

- Учебно съдържание, планове и програми •
- Curriculum Matters •

СПЕЦИФИКА НА ТЕОРИЯТА КАТО ЕЛЕМЕНТ НА БИОЛОГИЧНОТО И ХИМИЧНО УЧЕБНО ЗНАНИЕ В СРЕДНОТО УЧИЛИЩЕ¹⁾

Наташа ЦАНОВА, Надежда РАЙЧЕВА
Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. Теориите присъстват като съществен елемент от научното и съответно учебно знание по всички природни науки: физика, химия, биология. В теориите е концентрирано знание с висока степен на обобщеност и съответно широки граници за дедуктивно приложение. Проучването на същността на теорията има важно значение за трансформацията ѝ като част от учебното знание. Тази същност определя нейните константни характеристики, които не само че не трябва да се пренебрегват, а напротив, трябва да са част и от учебното знание. Въз основа на тези общи съображения, основните акценти в статията са: (а) анализ на същността на теорията като философска категория и специфичен когнитивен конструкт; (б) присъствието на теорията като елемент от биологичното и химично учебно знание; (в) някои технологични аспекти на усвояването на теории в обучението по биология и химия в средната образователна степен.

Keywords: education theory, knowledge, curriculum, problems

Въведение

„Дали ще можете да наблюдавате дадено явление, зависи от това, от каква теория се ползвате.

Теорията определя какво именно може да се наблюдава“

А. Айнщайн

Теориите присъстват като съществен елемент от научното и съответно учебно знание по всички природни науки: физика, химия, биология, като тяхното присъствие може да бъде повече или по-малко експлицирано. Това съвсем не омаловажава значението на присъствието им, независимо под каква форма. В теориите е концентрирано знание с висока степен на обобщеност и съответно широки граници за дедуктивно приложение. В този смисъл априорно е налице възможност за конструиране и реализиране на процес на обучение с максимална икономичност на време и ресурс (интелектуален, емоционален, практически). Това от своя страна е в пълно съответствие с изискванията към процеса, произтичащи от характеристиките на ситуационното случване на обучението едновременно като „учене през целия живот“, но в точно определени времеви диапазони и интервали, с ясно заявени цели и винаги с наличие на неконтролируеми фактори. В този план са и основните ни аргументи за твърдението, че теориите не само не бива да се подценяват в ролята си на елемент на учебното знание, а напротив, трябва да им се отдаде заслужено внимание, като насочим усилията си към анализа на учебното съдържание и педагогическата технология, свързани с усвояването на теорията. И всичко това не поради някаква измислена причина, а защото теориите са ключовете за вратите към различните области на знанието ни за действителността.

Теорията като философска категория — същност, структура, функции, алгоритъм за описание и анализ

Теорията (от гр. *Θεωρία* — изследване) се определя като: система на обобщено знание, обясняване на едни или други страни на действителността. Най-често при тълкуването на термина той се противопоставя на практиката или на хипотезата. За разлика от хипотезата (като непроверено, предположително знание), теорията съдържа и отразява научно достоверно знание [1]. Всяка научна теория възниква в резултат на обективната необходимост от обобщение и систематизация на натрупани в науката и практическата дейност опит и познания. Върху основата на установени емпирични факти, на формулирани и проверени хипотези за наличие на определени връзки, на изведени принципи и правила се създава теория, която дава обоб-

щено и научно доказано знание за логически връзки и зависимости между процесите и явленията в обективната действителност. При обобщението на натрупаните знания за една или друга част от действителността те биват включвани във вече съществуваща теория или става изграждане на нова. От множеството дискусии в литература за извеждане на изисквания, присъщи на новата теория могат да се посочат в най-общ план следните: (1) *Адекватност* — това е признак, който характеризира т.нар. „евристичната ценност“ на теорията. Тя е отразена във възможността за прогнозиране на бъдещи състояния на изследваната система, „предсказания“ за нови факти, (които след това могат да бъдат потвърдени експериментално), без да се излиза от съдържателните граници на теорията; (2) *Пълнота на описваната реалност* — това означава, че чрез основните понятия, абстракции, идеализации, принципи и т.н на теорията могат да се опишат множество емпирични данни, свързани със системата; (3) *Обяснимост на връзките между различните компоненти в рамките на самата теория* или наличие на рационални връзки между различните положения в теорията — т.е. наличие на връзки с дедуктивен характер; (4) *Непротиворечивост* вътре в теорията и между теорията и опитните данни.

Относно последното изискване се налага уточнението, че то не бива да се разглежда без дискусия. Трябва да се има предвид, че именно чрез противоречията в теорията се осъществява развитието ѝ. Изискването обаче е в пълна сила, когато става въпрос за създаване на концептуално нова теория на основата на натрупани данни за определена област от действителността.

Въз основа на направения анализ се налага като обективно и следното заключение: всяка теория, веднъж създадена, подлежи на развитие, при което може да бъде обогатявана и усъвършенствана в зависимост от развитието на познанието в дадената област. В този аспект не би трябвало да говорим за стари и нови теории, а за една или друга степен на развитие на теориите. Така всяка „нова“ теория може и следва да се разглежда като развитие, обогатяване и реорганизация на вече съществуваща теория. Ако в историята на науката се появят достатъчно опитни данни, които да противоречат на дадена теоретична концепция и не могат да намерят място в нея, следва създаване на нова теория. И ако новата теория е в противоречие с вече съществуващата, то „старата“ престава да бъде теория в когнитивен смисъл поради недоказуемост с новите емпирични факти и невъзможност да ги обясни, т.е. без да може да реализира иманентните си функции. Така тя запазва статута си на теория само в исторически контекст.

Факторите, които оказват влияние върху развитието на теорията, могат да бъдат обособени в две големи групи: *външни* и *вътрешни*. Потреб-

ностите на обществената практика и тенденциите за развитие на различните обществени сфери са сред външните стимули, които поставят определени задачи пред науката и са ориентир в търсенето на научни решения, стимул в научните изследвания. Към тази група стимули могат да се отнесат и такива, които пряко са свързани с една или друга теория — нейната ограниченост, непълнота и невъзможност да обясни новите факти, установени чрез наблюдение или експеримент. Вътрешните стимули за развитие на теорията пряко произтичат от „състоянието“ на самата теория — нерешени задачи, възникване на противоречия на основата на вътрешната логика на развитие на самата теория, различни съображения отнасящи се до нейната конструктивност, простота или евристична ценност.

При дефинирането на теорията множество автори безспорно я отнасят към системното знание за определена област от действителността. Интерес представлява тъгълът за анализ, предложен от Л. Сивилов, който предлага наличието на несистемни теории или по-скоро на нива на системност на дадена теория като по този начин реализира „диференциран подход“ към съществуващите теории [2]. В определянето на теорията иманентни признаци в най-общия случай са нейните елементи като система и/или функциите ѝ. Теорията представляваща система от логически форми (понятия и категории, съждения и умозаклучения, принципи и закони) и се поддава на експериментална практическа проверка и логическа верификация“. Тя (теорията) е достоверно научно знание, фиксирано на подходящ за целта език във формата на множество взаимосвързани твърдения, които като цяло изпълняват определени функции, система от взаимосвързани твърдения, обясняващо и предсказващо явленията в дадена предметна област [2-4]. Това разглеждане на теорията като система от по-висок или по-нисък ранг, налага отдиференцирането на константни нейни компоненти. Като такива на пръв поглед могат да бъдат посочени определени, специфични за разглежданата област понятия, твърдения, закони, принципи или други логически форми. Връзките между тях определят в най-голяма степен равнището на системност на теорията поради това, че са на различни равнища на сложност при различните теории и често чрез реорганизацията им се реализира развитието на теорията. Сред компонентите някои автори включват и изходната емпирична база, предмета на изследването, езика (естествен или изкуствен, символен), използван за изследване на емпирията, средствата, които позволяват от емпирията да се премине към закони. Без тук да се обсъжда доколко е обективно отделянето им като компоненти, следва да се отбележи тяхното скрито или явно присъствие във всяка теория, а това от своя страна означава, че при наличие на дадена теоретична концепция дедуктивно за целите на практиката трябва да се изведат и прилагат

определени методи, средства, принципи и др., които да са в съответствие с дадената теория и да позволяват проверката и бъдещото ѝ обогатяване.

Научната теория, в качеството си на системно единство, изпълнява редица когнитивни функции: *Информационна* — т.е. теорията като носител на информация за реално съществуваща система (материална или идеална). Информацията, която носи е на високообобщено ниво, т.е. не за всеки отделен елемент, а по отношение на тяхната съвкупност, взаимовръзки и взаимодействия, тяхната функция, съвместната им работа като система, съвместно им движение, мястото им в система от друг по-висок порядък. Теорията е познавателна система, която съдържа обобщена информация за всички съществени черти (елементи, връзки и функции) на друга система — обект на познанието; *Обяснителна* — „под обяснение в науката обикновено се разбира дедуцирането на дадено твърдение от друго по-общо.“[2]. Носената от теорията информация за системата — обект на познанието е на определено ниво на обобщеност и за целите на практиката тя може да функционира след (съответен на обясняването) дедуктивен анализ; *Евристична* — научната теория съдържа нова информация — такава, която още е неизвестна на човека и науката. Теорията е логическа система, резултат от творчество, създадена с определени цели, със специфични човешки методи за мислене и действие [5]. Създаването, прилагането и усъвършенстването на теорията зависи от развитието на човешкото познание и имплицитно включва творчеството като предпоставка за това развитие; *Практическа* — „Възникнала на основата на практиката, теорията намира в практиката своята истинност, явява се нейно обобщение, служи за решение на практически задачи“[5]. Теорията се обосновава индуктивно, а приложението, функционирането ѝ е дедуктивно, т.е. за целите на практиката; *Прогностична* — „Най-общо казано научното предсказване изпълнява две различни функции — гносеологична и практическа. В първия случай то може да се използва като критерий при оценяване качеството на теорията, въз основа на която се извършва предсказването, т.е. при определяне степента на нейното съвършенство. Във втория случай прогнозирането прави теорията практически полезна“[2]. Прогностичната функция е особено важна при управлението на процесите.“Да управляваш значи да предвиждаш“[5]; *Синтезираща* — предложена от Л. Сивилов, който изтъква следното: „Формално погледнато, теорията представлява синтез на всички основни форми на познанието“[2].

Като резултат от анализа на функциите на теорията считаме за допустимо търсенето и извеждането на определени връзки между така отдиференцираните функции, благодарение на които тя встъпва като реално действащ когнитивен елемент. Иначе казано, имаме предвид следното: в тео-

рията е синтезирана информация за определена част от действителността. Чрез нея посредством дедуктивно извеждане на части от информацията можем да обясняваме определени факти от практическата реалност или да предсказваме нейни бъдещи състояния на основата на известни изходни данни. Колкото е по-голям обемът на синтезираната информация, толкова са по-широки границите на изпълнение на всички функции на теорията. Степента на изява на информационната функция определя границите на изява на обяснителната и прогностична функция, а оттук и на практическото ѝ приложение. Така най-общо можем да опишем връзките между отделените функции на теорията. Ако дадена система от знания може и изпълнява тези функции, то тя отговаря и на изискванията за научна теория, т.е. изискванията към теорията са проекция на общото изискване за изпълнение на определени функции.

При анализа на която и да е теория, следва да тръгнем от всеобщото ѝ възприемане като системен обект. Според А. Хол и Р. Фейджин: „системата е множество от обекти заедно с отношенията между обектите и техните атрибути (свойства)“ [2]). Всяка теория представлява организирано цяло, изградено от основни понятия, закони, принципи и/или други логически форми. Тя функционира благодарение на връзките помежду им и между тях, и техните атрибути. Тук възниква въпросът кои са атрибутите на теорията. Под атрибут се разбира: „неотменимо свойство на предмета, без който предметът не може нито да съществува, нито да бъде мислен“ [1]. Атрибутът трябва да е присъщ не само на теорията като цяло, но и на всеки един от компонентите ѝ. Въз основа на това считаме за защитимо становището, че в ролята на атрибути на теорията встъпват: емпиричната база, обектът на изследване, езикът — естествен или изкуствен (образи, символи, знаци), средствата като методи за изследване и обобщение, т.е. за получаване на емпиричните данни и за преход от тях към съответните логически форми. Те са характеристика на всяка логическа форма, а оттук и на теорията като цяло.

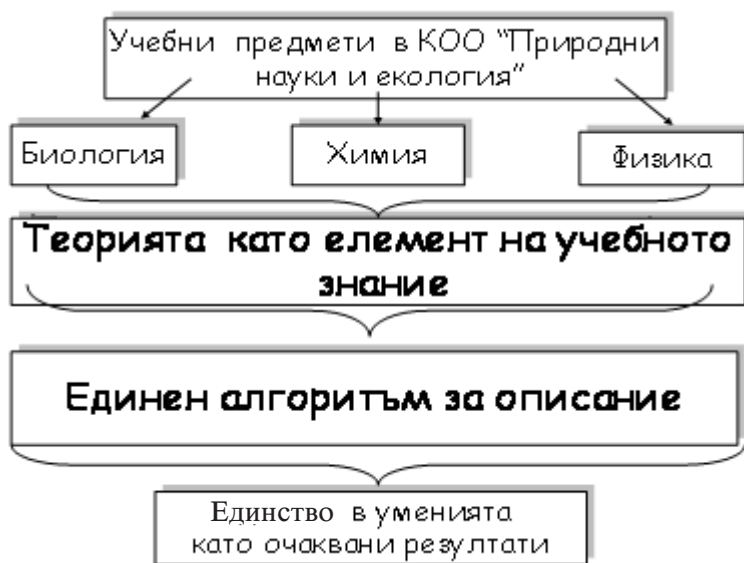
За целите на настоящото изследване и като резултат от гореизложения анализ, следва да бъде изведен алгоритъм за описание и анализ на научната теория, който в частност може да бъде приложен при разглеждане на теориите, обект на изучаване в средното училище: 1) основни елементи на теорията и връзки между тях; 2) атрибути на теорията; 3) функции на теорията.

Теорията като елемент на биологичното и химичното учебно знание в средното училище

Учебното знание е дидактически преработена система от научни знания с формално-логически и психолого-педагогически аспекти. Това озна-

чава, че учебното знание притежава същите характеристики, които са присъщи и на научното знание: научност, систематичност, истинност, доказателственост, както и същите елементи: факти, понятия, закони, принципи, теории. Разликите между научното и учебно знание произтичат основно от психолого-педагогическите аспекти на учебното знание, които се изразяват в отчитането на някои основни фактори при преобразуване на едната система в другата, част от които са: общественно-икономическите потребности и изисквания към образованието, степента на развитие на знанието в съответната научна област, познавателният „запас“ и възможности на учащите, разглеждани в динамичен аспект и т.н.

В системите от биологично и химично знание в средното училище са включени съществени факти, понятия, закони, закономерности, принципи и теории за общобиологичната и общохимичната грамотност на личността на ниво на подготовка, съответстващо на средната образователна степен.



Фиг. 1. Теорията като елемент на учебното знание в Културнообразователна област (КОО) „Природни науки и екология“

В този смисъл теориите са съществен елемент от научното и съответно учебно знание в областта на науките свързани с учебните предмети от Културнообразователна област „Природни науки и екология“ (фиг. 1). Ед-

на част от теориите са фиксирани в явен вид в учебните програми като отделни теми със съответни очаквани резултати към тях (Таблица 1), а други теории са в неявен вид, тоест не присъстват като отделни формулировки в учебната програма, но от очакваните резултати по теми се налага необходимостта от изучаване на дадена теория, за да се постигнат съответните очаквани резултати (Таблица 2).

Таблица 1. Експлицитно присъствие на някои теории в учебните програми по „Биология и здравно образование“ и „Химия и опазване на околната среда“

<i>Учебен предмет</i>	<i>Ядро от учебната програма</i>	<i>Стандарти и очаквани резултати на ниво учебна програма</i>	<i>Теми и очаквани резултати по теми</i>
Биология и здравно образование, 10 клас	Ядро 2 Биологична еволюция	<i>Представя в определена последователност... теории за еволюцията на организмите</i>	Тема 2.1. <i>Теория на Дарвин за еволюция на организмите</i> <i>Описва основни положения на теорията за еволюция на организмите</i> Тема 2.2 <i>Съвременна теория за еволюцията</i> <i>Представя основните положения на съвременната теория за еволюцията</i>
Химия и опазване на околната среда, 9 клас	Ядро 2 Строеж и свойства на веществата	<i>Обяснява свойствата на веществата с природата на химичните връзки. Определя вида на химичната връзка като познава свойствата на веществата. Предвижда свойства на веществата като познава химичните връзки...</i>	Тема 6 <i>Структурна теория</i> <i>Познава същността на класическата структурна теория.</i> <i>Установява, че структурната теория е приложима за органични и неорганични вещества.</i>

Таблица 2. Имплицитно присъствие на някои теории
в учебните програми по „Биология и здравно образование“
и „Химия и опазване на околната среда“

<i>Учебен предмет</i>	<i>Теория</i>	<i>Теми и очаквани резултати по теми (на ниво учебна програма)</i>
Биология и здравно образование, 9 клас	<i>Клетъчна теория</i>	Тема 1.3. <i>Структура на клетката</i> <i>Представя</i> общ план на строеж на прокариотна и еукариотна (растителна и животинска) клетка и определя общо и различно... Тема 2.2. <i>Делене на клетката</i> <i>Изброява</i> видове делене на клетката и съответните етапи...
Химия и опазване на околната среда, 9 клас	<i>Атомно-молекулна теория</i>	Тема 3. <i>Строеж на атома и периодична система</i> <i>Описва</i> периоди и групи въз основа на подобие в строежа на атомите. <i>Характеризира</i> елементите по периодичната система в зависимост от строежа на електронната обвивка. <i>Определя мястото</i> на химичния елемент в периодичната система чрез строежа на електронната обвивка и обратно.

Технологични аспекти на усвояването на теорията като елемент на биологичното и химичното учебно знание

Специфичните характеристики на теорията като елемент на научното знание и съответно когнитивен конструкт дават своето отражение върху технологията за усвояване на това знание, върху всички аспекти на взаимосвързаните дейности: преподаване и учене (цели, мотиви, състав на дейността и т.н.)

Формулирането на цели на обучение, свързани с усвояването на теории, предполага залагането на умения, свързани с декодирането на основните елементи и функции на теорията. Един примерен обобщен вариант може да изглежда по следния начин: *Описва теорията по алгоритъм; Свързва примери с основни положения на теорията и нейни функции; Привежда аргументи в подкрепа на основните положения на теорията; Оценява значението на теорията за развитието на знанието в съответната област от науката* (Таблица 3).

Таблица 3. Алгоритъм за описание на теория
и някои съответстващи на елементите на алгоритъма въпроси

<i>Алгоритъм за описание на теория</i>	<i>Основни въпроси</i>
Основни елементи и връзки между тях	Кои са основните положения на теорията?
Атрибути на теорията	Кой е обекта на изследване и кои са основните направления, в които са правени изследвания?
Функции на теорията	Какво ново в науката е предложила тази теория? Какво обяснява теорията? Как можем да я приложим в практиката? Какви прогнози можем да правим въз основа на теорията?

Организиране на познавателната дейност

При организиране на познавателната дейност трябва да се имат предвид следните съображения: *Обект на изучаване е не само дадената теория, но и алгоритъма за описание на теорията по принцип, както и изискванията към теорията като когнитивен конструкт; Знанието за дадена теория не се изчерпва само от знанието за основните положения, но и от умението за илюстриране на функционалните възможности на теорията.*

Ще направим илюстрация на възможности за реализиране на тези съображения при организиране на дейността на учениците, съответно за първото съображение при изучаване на Структурната теория по Химия и опазване на околната среда (Задача 1), а на второто съображение при изучаване на Клетъчната теория по Биология и здравно образование (Задача 2). Дадените примери могат да се приложат за всяка теория независимо от предметната област:

Задача 1: Теорията е обобщено знание за част от действителността, което ни дава възможност да обясняваме и предсказваме свойства, явления, процеси, протичащи в изучаваната част от действителността. За да можем да твърдим, че дадено знание е теория, то трябва да отговаря на някои основни изисквания: (а) изискването за *адекватност*: Това означава, че на ниво теория ние получаваме възможност да правим обосновани предсказания за бъдещи факти или състояния, които след това се потвърждават опитно; (б) изискването за *пълнота на описваната реалност*: Това означава, че на ниво теория трябва да опишем голямо множество опитни данни; (в) изискването за *обяснимост на връзките между различните компоненти в рамките на самата теория*: Това означава, че трябва да има

връзка между основните положения на теорията; (г) изискването за *непротиворечивост* вътре в теорията между основните ѝ положения и непротиворечивост на теорията с опитните данни.

Проверете дали структурната теория на Бутлеров отговаря на тези изисквания. Работете в следната последователност: 1) Запишете на отделен лист изискванията и тяхната същност; 2) Срещу всяко изискване потърсете в текста от учебника пример, с който можете да докажете наличието на всяко от изискванията.

Задача 2: Клетката е най-малката структурна и функционална единица на живите организми, която може да съществува самостоятелно като жив организъм или да участва в състава на живи организми. Няколко основни твърдения относно клетката са в основата на Клетъчната теория. Опишете клетъчната теория по следния алгоритъм: основни положения — обект на изучаване — методи за изучаване — практическо приложение — възможности за обяснение и прогнозиране на факти. Опишете в какво се изразява значението на клетъчната теория за развитието на биологичната наука. Работете в следната последователност: 1) Запишете основните положения на клетъчната теория; 2) Срещу всяко от основните положения конструирайте изображение, което да отразява същността на съответното основно положение; 3) Определете кой е основният обект на изучаване според теорията и кои са основните методи за изучаването му; 4) От дадените в учебника примери към всяко от основните положения изберете примери, за да илюстрирате последователно практическото приложение, прогностичните и обяснителни възможности на Клетъчната теория; 5) Формулирайте аргументирано обобщение относно възможностите, с които клетъчната теория е допринесла за развитие на биологичното знание.

Заключение

Проучването на същността на елементите на научното знание има важно значение за трансформацията на тези елементи като част от учебното знание. Тази същност определя константните характеристики на отделните факти, понятия, закони, принципи и теории, които не само че не трябва да се пренебрегват, а напротив, трябва да са част от учебното знание. Само така ще можем да говорим за формиране на „ключови компетентности“, общонаучна грамотност на ученика в хода на обучението по всички учебни предмети и само така ще можем да имаме претенцията за реализиране на ключовата характеристика на образованието днес — интеграцията. В този контекст разбира се най-вече като интеграция по отношение на когнитивните стратегии за ориентировка, анализ, усвояване, трансформиране и представяне на информация с различен характер. Нали това е търсеният краен

резултат от обучението на личността в съвременния свят, в който информацията като количество е много повече не само от собствените ни познавателни възможности, но може би и от това, което бихме могли да си представим реално или дори фантазно.

БЕЛЕЖКИ

1. Работата е представена на 44-та Национална конференция на учителите по химия, 24-26 юни 2011 г., София.

ЛИТЕРАТУРА

1. Audi, R. (Ed.). *The Cambridge Dictionary of Philosophy*. Cambridge University Press, New York, 1995. бълг. превод: *Философски речник*. Изд. Труд, София, 2009.
2. Сивилов, Л. *Системното познание*. Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, София, 1994.
3. Gensler, H.J. *Introduction to Logic*. Routledge, London, 2002.
4. Honderich, T. *The Oxford Companion to Philosophy*. Oxford University Press, New York, 1995.
5. Афанасьев, В. *Общество: системность, познание и управление*. Политиздат, Москва, 1981.

THEORY AS A SPECIFIC COMPONENT OF BIOLOGY AND CHEMISTRY CURRICULA IN SECONDARY SCHOOL

Abstract. Theories are essential part of scientific knowledge and curriculum in natural sciences (e.g., physics, chemistry, biology). They represent highly summarized and coherent knowledge with broad scope for application. Investigating character of theories defines ways of transformation in learning. Typically, cognitive essence of theory could be part of education in sciences. Under these considerations main topics of the article are as follows: (a) Analysis of the essence of theory as philosophical category and specific cognitive construct; (b) The presence of theory as component of Biology and Chemistry curricula; (c) Some technological aspects of learning theories in Biology and Chemistry in secondary school.

✉ **Dr. Natasha Tzanova** (corresponding author)

Dr. Nadezhda Raycheva, Faculty of Biology,
University of Sofia,

8, Dragan Tsankov Blvd.

1000 Sofia, BULGARIA

E-Mail: nataliazanova@abv.bg