyond 2000: Science Education for the Future*,¹⁴⁾ който очертава подходи за привличане на 14-16 годишните ученици към природните науки чрез адекватни промени в учебните програми. В доклада се заключава, че задължителната програма по природни науки трябва да бъде реформирана така, че да обезпечи възможности за формиране на природонаучна грамотност у младите хора. Като резултат, по инициатива на британското правителство, започва проект за модернизация на обучението по природни науки и от 2006 г. в националната програма (National Curriculum) се включват курсове,¹⁵⁾ чиято основна цел е развиването на природонаучна грамотност за всички ученици. Чрез серия от модули, обединени около важни за науката и обществото теми, се развиват познания за науката – как се достига до научното знание и как чрез науката могат да се разберат и обяснят явленията и процесите в околния свят (Тафрова-Григорова, 2011а).

Във Франция по инициатива на Нобеловия лауреат по физика за 1992 г. и член на френската академия на науките Georges Charpak (1996), през 1996 г. в началното училище започва програма по природни науки, известна под името *La main à la pâte* (в буквален превод – *Ръка в тестото* или с други думи – *Да направим сами*) (Тафрова-Григорова, 2003). Програмата е насочена към изучаването на природните науки от ранна възраст чрез изследователски подход и развиване на

експериментални умения ¹⁶⁾. *La main à la pâte* се развива успешно, и през 2006 г. се разпростира и в прогимназиалното образование във Франция.¹⁷⁾ Проблемът с обучаването на научно грамотни френски граждани обаче не е решен и на извънредна сесия на френския сенат през 2003 г. се приема доклад¹⁸⁾ на специално назначена от правителството комисия за издигане на научната и технологичната грамотност в национален приоритет и за насърчаване и оказване на специално внимание на обучението по природни науки от най-ранна възраст. Забележително в този доклад е, че се призовава министерството на културата „да гледа на науката и нейната история като на съставна част на културата в най-общ смисъл” и следователно да съдейства за изграждането ѝ. „Научната и технологичната грамотност – се казва още в доклада, са дело на обединените усилия на много хора и институции.” В резултат, с указ на френското правителство от 2006 г., се приема Обща рамка на знанията и компетентностите, които всеки ученик трябва да усвои до края на задължителното обучение.¹⁹⁾ Трета сред тези седем компетентности е научната и технологичната грамотност.

В Германия проблемът за природонаучната грамотност е на дневен ред сравнително отскоро, но затова пък се развива интензивно. Организацията *Wissenschaft im Dialog*,²⁰⁾ инспирирана от научните среди и подкрепяна от Федералното министерство на образованието и науката (BMBF) активно работи за засилване на интереса на младите хора към природните науки. Според международните програми за оценяване TIMSS 2007 и PISA 2006 и 2009 германските ученици се представят много добре по природни науки – с резултати значително над средните (12-то място в TIMSS 2007 и 13-то място и в PISA 2006, и в PISA 2009). И все пак, както показват редица публикации (Albe, 2008; Eilks, 2000; Marks & Eilks, 2009), в училищата усилено продължават да се

експериментират и внедряват добри практики за решаване на задачи и проблеми в реални житейски ситуации.

Успехите на Финландия – страната-отличник в PISA, се коренят в една дългогодишна комплексна политика, насочена към в масовото образование (Darling-Hammond, 2009). Разковничето на успеха на финландското училищно образование се крие във високия статус на учителя в обществото. Това е потвърждение на тезата (Тафрова-Григорова, 2010), че измежду всички фактори, които оказват влияние върху постиженията на учениците, определящият е учителят. В допълнение към това идва доброто състояние на материалната база и съответно – подходящи условия за експериментална работа .

Сред добрите примери за успехи, свързани с природонаучната грамотност на учениците, могат да се посочат редица азиатски страни, между които са Сингапур, Япония, Корея, някои области от Китай и др.^{21,22)} (Иванова, 2008), както и Канада, Австралия и Нова Зеландия^{23,24)} (Coll & Taylor, 2008).

По отношение на понятието природонаучна грамотност възникват три съществени въпроса: (1) какво е природонаучна грамотност? (2) защо е нужно хората да бъдат научнограмотни? (3) как да се формира и развива природонаучната грамотност?

Същност на природонаучната грамотност

От появата на термина природонаучна грамотност през 1958 г. досега многобройни дефиниции – от многословно-обяснителни до съвсем лаконични, се опитват да разкрият същността му (AAAS, 1993; Goel, 1993; Laugksch, 2000; Петрова & Василева, 2007; Hazen & Trefil, 2009; Тафрова-Григорова, 2011а).

Всъщност в природонаучната грамотност се проявява връзката общество – наука в смисъла на осъзнатост, че благосъстоянието на

обществото зависи от развитието на науката. От друга страна, научнограмотните хора са в състояние да оценят ползата или риска от едно или друго научно постижение.

Pella et al. (1966) проучват 100 публикации, излезли между 1946 и 1964 г., по теми, отнасящи се до природонаучната грамотност. Те достигат до извода, че научнограмотен човек е този, който разбира основните научни понятия, естеството на науката, етиката на научната работа и връзките между науката, технологията и обществото. Разбира се, веднага изникват няколко въпроса с неясни граници на отговор: кои са основните понятия на науката, до каква степен – дълбочина и обем, трябва да се разбират, какъв е обхватът на познанията за връзките наука-технология- общество? Ако перефразираме думите²⁵⁾ на Frederick Seitz, председател на Американския институт по физика от 1954 до 1959 г., а по-късно и председател на Академията на науките на САЩ: „В средното училище трябва да се наблегне върху продължителен курс по природни науки, който да запознава учениците с историята и постиженията на науката и връзката ѝ с ежедневиия живот. Това трябва да бъде направено нагледно и вдъхновяващо, като се постави ударение върху културните корени и целите на науката и неизброимите начини, по които тя влияе върху разбирането ни на света около нас.” Това са думи, изказани преди повече от половин век, но които звучат актуално, защото фактически очертават съвременните стремежи и тенденции на училищното природонаучно образование в световен мащаб.

Разбирането за съдържанието на понятието „природонаучна грамотност” преминава през различни етапи. През 60-те сред учените и дейците на образованието преобладава мнението, че природонаучна грамотност се постига чрез усвояване на голямо учебно съдържание от различни научни области. Малцина са тези, които говорят за връзката между общество и наука, а в природонаучните предмети приложението

на научните знания и връзката им с житейския опит на учениците остава на заден план. Българската учебна практика в това отношение е показателна. Традиционно в нашите учебници информация за значението и приложението на изучените вещества и процеси се представя в края на уроците, най-често без да се свързва и основава на свойствата на веществата, там където се разглеждат те. Резултатът е, че учениците или не знаят нищо за употребата и значението на важни за практиката вещества, или зазубрят механично информацията. Анализ на резултати от Държавните зрелостни изпити потвърждават това (Димитрова et al., 2010; Тафрова-Григорова et al., 2010). Показателен в това отношение е случай от матурата по химия и опазване на околната среда през 2008 г. Зрелостник е записал правилно взаимодействието на алуминий със солна киселина, но на подусловие към същата задача: „Дайте пример за използване на алуминия в практиката”, той отговаря: „Алуминият се използва за написване на химични уравнения”. Този случай може да бъде разгледан откъм смешната му страна, но всъщност буди тревога за това как учениците не правят връзка между теорията и практиката, между наученото в училище и житейския си опит. Проучването на резултатите от същия изпит потвърждава това заключение – близо 70% от изследваните зрелостници изписват вярно уравнение за получаване на CO_2 , а същевременно не могат да обосноват избора си на апаратура за получаване на този газ. Повечето от тях (над 70%) не знаят, че CO е клетъчна отрова и че CH_4 образува експлозивна смес с кислорода. Подобни констатации правят Терзиева & Николова (2007) по повод кандидатстудентските изпити по химия: „...получава се ефектът на „добрите студенти”, но добри във възпроизвеждането, а знаем че не това се очаква от висшето образование, където амбицията е да се постигне самостоятелно (независимо) учене и умение за творческо прилагане на знанията”.

Учени и дейци на образованието в страните от Западна Европа, Северна Америка и Британската общност, постепенно осъзнават, че претоварените с научни знания учебни предмети обслужват шепа даровити ученици, решили да посветят бъдещето си на науката, но не съдействат за развиване на интересите и уменията на масовия ученик. Природонаучната грамотност се прокламира за най-важната цел на училищното образование по природни науки .

Кралското дружество²⁶⁾ на Великобритания излиза с доклад за природонаучната грамотност, озаглавен „Общественото разбиране на науката,“²⁷⁾ в който се развива тезата, че по-доброто разбиране на науката от обществото може да съдейства за благополучието на нацията, като повиши качеството на вземането на решения от държавата и отделния гражданин. Терминът *обществено разбиране на науката* (Public Understanding of Science: PUS), предпочитан във Великобритания пред *scientific literacy*, се родее с термина *природонаучна грамотност*, защото разбирането на науката обхваща разбиране на естеството на научната дейност и изследване, а не просто знание на факти. Разбира се, степента, дълбочината, до която достига това разбиране, също не е фиксирана и зависи от целта и положението в обществото. Понятието *общественост*, в контекста на гореспоменатия термин, в доклада се разглежда на пет равнища: (1) отделни хора, които се интересуват от наука за лично удовлетворение; (2) отделни хора с гражданско самосъзнание като членове на демократично общество; (3) хора с професии, изискващи умения, свързани до известна степен с науката; (4) хора от средния управленски кръг и участващи в професионални и профсъюзни организации и (5) хора, отговорни за вземането на важни за обществото решения, особено на постове в индустрията и правителството.

Както отбелязва четвърт век по-късно Председателят на групата²⁸⁾, изготвила доклада, Sir Walter Bodmer, „въпросът за природата на науката, това че тя не е просто сбирка от факти, трябва да бъде изясняван в училище. Училищното обучение по природни науки трябва да създаде основата за подобряване на общественото разбиране на науката от цялото население. Трябва да е ясно, че науката е ключова част от нашата култура и оказва огромно влияние на начина на мисленето ни” (Bodmer, 2010). Впрочем френският израз за природонаучна грамотност е *culture scientifique* – природонаучна култура, което изразява разбирането на французите, че това е част от общата култура на човек. Напоследък, с бързото развитие на технологиите, към израза *culture scientifique* се добавя *et technique* (CST), което съответства на израза *природонаучна и технологична грамотност*.

Американската асоциация на учителите по природни науки (NSTA - National Science Teachers Association) заявява, че „научно грамотен е този, който използва научните понятия и процесуални умения за вземане на решения в ежедневието при взаимодействието си с други хора и с обкръжаващата го среда, и разбира взаимовръзките между науката, технологиите и други аспекти на обществото, включително социалното и икономическото развитие” (DeBoer, 2000). По същество това разбиране за природонаучната грамотност не се различава от определението, което дава PISA – програма на OECD, чрез която се оценява и сравнява грамотността на 15-годишните ученици в различни страни. Според PISA: „Научната грамотност е способността да се използват научните знания, за да се поставят въпроси, на които науката може да даде отговори, да се придобиват нови знания, да се обясняват природонаучните явления и да се формулират изводи, основани на доказателства, да се разбират характерните черти на науката като форма на човешко знание и търсене, да се осъзнава ролята на науката и

технологиите за изграждането на нашата материална, интелектуална и културна околна среда и накрая –готовност за ангажираност като гражданин с проблеми и идеи, свързани с науката.”²⁹⁾

Тази дълга, обстоятелствена дефиниция е усъвършенствана по съдържание, в сравнение с PISA 2000 и 2003 и така е приета за PISA 2006. Предишните две дефиниции поставят ударение върху прилагането на научните знания за разбиране на света и вземане на информирани решения, „свързани с природата и промените, които настъпват в нея под действие на човешката активност”. PISA 2006 насочва към познаването на характерните черти на науката и отразява тясната връзка между науката и технологиите.

В противовес на подробните определения, един от съвременните апологети на природонаучната грамотност, американският професор R. Hazen и сътрудникът му J. Trefil, са лаконични: „Ако можете да разберете статии за генното инженерство или озоновата дупка със същата лекота, с която разбирате статии за спорт, политика или изкуство, значи сте научно грамотен” (Hazen & Trefil, 2009). Те смятат, че „да *правиш* наука е нещо съвсем различно от това да *използваш* науката, а научната грамотност се отнася само до второто.” В съзвучие с казаното в началната част за неясните граници на основните научни понятия, те се опитват да очертаят онези основни принципи и научни факти, разбирането на които поставя основите на научната грамотност.

Един много подробен преглед на различни определения и схващания за същността на природонаучната грамотност е направил Laugksch (2000). Тази работа е широкообхватна, разглеждат се различни аспекти на понятието *природонаучна грамотност*, появили се в публикациите на многобройни автори, на които няма да се спираме в настоящето изложение.

Така или иначе, от всички тези определения и реторика изкрystalлизират няколко общи важни характеристики на понятието *природонаучна грамотност*. Първата от тях се отнася до *разбирането* – на научни понятия, принципи и процеси, което помага за осмисляне на научните и технологичните постижения, на *явленията* в живата и неживата природа. Втората характеристика е свързана с *оценката* – оценяване на ползата и вредата от постиженията на науката и техниката, оценяване на въздействието им върху околната среда и живота на хората, икономическата им ефективност и значението им за обществото. На трето място е *приложението* – умения за прилагане на научните знания и придобитите компетентности в реални житейски ситуации, за решаване на проблеми и за придобиване на нови знания.

Най-главното обединяващо звено е, че постигането на природонаучна грамотност на учениците се откроява като главна цел и тенденция на обучението по природни науки в задължителния етап на училищното образование.

Нужда от природонаучна грамотност

Вторият от главните въпроси около природонаучната грамотност „Защо е нужна природонаучна грамотност?“ сякаш не е толкова дискуссионен, колкото съдържанието на понятието.

Аргументите за нуждата от природонаучна грамотност са многобройни. Laugksch (2000) ги разделя на две групи: макро- и микро-гледнища. Макро-гледнищата се отнасят до връзката между природонаучната грамотност и благосъстоянието на нацията, а микро – до ползата за отделния човек.

Връзката между конкурентността на международните пазари, създаването на високотехнологична продукция и научните постижения е безспорна. Затова основният аргумент от макро-групата е, че

природонаучната грамотност е форма на човешки капитал, който влияе върху икономическото и духовното развитие. Само общества, чиито граждани са научно грамотни, могат да „отгледат” учени, изследователи, инженерни и технически кадри. Тази теза засяга отлива на младите хора от природните науки – няма как да те привлича науката, ако какво не знаеш с какво се занимава и как се прави тя. Друг основен аргумент в тази група е: природонаучната грамотност осигурява обществена поддръжка за науката. „... за да има обществена поддръжка за науката, е необходимо поне минимално ниво на знание за това какво правят учените” (Shortland, 1988). Финансирането на науката от обществени фондове има пряко отношение към обществената ѝ оценка.

Към гореизложените основания се добавят още две: първо, природонаучната грамотност засилва обществените очаквания към науката и ги прави реалистични, и второ, съдейства за преодоляване на изолацията на науката като дело на един елит и приобщаването ѝ към общата култура на хората (Laugksch, 2000).

За ползата от развиване на природонаучна грамотност за отделния човек могат да бъдат приведени не по-малко важни основания, отколкото за обществото като цяло. Природонаучната грамотност помага на човека да: (1) разбере и осмисли природните закони и явления; (2) се запознае с важните за човечеството научни постижения – минали и актуални; (3) вникне в същността на проблеми, които ежедневно се обсъждат по медиите – телевизия, радио, вестници; (4) да разбере ползата и вредата от научните открития; (5) да взема мотивирани персонални решения по въпроси, свързани със здравето, диети, използване на енергийни източници и др.;(6) разпознава заблудите и да се отнася критично към внушения с мистичен и езотеричен характер; (7) създаде база за продължаващо обучение в сродна или различна научна област, за да се реализира успешно на трудовия пазар³⁰⁾ (Тафрова-Григорова et al., 2011).

Състояние на природонаучната грамотност на българските ученици

Съгласието за ползата от формирането и развиването на природонаучна грамотност логично отправя към състоянието на природонаучната грамотност на населението, особено на подрастващото поколение, в различни страни. Реформите в образованието във всички страни, в това число и България, придобиват особена интензивност от 80-те години насам и се развиват с все по-бързи темпове, в опитите да се догони бурното развитие на информационните и комуникационните технологии и технологиите изобщо.

Резултати от международни проучвания

Реформите, разбира се, се правят за да се постигнат по-добри резултати. А дали тези резултати отговарят на заложените очаквания, доколко усилията за подобряване на учебните постижения са постигнали целта си, може да се разбере, като се направят измервания. Неслучайно през последните двадесетина години интересът към измерванията в образованието и по-специално измерванията на образователните резултати бележат огромен ръст. Най-видимата проява на това явление са международните проучвания: Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), the Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS) и Programme for International Student Assessment (PISA). Резултатите на участващите страни се ранжират в таблици (league tables), от които се вижда кой е по-добър и кой е най-добрият. Общата цел на тези международни проучвания е да се сравнят знанията, уменията и/или компетентностите на учениците от различни страни в определена област. Така правителството на всяка държава може да си направи изводи: къде се намира неговата страна спрямо другите, какви са тенденциите в развитието – към по-добро или има спад, какви мерки трябва да се

предприемат, за да се подобрят резултатите. Класациите дават информация и за постиженията на отделните региони и училища в дадена страна.

Авторът на този труд в своя публикация (Тафрова-Григорова, 2010) прави сравнително разглеждане на двете най-широкообхватни международни измервания на постиженията на учениците в областта на природните науки и анализира резултатите на българските ученици.

TIMSS е международно изследване, което измерва тенденциите в образованието по математика и природни науки. TIMSS се провежда на всеки четири години от 1995 г. насам. Последните резултати са от 2011 г., но България не участва в TIMSS 2011. Проучването се провежда от Международната асоциация за оценяване на учебни постижения - International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) и се извършва заедно с Boston College. Обект на измерванията на TIMSS са постиженията на учениците от 4. и 8. клас по математика и природни науки (България участва само при осмокласниците). В изследването за 8. клас през 2007 г. страните – участнички са 48.

PISA е програма на Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (OECD) и се провежда от Консорциум на международни организации за образователни измервания. През три години тази програма оценява грамотността на петнадесетгодишните ученици по четене, математика и природни науки.

В Таблица 1 са представени основните характеристики на двете международни проучвания - TIMSS и PISA.

Въпреки общата цел, TIMSS и PISA имат специфика на целите си и се различават по съдържание.

При TIMSS се измерва доколко е усвоено учебното съдържание, предвидено в най-общи линии *в учебните програми по математика и природни науки*. Процентното съотношение на задачите по

съдържателни и когнитивни области за TIMSS 2007 е показано в Таблица 2.

Таблица 1. Сравнителни характеристики на TIMSS и PISA

	TIMSS	PISA
Обща цел	Измерване на образователни резултати	
Специфични цели	Измерване на постиженията според общото съдържание в учебните програми по математика и природни науки.	Измерване на езиковата, математическата и природонаучната грамотност – уменията и компетентностите, които учениците са усвоили така, че да могат да ги прилагат в реални житейски ситуации.
Познавателни области	Математика и природни науки	Четене, математика и природни науки
Съдържателни области в природните науки	Биология Химия Физика Науки за Земята	Познание по природни науки: Физични системи Земя и Космос Биологични системи Технологични системи Познание за природните науки: Научно изследване Научно обяснение
Когнитивни области	Знание Приложение Аргументиране	Пренос и приложение на знание Анализ на описана ситуация Анализ на елементи, отношения, структури за формулиране на заключение Преобразуване на информация Синтез на факти, реорганизация на дейности
Обект на проучването	Наученото в училище Знания, умения и компетентности според учебните програми	Наученото в училище и извън него Знания за и по природните науки Ключови компетентности: идентифициране на научни проблеми, научно обяснение на природни процеси и явления, използване на научни данни и доказателства Отношения: интерес към природните науки, убеденост в ползата от науката, отговорно поведение към околната среда
Целева група	4 клас и 8 клас	15-годишни ученици
Начало и честота на провеждане	1995 год. През 4 години Последно проучване: 2011 Последно проучване, в което участва България:	2000 год. През 3 години 2000 – четене, 2003 – математика, 2006 – природни науки (последно проучване)

	2007	
Участници	2007 г. 8. клас – 49 страни (България участва само за 8. клас)	2006 г. – 57 страни (В България изследването се проведе в началото на 2007 г. с 4 600 български ученици)
Организатори	International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) – Международна организация за оценяване на учебни постижения и Boston College	ОЕСД, провежда се от Консорциум на международни организации за образователни измервания
Инструментарий	1. Тестове с: избираем отговор свободен отговор (около 30%) 2. Въпросници за ученици, учители и директори	1. Тестове с: избираем отговор свободен отговор (40%) 32 въпроса за изследване на нагласи, мнения и предпочитания 2. Въпросници за ученици и директори
Формат на задачите	Информационна част (текст, графика, диаграма, рисунка, таблица и пр.) и въпроси към нея	Информационна част (текст, графика, диаграма, рисунка, таблица и пр.) и въпроси към нея

Таблица 2. TIMSS 2007: Природни науки. Разпределение на задачите по съдържателни и когнитивни области

Съдържателна област	Процентно съотношение	Когнитивна област	Процентно съотношение
Физика	25%	Знание	30%
Химия	20%	Приложение	35%
Биология	35%	Аргументиране	35%
Науки за земята	20%		

Съдържателната област „Химия” обхваща: а) класификация и състав на веществата; б) свойства на веществата и в) химични промени.

Когнитивните области представляват: а) знание – запомняне и разбиране на факти, понятия, процедури; б) приложение – приложение на знанията и концептуално разбиране в проблемни ситуации и в) аргументиране – решаване на проблеми в непознати ситуации, в сложен контекст и многостепенни проблеми.

За илюстрация на описаното дотук е представена една от задачите на TIMSS 2007 в превод на български (Foy & Olson, 2009).

TIMSS 2007 Природни науки

Примерна задача за 8. клас

Съдържателна област: Химия

Когнитивна област: Аргументиране

Максимален брой точки: 2



Тошко паднал от колелото си и разсипал пликчето със сол, което носел. Той събрал разсипаното от земята, но заедно с пясък и опадали листа. В таблицата по-долу опишете последователността от действия, които трябва да предприеме Тошко, за да раздели солта от сместа от сол, пясък и листа. Аргументирайте всяко действие. Първото действие е дадено в таблицата.

№	Описание на действието	Причина за извършване на действието
1.	Пресява сместа със сито.	Ще се отстранят листата.
2		
3		
4		

PISA оценява доколко учениците проявяват и използват природонаучната си грамотност в реални житейски ситуации. Учениците трябва да приложат знания и умения в нова ситуация. Те трябва да търсят доказателства, да правят изводи, да аргументират отговорите си и да вземат решения.

По-горе в изложението беше отбелязано, че списъкът от основни научни понятия не може да се фиксира. Задачите на PISA се отнасят до следните научни понятия: Строеж и свойства на веществата; Атмосферни явления и промени; Физични и химични промени; Превръщане на енергията; Сили и движение; Форма и функция; Биология на човека; Физиологични промени; Биоразнообразие; Генетичен контрол; Екосистеми; Земята и мястото ѝ във Вселената; Геологични изменения.

Съдържанието на задачите се избира от три области на научно познание: *Живот и здраве* (здраве, болести, хранене; опазване и устойчивост на видовете; взаимозависимост на физичните и биологичните системи), *Земя и околна среда* (замърсяване; образуване и разрушаване на почвата; време и климат) и *Технологии* (биотехнологии; използване на различни материали и отпадъци; използване на енергията). Както става ясно, тези области са интердисциплинарни.

Задачите са насочени към използване на научен подход към обекти и явления от околния свят, който се проявява в: (1) разпознаване на въпроси с научно-изследователски характер и (2) привеждане на необходими за научното търсене доказателства. В Таблица 3 са представени няколко примера за това.

Анализът на резултатите от представянето на България в изследванията TIMSS и PISA води до следната нерадостна равностметка. От 1995 г. насам е налице непрекъснато понижаване на постиженията по природни науки на осмокласниците в българските училища. Фиг. 1 и Фиг. 2 илюстрират това.

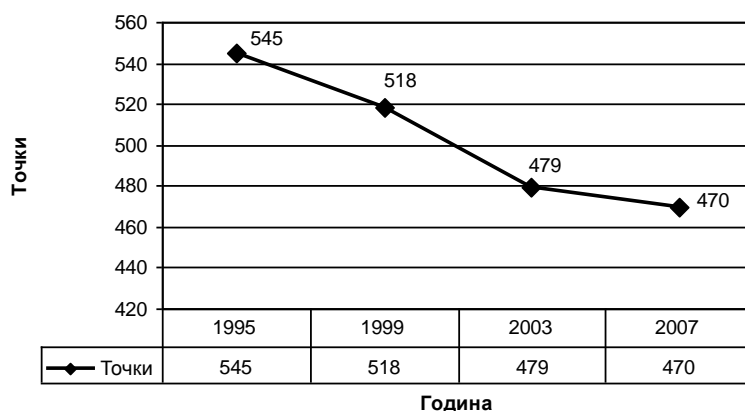
В TIMSS постиженията се разделят на 4 равнища: много ниски, ниски, високи и много високи постижения.

Описанието на равнището за много ниски постижения по природни науки (ниво 1) изглежда така: „Учениците имат някои елементарни знания за живата природа и физическите явления. Те могат да интерпретират прости диаграми. Могат да прилагат основни физични знания в практически ситуации.”

Според резултатите от TIMSS 2007 24% – близо 1/4 от българските ученици в VIII клас НЕ МОГАТ да правят това. Те не са достигнали дори най-ниското ниво – много ниски постижения по природни науки.

Таблица 3. Прилагане на научен подход в задачите на PISA

Дадено в условието на задачата:	Отговор, който се изисква
Данни, получени при изследване или данни, събирани за сравнение	Да се избере или зададе въпрос, или да се даде идея, която е била (или може да бъде) доказан(а).
Описание на ситуация, която може да се изследва по научен път	Да се формулира въпрос, който може да се изследва
Представена е ситуация, която поражда няколко въпроса/идеи	Да се изберат въпроси/идеи, на които/която може да се потърси отговор чрез научно изследване
Идея или хипотеза, поставени чрез въпрос или текст.	Да се избере или да се даде информация как може да се изпробва идеята или въз основа на нея да се изгради предположение. Информацията може да се отнася до: кои обекти трябва да се сравнят; кои променливи трябва да се променят или контролират; каква допълнителна информация е нужна; какво трябва да се направи, за да се съберат необходимите данни.



Фиг. 1. Тенденция в представянето на България по природни науки според TIMSS

В PISA 2006 най-добри постижения в областта на природните науки бележат учениците от Финландия (среден резултат от 563 точки). България е на 42 място от 57 възможни (Таблица 4). В PISA 2009 се

изследва основно четивната грамотност, но се задават и задачи за проверка на природонаучната и математическата грамотност, за да се проследят тенденциите. България е на 46 място от 66 възможни, т.е. и през 2006, и през 2009 е в последната третина на участващите в изследването страни.



Фиг. 2. Спад на резултатите на България по математика и природни науки според TIMSS

Таблица 4. Представяне на България в PISA 2006 по природни науки

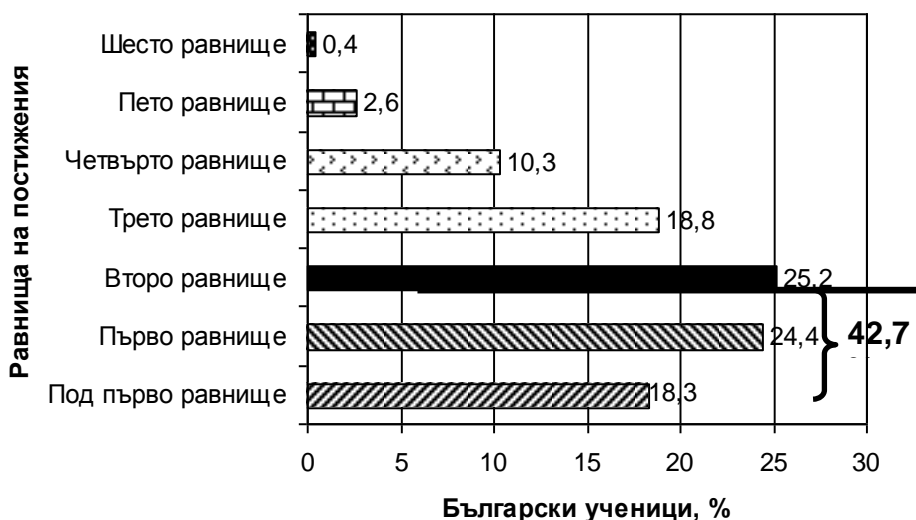
Постижения	Класиране и среден резултат (брой точки)
Най-добри	1. Финландия – 563 2. Хонконг – 542 3. Канада – 534 4. Тайван – 532 5. Естония – 531
Средно за ОИСР	500
България	42 място – 434т. (в една група с Чили, Сърбия, Уругвай, Турция, Йордания, Тайланд и Румъния)
Най-слаби	Азърбеиджан, Катар и Киргизстан – под 400 точки

В областта „Познание по природни науки” средният резултат на българските ученици е 441 точки, а в областта, в която се проявява разбирането на особености на природните науки – „Познание за природните науки” – 426 точки, което е значително по-нисък резултат.

Според PISA нивата на постижения са шест. Първото е най-ниското, а шесто – най-високото ниво. На първо равнище “Учениците

имат ограничени познания по природни науки и могат да ги използват само в еднотипни познати ситуации.” На шесто равнище „Учениците могат последователно да определят, обясняват и използват познание по и за природните науки, да вземат решения и предприемат действия в различни непознати ситуации от личен, обществен и глобален характер. Те свързват информация от различни източници, за да аргументират изводите си.”

Второ равнище се счита за критична граница на постиженията. Малко под половината български ученици (42,7%) са под тази критична граница. Около 1,3% от учениците от ОИСР успешно се справят със задачите на шесто равнище. За България те са 0,4% (Фиг. 3).

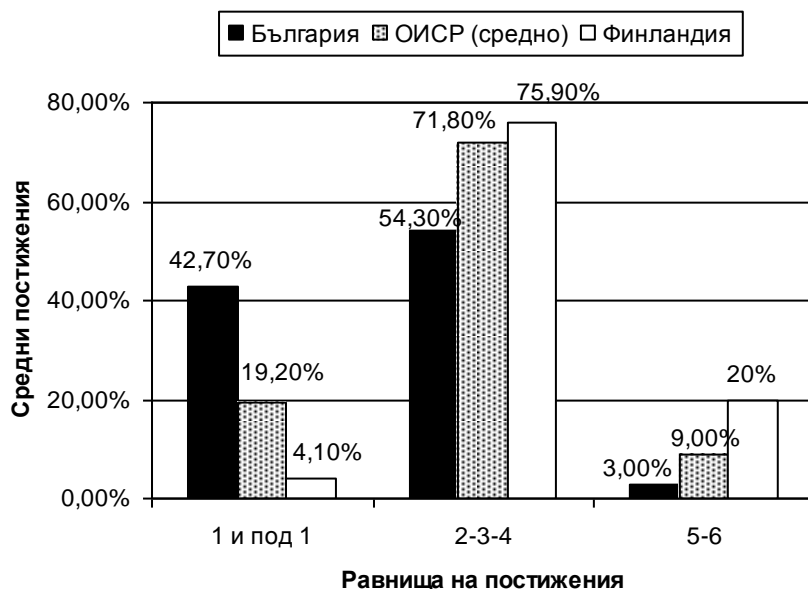


Фиг. 3. Представяне на българските ученици по равнища на постижения по природни науки според PISA 2006

Резултатите на България действително са тревожно ниски, не само спрямо тези на страните-първенци като Финландия, но и спрямо средните резултатите на страните от ОИСР (Фиг. 4).

Освен тестове за постижения, в TIMSS и PISA има въпросници и анкети към учениците, техните учители и към директорите на училища. Целта е да се изследва влиянието на домашната и училищната среда

върху постиженията на учениците, а също и отношението на учениците към природните науки (при PISA се изследват също нагласи и отношения).



Фиг. 4. PISA 2006, Природни науки: Сравнение на резултатите по равнища на постижения

Един от въпросите към директорите е до каква степен закъсненията за училище, неизвинените отсъствия и бягствата от час представляват проблем за нормалното протичане на учебните занятия. Според данните само 4% от българските ученици през 2003 г. са учили в училища, в които отсъствията не са били проблем. Това се е променило в положителна посока и през 2007 г. този процент е 17. Въпреки това дори и през 2007 г., 39% от учениците са учили в училища, в които посещението на учебните занятия е сериозен проблем. За сравнение, международната средна стойност е 20%, а за държавите с високи постижения в TIMSS тя е под 10%.

И така, резултатите от международните проучвания по природни науки TIMSS и PISA показват, че българските ученици: силно се

затрудняват да тълкуват и използват научни данни; в голямата си част изобщо не отговарят на задачи, свързани с тълкуване на текст, графика или диаграма; силно се затрудняват да прилагат знанията си в конкретни ситуации, сходни с реалните и сравнително по-добре се справят с пряко проявление на теоретични знания.

Резултати от национални изследвания

Изводите от международните изследвания се потвърждават и от изследвания в национален мащаб на постиженията на деветокласници и десетокласници по „Химия и опазване на околната среда” според Държавните образователни изисквания (ДОИ), както и от анализ на резултати от държавните зрелостни изпити (ДЗИ) по същия предмет. Резултатите и анализите са плод на съвместни изследвания на автора на този труд с колеги (Тафрова-Григорова et al., 2008; Бояджиева et al., 2008; Тафрова-Григорова et al., 2009; Кирова et al., 2010; Бояджиева et al., 2010; Тафрова-Григорова et al., 2010; Димитрова et al., 2010; Тафрова-Григорова, 2010).



Фиг. 5. Резултати, изразени като среден тестов бал в проценти, на зрелостниците, положили държавни зрелостни изпити по природни науки през юни 2008 г. и май 2009 г.

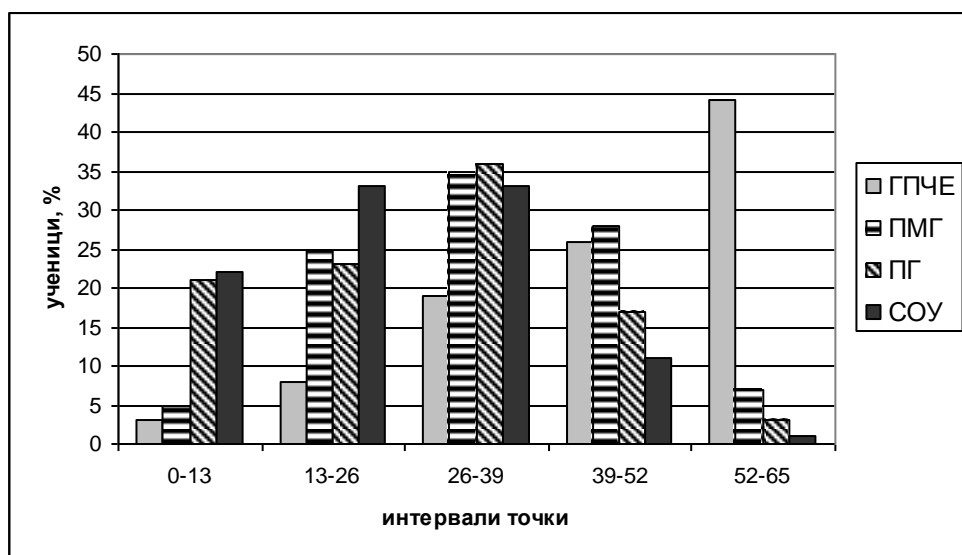
На пръв поглед, от представената на Фиг. 5 диаграма за две последователни матуритетни години, би могло да се направи заключение, че зрелостниците не са се справили зле, защото те са решили около, малко над или под 50% от задачите. Този извод обаче е прибързан. Трябва да се вземат предвид и следните фактори: а) задачите са в съответствие с ДОИ за гимназиалния етап, задължителна подготовка и с учебно-изпитните програми; б) според рамковите изисквания на МОМН за разработване на Държавните образователни изисквания за учебно съдържание *„важно изискване към стандартите за учебно съдържание, с които се определя общообразователния минимум по степени и етапи е те да бъдат постижими за около 80% от учениците.*”³¹⁾

Очевидно е, че общообразователният минимум не е постигнат. Наши изследвания, проведени с ученици от различни видове училища и населени места, от всички региони на България: 1189 деветокласници (Тафрова-Григорова et al., 2009), 300 десетокласници (Тафрова-Григорова et al., 2008) и 1009 дестокласници (Бояджиева et al., 2010) потвърждават това. Резултатите са разнородни, както в зависимост от вида на училището, така и от населеното място (Фиг. 6 и Фиг. 7). За учениците от СОУ, каквито са повечето гимназии, резултатите са много ниски – над половината от деветокласниците и десетокласниците са достигнали само 40% от очакваните по учебната програма резултати.

Само 1/3 от всички изследвани деветокласници са постигнали над 60% от Държавните образователни изисквания за учебно съдържание според използвания инструментариум.

Прави впечатление, че резултатите на учениците от СОУ в по-малки населени места (общински центрове) са показали относително по-добри резултати в сравнение с деветокласниците от по-големите градове – областни центрове. Обезпокоителен е фактът, че под 13, от 65

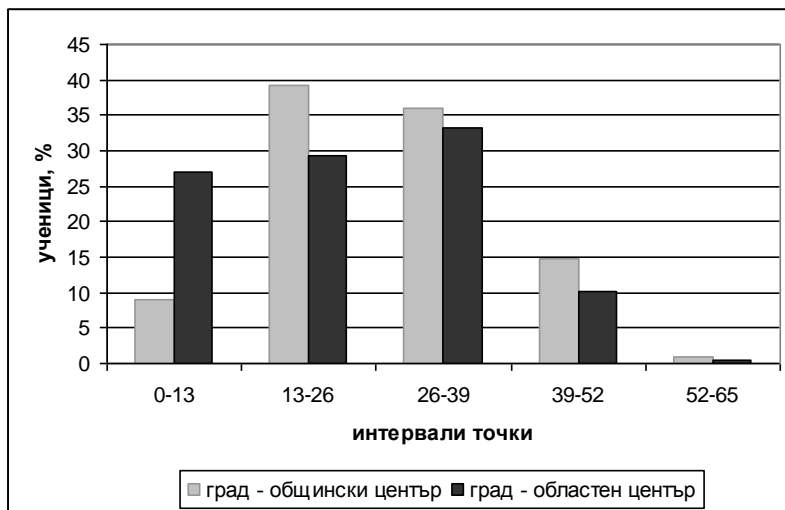
възможни точки, са получили над 1/4 (27%) от учениците, обучаващи се в СОУ в областен център. Обяснение на тези резултати не може да се търси само в качеството на обучението по химия. Вероятно има и други фактори, които трябва да се изследват, например цялостната социална среда.



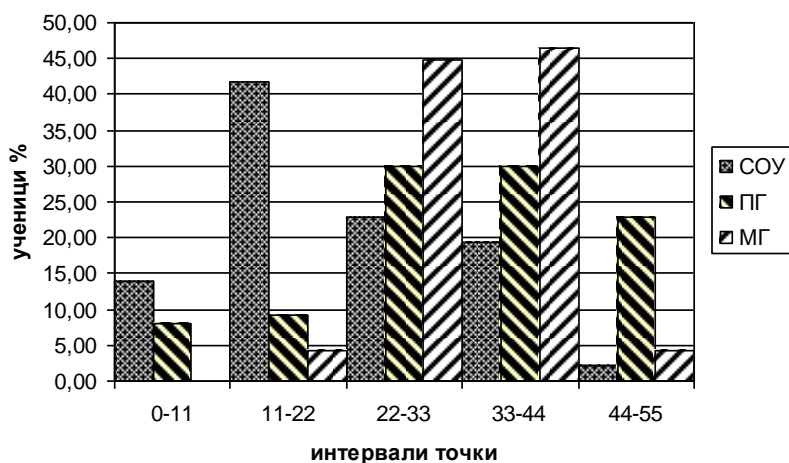
Фиг. 6. Разпределение на резултатите от тест, проведен с 1189 деветокласници ГПЧЕ – гимназия с профилирано изучаване на чужд език, ПМГ – природо-математическа гимназия, ПГ – професионална гимназия, СОУ – средно общообразователно училище

За десетокласниците резултатите са сходни. И в двете изследвания на десетокласници – 300 през 2008 г. и 1009 през 2010 г., ниските постижения, за съжаление, се потвърждават.

Измежду 300-та изследвани десетокласници (Тафрова-Григорова et al., 2008), близо половината са от СОУ (48%) и те, както и деветокласниците, са показали много ниски резултати (Фиг. 8). Учениците от градове – общински центрове също са постигнали значително по-добри резултати, отколкото връстниците им от областните центрове.



Фиг. 7. Разпределение на резултатите от тест, проведен с 362 деветокласници от СОУ



Фиг. 8. Разпределение на резултатите на десетокласници по вид училище

При изследването на 1009 десетокласници, проведено през юни 2009 г., отново най-ниски са резултатите на учениците от СОУ. За учениците от четирите вида училища – СОУ, ПГ, ПМГ и ПГЧЕ, разликата между средните стойности на резултатите е статистически

значима, като най-високи са постиженията на учениците от езиковите, а не от природо-математическите гимназии (Бояджиева et al., 2010).

Тези констатации напълно съответстват на резултатите от PISA 2006 (Петрова & Василева, 2007). Според PISA, така както и според нашите изследвания, разликата между резултатите на учениците от профилираните гимназии и останалите училища – ГПЧЕ и ПМГ е повече от 100 точки, което е една много голяма разлика според критериите на PISA (за страните от OECD средната разлика е 31 точки).

Един от „най-важните индикатори за качеството на образователната система са високите средни постижения на учениците заедно с неголеми разлики между най-високите и най-ниските резултати” (Петрова & Василева, 2007). За да се постигне висок образователен стандарт, е необходимо да се осигури равен достъп на всички ученици до качествено образование. Много фактори оказват влияние върху постиженията на учениците. В случая, съгласуваността между резултатите от нашите изследвания и тези от PISA, потвърждава извода, че селективността при подбора на учениците играе първостепенна роля за проявените различия между училищата с приеман изпит и останалите. България е сред страните, в които повече от половината ученици посещават училище с приеман изпит. За сравнение – за страните от ОИСР това са 27% от учениците. За страната-първенец в PISA – Финландия, тези ученици са по-малко от 10%. Общият извод, който може да се направи е, че политиката на ранен подбор и групиране на учениците по видове училища не влияе благотворно върху образователната система като цяло.

По отношение на показателите за природонаучна грамотност и проява на ключови умения, от нашите изследвания могат да се направят следните изводи за учениците от IX и X клас: а) голяма част от тях не работят върху задачите с отворен отговор и разчитат на случайно

налучкване при задачите с избираем отговор; б) липсва причинно-следствена обусловеност за избора на даден отговор; в) демонстрират по-добре теоретични и фактически знания в сравнение с решаването на практически проблеми; г) фрагментарна е подготовката върху изчислителни задачи; д) не умеят да прилагат зависимостите между физични величини (права или обратна пропорционалност, степенна зависимост и др.) за решаване на конкретни задачи; е) не умеят да работят с графики и схеми; ж) не умеят да планират експеримент и да правят изводи въз основа на наблюдения; з) затрудняват се да съставят кратък текст или да разсъждават по даден текст.

Фактори за развиване на грамотност и качествено образование по природни науки

Резултатите за постиженията на българските ученици, изразени и в числа, и в думи са достатъчно красноречиви. Интересен е обаче въпросът: къде се крие разковничето за неизменно добрите резултати на страните-първенци и на какво се дължат ниските постижения на България?

Сериозни изследвания разбиват някои митове за причините за ниско качество на образованието.

Икономистите Томас Фукс и Лудгер Восман от известния германски институт за икономически изследвания Ifo в изследване, представено на конференция на Американската икономическа асоциация³³⁾, анализират причините за различното качество на образованието в отделните страни. Противно на широко разпространеното схващане «повече пари – по-добро образование», данните сочат, че няма пряка връзка между brutния вътрешен продукт и постиженията на учениците (коефициент на корелация 0,43). Големите паралелки също не са пречка за доброто качество на образованието.

В анализи на експертите от международната консултантска компания McKinsey & Co³⁴⁻³⁶⁾ също се подчертава, че увеличаването на разходите за образование, както и намаляването на броя на учениците в клас, не помагат за подобряване на качеството на образованието. От 112 изследвания 103 доказват, че няма връзка между броя на учениците в клас и качеството на образованието или връзката е отрицателна.

В доклада за България от 2008 г. на Програмата за развитие на ООН (ПРООН)³²⁾ обаче се казва: „Въпреки че процентът от БВП, който се отделя за образование у нас, е близък до средния за страните от „нова“ Европа, все пак е един от най-ниските. Проблемът се усилва от факта, че БВП на България е по-нисък от средния за страните, членки на ЕС. Това води до влошаване на материалната база за образование и до снижаване на авторитета на българските учители. Тази ситуация пряко рефлектира върху качеството на образованието.”

Данните от въпросниците на PISA потвърждават гореспоменатите изводи и извеждат на преден план няколко определящи фактора и индикатора за качествено образование, като социално-икономическата и институционалната среда, хорариумът по природни науки, материалната база.

Счита се, че социално-икономическата среда е индикатор за *равен достъп* на всички ученици до качествено образование. Именно равният достъп е една от предпоставките за постигане на висок общ образователен стандарт. В страните с устойчиво добро представяне постиженията на учениците в най-малка степен зависят от социално-икономическата среда. Тук трябва да се отбележи, че в сравнение с държавите от Централна и Източна Европа, участвали в PISA 2006, България се отличава с най-големи разлики между резултатите на учениците според вида на училището и големината на населеното място³⁷⁾. Тази огромна разлика е обект на анализ и в националния доклад

на Програмата на ООН за развитие³²⁾, в който се отбелязва: „Най-сериозният и плашещ извод засяга огромната разлика, която забелязваме между елитните училища – профилирани гимназии, и останалите училища. Разликата между тях при PISA 2006 е повече от 100 точки, но данните от TIMSS също показват подобни драстични разлики в постиженията на учениците” (ще припомним, че и нашите проучвания потвърждават това). „Формално всички тези деца завършват една и съща степен на образование – основно. Реално знанията им са несравними. Формално всички българчета имат равен достъп до основно и средно образование. Реално обаче няма такова нещо като българчета изобщо. Има различни групи, с различни шансове на пазара на труда, възможности за включеност в световната икономика, перспективи за престижна, квалифицирана и добре платена работа. Голямата част от нашите ученици вече са изключени от глобалното състезание. Една много малка част има огромен шанс да бъде сред победителите”.

Семейната среда, като социално-икономически фактор, също оказва значително влияние.³⁸⁻³⁹⁾ По-добре се справят в училище учениците, чиито родители имат по-високо образование и/или по-добра професия, работят (поне единият) на пълен работен ден, имат повече книги вкъщи (над 250-500 книги), подкрепят и помагат на децата си в обучението им.

По отношение на институционалната среда на първо място трябва да се отбележи ролята на *учителите*. В това отношение за най-добрите образователни системи в света е характерно: 1) привличане на подходящите хора да станат учители; 2) квалифицирането и усъвършенстването им до ефективни преподаватели; 3) системата е устроена така, че да предостави възможно най-доброто обучение на всеки ученик.³⁸⁻³⁹⁾

Привличането на подходящи кандидати за учители изисква икономически стимули – началната учителска заплата не бива да е по-ниска от средната в икономиката – твърдят изследователите. Продължаващото образование и квалификация са условие за достигане и поддържане на нивото „добър учител“. Статусът на учителите трябва да се повишава – те трябва не само да достигнат, но и да поддържат нивото на добри учители. Международно признати изисквания за добро образование са: компетентни учители и ангажираност на училищната система да образова деца с всякакви способности (Savolainen, 2009). Експертите от McKinsey & Company³⁴⁻³⁶⁾ подчертават: „Основният въпрос е професионализмът на учителите. Ако двама средностатистически ученика имат различни учители – единият е сред най-добрите, а другият – сред слабите, то резултатите на тези ученици само след няколко години ще се различават драстично, с повече от 50%.“

На учителите – като определящ фактор за добро образование, отделя специално внимание и Европейският парламент, който на 23 септември 2008 г. приема резолюция⁴⁰⁾ за „Подобряване на качеството на подготовката на учителите“. В нея се изтъква, че „съществува ясна и положителна връзка между високото качество на обучение на учителите и високата степен на успеваемост сред учениците“ и се заявява, че осигуряването на повече и по-качествено обучение на учителите, комбинирано с провеждането на политики, насочени към привличане на най-добрите кандидати за учителската професия, следва да бъдат ключови приоритети за всички образователни министерства. Поставя се акцент и върху необходимостта от подобаващи възнаграждения на учителите предвид тяхната важност за обществото. Отговорната роля на учителя е свързана преди всичко с научната му компетентност. Учителят трябва да участва в един никога несвършващ процес на усъвършенстване

и в областта на чистата наука, и в областта на образователните технологии (Боянова, 2010).

Втори, но не по-малко значим фактор за добри постижения на учениците и за добро училищно образование въобще, е *училищната дисциплина*. По данни на TIMSS 2007 българските училища с голям брой отсъстващи ученици са почти двойно повече от средното за останалите изследвани държави и надвишават 4 пъти броя на проблемните училища в страните с високи учебни постижения (Таблица 5). Данните в Таблица 6 красноречиво показват връзката дисциплина – постижения. Тези факти се потвърждават и от PISA.

Таблица 5. Сравнение на броя училища с голям брой отсъствия според TIMSS 2007

TIMSS 2007: Училища с голям брой отсъствия, %		
България	Международна средна стойност	Средна стойност за страните с високи постижения
39%	20%	под 10%

Таблица 6. Данни за средния успех по природни науки на българските осмокласници в зависимост от отсъствията (според TIMSS 2007)

TIMSS 2007: България		
	Дял от общия брой училища в България	Средни постижения (точки)
УГО	39%	452
УСО	43%	477
УМО	18%	500

Хорариумът по химия, физика и биология в училище също оказва значително влияние върху учебните постижения.

Откроява се ясна връзка между броя на часовете по природни науки в училище и резултатите на учениците в PISA 2006 (Петрова & Василева, 2007). Учениците, които изучават природни науки по учебна програма два или по-малко от два часа седмично, постигат среден

резултат от 460 точки по обобщената ска̀ла по природни науки, т.е. с 40 точки под средния резултат за ОИСР. Изключение правят само двете държави-първенци – Финландия (524 точки) и Хонконг (512 точки), което означава, че при тях е по-силно въздействието на някои други от споменатите фактори. За българските ученици от категорията „два и по-малко часа природни науки” средният брой точки е 402.

Учениците, за които седмичният хорариум по природни науки е четири часа или повече, имат среден резултат от 540 точки, което е с 40 точки повече от средния резултат на държавите от ОИСР. Средният резултат на българските ученици, които имат четири и повече часа седмично занятия по природни науки, е 492 точки. Това е с 58 точки повече от средния резултат на България и с 90 точки повече от резултата на учениците с два и по-малко часа природни науки.

Изчислено е, че средно един допълнителен учебен час седмично по природни науки, математика, и език и литература води до повишаване на резултата на учениците с 8,7 точки (Петрова, 2010).

Материалната база и по-специално съвременно, но не непременно скъпо, а подходящо лабораторно оборудване също е предпоставка за по-високо качество на обучението по природни науки. Данните от анкетите на директори на български училища в PISA 2006 сочат, че 75,5% от учениците се обучават по химия, биология и физика с остаряло лабораторно оборудване. Богатата материална база не е решаващ фактор за успеха на учениците, но липсата на елементарно оборудване със сигурност допринася за ниските резултати.

Добрите практики показват, че учениците имат по-добри резултати в образователни системи, в които има *външно оценяване* на изхода (например матура), както и стандартизирани тестове поне веднъж годишно. Много е важно анализът на резултатите от външното оценяване да се използва за подобряване на системата.

Училищната автономия – при разпределяне на разходите, при избор на учебници, назначаване и уволняване на учителите, определяне на заплатите, определяне на съдържанието на курсовете и пр. в комбинация с външно оценяване на изхода, влияе много силно позитивно на резултатите на учениците (Volansky, 2007).

Ако от всички фактори, които са двигател на добрите постижения, трябва да се изберат общите, може да се направи заключение, че с най-добри резултати са страни, в които: *статусът на учителя* е висок, *училищната дисциплина* е добра, обучението по природни науки е насочено към овладяване на *ключови компетентности*, в часовете по природни науки се акцентира върху формиране и развиване на *експериментални умения*.

Отношение на българските учители към природонаучната грамотност

От коментирания дотук международни и национални проучвания става ясно, че водеща роля по пътя на формирането на природонаучна грамотност на учениците имат техните учители. Добрите практики доказват, че ключът към качествено училищно образование е в ръцете на учителя.

Проведени са редица изследвания за връзката между схващанията на учителите за научната грамотност и приложението им в учебната практика (Brickhouse, 1990; Gallagher, 2000; Lederman, 1999; Hurd, 2000; Odgers, 2003; Siddiquee & Ikeda, 2012).

В България, освен в докладите за изследванията по PISA (Петрова & Василева, 2007; Петрова, 2010), за първи път са публикувани проучвания за нагласите и ролята на учителите за развиване на научна грамотност от тричленен колектив с участието на автора на настоящия труд (Тафрова-Григорова et al., 2011). Проведено е анкетно проучване

сред 47 учители по природни науки, главно по химия. Търсени са мненията на учители от всички видове училища, преподаватели в прогимназиалния и/или гимназиалния етап на училищното образование с анкета от 21 въпроса, разделени в три категории: I. Общи въпроси; II. Вашето отношение към научната грамотност; III. Интереси и нагласи. Въпросите са от затворен тип и комбинирани – с избираеми и свободни отговори. Към всеки въпрос се предлагат отговори, като се предоставя възможност за допълване и за изказване на лично мнение.

На въпрос, който се отнася до познаването на някои характеристики на природонаучната грамотност, се откроява отговорът: „използване на научните знания, за да се разбират проблемите, свързани с природата, здравето на човека и човешката дейност”. Този отговор представлява всъщност синтезирано определение за природонаучната грамотност и следователно учителите са наясно със същността на това понятие. Предвид това, че „използването на научните знания, за да се поставят въпроси и да се формулират изводи” също е важна отличителна черта на понятието, учудващо е, че този отговор е посочен само от две трети от анкетиранияте учители. Фактът, че 18 от 47 анкетирани отнасят дефинирането на научни понятия, закони и принципи и използването на химичната символика и терминология в живота на хората към научната грамотност показва, че дори висококвалифицирани учители, се придържат към полето на тяснонаучното знание и заучаването на дефиниции.

Все пак, учителите категорично оценяват необходимостта от развиване на научна грамотност, както за себе си, така и за учениците си. Те са единодушни, че трябва да работят за постигането ѝ за учениците през целия училищен курс в клас и извън клас. Половината и повечето от учителите оценяват различните аспекти на ползата от научната

грамотност за живота на хората, за реализацията им на пазара на труда, за начина на възприемане на явленията от света, в който живеят.

По-голямата част от учителите желаят увеличаване на знанията за практическото приложение и значение на веществата и на дела на експерименталната работа. Това е преобладаващото мнение и на друга извадка от 136 учители, анкетирана по повод на външното оценяване (Тафрова-Григорова, 2011b). Половината от тях заявяват, че използват рядко „демонстрационен и лабораторен експеримент за развиване на наблюдателността, логическото мислене и практическите умения на учениците”, поради липса на подходящи условия. Липсата на условия за осъществяване на лабораторна работа в училище – напоследък много кабинети по физика, химия и биология смениха предназначението си, затруднява учителите и ощетява учениците. Други наши изследвания също очертават липсата на експеримент в училище като една от проблемните области в обучението (Бояджиева et al., 2008; Тафрова-Григорова et al., 2009). Според данни, публикувани в Кирова et al. (2010), средно само около 25% от изследваните 1009 десетокласници и под 15% от деветокласниците от СОУ (Тафрова-Григорова et al., 2009), са постигнали държавните стандарти, свързани с химичен експеримент. Природните науки са експериментални и затова лабораторната работа е неотменима част от обучението. При извършването на експерименти се следва пътя на научното познание – от целенасоченото наблюдение, планиране на изследването, извършването на опита, оформянето на резултатите към формулирането на изводи. Съвкупността от тези дейности е основата на природонаучната грамотност.

В третата част на анкетата – *Интереси и нагласи за научни знания*, учителите посочват области от съвременната наука и технологии, които представляват интерес за тях и техните ученици. Като приоритетни за собствената си квалификация, учителите посочват области, свързани с

нови материали, нанотехнологии, съдебна медицина, здраве и хранене, зелена химия, качество на храните, лекарства и наркотици. Подобни са и областите, в които учителите биха искали техните ученици да задълбочат знанията си, като поставят акцент върху въпроси, свързани с екология, здраве и хранене, лекарства и наркотици.

Резултатите от проучването позволиха да се разработи програма за учителите и техните ученици с участието на преподаватели и млади изследователи от Факултета по химия и фармация на Софийския университет. Програмата беше изпълнена и продължава да се изпълнява и сега, благодарение на проект „Формиране на научна грамотност: От научната химична лаборатория до класната стая”⁴¹). Дейностите по проекта могат да се използват като основа за изработване на стратегия, която в дългосрочен план да е насочена към ученици и учители, и по-конкретно да допринесе: (1) *за учениците* – да се провокира и засили интересът им към природните науки, в частност към химията, така че да могат самостоятелно да оценяват и разбират влиянието на науката и технологиите върху ежедневиия живот; да вземат мотивирани персонални решения по въпроси, свързани със здравето, диети, използване на енергийни източници и др.; да четат и разбират най-същественото от информации в медиите, свързани с науката; да осмислят критично информацията, като откриват грешките и заблудите в нея; да участват в дискусии по научни проблеми; (2) *за учителите* – да разширяват квалификацията си, като актуализират знанията си по проблеми с научно и обществено значение, прилагат и адаптират по подходящ начин в учебната практика наученото, да се насочват с идеи за осъществяване на различни форми на извънкласна дейност.

Участието на *младите изследователи* в проекта, които представят научните си изследвания в достъпна форма за хора на различна възраст и

с различни интереси, ще им помогне да развиват уменията си за научна комуникация и популяризиране на науката.

Анализът на резултатите от проучването води до няколко съществени извода. Учителите са наясно със същността на понятието природонаучна грамотност и осъзнават нуждата от развиването ѝ като една от главните цели на обучението по природни науки. Реализирането на тази цел те виждат в: (1) усъвършенстване на учебните планове и програми в посока на намаляване на обема на учебното съдържание и ориентирането му към практико-приложните знания и експерименталната работа; (2) създаване на благоприятни условия за лабораторна работа в училище; (3) развиване на ключови компетентности у учениците чрез решаване на задачи в реални ситуации, работа с графики, схеми, таблици и др. (Тафрова-Григорова et al., 2011). Веднага трябва да се отбележи, че точно тези три виждания на учителите за развитието на училищното образование по природни науки, са взети предвид в проектите на новите Държавни образователни изисквания за учебно съдържание и учебните програми химия и опазване на околната среда, в които участва и авторът на този труд.

Ключови компетентности

В уводната част на този труд се отбелязва, че развиването на ключови компетентности е една от съвременните тенденции в образованието и в частност – в природонаучното образование. Същевременно това е и една от стратегиите за формиране и развиване на природонаучна грамотност, за създаване на условия за продължаващо образование, за придобиване на професионални умения, адекватни на съвременните изисквания на пазара на труда.

Същност на понятието ключови компетентности

Терминът *ключова компетентност* доби изключителна популярност в европейските страни след появата на Европейската референтна рамка: *Ключови компетентности за учене през целия живот (Key Competences for Lifelong Learning - European Reference Framework)*.⁴²⁻⁴³⁾ Тази рамка е приета на 18 декември 2006 г. от Европейския парламент и Съвета на Европа и е препоръчителна за страните от Европейския съюз. В документа ключовите компетентности се дефинират като *комбинация от знания, умения, способности и нагласи*, отнесени към определена област. Ключовите компетентности са нужни за лична изява и развитие, социална интеграция, активно и гражданско поведение и професионална реализация. Те са необходими за всички хора. У младите хора те трябва да започнат да се формират още в най-ранна възраст и да се поддържат, опресняват и доразвиват през целия живот.

Прекомерната експлоатация на термина води до безплодни спорове за значението на понятието, за търсене на разликите между компетентност (*competence*), компетентности (*competences*), компетенция (*competency*) и пр. Думата *компетентност* е от латински произход (*competentis*) и в общия смисъл означава познания и опит в определена област, които дават възможност да се оценява или решава даден въпрос. Във Великобритания слагат край на терминологичния спор, като използват израза *key skills* в смисъла на основни, ключови умения за дадена дейност⁴⁴⁾. В настоящето изложение приемаме определението, дадено в Европейската рамка.

В документа се описват осем компетентности: 1. Общуване на роден език 2. Общуване на чужди езици 3. Математическа компетентност и основни компетентности в природните науки и технологиите. 4. Дигитална компетентност (ИКТ) 5. Умения за учене 6.

Обществени и граждански компетентност 7. Инициативност и предприемачество 8. Културна осъзнатост и творчество.

Критично мислене, творчески способности, инициативност, умения за решаване на проблеми, оценяване на риск, вземане на решения и овладяване на чувствата и настроенията са умения, които се отнасят и за осемте ключови компетентности.

В Европейската рамка всяка от осемте компетентности е описана по един и същи начин: дефиниция и изброяване на знанията, уменията и нагласите, отнасящи се до дадена област на компетентности.

Обединени са математическата компетентност и основните знания в областта на природните науки и технологиите. Те представляват третата поред от осемте равнопоставени ключови компетентности. Компетентността в областта на природните науки е определена като „отнасяща се до способността и желанието да се използват основни знания и методи, чрез които се обяснява природата, да се поставят въпроси и дават отговори, основани на доказателства. Компетентността в областта на технологиите се разглежда като прилагането на тези знания и методи в отговор на човешки желания или нужди. Компетентността в областта на науките и технологиите включва разбиране на промените, причинени от човешката дейност и чувство на отговорност като отделен гражданин.” За знанията по природните науки и технологиите: „...познаване на понятия, основни принципи и методи на природните науки и технологиите, както и разбиране за последствията върху околната среда. Уменията включват „способността да се работи с технологични инструменти и машини, както и да се използват научни данни за постигане на дадена цел или за достигане до решение или заключение, опиращо се на фактите ... да се използват основните пътища на научното търсене и да се съобщават заключенията си и разсъжденията, които са довели до тях. Тази компетентност включва

любознателност и нагласи за критична оценка, интерес към етични въпроси и уважение както към безопасността, така и към устойчивостта, що се отнася до научния и технологичния напредък и връзката му с всеки човек, семейство, общност и с глобалните въпроси.

Някои стратегии за развиване на ключови компетентности

Ключовите компетентности в областта на природните науки могат да се формират и развиват чрез: решаване на задачи и проблеми в реален контекст (context-based real-life problems), проектно-базирано обучение (project-based learning), учене чрез експериментална работа, чрез „правене“ (hands-on activities), учене чрез изследване (inquiry-based learning), извънкласни дейности – състезания, олимпиади, празници на химията, дискусии по обществено значими проблеми и пр.

Химията, като експериментална наука, дава изключителни възможности за формиране и развиване на ключови умения у учениците, които им създават основа за *развиване* и на други умения и ще служат през целия им живот, независимо от професионалната област, в която се реализират. Възможности за осъществяване на тези основни умения трябва да се търсят в: а) *работа с природни обекти* – наблюдения, предположения, търсене на доказателства, правене на изводи и заключения; б) *трансфер на информация* от графичен във вербален вид и обратно; в) *търсене, подбор и представяне на информация* по даден въпрос; г) *работа с графики, схеми, диаграми* – отчитане на данни по графика и построяване на графика по данни, представени в табличен или друг вид; д) *приложения на знания върху непознати обекти* (напр. физични и химични знания върху биологични обекти); е) *комуникативни умения* за представяне на даден проблем и начини за решаването му; ж) *разбиране на текст* – способност да се разбира и използва писмен текст и умения за действие с писмени знаци за практически цели

(функционалната грамотност); з) *пресмятане на стойности на непознати величини* по дадена формула, вкл. изчисление на измерителните единици на величината; и) *измервания с (не)познат уред* – сръчност, прецизност – точно измерване, правилно записване на резултатите, вкл. единиците; к) *конструирание на опитна постановка* - точно следване на указанията, съобразителност и сръчност.

В съвременното природонаучно обучение на учениците се откриват добри практики за реализиране на посочените по-горе цели (Кирова et al., 2011; Манев et al., 2009, 2010a, 2010b; Тошев, 2007a; 2007b). Формирането на ключови компетентности е дълъг процес, за който учителите трябва да създадат условия. Например, един от начините за това е *разрешаването на реален научен проблем*, при което учениците: откриват/идентифицират проблема; формулират въпроси за проблема; предлагат начини за решаването му; аргументират решението си, открояват силните и слабите страни на различните решения. Постигането на уменията за разрешаването на реален научен проблем може да стане по много пътища, два от които са представени в следващите редове.

Решаване на задачи с реален контекст

Задачите, които създават или имитират реална ситуация от живота или научно изследване, не са новост за природонаучното образование, но напоследък те са особено актуални, особено във връзка с природонаучната грамотност и ключовите компетентности. Всяка задача трябва да има „душа”, което изключва често задавания от учениците въпрос – „А за какво ми е всичко това?”(Манев, 2007; Манев & Димитрова, 2009). Задачи от подобен вид безспорно засилват мотивацията и интереса на учениците да изучават химия, и въобще

предметите от културно-образователната област “Природни науки и екология”.

Следващият пример илюстрира разликата между задача с учебен и реален контекст:

Воден разтвор на веществото X има обем 5 L и концентрация 0,5 mol/L. Колко вода трябва да се прибави към този разтвор, за да се разрежи до концентрация 0,1 mol/L?

Фабрика за производство на филмови ленти изхвърля всеки ден 500 литра отпадъчни води в близката река. Отпадъчните води съдържат 0,5 mol/L от токсичното вещество X. Разрешената от закона концентрация на X е до 0,1 mol/L. Фабриката трябва да се съобрази със законовите разпоредби, като разрежи отпадъчните води до допустимата концентрация преди изливането им в реката. Колко вода трябва да се прибавя всеки ден към отпадните води, за да се спази законът?

Въпреки, че задачите с реален контекст са по-многословни, те налагат ученикът да прочете и анализира съдържанието, след което да извлече необходимата за решаването на задачата информация – ситуация, която хората срещат в ежедневието си. По такъв начин учениците се убеждават в ползата от това, което изучават.

Задачи от този тип се задават и в тестовете за външно оценяване, включително за държавните зрелостни изпити. Това могат да бъдат не само задачи със свободен отговор, но и задачи с избираем отговор, за които погрешно битува мнението, че проверяват само запомняне и възпроизвеждане на факти. Следващите два примера, са в потвърждение на казаното:

Задача с избираем отговор

Британска компания е разработила технология, при която издишаният от чакащите пътници въглероден диоксид се поглъща от..... и го

преобразува в гориво за дизеловите автомобили и отоплителната система на летището в Ливърпул.

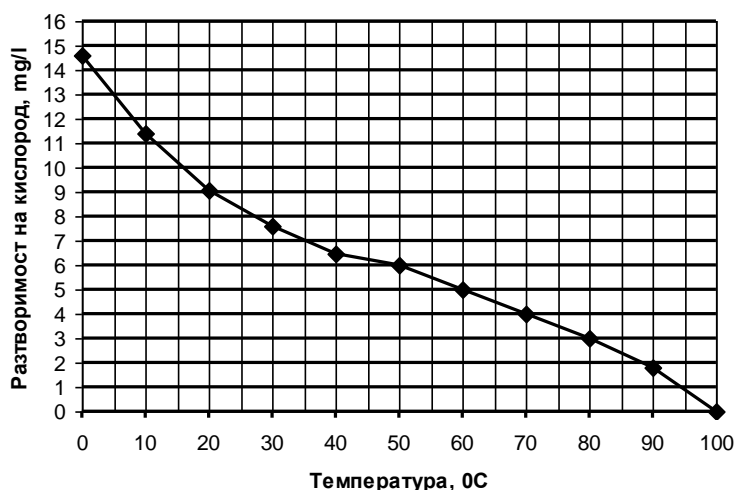
Кое от изброеното трябва да се напише на празното място?

- А) зелени водорасли
- Б) животински организми
- В) хранителни отпадъци
- Г) фреони

Задача със свободен отговор

Съдържанието на кислород във водните басейни е от изключително важно значение за живота на водните обитатели. На графиката е показана зависимостта на разтворимостта на кислород в чиста вода. От графиката определете:

- А) Разтворимостта на кислорода при 15°C . Колко пъти разтворимостта на O_2 при 60°C е по-голяма/по-малка (изберете вярното) от тази при 15°C ?
- Б) Като се има предвид, че в размножителния й период за пъстървата е необходим кислород не по-малко от 7 mg/l , от каква температура нагоре размножаването на пъстървите е застрашено?



Примерните задачи⁴⁵⁻⁴⁶⁾ са съставени от автора на този труд, като член на Националната комисия за провеждане и оценяване на ДЗИ

На основата на задачи, поставящи проблеми в реална ситуация, е концепцията и на първото за България национално състезание за ключови компетентности по природни науки, което се провежда

ежегодно от 2009 г. досега (Манев et al., 2009; 2010a, 2010b, 2011; Manev et al., 2011). Състезанието добива нарастваща популярност сред учениците от V до IX клас, за които е предназначено и сред техните учители. Още заглавията на темите събуждат любопитството на учениците и ги карат да търсят информация: *Сървайвър* (Ловеч, 2009), *Антарктика* (Троян, 2010), *Гората* (Тетевен, 2010), *Бит и традиции на древните българи* (Търговище, 2011), *На пазар в Пазарджик* (Пазарджик, 2012). Задачите за състезанието са пример за комплексни задачи, които изискват знания и умения от физиката, химията, биологията, работа в екип, комуникативни умения за представяне на задачите и много други. В сборника „Задачи и упражнения по природните науки за 5.—8. клас (Ключови компетентности)” са представени тези и други задачи, които авторът на настоящия труд е създал съвместно с други колеги от Националната комисия за състезанието (Манев et al., 2011).

Експериментална работа

Експерименталната работа и изследване е могъщ инструмент за активно учене и развиване на ключови умения и сръчности. Учебният химичен експеримент е средство и стратегия за възпитание и развитие на личността, за усвояване на научно-изследователския подход, за развиване на сръчности и обогатяване на природонаучната грамотност (Тафрова-Григорова, 2012). Мястото на учебния експеримент в схемите на активното учене за всички преподаватели, които искат да прилагат в учебната практика проблемно-базирано обучение, изследователски подход, учене чрез откриване и правене и други проявления на активното учене за развиване на ключови умения, е разгледано подробно от Епитропова, Димова и Камарска (2012).

Няма да се спираме в детайли на тази обширна тема. Трябва да се отбележи обаче, че експерименталната екипна работа и решаването на реални проблеми са в основата и на Олимпиадата по природни науки за страните от Европейския съюз – European Union Science Olympiad (EUSO), която се организира от Dublin City University, Ирландия. Тази олимпиада е за ученици, които не са по-възрастни от 16 години. Задачите са предимно експериментални и за успешното им решаване от изключителна важност са предварително усвоени умения за измерване на физични величини, чертане и интерпретация на графика, подреждане на данни в таблица, разпознаване на определен лабораторен инструментариум, умение за класификация по определен принцип, както и конкретни умения за титруване, работа с микроскоп, провеждане на експеримент по зададен алгоритъм, прогнозиране на резултати и др. Изисква се владеене не толкова на определено учебно съдържание (то почти винаги се предоставя като информация) , но и умения да се извлича съществената информация за решаване на задачата, да се владеят определени методи за приближения, да се правят оценки за реални възможности за решаване на проблеми и др.

Задачите са образец на задачи за решаване на реални проблеми, като темите се разработват от страната-домакин и най-често са свързани с характерни за нея особености. Например, темите в Испания бяха свързани с производството и съхранението на плодови сокове и изследване на свойствата на копринената нишка, тъй като в областта Мурсия, където се проведе олимпиадата, се произвеждат основно такива продукти (Томова et al., 2009).

Характерно е, че задачите изискват знания и умения и от трите природни науки: физика, химия и биология, решаването им зависи от сътрудничеството между членовете на екипа, които съвместно трябва да открият и преработят нужната информация (Гайдарова et al., 2011).

Точно този тип умения трябва да се развиват и в българското училище. В проектите за новите ДОИ за учебно съдържание и учебните програми по химия и опазване на околната среда това е взето предвид.

Конструктивистки подход

Изразът „икономика, основана на знание” (knowledge-based economy), е станал популярен заради все по-голямата зависимост на развитите икономики от постиженията на науката и технологиите. От друга страна, намаляващият брой желаещи да изучават природни науки, особено химия и физика, явление, познато в целия свят, поставят под въпрос бъдещото развитие на индустрията, икономиката, решаването на екологичните проблеми. Претрупаното учебно съдържание и най-вече остарелите методи на преподаване, при които знанието се „предава” от учителя към учениците, недостатъчната експериментална работа, превръщат изучаването на химията в тегоба, в скучна, безинтересна материя, състояща се от непреводими символи. Науката има не само специфично съдържание и структура, но и предполага характерен начин на мислене и работа. Тя има своя собствена красота, пред която човек благоговее и подтиква към творчество. Точно тези аспекти на науката трябва да бъдат разкрити пред учениците и да съставляват важна част от обучението на младите хора. Такъв подход представлява предизвикателство за хората, ангажирани пряко с образованието – учителите (Chalmers, 1999). Той изисква специални умения и нагласи за подобна дейност. Компетентностите, знанията, уменията и нагласите в областта на природните науки са взаимно свързани и за да има ефект от обучението, е необходимо те да бъдат застъпени в учебния процес. Това изисква значителна промяна в начина на обучение в средното училище и в основата на тази промяна е конструктивисткият подход.

Същност и развитие на конструктивистките идеи

Конструктивисткият подход е едно от водещите направления в съвременната психология и педагогика. Той не е свързан с отделен аспект на обучението, например методите или учебното съдържание, а е цялостен подход, основан на разбирането, че в процеса на познавателната дейност новите знания се свързват с предишния опит на обучаемия.

Конструктивизмът в образованието търси равностойно отговори на въпросите как хората учат и каква е “природата” на знанието. Тази теория разглежда знанието като нещо, което не се придобива, а се конструира в ума на индивида и следователно не може просто да се предаде от един човек на друг. Новото знание се изгражда на основата на предшестващото знание и опит на индивида в резултат на целенасочени дейности в конкретна ситуация.

Сред популярно формулираните определителни описания на конструктивизма в образованието фигурират такива като “философия на ученето”, “мислене за ученето” (thinking of learning), “мислене за знанието” (thinking of knowing). Изследователите на конструктивизма извеждат като негов водещ принцип идеята, че ученето е търсене, или конструиране на знания. “Радикалните” конструктивисти настояват, че “друго учене няма”.

Изследователите на конструктивизма откриват неговите корени още в съчиненията на антични философи като Конфуций, Платон и Аристотел, Хераклит, които развиват идеи, че абсолютна истина не съществува, затова знанието не се предава, а е резултат от субективен процес на възприятие чрез разума и опита (Cooni et al. 1993; Pelech & Pieper, 2010).

Най-ярките представители на конструктивистката философия като база за интелектуално развитие и обучение на човека, са:

швейцарският психолог, епистемолог и биолог Жан Пиаже (1896-1980), руският психолог Лев Виготски (1896-1934) и американският философ, основател на функционалната психология и реформатор в образованието Джон Дюи (1859-1952).

Пиаже е създател на теорията за познавателното развитие (theory of cognitive development). Той изследва развитието на детския интелект и идентифицира ключови етапи в умственото развитие на детето, които оказват влияние на ученето. Създател е на т.нар. Женевска школа на генетичната психология (Piaget, 1950), в която се изследва познавателното развитие на децата. Децата създават знания, учат, чрез взаимодействие със заобикалящата ги среда. Това взаимодействие води до структурни промени в начина им на мислене, което означава, че Пиаже разглежда промяната, преструктурирането на съществуващите вече знания като ключов елемент за създаването на нови знания. Детето преминава от най-ранния етап на интелектуалното си развитие – сензомоторния, до етапа на формалните операции, на концептуалното мислене, като асимилира информацията от света около него, приспособявайки я към непосредствения си житейски опит и като преобразува придобитите вече знания (Piaget, 1937; 1942).

Според социалните конструктивисти ученето се осъществява чрез взаимодействия с другите ученици, учителите и заобикалящия свят (Vygotsky, 1997).

Лев Виготски е известен с теорията за културно-историческата обусловеност на психическото развитие. Според тази теория особено въздействие върху процеса на формиране на знанието оказва социалният опит. Според Виготски понятията се конструират индивидуално от всяко дете, като те могат да бъдат спонтанни, житейски, когато се формират от ежедневиия житейски опит и научни, когато се постигат чрез формалното, училищното обучение (Виготски, 2005). В “процеса на

обучение възникват нови структури и се усъвършенстват старите.” Житетското и научното познание са свързани, те представляват две страни на един и същ процес. Механичното, случайното, спонтанното запаметяване е проява на човека като биологичен вид, докато целенасоченото и логическото мислене, творческото въображение възникват в процеса на сътрудничество и общуване, в което решаваща роля играе речта.

Биологичното и социалното в развитието на детето са в единство, като социалните условия имат водеща роля. Всяка висша психична функция, пише Виготски, се появява първо като колективна, социална дейност, т. е. мисленето възниква чрез различни форми на сътрудничество с другите хора и се “интериоризира” като изминава пътя на висшата социална дейност до индивидуалната мисловна дейност (Vygotski, 1997). Свързването на спонтанното, индивидуално придобитото в житетска ситуация знание с научното, формирано в хода на учебния процес знание, представлява конструктивисткото виждане, че новото знание винаги се формира въз основа на съществуващото.

С възгледите си за значението на социалната среда за формирането на знанието Виготски се изявява като най-яркият представител на социалния конструктивизъм.

Сред основоположниците на конструктивистката теория достойно място заема Джеръм Брунър, американски психолог, преподавател в Харвардския университет. Неговият фундаментален труд “Процесът на обучение” (Bruner, 1960) се възприема като класическо произведение за образованието на ХХ век. В него Брунър развива тезата, че училищното образование и учебните програми трябва да насърчават интуитивните възприятия на учениците и “спираловидното развитие на знанието” (spiral curriculum). Идеята за спираловидната структура на учебното съдържание е израз на конструктивистките възгледи за построяване на

новото на основата на предходното знание, докато се достигне до пълното му усвояване.

Схващането, че истината, а значи и знанието, е свързана винаги с конкретна ситуация и се възприема в контекста на тази ситуация, който е изменчив, е присъщо на известните идеолози на теорията за прагматизма на истината, като Уилям Джеймс и Ричард Рорти (James, 1995; Rorty, 1991). Научният прогрес се осъществява чрез усъвършенстване на теориите и предсказване на явления, когато възникват нови доказателства и съответно нови хипотези. Знанието се променя в зависимост от ситуацията, то се приспособява към нея. Това означава, че то се реструктурира на основата на придобития опит, което всъщност е конструктивистко схващане.

Сред привържениците на прагматизма във философията на науката, се нарежда и Джон Дюи. Той изповядва идеите на инструментализма – течение в прагматистката теория, в основата на което стои виждането, че научната теория е инструмент, който има значение дотолкова, доколкото предсказва и обяснява добре явленията, но не и да описва обективната реалност. Идеите на Дюи имат огромно влияние върху реформирането на образованието – вместо авторитарното преподаване, при което водеща роля има учителят, източник и средство за знания са експерименталната и практическа работа (Blewett, 1960).

Въпреки, че в съчиненията си изброените по-горе автори, а и много други, поставят основите и развиват идеите на конструктивизма, според проучване на Pelech & Pieper (2010) терминът конструктивизъм за първи път е въведен и използван в образователен контекст през 1977 г. в статия на A. Jon Magoon (1977). Магуун предвижда, че “през следващото десетилетие конструктивистките възгледи бързо ще печелят доверието на изследователите в областта на образованието” и се оказва прав (Гафрова-Григорова et al., 2012).

Философската теория за конструктивизма даде нова насока в развитието на науките за образованието и педагогическата практика през последните три десетилетия.

Оформи се научно-изследователска област, приоритетите на която са учебната среда и ролята и мястото на учителите и учениците в нея.

Исторически натрупаният опит даде възможност да се открият важни характеристики на конструктивистката учебна среда, които съществено я различават от традиционната по редица признаци. Foote et al. (2001) и Pelech & Piereg (2010) извеждат основни характеристики на конструктивисткото учене, които могат да се обобщят и формулират както следва: (1) Ученето е активен процес, в който ученикът участва с всичките си сетива; (2) Ученето представлява конструиране и систематизиране на знания; (3) Физическата дейност и практическата работа са необходими за ученето, особено за децата, но не са достатъчни. Необходимо е да се включва и мисленето. Дюи нарича това рефлексивна дейност (Dewey, 1910); (4) Ученето включва и езика. Езикът, речта влияят на ученето, на конструирането на знания. Учениците учат като разказват, обясняват, разговарят. Ученето и езикът са неразривно свързани според Vygotsky (1997); (5) Ученето е социална активност. То се осъществява чрез връзки с другите хора – съучениците, учителя, семейството, случайни познати, които могат да дадат различни други гледни точки, да отхвърлят или да потвърдят информацията. Учениците учат, когато учат другите, когато им обясняват или показват (Pelech & Piereg, 2010); (6) Ученето е субективно и контекстуално. Човек учи в зависимост от конкретната среда, като се опира на това, което вече знае, в което вярва, според убежденията, предубежденията и опасенията си; (7) За да се учи, са необходими предварителни знания. Новите знания се възприемат, като се свързват с предходните знания. Колкото повече

знаем, толкова повече учим; (8) Знанието има различни форми и затова се придобива по различни начини; (9) Ученето е процес, който се нуждае от време, за да се формира новото знание, като едновременно с това се преобразува и осмисля и съществуващото базисно знание; (10) Ключовият компонент на ученето е мотивацията (Тафрова-Григорова et al., 2012).

Изследвания за конструктивистка учебна среда в българското училище

Философската теория за конструктивизма даде нова насока в развитието на науките за образованието и педагогическата практика през последните три десетилетия. Оформи се научно-изследователска област, приоритетите на която са учебната среда и ролята и мястото на учителите и учениците в нея. Конструктивизмът е „средство, обект на специално обучение, което предлага добри практики за отказ от transmission-orientated преподаване и механично запомняне на факти и твърдения...” (Тошев, 2007). В конструктивистката среда учениците изграждат новото знание на базата на вече установена мрежа от понятия и представи за света и конкретни обекти и явления от него. Учителят създава конструктивистка учебна среда, като насърчава учениците си да задават въпроси, да изказват идеи, да приемат чуждото мнение, но и да размишляват над него, да търсят и изказват на глас алтернативни виждания, да трансформират предварителните си представи в систематизирани научни знания чрез собствени наблюдения и изследвания. Учителят-конструктивист стимулира екипната и експерименталната работа, така че учениците да бъдат активни конструктори на собственото си знание вместо пасивни приемници на информация (Холенбек et al., 2009).

Създаването на конструктивистка учебна среда е обект на изследване в редица страни: САЩ, Корея, Холандия, Австралия, Турция, Индонезия, Сингапур и др (Fraser et al., 1994; Kim et al., 1999; Aldridge et al., 2000).

В България за първи път такива изследвания са направени от екип на Лабораторията за химическо образование и история и философия на химията във Факултета по химия и фармация в състав: Е. Бояджиева, А. Тафрова-Григорова и М. Кирова в сътрудничество с американския професор Дж. Холенбек (Voiadjieva et al. 2009; Холенбек et al., 2009). За първи път се проучват мнения на български ученици, диференцирани по възраст, населено място, вид училище и пол, и на техните учители по природни науки, за реална и желана учебна среда (Voiadjieva et al., 2009; Холенбек et al., 2009; Бояджиева et al., 2011). Основните параметри, резултати и изводи от тези проучвания са представени по-долу.

Целеви групи и инструментариум

Първоначално е проведено пилотно изследване на учебната среда в обучението по природни науки в 10 софийски училища. Анкетирани са 10 учители по природни науки и 190 техни ученици от различни възрастови групи. (Voiadjieva et al. 2009; Бояджиева et al., 2010). През следващата 2009/2010 учебна година е изследвана извадка от 1364 български ученици от VII, VIII, IX, X и XI класове от 28 училища в 9 области на България и 30 учители по природни науки (Бояджиева et al., 2011; Тафрова-Григорова et al., 2012).

Инструментариумът за изследване на конструктивистка учебна среда е разнообразен. Наличието ѝ може да се докаже чрез различни видове анкети, интервюта, оценъчни карти, наблюдения или индивидуални случаи – case study. В случая са използвани два инструмента – CLES (Constructivist Learning Environment Survey) и TPPI

(Teachers Pedagogical Philosophy Interview). И двата инструмента са предложени и усъвършенствани от Fraser (1994) и са валидирани при други национални и международни изследвания (Fraser, 1994; Kim et al., 1999; Aldridge et al., 2000).

CLES е анкета за проучване на мненията на ученици и учители за учебната среда, в която в действителност се провежда обучението и нагласите им за учебната среда, която биха искали да се осъществява то. С други думи, този инструмент дава възможност да се потърси отговор на въпросите: (1) как учителите и учениците *възприемат* учебната среда, в която работят и (2) в каква учебна среда те *биха искали* работят. Състои се от серия твърдения, структурирани около пет ключови елемента на конструктивистката учебна среда: *Полза за ученика (Personal Relevance)*, *Научна несигурност (Scientific Uncertainty)*, *Критичен глас (Critical Voice)*, *Взаимодействие ученик – учител (Shared Control)*, *Взаимодействие ученик – ученици (Student Negotiation)*. Твърденията от категория *Personal Relevance* имат за цел да установят доколко съществува връзка между това, което се учи в училище по природни науки и извънучилищния житейски опит на учениците, *Scientific Uncertainty* – доколко учениците разбират, че науката не дава само еднозначни отговори, че тя се развива и променя; *Critical Voice* – дали и доколко учениците могат да изразяват свободно мнението си за методиката на обучението им; *Shared Control* – доколко обучението е центрирано около учениците, така че те да управляват и контролират ученето си; *Student Negotiation* – до каква степен учениците споделят помежду си учебен опит и дейности и могат взаимно да се оценяват.

При превода на CLES на съответния език, се взема предвид националната специфика на училищното образование – анкетата се адаптира така, че да бъде разбрана добре от анкетираните. Мнението на учениците и учителите се отчита по петстепенна скала на Ликерт с

оценки от „Това почти никога не е така” до „Това почти винаги е така”. Българският вариант на CLES се състои от 23 твърдения, оформени в две поредици, всяка от които се отнася за настоящата и предпочитаната учебна среда. Твърденията са групирани в петте категории, изброени по-горе.

Философско-педагогическият въпросник за учители TPPI в българския вариант, който приложихме, се състои от 6 отворени въпроса. Те могат да се разделят на две групи: едната група въпроси се отнасят до начина на обучение, а втората дава информация за това как учат и учениците, и учителите им. Учителите отговаряха писмено, индивидуално и независимо един от друг. Всеки отговор се оценяваше от четирима експерти, като отговорите се ранжираха по скала от 1 до 5. Отговорите с оценка 4 и 5 се отнасят до конструктивистка, основана на изследване, центрирана около учениците среда; 1 и 2 – до традиционна, центрирана около учителя среда, а 3 – преходна между традиционна и конструктивистка среда.

Резултати

В Таблица 7 са представени средните стойности по скалата от пилотните изследвания на софийските ученици и учители за настоящата и предпочитаната учебна среда по 5-те категории на CLES. Учители и ученици невинаги са на едно и също мнение. Мненията на учениците за настоящата учебна среда се нареждат в средната част на скалата, което означава, че те виждат средата като традиционна, центрирана около учителя, до преходна към конструктивистката учебна среда. От друга страна, очакванията и желанията им категорично са насочени към конструктивистка учебна среда.

Таблица 7. Групиране на въпросите от анкетата и средни оценки по скалата за мненията на ученици и учители за настоящата и предпочитаната учебна среда

Категория	Мнения на учениците (средна оценка)		Мнение на учителите (средна оценка)	
	Настояща учебна среда	Предпочитана учебна среда	Настояща учебна среда	Предпочитана учебна среда
Полза за ученика (Personal Relevance)	3,2	3,9	3,0	4,0
Научна несигурност (Scientific Uncertainty)	3,3	3,6	2,8	3,6
Критичен глас (Critical Voice)	3,0	4,1	2,6	4,2
Взаимодействие учител-ученици	2,6	4,0	2,2	3,6
Взаимодействие ученик-ученици	3,0	3,9	2,9	4,1

Мненията на учителите за настоящата учебна среда са ориентирани в много случаи по-скоро към ученико-центрирана учебна среда, а що се отнася до техните очаквания, учителите имат нагласа за преходна до конструктивистка методика на обучение. Има съгласие между учителите и учениците за това какво биха искали да се случва в клас – и едните, и другите желаят по-отворено, демократично обучение, като при учителите, все пак, се забелязва стремеж към повече контрол върху класа (Boiadieva et al., 2009). Същите тенденции – към ученико-центрирана конструктивистка среда, са наблюдавани и при други изследвания с инструмента CLES, проведени в САЩ (Yager, & Penick, 1986).

Възприятията на софийските учители за обучението по природни науки според проучването с TPPI показва подобни резултати (Холенбек et al., 2009). Учителите смятат, че учениците им учат най-добре чрез

действия (on-hands), слушане и четене. Те заявяват, че техен приоритет е да помагат на учениците си да добият умения за решаване на проблеми.

Резултатите от изследването със същия инструмент на учители от 28 училища в различни области на България са аналогични – традиционно-конструктивистки тип учители с нагласи за промяна към конструктивистка среда (Тафрова-Григорова et al., 2012).

Проучване на Стефанова et al. (2011), проведено със студенти-бъдещи учители по природни науки, показва че само 32% от анкетираните студенти считат, че изучаваното по природни науки би било полезно в ежедневието им живот, а 69% от смятат, че изучаваните природни науки не допринасят съществено за разбиране на влиянието на културно-историческите фактори върху развитието на научните идеи; за 72% обучението по природни науки не допринася съществено за разбиране на идеята, че за дадено явление съществуват алтернативни обяснения. Тези данни говорят за това, че анкетираните младежи не са обучавани в конструктивистка среда.

Данните от проучването с 1364 ученици показват, че във всички категории се проявява категорична разлика в схващанията на учениците за реалната и желаната учебна среда. Те характеризират средата, в която се обучават – от традиционна, центрирана около учителя, до преимуществено конструктивистка, докато предпочитанията им клонят към изцяло конструктивистка среда. Независимо от класа, големината и местоположението на населеното място, вида на училището и пола, вижданията на българските ученици за желана и реална учебна среда не съвпадат. Около 1/3 оценяват обучението като традиционно, 1/4 от тях оценяват средата, в която учат като традиционно-конструктивистка, т.е. преходна, останалите 40% – като конструктивистка.

Прави впечатление, че учениците оценяват средата като по-традиционна, докато техните учители схващат настоящата учебна среда по-скоро като конструктивистка, с елементи на традиционно обучение.

Основен извод от това изследване е, че и учители, и ученици са единни в желанията си за промяна на учебната среда, на методологията на обучение, което предполага по-отворено и интерактивно обучение, центрирано около ученика.

Заклучение

Проучването на състоянието и тенденциите в развитието на природонаучното образование на учениците в международен и национален план дава основание да се направят няколко съществени обобщения и изводи.

Реформите в училищното образование по света са насочени към *обучение, основано на стандарти* (standard-based education). Страни, в които образованието по традиция е силно децентрализирано, каквито са англосаксонските, са едни от първите, които въвеждат национални стандарти за учебно съдържание и за оценяване. От друга страна, държави със силно централизирана система на образование, като страните от бившия социалистически блок, Франция и някои други европейски страни, увеличават автономията на училищата и същевременно въвеждат образователни стандарти. България⁴⁷⁾ е една от тези страни – през 1999 г е обнародван закон,⁴⁸⁾ с който се въвежда общообразователен минимум – „задължителни знания и умения, необходими за успешната реализация на учениците в следващата степен на образование”. С наредба⁴⁹⁾ към този закон през следващата година се въвеждат Държавните образователни изисквания за учебно съдържание, които имат задължителен характер и върху които се градят учебните програми. България е една от първите страни в Европа, които още през

1879 г. с Търновската конституция (чл. 78) въвежда задължителното начално образование, което по-късно, от 1921 г. прераства в задължително прогимназиално образование (Даскалов, 2005). За първи път, обаче, през 2000 г. се регламентират национални стандарти за учебно съдържание, които стават гръбнак на училищното образование. Така България се приобщава към една от световните тенденции – образование, основано на стандарти.

Образователните стандарти по природни науки в почти всички страни са *ориентирани към природонаучна грамотност* и свързаните с нея ключови компетентности. В тази посока се развиват и обновените български ДОИ по химия и опазване на околната среда. Необходимите знания и умения за самостоятелно учене чрез търсене, тълкуване, оценяване, анализиране, систематизиране и представяне на научна информация, и отношения към проблемите на планетата и човечеството, свързани с опазване на околната среда и устойчивото развитие, са формулирани много по-отчетливо и подробно в сравнение с предишните документи.

Както показват резултатите от външните оценявания и изследванията на постиженията на учениците в национален мащаб, действащите стандарти по химия и опазване на околната среда, не са постигнати. Основният извод, който произтича от направените изследвания е, че *главният фактор, който може да промени ситуацията, е учителят*.

ДОИ и учебните стандарти са само предпоставка за осъществяване на природонаучно обучение, което е в крак със съвременните тенденции. *Конструктивистки тип обучение* - „учене чрез правене”, изследователски подход и развиване на експериментални умения у учениците от ранна възраст; обучение чрез *активни и интерактивни методи*, насочено към развиване на ключови

компетентности и решаване на задачи и проблеми в реални ситуации; *популяризиране на природните науки* сред подрастващите за засилване на любознателността, интереса и мотивацията им, *учебници и помагала* с адекватно на целите на програмите съдържание и оформление; разработване на *тестове и инструментариум* за измерване и оценка на природонаучната грамотност и ключовите компетентности – това са само част от пътищата, които могат да доведат до реално изпълнение на заложените в държавните документи очаквани резултати. Всичко това не може да бъде осъществено без добре подготвени, отдадени на професията си учители. Във връзка с това, на преден план излиза въпросът с квалификацията на учителите – бъдещите и действащите. Висококвалифицирани учители – не по документи, а по дела, има във всяка система. Необходима предпоставка за подобряване на квалификацията на масата от учителите, обаче, е издигането на *статуса на българския учител*. Колкото и да са добре разработени стандартите, учебните програми, учебниците, без адекватно заплащане, материални и духовни стимули за новаторски идеи, подходи и методи на работа, осигуряване на подходяща материална база, държавната политика в посока на по-добро природонаучно обучение е обречена на неуспех. Необходими са действия за: (а) създаване на условия за *привличане на подходящите хора за бъдещи учители*; (б) издигане на *престижа на учителската професия* чрез инвестиране в добрите учители и (в) *продължаващо образование, квалификация и усъвършенстване* на действащите учители. Трябва да се създадат и национални стандарти за учители, които да очертаят съдържанието на обучението и подготовката на бъдещите и действащите учители по природните науки, така че то да бъде адекватно на съвременното природонаучно образование.

БЕЛЕЖКИ

1. Настоящата работа е представена от автора – доц. д-р Адриана Тафрова-Григорова, като хабилитационен труд в конкурс за заемане на академичната длъжност „професор“ в Учебно-научната лаборатория по химическо образование и история и философия на химията към Катедрата по физикохимия на Факултета по химия и фармация при Софийския университет „Св. Климент Охридски“.

2. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), седалище – Париж. *Създадена в резултат на плана Маршал за възстановяване на Европа след II Световна война, OECD обхваща 34 държави от Европа и Северна Америка, а също Япония, Австралия, Нова Зеландия, Южна Корея, Израел, Мексико, Чили.*

3. 46th session of the International Conference of Education (Geneva, 5-7 September 2001), *Working documents*, 2001.

4. *Education for All - Global Monitoring Report: The Quality Imperative*. UNESCO. Paris, 2004.

5. p. 14: “The intermediate problem is one of closing the gap between the wealth of scientific achievement and the poverty of scientific literacy in America.”

6. Project 2061 – този широкомащабен проект е наречен така, защото Халеевата комета преминава край Земята през 1985 г. – годината на начало на проекта. Идеята е, че поколение, което е започнало да учи през 1985 г., ще израсне научно и технологично грамотно, като премине жизнения си път в периода до 2061 – годината на повторното преминаване на кометата.

7. *Science for All Americans. A Project 2061 Report on Literacy Goals in Science, Mathematics and Technology*. Washington, American Association for the Advancement of Science, 1989.

8. *Curriculum Redefined: Schooling for the 21st Century*. (1994). Paris: OECD/CERI.

9. *L'évaluation des acquis scolaires: situation et tendances 2000*. (2000). Paris: UNESCO.

10. Докладът е изготвен от National Commission on Excellence in Education, създадена от президента Роналд Рейгън
<http://www2.ed.gov/pubs/NatAtRisk/index.html>
11. Trends in International Mathematics and Science Study
12. Programme for International Student Assessment
13. No Child Left Behind (NCLB)
<http://www2.ed.gov/policy/elsec/leg/esea02/107-110.pdf>
14. Beyond 2000: Science education for the future.
15. <http://www.nuffieldfoundation.org/gcse-science>
16. <http://www.lamap.fr/>
17. La main à la pâte au collège
18. *La diffusion de la culture scientifique*. Rapport d'information de Mme Marie-Christine BLANDIN et M. Ivan RENAR, fait au nom de la commission des affaires culturelles n° 392 (2002-2003) - 10 juillet 2003. <http://www.senat.fr/notice-rapport/2002/r02-392-notice.html>.
19. Le socle commun des connaissances et des compétences. (2006). Paris: Direction générale de l'enseignement scolaire.
20. <http://www.wissenschaft-im-dialog.de/de/wir-ueber-uns/aktivitaeten.html>
21. Website of Korean Ministry of Education, Science and Technology:
http://english.mest.go.kr/web/1707/site/contents/en/en_0275.jsp
22. Amran, N. Education in Singapore and Finland: A Comparison, posted 2009 in Singapore Educational Consultants: <http://educononline.com>
23. Berry, D. Perspectives: The State of Science Education in Canada: Are We Keeping Up?, posted 2011 in: <http://www.scienceadvice.ca/en/news/council-news/perspectives/mar2011.aspx>
24. http://www.edu.gov.on.ca/bb4e/Executive_Summaries_EN.pdf
25. „place primary emphasis on a continuing course in general science at the secondary school level, which gives familiarity with the history and accomplishments of science and its relation to the matters of everyday life. This should be descriptive and inspirational, placing emphasis upon the cultural roots and the goals of science and the countless ways in which it affects our understanding of the world about us” – цитат в: McCurd, 1958, с. 368 и DeBoer, 2000, с. 587.

26. Royal Society – обединява едни от най-изтъкнатите учени в областта на природните науки, основано през 1660 г. от 12 знаменити учени, между които Роберт Бойл (Robert Boyle), наричан „бащата на химията” и Кристофър Рен (sir Christopher Wren) – астроном, математик, архитект, построил прочути катедрали, между които St. Paul в Лондон.

27. The public understanding of science: report of the Royal Society’s ad hoc group. (1985). London: The Royal Society.

28. COPUS – Комитет за обществено разбиране на науката.

29. Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006 <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2006/37464175.pdf>

30. Тафрова-Григорова, А. (2011). Научната грамотност – основна цел на обучението по природни науки. Пленарен доклад на 44-та Национална конференция на учителите по химия, София, юни, 2011 г.

31. Петкашев, К. & Андреев, М. (2010). PISA 2009: нулев ефект от реформите в средното образование на България за последните 10 години. Преглед на стопанската политика, бюлетин на Института за пазарна икономика. http://ime.bg/bg/pr_bg/issues/505/#ixzz2Kz9ICgUc

32. Рамкови изисквания на Министерство на образованието и науката за разработване на Държавните образователни изисквания за учебно съдържание. София, юли 1999. В. АзБуки, бр. 23/1999 г.

33. ПРООН 2008. Национален доклад „Цели на хилядолетието за развитие – 2008, България” http://www.undp.bg/uploads/documents/2691_852.pdf

34. Ludger Woessmann and Thomas Fuchs, *What Accounts for International Differences in Student Performance?*, CESifo working paper No.1235 (American Economic Association Annual Meeting 2005) http://ideas.repec.org/p/ces/ceswps/_1235.html

35. McKinsey & Co., *How the world's best performing schools systems come out on top*, September 2007 http://www.mckinseysociety.com/downloads/reports/Education/Worlds_School_Systems_Final.pdf

36. McKinsey & Co. *Shaping the Future: How Good Education Systems Can Become Great in the Decade Ahead*. Report by Sir M. Barber and Dr. M. Mourshed

on the International Education Round Table, 7 July, Singapore

http://www.mckinsey.com/locations/southeastasia/knowledge/Education_Roundtable.pdf

37. McKinsey & Co *The Economic Impact of the Achievement Gap in America's Schools*, Summary of Findings, April 2009

http://www.mckinsey.com/App_Media/Images/Page_Images/Offices/SocialSector/PDF/achievement_gap_report.pdf

38. http://www.ckoko.bg/images/stories/TopPerformers_report.pdf

39. <http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/10/st05/st05394.en10.pdf>

40. http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc/report09/report_en.pdf

41. Резолюция Р6_ТА(2008)0422 на Европейския парламент от 23 септември 2008 г. относно подобряване на качеството на подготовката на учителите

42. Проект по Фонд научни изследвания към Софийския университет „Св. Климент Охридски” по договор №186/12.05.2011 г.

43. Recommendation [2006/962/EC](#) of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. *Official Journal* L 394 of 30.12.2006.

44. *Ключови компетентности. Европейска референтна рамка*. (2007). София: МОН.

45. Royal Society of Chemistry. (2009). Key skills for scientists
http://www.rsc.org/images/Updated_Skills_2010_tcm18-193493.pdf

46. ДЗИ, 19 май, 2010 г.
http://mon.bg/opencms/export/sites/mon/top_menu/general/dzi/dzi2010/2_HIMIA_DZID_19may2010_key.pdf

47. ДЗИ, 23 май, 2011 г.
http://mon.bg/opencms/export/sites/mon/top_menu/general/dzi/dzi2011/2_himia_23-may-2011.pdf

48. Закон за степента на образование, общообразователния минимум и учебния план. Обн., ДВ, бр. 67 от 27.07.1999 г.

http://www.mon.bg/opencms/export/sites/mon/left_menu/documents/law/zkn_obr_m_inimun.pdf

49. Наредба № 2 от 18.05.2000 г. за учебното съдържание.

http://www.minedu.government.bg/opencms/export/sites/mon/left_menu/documents/process/nrdb_2-00_uch_sadarjanie.pdf

ЛИТЕРАТУРА

- Бояджиева, Е., Кирова, М. & Тафрова-Григорова, А. (2008). Върху приложението на Държавните образователни изисквания за учебно съдържание и Учебната програма по химия и опазване на околната среда в 10. Клас на средното училище. *Химия*, 17, 6-15.
- Бояджиева, Е., Кирова, М. & Тафрова – Григорова, А. (2010). Учебни постижения на ученици от X клас от различни видове училища по „Химия и опазване на околната среда”, 19, 262 – 278.
- Бояджиева, Е., Кирова, М., Тафрова – Григорова, А. & Холенбек, Д. (2011). Учебната среда в българското училище през погледа на учениците. *Химия*, 20, 44 – 56.
- Боянова, Л. (2010). Към въпроса за качество на образованието по химия и опазване на околната среда: образование, ориентирано към личността на ученика. *Химия*, 19, 9 – 22.
- Виготски, Л. С. (2005). Мышление и речь (сс. 663-679). В: *Психология развития человека*. Москва: Смысл.
- Гайдарова, М., Томова, С. & Тафрова., А. (2011). Златни медали за български ученици на олимпиадата по природни науки. *Наука*, 21(3), 65-67.
- Даскалов, Р. (2005). *Българското общество 1878-1939, Том 2: население, общество, култура*. София: Гутенберг.
- Димитрова, В., Манев, С. & Тафрова-Григорова, А. (2010). Използване на резултатите от Държавните зрелостни изпити по Химия и

- опазване на околната среда за подобряване качеството на обучението. *Химия*, 19, 23 – 33.
- Епитропова, А., Димова, Й. & Камарска, К. (2012). *Активно обучение по природни науки*. Пловдив: Унив. изд. „Паисий Хилендарски“.
- Иванова, З. (2008). *Японската образователна система: история, традиции и съвременни тенденции*. София: Изток-Запад.
- Кирова, М., Бояджиева, Е. & Тафрова, А. (2010). Изследване на учебните постижения по Химия и опазване на околната среда според Държавните образователни изисквания. *Химия*, 19, 116 – 140.
- Кирова, М., Бояджиева, Е. & Иванова, В. (2011). *Активно и интерактивно обучение по „Химия и опазване на околната среда“ 7. и 8. клас*. София: Педагог 6.
- Манев, С.(2007). Трябва ли изчислителните задачи да имат „душа“? *Химия*, 16, 163 –169.
- Манев, С. & Димитрова, В. (2009). Задачите в „Българска аритметика” от 1856 г. – пример за формиране на кл’чови компетентности. *Химия*, 18, 340 –348.
- Манев, С., Тафрова-Григорова, А., Томова, С. Йотовска, К., Гайдарова, М. & Тютюлков. К. (2009). Първо национално състезание за ключови компетентности по природни науки. *Химия*, 18, 195 –206.
- Манев, С., Петкова, Р., Томова, С., Тафрова, А., Гайдарова, М., Тютюлков, К. Йотовска, К., Милчева,Т. & Василева. В. (2010а). Трето национално състезание за ключови компетентности по природни науки 2010 г. *Биология, екология и биотехнология*, 19(5), 43-55.
- Манев, С., Томова, С., Тафрова, А., Гайдарова, М., Тютюлков, К. & Йотовска, К. (2010б). За ключовите компетентности по природни науки. *Биология, екология и биотехнология*, 19(6), 16 – 21.

- Петрова, С. (2010). *Училище за утрешния ден: резултати от участието на България в Програмата за международно оценяване на учениците – PISA 2009*. София: ЦКОКО.
- Петрова, С. & Василева, Н. (2007). *Природните науки, училището и утрешният свят: резултати от участието на България в програмата за международно оценяване на учениците – PISA 2006*. София: ЦКОКО.
- Стефанова, Й., Миневска, М. & Евтимова, С. Научната грамотност през погледа на учители и студенти. *Химия*, 20, 496-506.
- Тафрова-Григорова, А. (2003). Някои тенденции и проблеми на обучението по природни науки. *Химия*, 12, 31-39.
- Тафрова-Григорова, А. (2010). Българското училищно образование по химия - резултати от международни и национални проучвания: какво следва от тях? *Химия*, 19, 163 – 188.
- Тафрова-Григорова, А. (2011a). Научната грамотност – основна цел на обучението по природни науки. *Химия*, 20, 490-495.
- Тафрова-Григорова, А. (2011b). Отношение на учителите към вътрешното и външното оценяване. *Химия*, 20, 385-403.
- Тафрова-Григорова, А. (2012). Съвременно ръководство за активно обучение по природни науки. *Chemistry*, 21, 781-785.
- Тафрова-Григорова, А., Кирова, М., Бояджиева, Е. & Кузманов, А.. (2008). Държавните образователни изисквания – очаквания и реалност. *Химия*, 17, 411 – 423.
- Тафрова-Григорова, А., Бояджиева, Е., Кирова, М. & Кузманов, А. (2009). Външно оценяване на постиженията на учениците по Химия и опазване на околната среда 9. клас. *Химия*, 18, 94 – 124.
- Тафрова-Григорова, А., Манев, С. & Димитрова, В. (2010). Държавните зрелостни изпити по Химия и опазване на околната среда – някои неочаквани заключения. *Химия*, 19, 3 – 8.

- Тафрова-Григорова, А., Кирова, М. & Бояджиева, Е. (2011). Учителите по природни науки за научната грамотност. *Химия*, 20, 507-519.
- Тафрова-Григорова, А., Кирова, М. & Бояджиева, Е. (2012). Учителите по природни науки – за конструктивистката учебна среда в българското училище. *Chemistry*, 21, 375-388.
- Терзиева, С. & Николова, Д. (2007). На входа на академичното обучение по химия. *Химия*, 16, 243-258.
- Томова, С., Тафрова-Григорова, А. & Гайдарова, М. (2009). VII олимпиада на Европейския съюз по природни науки. *Биология, екология и биотехнология*, 18(5-6), 57-90.
- Тошев, Б. В. (2007а). Мястото на България в европейското образователно пространство. *Химия*, 16, 3-19.
- Тошев, Б.В. (2007b). Добрият учител в миналото и сега: исторически преглед с някои практически съвети. *Химия*, 16, 473-471.
- Холенбек, Д., Кирова, М., Бояджиева, Е. & Тафрова-Григорова, А. (2009). Ученици и учители за настоящата и предпочитана учебна среда – резултати от едно проучване. *Химия*, 18, 349 – 369.
- (AAAS) American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans: a nroject 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology*. Washington: AAAS.
- (AAAS) American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. Oxford: Oxford University Press.
- Acedo, C. (2007). Le développement curriculaire et les approches par compétences: une perspective mondiale. *Perspectives*, 37, 1-2.
- Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: students' argumentation in group discussions on a socioscientific issue. *Res. Sci. Educ.*, 38, 67-90.

- Aldridge, J., Fraser, B.J. & Taylor ,P.C. (2000). Constructivist learning environments in a cross-national study in Taiwan and Australia. *Intern. J. Sci. Educ.*, 22, 37 – 55.
- Allal, L. (1999). Acquisition et évaluation des compétences en situation (pp. 77-94). In: Dolz, J. & Ollagnier, E. (Eds). *L'énigme de la compétence en éducation*. Bruxelles: DeBoeck.
- Barry, U.P. (2000). *The Dakar framework for action: education for all – meeting our collective commitments*. Paris: UNESCO.
- Bartholomew, J., Osborne, J. & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students 'Ideas-About-Science': five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88, 655–682.
- Blewett, J. E. (1960). *John Dewey: his thought and influence*. New York: Fordham University Press.
- Bodmer, W. (2010). *Public understanding of science: the BA, the Royal Society and COPUS. Notes Rec. R. Soc.*, 64, S151–S161.
- Boiadjieva, E., Tafrova-Grigorova, A., Hollenbeck, J.E. & Kirova, M. (2009). An examination of teacher's pedagogical philosophical beliefs of secondary science teachers in Sofia public schools, Sofia, Bulgaria. *Bulgarian J. Science & Education Policy*, 3, 33 – 40.
- Brickhouse, N.W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *J. Teacher Education*, 41, 53-62.
- Bronckart, J.P. & Thurler, M. (2004). *Transformer l'école*. Genève: De Boeck.
- Bruner, J (1960). *The process of education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Chalmers, A.F. (1999). *What is this thing called science?* Milton Keynes: Open University Press.
- Charpak. G. (1996). „*La main à la pâte*”: *les sciences à l'école primaire*. Paris: Flammarion.

- Coll, R.K. & Taylor, N. (2008). Exploring international perspectives of scientific literacy: an overview of the special issue. *Intern. J. Environ. & Sci. Educ.*, 4, 197-200.
- Coony, W., Cross, C. & Trunk, B. (1993). *From Plato to Piaget: the greatest educational theorists from across the centuries and around the world*. New York: University Press of America.
- Darling-Hammond, L. (2006). No child left behind and high school reform. *J. Harvard Educ. Review*, 76, 642-667.
- Darling-Hammond, L. (2009). Steady work: how finland is building a strong teaching and learning system. *Voices Urban Education*, 24, 15-25.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *J. Res. Sci. Teach.*, 37, 582-601.
- Dewey, J. (1910). *How we think*. Boston: D.C. Heath & Co.
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *Intern. J. Environ. & Sci. Educ.*, 4, 201-213.
- Eilks, I. (2000). Promoting scientific and technological literacy: teaching biodiesel. *Sci. Educ. Intern.*, 11, 16-21.
- Foote, C., Vermette, P. & Battaglia, C. (2001). *Constructivist strategies: meeting standards and engaging adolescent minds*. Larchmout: Eye on Education.
- Foy, P. & Olson, J.F. (2009). *TIMSS 2007. User guide for the International database-released items, science-eighth grade*. Chestnut Hill: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Fraser, B. J. (1994). Research on classroom and school climate (pp. 493-541). In; Gabel, D. (Ed.). *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan.
- Gallagher, J.J. (2000). Teaching for understanding and application of science knowledge. *School Sci. & Math.*, 100, 310-318.

- Goel, V. (1993). *Scientific and technological literacy meanings and rationale – a review*. New Delhi: British Council Division.
- Hazen, R.M. & Trefil, J. (2009). *Science matters: achieving scientific literacy*. New York: Anchor Books.
- Hodson, D. (2006). Why we should prioritize learning about science. *Canadian J. Sci. Math. & Techn. Educ.*, 6, 293 – 311.
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: a teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. Rotterdam: Sense.
- Hurd, P.D. (1958). Science literacy: its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13-16.
- Hurd, P.D. (2000). Science education for the 21st century. *School Science & Mathematics*, 100, 282–288.
- James, W. (1995). *Pragmatism*. New York: Dover.
- Jonnaert, P., Barrette, J., Boufrahi, S. & Masciotra, D. (2004). Contribution critique au développement des programmes d'études: compétences, constructivisme et interdisciplinarité. *Revue des sciences de l'éducation*, 30, 667–696.
- Kim, H.B., Fisher, D.L. & Fraser, B.J. (1999). Assessment and investigation of constructivist science learning environments in Korea. *Res. Sci. & Techn. Educ.* 17, 239 – 249.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84, 71–94.
- Lederman, N.G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship. *J. Res. Sci. Teaching*, 36, 916-929.
- Magoon, A.J. (1977). Constructivist approaches in educational research. *Rev. Educ. Res.*, 47, 651-693.

- Manev, S., Petkova, R. & Tafrova, A. (2011). Developing key competences in secondary school (pp. 250-264). *Proceedings 4th International Scientific Conference, Vol. 1, Mathematics and Natural Sciences*.
- Marks, R. & Eilks, I. (2009). Promoting scientific literacy using a sociocritical and problem-oriented approach to chemistry teaching: concept, examples, experiences. *Intern. J. Environ. & Sci. Educ.* 4, 231-245.
- Maury, S. & Caillot, M. (2003). *Rapport au savoir et didactiques*. Paris: Fabert.
- McCurdy, R.C. (1958). Towards a population literate in science. *Science Teacher*, 25, 366-368.
- Mons, N. (2008). Évolution des politiques éducatives et comparaisons internationales. *Revue française de pédagogie*, 164, 5-13.
- National Society for the Study of Education. (1960). *Rethinking science education: the fifty-ninth yearbook of the NSSE*. Chicago: University of Chicago Press.
- Odgers, B. M. (2003). Development of a questionnaire to determine teacher's views of science. *Intern. J. Learning*, 10, 305-315.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: critical reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Pella, M.O., O'Hearn, G.T. & Gale, C.W. (1966). Referents to scientific literacy. *J. Res. Sci. Teach.* 4, 199–208.
- Pelech, J. & Pieper, G. (2010). *The comprehensive handbook of constructivist teaching: from theory to practice*. Charlotte: Information Age.
- Piaget, J. (1937). *La construction du réel chez l'enfant*. Neuchâtel - Paris: Delachaux et Niestlé.
- Piaget, J. (1942). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Paris: Delachaux et Niestlé.
- Piaget, J. (1950). *Introduction à l'épistémologie génétique*. Paris: PUF.

- Rorty, R. (1991). *Objectivism, relativism, and truth*. New York: Cambridge University Press.
- Scheircher, A. (2009). Securing quality and equity in education: lessons from PISA. *Prospects*, 39, 251-263.
- Shortland, M. (1988). Advocating science: literacy and public understanding. *Impact of Science on Society*, 38(152), 305-316.
- Savolainen, H. (2009). Responding to diversity and striving for excellence: the case of Finland. *Prospects*, 39, 281-292.
- Siddiquee, M.N.A. & Ikeda, H. (2012). Science teachers' views on nature of science: a case of Bangladeshi secondary schools. *Chemistry*, 21, 865-887.
- Volansky, A. (2007). School autonomy for school effectiveness and improvement: the case of Israel (pp. 351-362). In: Townsend, T. (Ed.). *International handbook of school effectiveness and improvement. Part I*. Dordrecht: Springer.
- Vygotsky, L.S. (1997). Interaction between learning and development (pp. 29-36). In: Gauvain, M. & Cole, M. (Eds.). *Readings on the development of children*. New York: W.H. Freeman.
- Yager, R.E. & Penick, J.E. (1986). Perceptions of four age groups toward science classes, teachers, and the value of science. *Science Education*, 70, 355-363.

CONTEMPORARY TRENDS IN PUPILS' SCIENCE EDUCATION

Abstract. The present review paper outlines three of the main trends in the field of the modern science education: the development of scientific

literacy, formation of key competences, and constructivist approach. The concept of science literacy is considered in its historical development and contemporary meaning. A brief review of the international and national experience and perspectives in the achievement of a greater scientific literacy among population is done. Several strategies in implementing the key competences approach at school are presented. Based on information and research evidence on international and national studies, this paper provides also a view on the state-of-art of the science classroom environment. Both Bulgarian teachers and students surveyed describe the present classroom environment of blended, traditional-constructivist type whereas their attitudes and desire are in favour of an entirely constructivist-based education.

✉ Dr. Adriana Tafrova-Grigorova
Research Laboratory on Chemistry Education and History and Philosophy of
Chemistry,
Department of Physical Chemistry,
University of Sofia,
1 James Bourchier Blvd., 1164 Sofia, BULGARIA
E-Mail: a_grigorova@yahoo.com

© 2013 BJSEP: Author

