

МЕТОДОЛОГИЧНА ГРАМОТНОСТ – ТЕОРЕТИЧНА ОБОСНОВКА И ДИДАКТИЧЕСКИ РЕСУРСИ

Даниела Димова

*Департамент за информация и усъвършенстване на учители –
Софийски университет „Св. Климент Охридски“*

Резюме. Статията цели да разшири интерпретационното поле по въпросите, свързани с концепцията за природонаучна грамотност. Научната грамотност има както когнитивен, така и афективен аспект. В настоящата разработка акцентът е поставен върху когнитивния компонент, и по-точно върху методите на научното познание. За да успеят учениците да прилагат научните методи в собствената си познавателна дейност, те първо трябва да ги познават. Резултатът от това опознаване, осмисляне и прилагане наричаме с понятието „методологична грамотност“. Затова централно място в публикацията заема проблемът за мястото на методологичните знания в образователен контекст. Ключово понятие в този процес е „образованият гражданин“, който контактува с научните постижения ежедневно.

Keywords: scientific literacy, methods of scientific knowledge, methodological literacy

Въведение

Природонаучната грамотност е и ще остане трудно за еднозначно дефиниране понятие с обширен и дълбок интерпретационен ресурс. В широк смисъл понятието „научна грамотност“ обхваща много общественостнозначими теми, които са се изменяли във времето с развитието на научното познание, социокултурните реалности и представите за „образованият гражданин“. В по-тесен смисъл се свързва приоритетно със съвременните тенденции в природонаучното образование. Онтодидактиката е част от дидактиката, която се занимава с трансформирането на науката в учебен предмет. Наред с тази нелека задача да се прецени каква точно част от природните науки и по какъв начин да бъде включена в учебните програми, от десетилетия е неизменно актуален и научният дебат, който трябва да прерасне и в обществен, за ефекта, който развитието на науката има върху отделния човек и обществото като цяло.

Характеристиките на всекидневното мислене и сложните отношения между всекидневно и научно съзнание ни насочват директно и пряко към необходимостта от целенасочено изграждане на „методологична грамотност“ и опознаване на методологията на науката. В идеята за „научната грамотност“ този проблем е поставен под формата на изискването учениците да придобиват знания не само „по науката“, но и „за науката“. Тук предлагаме кратък обобщен списък, изведен чрез контент-анализ от специализираната литература, по отношение на това какво се предполага, че учениците трябва да могат, за да се определят като научно грамотни. Като единица на анализа приехме всички изрази и определения, свързани с проявленията на основни характеристики на научното познание в образователния процес и в структурата на ключовите компетентности на учениците. Те са представени не като точни цитати, а в преработен и обобщен вид:

- научната грамотност е способността да се използват научни знания, за да се поставят въпроси, на които науката може да даде отговори и да се разбират тези отговори;
- да се разбират характерните черти на науката като форма на човешкото познание и търсене на истинно знание;
- разбирането на научни понятия, принципи и процеси, което помага за осмисляне на научните и техническите постижения, на явленията в живата и неживата природа;
- умение за прилагане на научните знания в реалния живот и в различни ситуации за решаване на проблеми и за придобиване на нови знания;
- познава важни за човечеството научни постижения – минали и актуални;
- разбира същността на проблемите, които се обсъждат по медиите и в общественото пространство; разпознават заблудите и се отнасят критично към внушенията;
- способността и желанието да се използват основни знания и методи, чрез които се обяснява природата, да се поставят въпроси, да се формулират изводи, да се дават отговори, основани на доказателства и факти;
- познава основните принципи, както и основните понятия, закони и методи на природните науки;
- използват научни знания за описание, обяснение и предвиждане на явления в природата и бита;
- знае, че основният научен метод е доказателството, и разграничава предположение от доказателство;
- разбират основните елементи на научното изследване и могат да определят дали даден научен метод е приложим в конкретна ситуация; планират проучване, за да решат конкретен научен проблем;
- разграничават модела от реалния обект или явление, разбират смисъла на моделирането в природните науки;

- формулират хипотези, като се основават на представени доказателства, разпознават алтернативни хипотези и предлагат логична аргументация на хипотезата, като използват данни от различни източници;

- тълкуват съвкупност от данни от източници, представени в различен формат, като идентифицират и обясняват общото и различното в тях и правят заключения, като комбинират отделни данни;

- правят оценка за валидността на заключението си, като се основават на анализ за това дали данните са достатъчни;

- знаят, че е важно да се представят и осмислят различни научни гледни точки и аргументи;

- използва логически и други процедури при извеждане на заключения;

- проследява причинно-следствени връзки, предвижда промени при вариране на условията, избира модел (закон, зависимост) за обяснение на явленията, разграничава причина и следствие;

- умения за трансфер на информация от един вид в друг, доказателственост, аргументираност, оценяване, тълкуване, сравняване и обобщаване на информацията, обосноваване на заключението, формулиране на хипотеза;

- разбиране на основни факти, концепции и теории, които формират природонаучното познание, в това число: познание за природата и технологиите; познание за средствата на науката (процедурно знание) и разбиране на същността на тези средства, както и преценка за тяхната приложимост (метазнание или епистемичен подход);

- разбиране на значението на научния подход при изучаването на природата;

- разбиране на характерните особености на природните науки като част от познанието за света, т.е. познание за науката, как функционира тя, какво е естеството на нейните методи;

- познания и оценки за ролята на науката в живота на хората, границите на научните търсения и възможности за решаване на човешките проблеми.

Дори и от този кратък преглед се вижда, че във всички случаи става дума за философия, логика и методология на науката.

От гледна точка на представите за „научна грамотност“ можем да определим, че във всяка наука и учебен предмет има знания, свързани с обектите и процесите, които изучава науката, както и знания за резултатите, до които тази наука достига. Тези знания ще наричаме съдържателни, конкретнопредметни, „знания по науката“. Но всяка наука има също и своя методология, която се разпростира в широк диапазон от проблеми и въпроси – обхваща принципите и методите на познание, логическата структура и механизмите на развитие на научното познание, теория за провеждане на научното изследване, стратегии, техники и процедури на научното експериментирание, систематичен анализ на рационалните и експерименталните принципи и процеси, които трябва да ръководят научното изследване. Знанията за методологията на дадена наука, които влизат в учебния

предмет, „знания за науката“ ще наричаме методологични. В някои източници те се определят като операционални (Nikolov&Mavrova, 1993), а в международни изследвания и някои таксономии – и като „процедурни“, „процесуални, а в най-широк смисъл и „метакогнитивни“. Придобиваните знания в резултат от обучението по неизбежен и свързан начин са насочени и с овладените умения. PISA акцентира на умения на учениците, които са близки до научното изследване, носят такива характеристики и могат да бъдат използвани ефективно в различни ситуации. Важно място заема и оценъчно-емоционалният аспект на грамотността – познавателен интерес към научните постижения, осмисляне на значението на научните знания в живота на обществото и в индивидуалния живот, доверие в обяснителните възможности на науката, осмисляне на морално-етични и здравно-екологични проблеми, свързани с развитието на науката. От интелектуалните умения голямо значение придобиват – анализ, синтез, сравнение, абстрахиране, индукция, дедукция, обобщение, изграждане и проверка на хипотези, работа с модели и моделиране, обясняване и предсказване на явления. От практическите умения за природонаучното образование са важни – изчислителни, измерителни, конструктивни, организация и провеждане на експерименти с различна цел. С много висока степен на значимост са метакогнитивните умения и уменията за рефлексия над собствената дейност – планиране на дейността, анализ на извършеното, предприемане на коригиращи действия, прилагане на стратегии за решаване на проблеми, вземане на решения, правене на изводи и заключения, обобщаване и систематизиране на данни. И интелектуалните, и практическите, и метакогнитивните умения, и ценностните отношения в своята съвкупност са според нас съставна част на „методологичната грамотност“, интерпретирана в най-широкото съвременно схващане за методология на науката.

Кратка характеристика на методология на науката

След столетия на дискусии и дори противопоставяния и съпротива методологията на науката се установява като самостоятелно научно направление. Терминът методология е алтернативен на редица други названия – философия на науката, философски проблеми на частните науки, епистемология, теория на науката, натурфилософия. Предпочитанията, които клонят към названието методология, се основават на това, че то отразява спецификата на областта и относителната ѝ самостоятелност спрямо философията. Може да се каже, че методологията се разполага в гранична зона между наука и философия. Към двойката философия и методология се присъединява и логиката на науката (Polikarov, 1981, 1987). Съотношенията между тези три области са исторически променящи се в зависимост от господстващата парадигма, но винаги между тях има пресечни точки, което ги прави и почти неразделни в днешно време. Дискусиите в тази област имат своите пикове, резки промени и свое парадигмално развитие в зависимост от развитието на научното познание, както и на философските схващания относно това раз-

витие. Тук нямаме за цел да представяме тези възгледи, но разнообразието от школи във философията и методологията на науката показва неизчерпаемостта на въпроса за научната рационалност, „научността на науката“, вътрешните и външните фактори на нейното развитие, възможностите за реконструкция, осмисляне и разбиране на механизмите на изграждане и развитие на научните построения (Ginev, 1986).

В специализирана публикация намираме едно чудесно определение, което дава отправна гледна точка и към педагогическата интерпретация на проблема за „методологичната грамотност“ – „Докато научното изследване е движение от установени резултати А към други нови Б, то рефлексията върху А и Б и преходът А – Б има методологичен характер и дава отговор на въпросите как се прави (описателно) и как трябва да се прави (предписателно, нормативно) наука“ (Polikarov, 1987). Според Гире „...процесуалното схващане за методологията като нещо, което има работа с методите, е типично за XIX век, докато съвременното ѝ схващане обхваща цялото метанаучно изследване“ (Giere, 1971).

Общоприето вече е схващането, че науката отдавна не се изчерпва със своето систематично изложение, нито с конкретни изследвания, с установяване на факти, закони, закономерности. В нейното функциониране и развитие се намесват и редица по-общи въпроси от философски, логически, социологичен, методологичен характер – тълкуване на понятията и законите, научно обяснение на процеси и явления, изграждане и обосноваване на научните системи, общи методи и идеи, критичното им обсъждане, морално-етични основания на научните изследвания, начините на популяризирането на резултатите и др.

Съдържателни области на методологията могат да бъдат определени като:

- компендиум от научни методи, изясняване на тяхното съдържание и приложение;
- научната система (теория), нейната структура и обосноваване;
- проблеми, хипотези;
- предпоставки, основни положения, изводи и тяхната критична оценка;
- научния език и логика;
- научни понятия и дефиниции;
- измерване;
- научно обяснение, разбиране;
- взаимодействия между емпиричните изследвания и теоретичните схващания;
- въпросите на науката (научните теории);
- цели на науката;
- предмет на науката и нейното системно построение;
- динамика на науката;
- история на науката и нейната рационална реконструкция;

- научното обяснение;
- философски основания;
- философска интерпретация;
- използване на научни резултати извън собствената им област (Polikarov, 1987), (Polikarov, 1996).

А в най-ново време и:

– взаимодействие на науката с другите области на човешката активност – икономическо и социално развитие, производствена практика, техника и технологии, всекидневния живот на хората;

- функциониране на науката в медийното пространство;
- гражданска научна грамотност.

Виждаме едно непрекъснато разширяване на представите що е наука, що е научно знание, що е научно познание. Науката е сложен организъм, на който може да се гледа от различни аспекти. За външните наблюдатели тя се представя като самостоятелна, автономна система, която се развива по силата на своята вътрешна логика, най-често неразбираема или скрита за околния свят. Несъмнено е обаче, че „извън рамките на този „работен цикъл“ в науката възникват и редица въпроси от по-общ характер, а именно за предмета на науката, нейното системно построение, за съотношението между емпирично и теоретично познание, природата и възможностите на научното познание, за ефективните общи методи, стратегията на научното изследване и др. Тези въпроси, които имат философски и метанаучен характер, се отнасят към методологичните проблеми на науката“. Методологията включва набор или система от философски и научни (общи) положения (в това число и методи), които играят определена роля като предпоставки на конкретното научно познание, за неговото системно (теоретично) изграждане, за оценка (критика и интерпретация) на същото и като евристични положения за развитието му, както и за осмисляне на историческия ход и с оглед на общонаучното и философското (светогледно и теоретичнопознавателно) му значение (Polikarov, 1984).

Идеята за връзката на науката с живота на хората е тясно обвързана с концепциите и тенденциите с дълбоки корени и мощно съвременно развитие за „хуманизация“ и „хуманитаризация“ на науката. „Хуманизацията се свързва със съвкупност от обществени процеси и проблеми, които се отнасят към нравствените, културните и личностните измерения на същността и функциите на науката. Този процес задава една ясна човекоцентристка гледна точка към научното познание. Под „хуманитаризация“ се разбира промяната от методологичен характер, изразяваща се в нарасналото внимание на учените към човешките предпоставки на историческите изменения в природните и техническите науки“ (Sotirova, 1990).

Методологичните знания, като компонент на обучението, са свързани и с идеята за уплътняването на научните знания. Това е израз, който датира още

от времето на Хегел за характеризиране на начина, по който става натрупването на познанията. Богатството на Хегеловата мисъл за „сгъстяващото се знание“ се състои в това, че тя посочва много съществена страна в развитието на знанието. Всяко ново знание съдържа старото, но не цялото, а само онези съществени моменти, които са били необходими за неговото появяване. В този смисъл, новото знание е по-конкретно и уплътнено в себе си. Новите научни знания не просто разширяват исторически постигнатата система от понятия, закони, теории и т.н., а същевременно я „свиват“, „уплътняват“ (Kukov, 1993). Уплътняването на знанията можем да определим и като тяхна концептуализация. Така в синтезиран вид те стават средство за възприемане и разбиране на всяко ново знание, за разглеждане и решаване на проблем, за съставяне на мнение, за вземане на решение.

Ако искаме да разберем какво изследват и изискват например PISA и TIMSS, трябва да си зададем въпроси като – Какво науката казва за света? Какво тя обяснява и какво не може да обясни? Дали научното обяснение на света е нещо изключително по своята сила и истина? Ако то е нещо специално, на какво се дължи това? Открива ли науката най-силния начин на познание? (Gerdzhikov, 2000). Отговорите според нас се крият в методологията на науката, която ни препраща към разбирането на „научността на науката“, как науката задава въпроси и как определя отговорите, как избира верните отговори, как се движи от едни въпроси и отговори към други.

Науката методология създава цялостна система от познание за подходите за натрупване на научни знания, както и за конкретните дейности на учените провеждащи изследвания: начините за планиране, подготовка и провеждане на научни изследвания, както и анализ, синтез и обобщение на резултатите от научни изследвания; систематизиране на информацията от експериментите за обобщение на цялостно изследване; логическата последователност от необходими правила, за да бъде едно изследване „научно“.

Методология на науката в образователен контекст

Няма никакво съмнение, че учебното познание има своя специфика спрямо научното познание и това е постулат в науките за образованието. Оформя се и самостоятелно научно направление – онтодидактика, която, за съжаление, все още няма категорично ясен статут и място в образователната теория и практика. Проблемът за типа рационалност, който природонаучното образование формира, е ключов за неговото преустройство. Можем да твърдим, че методологичните знания са много добър инструмент за уплътняване и концептуализиране на придобиваните научни знания, както и надеждна основа за техния общ трансфер, т.е. прилагането им в учебен и житейски контекст.

Трудно е да се каже, че съществува абсолютно единомислие по въпроса за това какво и как да се изучава, какво от науките да става част от учебното съдържание. „Без съмнение обаче има убедителен консенсус за най-малко една от

целите на обучението. Развитието на адекватно разбиране за науката като начин да се знае. Това мнение се застъпва като желан резултат от обучението по природните науки“ (Lederman, 1992). Загрижеността за развитието на адекватно разбиране за естеството на науката е ясна от десетилетия. Неизменни и до днес акценти са същността на научния метод и научният процес. Тези акценти са и основен компонент в концепцията за научна грамотност. Още от миналия век редица изследвания сочат, че учениците не разполагат с достатъчно знания, а оттам и разбиране за редица методологични проблеми на науката, като разграничаването между хипотези, закони, теории, функцията на научните модели, какво представлява научното обяснение, взаимоотношенията и взаимозависимостта между различните клонове на науката, ролята на творчеството в областта на науката и др. Изследванията за способността на учителите да преподават методологични знания, също не са окуражаващи. „Дали атом, йон и светлина имат един и същ онтологичен статус като маса и стол. Можем ли да обсъждаме структурата на атома, без да подчертаем, че става дума за модел“ (Lederman, 1992). Това са само много малка част от въпроси, които да насочват към необходимостта от съгласувани усилия и разработване на специални програми и методи на обучение, които да подпомагат точната представа за науката, да подобрят концепциите на учениците за природата на науката. Ключова препоръка за нашата работа е, че науката не трябва да се преподава само като набор от факти, а като начин на мислене, а именно „методологично“.

Тук ще посочим и още едно схващане, резултат от изследвания, което в оригиналния си вариант звучи най-силно и безспорно. „Good science education is true to the child, true to life and true to science“⁽¹⁾. Тези три области на значимост в максимално синтезиран вид представят основните приоритети. Те са залегнали и в основата на обосноваването на няколко области на валидност на учебните програми.

– Когнитивна валидност – означава, че в съдържателно отношение педагогическите практики трябва да са в когнитивната област на възрастовите особености на учащите се.

– Съдържателна валидност – това, което се преподава, да представя коректно научните положения.

– Процесуална валидност – изисква използването на такива методи, които да ангажират учащите в процеси на генериране и валидиране на научно познание и да подхранват естественото любопитство и креативност на децата към науката. Тази валидност на методите е изключително важна, защото тя подпомага ученика в „умения за учене на наука“.

– Историческа валидност – изисква учебната програма да държи сметка за историческото развитие на научното познание, да даде възможност на учениците да оценяват как се развиват във времето научните концепции, да помогне да видят науката като социално предприятие и да разберат как социалните фактори оказват влияние върху развитието на науката.

– Екологична валидност (Environmental validity) – поставяне на изучаваното учебно съдържание в по-широкия контекст на местно и глобално равнище.

– Етична валидност – учебната програма популяризира ценности, свобода от предразсъдъци, загриженост за околната среда.

Едва ли тези фундаментални твърдения могат да предизвикат спорове. Дискусиите възникват на територията на педагогическата практика, когато започнем да конструираме учебен процес, основан на тези области на валидност, и особено в областта „как учим“ науката.

Съвременните изисквания за анализ и интерпретация на научни данни, за научно обяснение, за разбиране на научни проблеми не могат да бъдат устойчиво развити, без да се познават методите на научното познание, характеристиките и логиката на научното мислене. Способността за научно обяснение на факти и явления не е възможна без изграждане на представата за това „как работи“ науката, кога и как се трансформират научните схващания, кога и как се заменят с нови, какво означава да обясним факт или процес, да систематизираме факти, да изграждаме доказателства и т.н. Това са по същество методологични въпроси. Тук се включват и психологически елементи, които са в основата на ценностните отношения като компонент на образователните цели – като доверие в обяснителните възможности на науката, в способността ѝ да ни дава истинно знание за света. А всички те в своята съвкупност са задължителната и надеждна основа за изграждане на тази цялост, наречена „научна картина на света“.

Методологичните знания са обвързани с метакогнитивните умения, т.е. да се учим да учим, но не се свеждат само до тях. Нашето разбиране е твърде по-широко и съвпада и с по-широкото интерпретиране на методологията на науката. Обучението по природните науки е особено подходящо за формиране на тези умения поради естеството и начина на придобиване, проверяване и съхраняване на научните знания. С това правим паралел между методологични знания и метакогнитивни умения, разбрани в тяхната преимуществено рефлексивна характеристика – осъзнато и целенасочено прилагане на методи, техники, процедури на познание, осмисляне на начина, пътя за постигане на знанието, саморегулация на процеса на познание, осъзнаване на собствените знания и действия в познавателния процес. Като най-добре проучена изпъква т.нар. интелектуална рефлексия, като съществуват и емпирични данни за този феномен и неговото количествено оценяване на различни равнища. В областта на природонаучното образование можем да посочим български източници като (Kolarova & Hadzhiali, 2012), (Dimova et al., 2004), (Vasilev et al., 2005). Конструктивната роля на този тип умения в познавателния процес може да се счита за доказана по несъмнен начин.

Мезиоров определя критическата рефлексия като предшествателна трансформиращото обучение, което може да доведе до промени в личните разбирания и потенциалното поведение. Използването на практики за критичен анализ е пряко свързано с метапознанието. Рефлексията се използва като общ термин за тези

интелектуални и емоционални дейности, в които участниците се въвличани с цел да проучат собствения си опит и да се доведат до ново разбиране. Тук се включва цял набор от дейности, като правене на изводи, обобщения, аналогии, вземане на решения, анализиране и интерпретации, обсъждане и оценяване (Mezirow, 1990).

Тук ще се позовем и на едно схващане, разгледано подробно в (Hadzhiali, 2005), което е в пряка връзка с дискутирания въпрос за характеристиките на „методологичната грамотност“. Според J. Mezirow рефлексията може да се прояви на следните равнища:

I равнище: неосъзната дейност – преобладават рутинните, автоматизирани действия, които в повечето случаи не се обективизират и не се подлагат на специален анализ по време или след своето изпълнение; ако има прояви на рефлексия, то те са импулсивни, неосъзнати от индивида.

II равнище: разбиране – знанието се осмисля в акта на разбирането преди всичко когато в познавателния процес специално не се създадат условия за това, т.е. ако не се „превърнат“ в предмет на рефлексивен анализ. Затова J. Mezirow твърди, че разбирането е възможно без рефлексия, но рефлексията не може да се реализира без него.

III равнище: рефлексия – тук се включват осмислените и съзнателно насочваните от индивида действия към познание за съдържанието и начина, по който се осъществява собствената познавателна дейност; на това равнище индивидът осъзнава *какво* извършва и *как* осъществява дадена дейност.

IV равнище: критична рефлексия – най-високо развита форма на рефлексията, при която индивидът подлага на критичен анализ и преосмисля основанията на своите мисли, действия и постъпки; анализира разнообразни фактори и обстоятелства, оказали влияние върху конкретна дейност или ситуация; на това равнище индивидът осъзнава *защо* действа, мисли и постъпва по даден начин, като задълбочава или изгражда ново разбиране за своята дейност и за чертите на собствената си личност.

В таксономии на общите образователни цели методологичните знания присъстват в по-малко или повече явен вид, но при всички случаи са свързани с мислене от по-висок порядък. За това какво е това „мислене от високо ниво“ учените започват да мислят отдавна. Те създават таксономии и съответни техники, подпомагащи процеса на обучение при изграждане у обучаемите на качества, като стратегическо мислене, проникателност, настойчивост, творчество и майсторство за решаване на сложни проблеми. Тези образователни цели намират израз в някои от най-известните таксономии. При запознаването с тях откриваме, че всички под някаква форма и в различна степен отделят внимание на методологията на науката като компонент на образователните цели. Тук ще се позовем само на тези от тях, които имат най-пряка връзка с необходимостта от преподаването и прилагането на методологични знания в областта на природонаучното образование.

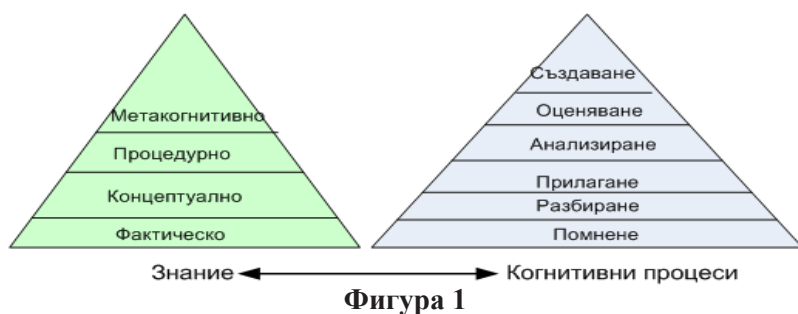
Разработена е обновена версия на таксономията на Блум. Нейните характерни особености са следните.

Прави се разлика между знанията за това:

„какво“ – съдържание на мисленето;

„как“ – процедури използвани при решаване на проблеми.

Определят се категориите на измереното знание (какво) – фактическо, концептуално, процедурно и метакогнитивно. Включва (както при Блум) шест йерархично разположени категории – запомняне, разбиране, използване, анализиране, оценяване, създаване (фиг. 1). Всяко ниво на знание може да взаимодейства с всяко ниво на когнитивния процес, така че обучаемите да могат да помнят фактическо или процедурно знание, да разбират концептуално или метакогнитивно знание или да анализират метакогнитивно или фактическо знание.



Всеки тип знание може да се постигне на всяко от таксономичните равнища.

Таксономия на целите по природните науки за началното и средното училище на Клопфер (Bizhkov, 1992):

1. Знания и разбиране – към категориите, включени към „знания“ по Блум, тук се включват още „знания и нов контекст“ и „представяне на знанията чрез различни форми“.

2. Методи на работа в природните науки 1 – наблюдение и измерване.

3. Методи на работа 2 – разбиране на даден проблем и търсене на пътища за неговото разрешаване (разбиране на проблема, формулиране на работна хипотеза, избор на подходящи методи за проверка на хипотезата, планиране на експеримента).

4. Методи на работа 3 – интерпретация и формулиране на обобщени резултати обработване на данните, представяне на данните в тяхната функционална взаимосвързка, интерпретация на данните и наблюденията, екстраполация и интерполация, оценка на проверяваната хипотеза въз основа на данните, формулиране и обоснова на резултатите.

5. Методи на работа 4 – конструкция, проверка и усъвършенстване на теоретичен модел (разбиране на необходимостта от модел, формулировка на теоретич-

ния модел, представяне на описаните чрез модела взаимовръзки, извеждане на нови хипотези от модела, интерпретация и оценка на опити и наблюдения с оглед проверка на модела и формулиране на подобрен и разширен модел).

6. Приложение на научни знания и методи – приложение при решаване на нови проблеми в същата област или в други научни области и извън съответните науки.

7. Умения – адекватно използване на лабораторни уреди, провеждане на лабораторни работи при спазване на изискванията за сигурност.

8. Отношения и интерес – формиране на положително отношение към природните науки и към учените, признаване на научните изследвания в тези области, радост от занимания в тези области, развитие на интереси и активност.

9. Ориентиране – разбиране на влиянието на природонаучното изследване върху философията, историческите перспективи, взаимовръзката между природните науки, техниката и икономиката.

Тези характеристики насочват вниманието към посоките, в които трябва да се търси образователното въздействие, и във връзка с формулирането на образователните цели и още повече във връзка с начина, методите, средствата, организационните форми на обучение. Важно е учениците да бъдат стимулирани да осмислят и оценяват значението на методологичните знания „във“ и „извън“ науката. Педагозите конструктивисти поощряват активното учене, но направляват конструирането на ново познание от учениците, като използват средствата на учебните програми. Тези учители възпитават любопитство у учащите се и ги насърчават да търсят отговори на своите въпроси чрез същите изследователски методи, които използват учените. От тази гледна точка, учебните дисциплини се разглеждат не като складове за статична информация, а като средство за изследване, за намиране на пътища към познанието (Temple, Meredith & Stile, 2001).

Знанието рационализира индивидуалния опит, но това не е автоматичен процес на основата на усвояването. Научното знание не може да „онаучи“ всекидневния опит само като се вмъкне в него в по-опростен и достъпен вид или във вид на практически полезно, рецептурно знание, а то трябва да се осъзнае като полезно, значимо и ценно на едно по-високо концептуално, мирогледно равнище, за да се превърне в ценност. В този смисъл, сложните взаимоотношения между научно и всекидневно съзнание могат да се осмислят в рамките на един непрекъснат процес на трансформиране на конкретните знания в идеи, на научния способ на мислене в по-общи интелектуални умения и способности, които осигуряват ефективно мислене и действие и в индивидуалния живот. Такъв тип обучение е по дефиниция диалогично. То е неразделна част от ученето чрез сътрудничество в целевата, съдържателната и процесуалната част на конкретните технологични решения.

Идеите за концептуалното разбиране и метапознанието играят ключова роля в този процес. Концептуалното разбиране неизменно включва информация за това

как и защо процедурите работят и в процесуален план учениците да могат да използват тази информация, за да мислят по-задълбочено, да прилагат процедурите и да тълкуват резултатите по подходящ начин.

Учениците трябва да знаят как да поемат отговорност за управлението и мониторинга на своето собствено мислене и учебни дейности. Тези видове умения (например да знаят кога са научили нещо или да планират и да използват най-ефективните стратегии за учене, за да овладеят част от съдържанието) най-често се наричат „метакогнитивни умения“. Те изискват от учениците да изследват и осмислят собствените си учебни умения. На практика, това означава как да се генерират въпроси по дискутираната тема, как да се събира информация, как да се прецени нейното значение, как въпросите да се сведат до най-съществените, какви стъпки трябва да се предприемат за тяхното решаване, как да комуникират своите заключения.

Водеща идея е, че в познавателната си дейност учениците не трябва да бъдат затруднявани, а напротив – подкрепяни от максимален брой и видове ресурси. В модела на самостоятелното учене (independent learning) съществува понятието „структурирани ресурси“, т.е. ресурси, разработени и предложени от учителя. По този начин навлизаме и в голямата област, наречена образователен дизайн. Тук можем да привлечем на помощ и идеята, обозначававана чрез понятието instructional scaffolding (учебно скеле) – рамки, подкрепящи мисленето и действията в хода на учебния процес. Това е и един от основните крайъгълни камъни на конструктивисткия дизайн на обучението и има по-скоро метафоричен смисъл, описващ начина, по който учителят предоставя подкрепата си в обучението, подобно на скелето като конструкция при построяването на една сграда. Учителят води учениците си по пътя информация – знание – начин на мислене, което кореспондира с основната конструктивистка теза за ученето като „изкачване на стъпала“, „изграждане на мостове на разбирането“. Ролята на учителя като медиатор, модератор, ментор е да насочва учебната дейност главно чрез разнообразни набори от когнитивни и метакогнитивни инструменти и стратегии и да подпомага учащите се да интернализират познание, което не биха могли да разберат и придобият сами.

Практически решения

В статията насочваме внимание към един от съществените компоненти на методологичната грамотност, а именно методите на научното познание. За да може общите концептуални основания да се превърнат в реална образователна практика, е необходимо да се разработят и приложат конкретни дидактически ресурси. Инструкционните листове са инструмент за целенасочване на познавателната дейност. Те са неразделна част от учебно-познавателните задачи. Заедно с тях е важно да се осигурят подкрепящи теоретични материали по темата на занятието. Така достигаме до цял комплект от дидактически ресурси, подкрепящ активното учене. Инструкционните

листове не трябва да се схващат като строги алгоритмични предписания, защото са възможни варианти на стъпките, водещи към целта. Те са по-скоро модели, които служат за външна опора в учебната дейност, като средство за фиксиране в лесно обозрима, лесно възприемаема и нагледна форма на общите схеми от действия и операции по изучаване на обекти и процеси. Те способстват за формиране у учениците на умения за рефлексивна дейност, насочена към отделяне, изучаване, анализ, преценка на обобщените структури в собствената познавателна дейност.

По-долу ще представим конкретни примери на ресурсни материали, подходящи за организиране на индивидуални и групови дейности, подкрепящи усвояването и прилагането на методологични знания, както и формирането и развитието на метаконитивни умения.

Инструкционен лист №1 за провеждане на сравнение

– Определете обектите за сравняване (два или повече). Какво, кое ще сравнявате?

– За всеки обект поотделно определете неговите свойства, белези, характеристики (опишете, характеризирайте поотделно обектите). За тази цел си припомнете всичко, което знаете за разглежданите обекти или процеси.

– За всеки обект поотделно определете неговите съществени свойства, т.е. свойствата, признаците, без които той не може да съществува и да бъде определен, най-важните, най-основните му свойства и характеристики.

– Определете общото и различното между разглежданите обекти. Групирайте поотделно общите и различните признаци.

– Направете извод какво ги разграничава и какво ги обединява.

– Направете предположение за причините за сходство или различие на изследваните обекти.

Методически бележки

Като структурни елементи на сравнението в елементарния му вариант можем да открием: обект, който се подлага на сравнение; обект, с който се сравнява първият обект; основа за сравнението и извод от сравнението. По-сложният вариант е да се сравняват повече от два обекта.

Първите два структурни елемента можем да наречем общо сравнявани обекти. Те могат да бъдат единични предмети или явления, отделни класове, понятия, един и същ обект при различни условия. За обекта, който се подлага на сравнение, се прави извод, който спрямо него представлява ново знание. В концепциите на конструктивизма ние опознаваме неговите свойства чрез отнасянето му към другия обект, който вече е опознат и изучен и в този смисъл е носител на старо знание. Двата обекта трябва да притежават поне едно общо свойство, което да ги прави сравними. Затова най-често е необходимо допълнително пояснение – по кое или по кои свойства сравняваме, а не по всички.

За правилно извършване на сравнението е необходимо да се определи още в самото начало и до края да се запази основата на сравнението. Изводът от сравнението е умозаключение, което представлява ново знание, което е нещо повече от откритите сходства и различия.

Инструкционен лист №2 за извършване на експериментална дейност

Тази структура е примерна и може да се използва в редуциран вид в зависимост от образователния етап и степен, познавателните възможности на учениците, целите на експерименталната дейност и мястото на експеримента в структурата на учебното съдържание.

- Изходни теоретични знания – какво знаем до момента (припомнете си и посочете това, което знаете до момента за изследвания обект или процес).

- Определете с каква цел ще се извършва експериментът.

- Хипотеза – след като сме прочели задачите, да преценим какво можем да очакваме, какви са предположенията ни, кое е в съответствие с това, което вече знаем, и какво трябва да се подложи на проверка.

- Експеримент – извършване на експерименталните действия по определен алгоритъм и спазване на правила за работа в лаборатория.

- Резултати – описание на това, което сме установили, извеждане на качествени и количествени данни. Запишете данните в посочената форма.

- Анализ на експерименталните данни. Изводи – какво в действителност сме постигнали и установили и какви обобщения можем да направим за изследваните обекти или процеси.

- Потвърждаване или опровергаване – кое се е потвърдило от първоначалните ни предположения и какво се различава от тях.

- Нови теоретични знания – какво ново сме установили.

Методически бележки

Инструкционният лист е дидактически ресурс, който може да се използва в различни типове уроци, съдържащи експеримент, но най-вече в уроци за лабораторно упражнение. В този случай те са неразделна част от инструкционните листове за извършване на лабораторните задания, предоставят се заедно с тях и представляват подкрепящ материал за успешно извършване на заданията. Учениците следват стъпките и изпълняват задачите от работните листове. Още подобър вариант е дейността да бъде подпомогната и от информационни листове, в които систематизирано са представени основните понятия и водещите идеи и закономерности по темата.

Предлагаме и един алтернативен вариант, разработен от Хуторской (2001), който е по-подходящ за извършване на количествени експерименти.

План за дейности при изпълнение на опити

- Формулировка и изясняване на целите на опита.

- Построяване на хипотеза, която да се положи в основата на опита.

- Изясняване на условията, необходими за провеждане на опита.
- Изясняване и избор на оборудване и материали.
- Планиране на опита.
- Определяне на най-подходящия начин за фиксиране на резултатите.
- Провеждане на опита.
- Математическа обработка на резултатите от измерването.
- Анализ на получените данни.
- Формулиране на изводи.

Инструкционен лист №3 за обобщаване на знанията

– Определете обектите, които се анализират. Определете за всеки от тях неговите съществени признаци – тези, без които той не може да бъде описан. Отделете ги от несъществените признаци.

– Установете различията между отделните обекти. Определете съществени и несъществените разлики. Определете кои различия са несъществени и съсредоточете вниманието си върху това, което обединява предметите или процесите.

– Установете общото, сходството между отделните обекти. Определете най-съществените прилики.

– Съставете обобщаващ извод. Обединете съществените признаци в общо заключение, което да се отнася до един обобщен обект, т.е. да обхваща всички разглеждани обекти или процеси.

– Сравнете този обобщен обект с други обекти, които определяте като подобни на него.

– Проверете дали обобщеното твърдение се отнася и към други обекти от същия клас, които не са били включени в изследваните.

Методически бележки

Обобщението е процес на познанието, при който се извършва мислено отделяне и впоследствие обединяване на предмети и явления, сходни по някои признаци. Това е процес на отделяне на общото в процеси и явления и тяхното обединяване въз основа на това общо. Същевременно обобщението е и резултатът, до който се достига. От инструкцията се вижда, че се извършва нелека аналитико-синтетична дейност. За да може тя да бъде ефективно извършена, е необходимо целенасочено да се управлява познавателният процес и да се насочва към най-съществените и обединяващи обектите характеристики.

Инструкционен лист №4 за класифициране на обекти

– Определете обектите за класифициране. Определете за всеки обект характерните особености (белези, признаци).

– Определете класификационните критерии, т.е. по кои признаци ще групирате обектите.

– Групирайте обектите в различни групи в зависимост от конкретен класификационен признак – кой обект в коя група попада.

– Направете извод за общите характеристики на обектите от всяка група, кое ги обединява.

– Посочете разликите между различните групи от обекти.

– Посочете примери и за други обекти и процеси, които могат да бъдат причислени към съответните групи.

Методически бележки

Класификацията е главно резултатът от научното изследване. Тя цели да изгради система, да обвърже установените факти. В учебното познание класификациите са най-често обект на изучаване в готов вид и така са представени в учебното съдържание. Те се използват, за да се открие мястото на даден обект в общата система и да се направят изводи за неговите свойства, връзки и отношения с другите обекти. Посоченият по-горе инструкционен лист насочва учебната дейност към самия процес на изграждане на класификации, към групиране на обекти и процеси на основата на техните характерни признаци, т.е. тук на преден план е поставен самият процес, методът.

План за дейности при наблюдение (Khutorskiy, 2001)

– Формулировка на целите на наблюдението.

– Избор на обекта на наблюдение.

– Изясняване на условията, необходими за наблюдението.

– Практическо създаване на условията, необходими за наблюдението.

– Планиране на наблюдението.

– Избор на начините за фиксиране на наблюдаемото.

– Изпълнение на наблюдението, съпроводено с фиксиране на получената информация.

– Анализ на резултатите от наблюдението.

– Формулировка на изводите.

В рамките на конструктивисткия дизайн на обучението, т.е. осъществяване на връзката старо – ново знание, предлагаме допълнителен инструкционен материал за работа в процеса на учебното наблюдение.

Инструкционен лист №5 за извършване на наблюдение

Посочете какво ще наблюдавате. Определете обекта или процеса за наблюдение.	
Посочете какви са вашите предварителни знания за този обект или процес.	
Посочете какви предположения имате за протичането и резултатите от наблюдаваното поведение на обекта или наблюдавания процес.	

Отразете какво действително се случва. Опишете видяното.	
Сравнете видяното с това, което вече знаете, и с това, което сте предположили.	
Направете изводи.	

Методически бележки

Наблюдението се класифицира като метод, използван на емпиричното ниво на познание. То представлява системно, целенасочено и планомерно възприемане на даден обект. Най-често наблюдението служи за фиксиране и изучаване на свойствата и отношенията на обекти и явления в естествени условия. В природонаучното образование обаче то е метод, който е неразделна част от експерименталната дейност, т.е. в преднамерено създадени условия, и е често опосредствано, като се осъществява с помощта на уреди. Чрез наблюдението се натрупват факти и се достига до описание на външните белези на обектите и извършващите се с тях процеси. В учебно-познавателния процес е необходимо да се създават условия за преход от сетивно-наблюдаемостта към опити за обяснение от гледна точка на изучени научни обобщени познания. От педагогическа гледна точка основният акцент е целенасоченост на наблюдението – да се води във връзка с точно определена задача и да има определено място в структурата и логиката на обучителното събитие.

Инструкционен лист № 6 за изграждане, създаване на модели – схематични изображения на група сходни обекти

– Прочетете внимателно посочената група обекти или процеси. (Вариант за работа с текст: прочетете внимателно текста и извадете и запишете основните обекти и процеси, които са описани).

– Припомнете си какво знаете за изброените обекти и процеси.

– Посочете най-съществените, характерни особености, свойства, признаци на всеки от тях.

– Групирайте характеристиките на общи и различни.

– Насочете вниманието си към общите характеристики.

– Подберете подходящи изобразителни средства – какво и как ще изобразите по един и същ начин за всички обекти.

– Определете какви връзки съществуват между основните характеристики на обектите – кое с какво и как е свързано.

– Изобразете ги на обща схема.

– Назовете обобщеното наименование на модела – за коя група обекти и процеси се отнася, например модел на....., схема на.....

– Върнете се обратно към списъка с обектите и обмислете още веднъж дали обобщената схема може да се отнесе, да опише всеки един от тях.

– Дайте примери за други обекти и процеси, непристъпващи в списъка, които могат да се представят чрез създадения от вас общ модел.

Инструкционен лист № 7 за изграждане, създаване на модели – обобщени структурно-логически схеми

– Припомнете си основните обекти и процеси, които изучихте по темата, и ги запишете в списък. (Вариант за работа с текст: прочетете внимателно текста и извадете и запишете основните обекти и процеси, които са описани.)

– Групирайте ги и ги запишете в отделни групи – например изучени обекти в природата, изучени процеси, в които тези обекти участват, изучени зависимости, закономерности, изучени конкретни примери в природата и в практиката.

– Насочете вниманието си към връзките между изучените неща – например кое с кое е свързано, кои обекти в какви процеси участват, има ли връзка между отделните обекти и процеси, кое обяснява как протичат процесите, на какви закономерности се подчиняват, кое е пример за процеси в природата и практиката.

– Разположете отделните компоненти на лист хартия, като започнете от най-общите и основните и преминавате постепенно към по-конкретни неща.

– Свържете със стрелки тези обекти, процеси и примери, чиито връзки сте установили вече.

– Отново прегледайте схемата и направете промени, така че тя най-добре да отразява изученото.

Инструкционен лист № 8 за работа с готови модели

– Разгледайте изображението.

– Определете, назовете и запишете отделните компоненти – от какво се състои моделът.

– Кои действителни обекти и процеси изобразяват тези компоненти?

– Установете връзките, взаимоотношенията между отделните компоненти.

– Съставете разказ, текст, описание или обяснение на изобразените обекти и процеси.

– Посочете конкретни примери, които могат да бъдат съпоставени с изображението.

Методически бележки

Трите инструкционни листа отразяват две основни характеристики на моделите – да са едновременно и средство за познание, и продукт на познавателния процес.

Инструкционен лист № 9 за изграждане на хипотеза

– Прочетете внимателно задачата, която трябва да изпълните.

– Определете основния проблем за разрешаване.

– Припомнете си какво вече знаете за изследвания обект или процес.

– Свържете старото си знание с това, което се изисква да постигнете – каква връзка според вас съществува или не.

– Изградете предположение за начина, по който според вас може да се разреши поставеният проблем. Възможно е да имате две или повече предположения.

- Изградете предположение за резултата, който очаквате да получите.
- Проверете на практика предположението си чрез реален експеримент, мислен експеримент, поредица от наблюдения, проучване на нови теоретични знания.

- Направете извод дали вашата хипотеза се е потвърдила, или не.

- Ако не се е потвърдила, изградете ново предположение и го проверете.

Методически бележки

Хипотеза се нарича формулирано въз основа на известни факти предположение за непосредствено ненаблюдаеми връзки между обектите и явленията или на вътрешните механизми, обуславящи тези явления. Хипотезата се явява логическа връзка между старите и новите факти, но не просто ги свързва, а е насочена към тяхното обяснение.

Заклучение

Научните изследвания се подчиняват на определени критерии за научност и тяхната връзка с обществото изискват те да бъдат социално споделени и разбрани, да бъдат явно, експлицитно въведени като част от учебното съдържание и учебния процес. До този момент те съставляват по-скоро т.нар. „скрито учебно съдържание“, в което като че ли се подразбират научните методи, но не са изведени като обект на познание. Това ни дава основание да въведем и допълнително понятие в рамките на концепцията за научна грамотност, а именно методологичната грамотност на нашите ученици. Тя е свързващото звено на „знанията по“ и „знанията за“ науката. Опознаването, осмислянето и прилагането на методите на научното познание по пряк начин са свързани и с оценяването на научния начин на мислене, как науката достига до достоверни знания за заобикалящия ни свят. Така учениците се насърчават да прилагат стила и процедурите на научното мислене и в образователен контекст, и като по-амбициозна цел – и в житейски ситуации, и в бъдещата си професионална дейност.

NOTES / БЕЛЕЖКИ

1. National Focus Group on Teaching of Science. National council of educational research and training. India

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Bizhkov, G. (1992). *Teoria i metodika na didakticheskite testove*. Sofia: Prosveda [Бижков, Г. (1992). *Теория и методика на дидактическите тестове*. София: Просвета].
- Vasilev, V., Y. Dimova & T. Kolarova-Kancheva (2005). *Refleksia i obuchenie. I Chast. Refleksiyata – teoria i praktika*. Plovdiv: Makros [Василев, В., Й. Димова & Т. Коларова-Кънчева (2005). *Рефлексия*

- и обучение. I част. Рефлексията – теория и практика. Пловдив: Макрос].
- Gerdzhikov, S. (2000). *Nauchnoto obyasnienie na sveta*. Sofia: Universitetsko izdatelstvo „Sv. Kliment Ohridski“ [Герджиков, С. (2000) *Научното обяснение на света*. София: Университетско издателство „Св. Климент Охридски“].
- Ginev, D. (1986) *Modeli na nauchnoto razvitie*. Sofia: Nauka i izkustvo [Гинев, Д. (1986) *Модели на научното развитие*. София: Наука и изкуство].
- Dimova, Y., T. Kolarova-Kancheva, T. Chehlarova & Zh. Raykova-Bozova (2004). *Refleksia i obuchenie, II Chast. Refleksiyata na uchitelya*. Plovdiv: Makros [Димова, Й., Т. Коларова-Кънчева, Т. Чехларова & Ж. Райкова-Бозова (2004). *Рефлексия и обучение. II част. Рефлексията на учителя*. Пловдив: Макрос].
- Kukov, V. (1993). *Nauchni znania i obuchenie*. Shumen: Helios [Куков, В. (1993) *Научни знания и обучение*. Шумен: Хелиос].
- Nikolov, S. & Mavrova, R. (1993). *Metodi na nauchnoto poznanie*. Plovdiv: Makros 2000 [Николов, С. & Маврова, Р. (1993). *Методи на научното познание*. Пловдив: Макрос 2000].
- Polikarov, A. (1981). *Ochertsii po metodologiya na naukata*. Sofia: Nauka i izkustvo [Поликаров, А. (1981). *Очерци по методология на науката*. София: Наука и изкуство].
- Polikarov, A. (1987). *Orientirane v metodologiyata na naukata*. Sofia: Nauka i izkustvo [Поликаров, А. (1987). *Ориентиране в методологията на науката*. София: Наука и изкуство].
- Polikarov, A. (1996). *Logika, filosofiya i metodologiya na naukata*. Sofia: NBU [Поликаров, А. (1996). *Логика, философия и методология на науката*. София: НБУ – ЦДО]
- Sotirova, D. (1990) Humanizatsia na inzhinernoto obrazovanie kato problem pred filosofiyata, *Filosofska misal*, 9 [Сотирова, Д. (1990). Хуманизация на инженерното образование като проблем пред философията, *Философска мисъл*, 9].
- Temple, Ch., K. Meredith & J. Stile (2001). *Kak uchim? Izlozhenie na osnovnite printsipi*. Sofia: Izdatelstvo ETO [Темпъл, Ч., К. Мередит & Дж. Стийл (2001). *Как учим? Изложение на основните принципи*. София: Издателство ЕТО].
- Nadzhiali, I. & T. Kolarova. (2012). Tendentsii v razvitiето na intelektualnata refleksia v uchebniа protses po biologia (IX – XI klas) V sbornik: *Traditsii, posoki i predizvikatelstva, tom 2, chast I Prirodni nauki, matematika i informatika*. Plovdivski universitet – filial Smolyan [Хаджиали, И. & Т. Коларова. (2012). Тенденции в развитието на

интелектуалната рефлексия в учебния процес по биология (IX – XI клас) В сборник: *Традиции, посоки и предизвикателства, том 2, част I, Природни науки, математика и информатика*. Пловдивски университет – филиал Смолян].

- Hadzhiali, I. (2015). Razrabotvane na diagnostichna skala za izmervane na refleksiya nad uchebnata deynost na uchenika v gimnazialnia etap na biologichното образование. *i-Prodalzhavashto obrazovanie*, том 10 [Хаджиали, И. (2015). Разработване на диагностична скала за измерване на рефлексията над учебната дейност на ученика в гимназиалния етап на биологичното образование. *i-Продължаващо образование*, том 10].
- Khutorskoy, A.V. (2001.) *Sovremennaya didaktika*. Saint Petersburg: Piter [Хуторской, А.В. (2001) *Современная дидактика*. Санк-Петербург: Питер]
- Giere, R.N. (1971). The Structure, Growth and Application of Scientific Knowledge: Reflections on Relevance and Future of Philosophy of Science. Boston In: R.C. Buck, R.S.Cohen,(Eds) *Studies in Philosophy of Science*. Vol. 8 Dordrecht.
- Lederman, N, G. (1992). Students and Teachers Conceptions of Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 29, №24, pp 331 – 359.
- Mezirow, J. (1990). *How critical reflection triggers transformative learning*. In: Mezirow, J (Ed.) *Fostering Critical Reflection in Adulthood. A Guide to Transformative and Emancipatory Learning*. San Fransisco: Jossey-Bass Publishers

METHODOLOGICAL LITERACY – THEORETICAL GROUNDS AND DIDACTIC RESOURCES

Abstract. To succeed students to apply scientific methods in their own cognitive activity they must first know them. The result of this knowledge, understanding and application is the so-called „methodological literacy“. This publication focuses on the place of methodological knowledge in an educational context.

✉ **Dr. Daniela Dimova, Assoc. Prof.**

Department of Information and In-Service Teacher Training
University of Sofia
224, Tzar Boris 3 Blvd.
1619 Sofia, Bulgaria
E-mail: danielamitkova@mail.bg