

REEVALUAREA UNOR STRUCTURI CURRICULARE ALE FIZICII ÎN ORGANIZAREA CURRICULUMULUI OPȚIONAL

Daniel Ovidiu CROC NAN

Universitatea de Stat din Tiraspol

A review of some of curricular physics programs developed in the last fifty years may identify methods and strategies useful in optional curricula development by school and local community. It also may form the essence of education realized by school in the interest of, and for the community. Such an option could be a useful instrument of the developers of optional curriculum at school level, by the information and expertise it furnishes. It may be an open window to different philosophies of learning and teaching adapted to the local context. This work does a short presentation of two kind of integrated optionals the author has developed. The differences between the two optionals consist both in the way of doing and also in orientation, but both are student centered.

Reevaluarea unor structuri curriculare ale fizicii

Dacă curriculumul național reprezintă centrul de greutate al unui sistem educațional, curricula locală, individualizată la nivelul unității școlare reflectă o anumită dispoziție educațională a comunității. Ea reprezintă esența educației realizate prin intermediul școlii de către și pentru comunitate. Ideea elaborării unui curriculum la nivelul școlii a apărut în deceniul șapte al secolului trecut, ca reacție la proiectele anterioare, realizate în cadrul unor organisme centrale de către specialiști ai diferitelor discipline școlare. O trecere în revistă a unora dintre programele curriculare ale fizicii din ultima jumătate de veac poate permite identificarea unor modele de strategii aplicabile de către școală din cadrul unei comunități pentru dezvoltarea curriculei de fizică a școlii.

Referindu-se la învățarea fizicii, Lijnse [1] remarcă formatul variabil al acestora în raport cu nivelul de dezvoltare al societății, educației și științelor educației, a dezvoltării însăși a fizicii și tehnologiei. Alături de fizica tradițională, modificările curriculare încearcă să adapteze noile progrese realizate în domeniu. Intenția unuia dintre primele proiecte cu influență la nivel internațional, cursul de fizică PSSC [2] era după Matthews [3] "focalizat asupra structurii conceptuale a fizicii, predate sub forma unei discipline din care aplicațiile erau aproape în totalitate absente". Alte proiecte educaționale - English Nuffield-Physics [O-level, 11-16; A-level, 16-18; 4, 5] sunt, în opinia lui Ogborn [6], focalizate pe învățarea structurilor de bază ale disciplinei. Rogers, omul din spatele acestor programe, califică scopurile selecțiilor de conținut subsumate ideii alegerii acestora în funcție de numărul de legături pe care ele le furnizează cu alte părți ale fizicii. Aceste legături determină formarea la elev a unui ansamblu coerent de cunoștințe în care fiecare parte reacționează cu celelalte și împreună formează întregul. Evaluări ulterioare asupra implementării proiectelor curriculare menționate au evidențiat adresabilitatea lor redusă doar către elevii cu înclinații științifice. Rogers a descris această orientare chiar în titlul uneia dintre cărțile sale "Physics for the Inquiring Mind" ("Fizică pentru mintea iscoditoare").

Astfel de modificări curriculare implică decizii care privesc sacrificiul unora dintre subiectele considerate tradiționale în favoarea altora. Urmărirea acestui principiu a condus la realizarea unor introduceri inovatoare în arii precum fizica cuantică, mecanica statistică sau electronică. În pofida mării influențe internaționale a unor astfel de proiecte, sau similare - GIREP [7], Aubrecht [8], Fischler [9], și a inovărilor încercate la nivelul abordării curriculei de fizică, nu s-a putut trage concluzia privind rezolvarea satisfăcătoare a unor probleme didactice de tipul: "de ce?", "ce?" și "cum?". Mai mult, dezvoltarea unor noi domenii în fizică impune managementul nu numai al unor idei din fizica cuantică sau teoria relativității, ci și ale altora care vizează curriculumul: teoria haosului, fizica stării condensate, fizica computațională, fizica energiilor înalte, cosmologia [GIREP - 10, 11, 12]. O astfel de dezvoltare crește presiunea asupra curriculumului de fizică, creând premisele supraîncărcării. Aceasta provine din reflexul comun de a introduce mai mult decât a scoate, fiind adesea mai clar ceea ce ar trebui introdus decât le ceea ce ar trebui renunțat.

La un consens asupra abordărilor curriculumului și a răspunsului pe care acesta poate să-l dea presiunilor externe, nu s-a ajuns. Arons [13], de exemplu, consideră modelul Bohr al atomului un final util al unui curs introductiv de fizică care să cuprindă aspecte ale începuturilor fizicii secolului XX: electroni, fotoni, nucleu,

structura atomului și unele aspecte calitative ale relativității. El susține că trebuie făcute alegeri fără a include toată tematica fizicii introductive tradiționale. Într-o astfel de abordare rămân goluri, dar pot fi identificate conceptele fundamentale și conținuturile utile ale unor capitole precum: mecanica, electricitatea și magnetismul, capitole al căror studiu fac inteligibile experimentele și argumentările care definesc concepte precum: electron, nucleu atomic, proton. Fizica structurată în acest fel ignorează conținuturi și concepte irelevante scopului urmărit. Unele dintre acestea pot fi abordate în tematica altor cursuri. Construirea unui curriculum de fizică în maniera sugerată necesită, în opinia lui De Vos [14], o structurare a disciplinei care să o facă mai accesibilă elevului.

Dacă în manualele PSSC fizica nu este prezentată ca un ansamblu de fapte, ci mai degrabă ca un proces continuu de înțelegere a naturii lumii fizicii, Rogers (1966) pune accentul pe valoarea practică de învățare a experimentului fizic, care permite elevului un contact direct cu procesul muncii științifice; descoperirea, formularea de ipoteze sau testarea experimentală, elemente ale învățării fizicii pe cale practică. O astfel de abordare, după experți precum Woolnough și Allsop [15]; Woolnough [16]; Wellington [17]; Hegarty-Hazel [18]; Hodson [19], a căpătat în cazul unor curricule o asemenea dezvoltare, încât, uneori, pare că deprinderile de experimentare au devenit un scop în sine, departe de cel real urmărit, cunoașterea. Alți cercetători [20, 21] consideră că ideea inițială, învățarea fizicii prin descoperire, este astăzi depășită prin aplicarea computerului care creează premisa modelărilor experimentale.

O altă abordare, reprezentată de un proiect dezvoltat la Harvard [22], orienta atenția asupra perspectivei intelectuale a fizicii. Abordarea urmărea dezvoltarea istorică și socială a fizicii, ca disciplină, și a celor care au realizat această construcție. Maniera s-a dovedit a fi atractivă pentru un grup mare de elevi (în special fete). Pe termen lung abordarea filozofico-istorică a fost adoptată de un număr mic de profesori și doar în zilele noastre pare a fi căpătat un nou impuls [3]. Atenția asupra “naturii fizicii ca știință”, a aspectelor sale istorice, epistemologice și metodologice, devine astăzi parte integrantă a curriculei de fizică în Anglia sau Olanda [23, 24].

Proiectul olandez PLON [25] ia în considerare relevanța conținuturilor pentru elev prin învățarea științei în viața cotidiană și din contexte cunoscute, în cadrul unor abordări, precum “știința pentru cetățean” sau “știința pentru acțiune. În proiectul PLON atenția este orientată spre problemele sociale ale științei, “fizica consumatorului”, alte contexte relevante pentru elev, integrate în curricula de fizică.

Noi probleme au fost ridicate de adaptări ale fizicii făcute, de pildă, pentru necesitățile fetelor [26] sau ale unei societăți multiculturale [27]. Toate acestea sunt în strânsă relație cu un alt curent ce atrage o atenție considerabilă, alfabetizarea științifică și tehnologică pentru toți. Tendința este de focalizare mai puțin pe caracterul “cetățenesc” și mai mult pe cel al unei calificări superioare a forței de muncă. Formularea “calificărilor vocaționale” face apel la învățarea fizicii ca o contribuție necesară atingerii acestora. În consecință, se poate nota, ca modificare în discursul curriculei de fizică, un transfer de la centrarea pe relevanță la cea pe realizări, iar uneori orientarea spre elevii dotați. Acest curent restricționează curricula de fizică la un nucleu central decis cel mai adesea de piața muncii (angajatori, institute de învățământ superior) pentru care sunt educați elevii.

Orientări ale curriculumului opțional

Deși aparent învățarea fizicii se confruntă cu un curent de inovații, tablourile învățării acesteia, în diferite perioade, nu sunt comparabile. Fiecare societate optează la un moment dat pentru educația de care consideră că are nevoie, și-o permite sau este capabilă să o furnizeze. Până nu demult astfel de proiecte nu includeau participarea profesorilor școlii, a căror unică menire era doar cea de a le aplica. Astăzi, un curriculum realizat la nivelul școlii presupune – conceperea, implementarea și evaluarea curriculei – de către unul și același grup al profesorilor școlii.

Acomodată la nivel local și individualizată de școală, curricula locală nu numai că este legată de filozofia educațională a instituției de învățământ, dar, totodată, ea poartă în sine deschideri spre semeni instituționali sau parteneri sociali. În acest sens, curricula opțională de fizică poate fi construită plecând de la premisa orientării spre unitățile școlare de nivel inferior (a), de la care provin elevii școlii sau a celor de nivel superior (b) spre care aceștia se îndreaptă. Alte posibilități vizează orientarea opționalului spre parteneri sociali ca de exemplu angajatori (c), ce și-ar dori un anumit tip de orientare a formării elevului în școală, sau spre interesele școlii

(ale profesorului de fizică) de a furniza elevului argumente și instrumente suplimentare în învățarea fizicii (d). În toate cazurile enumerate, însă, centrarea trebuie făcută pe elev și interesele acestuia.

În primul dintre cazurile enumerate, (a), motivația poate fi condiționată de nivelul de pregătire scăzut al elevilor la disciplina fizică. În acest caz, opționalul de fizică adresat elevilor care urmează să înceapă un curs de fizică de un anumit nivel, ca de exemplu de nivel liceal, ar putea fi constituit din elemente de fizică studiate anterior, o perioadă mai lungă de timp - de exemplu pe parcursul gimnaziului, elemente selectate și orientate spre aplicarea aparatului matematic dobândit și spre experimentare. Opționalul ar putea fi desfășurat o perioadă mai scurtă de timp, de până la un semestru, asigurând elevilor o bază de pornire comună, solidă, în studiul disciplinei, dar și o practică experimentală unitară care să le asigure șanse egale de studiu al fizicii de liceu. Curricula unui astfel de opțional ar putea fi axată pe teme majore precum: mișcarea, energia, radiația, principiile fizicii etc., teme construite pe baza reluării, la un nivel potrivit vârstei, a conceptelor ce se regăsesc în cadrul temelor studiate. Un astfel de opțional poate fi aplicat cu succes în clasa a IX-a, cu condiția unei ore suplimentare de fizică pe săptămână. Optimală ar fi nu desfășurarea opționalului în paralel cu orele de fizică din trunchiul comun, ci ca modul anterior acestuia, sau în module compacte (desfășurate în două-trei săptămâni) intercalate în capitolele corespunzătoare din trunchiul comun.

În cel de-al doilea caz, (b), curricula opțională de fizică poate fi construită plecând de la orientări generale ale elevului în carieră, spre anumite domenii de activitate pregătite în instituții de învățământ superior (tehnic, științific fundamental, medical etc.). În acest caz, curricula opțională de fizică poate avea un caracter compensator și integrator: compensator în sensul aprofundării sau extinderii unor conținuturi și concepte relevante domeniului vizat, și integrator în sensul corelării unor concepte de nivel general, comune mai multor discipline care se pot regăsi ca părți componente în diferite proporții și structuri de studiu. Un astfel de opțional, destinat elevilor din clasele terminale ale liceului, ar putea crea acestora posibilitatea unei mai rapide adaptări la cerințele și exigențele învățământului universitar vizat.

În cel de-al treilea caz, (c), pot fi construite opționale de fizică sau în care fizica să aibă un rol semnificativ alături de tehnologii, în colaborare sau ca răspuns la solicitări ale unor parteneri economici. În astfel de parteneriate pot fi obținute beneficii de către fiecare dintre părțile participante: școala - prin investiții sau dotări realizate de către partenerul extern în vederea desfășurării opționalului, dar și a altor activități; elevul - printr-o pregătire solicitată de piața muncii (cei performanți pot obține burse și contracte de angajare); iar partenerul extern - forță de muncă calificată după o curriculumă și exigențe pe care le poate impune contractual. Opționalul de fizică, în acest caz, se poate constitui ca parte componentă a unui pachet de opționale care să asigure pregătirea unei specializări pe care școala fie că nu o are, fie că necesarul de forță de muncă în domeniul solicitat este atât de mic, încât nu se justifică tratarea acesteia altfel decât în regim de opțional.

Un opțional centrat pe interesele elevului, (d), poate fi exploatat de către profesor prin stimularea creativității acestuia. Pe baza a ceea ce știe să facă elevul, profesorul poate determina o creștere a interesului acestuia pentru disciplina fizică de trunchi comun față de care de multe ori nu se manifestă un interes deosebit. Stimularea are la bază identificarea de către elev a unor competențe proprii pe care le poate aplica în înțelegerea fizicii și în parcurgerea interactivă a acesteia.

Opționalul de tip integrat și beneficii ale acestuia

Ideea unor dezvoltări curriculare prin implementarea unor opționale de tip integrat are drept motivație câteva aspecte rezultate din practica curriculară curentă. Unul dintre acestea este cel enunțat de D'Hainault care remarca "gigantismul ce înăbușă disciplinele" și "le abate de la rolul lor simplificator pentru a le închide în impasul hiperspecializării". Segmentarea cunoașterii științifice pe discipline (biologia, fizica, chimia) și pe particularitățile lor de limbaj, structură și mijloace de abordare, segmentează mintea elevului. El nu mai sesizează elementele de complementaritate necesare reconstrucției mentale a integralității universului. Viziunea fragmentară dezvoltată de discipline diminuează capacitatea de transfer a conceptelor, a cunoștințelor și metodelor de studiu. Conceptele generale, care se întâlnesc în cadrul unui număr mare de discipline, fără a fi prezentate în conexiune sunt, de multe ori, receptate diferit de la o disciplină la alta. Această abordare poate fi datorată unei învățări mecanice în care elevul nu realizează masa critică de conexiuni, dar și unei insuficiente corelări a disciplinelor din curriculumă. Lipsa de referințe a conceptelor studiate în cadrul unei sau mai multor discipline, poate induce elevului modele mentale distincte privind același concept în discipline diferite. Uneori conceptul poate avea chiar semnificații diferite în cadrul disciplinelor (de pildă, conceptul de entropie în fizică și chimie).

Un alt aspect este creșterea cantitativă și calitativă a informației științifice și tehnice care pune în impas selecția conceptelor fundamentale cu care este înarmat elevul, dar și modul lor de abordare. În contextul scăderii numărului de ore acordate trunchiului comun al disciplinei, deși o serie de conținuturi altădată elaborate au fost eliminate (mecanica corpului solid), iar altele sunt tratate la un nivel rudimentar (fenomene în fluide, interacțiuni electrice etc.), creșterea numărului de aplicații face din învățarea științelor un demers tot mai solicitat. Urmarea o constituie diluarea învățării constatată prin evaluare, diluare a învățării în sensul în care profesorul:

- se poate axa cu precădere asupra unor concepte și neglija altele;
- poate renunța la trimiteri privind modul în care un anumit concept studiat se regăsește în alte discipline;
- poate renunța la teme de sinteză sau integrate acolo unde astfel de teme au fost prevăzute prin curricula;
- poate solicita efortul elevului în rezolvarea de probleme pe care în mod tradițional le consideră importante etc.

Elevul, pe de altă parte:

- poate să-și canalizeze eforturile de învățare cu precădere asupra unor concepte cerute la bacalaureat sau alte examene pe care urmărește să le susțină considerând acele concepte mai importante decât altele care nu sunt prevăzute în curricula de examen;
- poate aprofunda selectiv subiecte în funcție de interesul imediat pentru obținerea unei note etc.

Din această perspectivă se ajunge la canalizarea efortului clasei asupra unui trunchi diminuat de concepte. Experimentul, aplicațiile în domeniu sau domenii conexe, analiza unor fenomene din mediu care pot face obiectul interesului elevului sunt abordate lapidar sau deloc, ceea ce elimină, de fapt, posibilitatea realizării unor competențe vizate de curricula.

În ultimii ani, am elaborat și am implementat la nivelul unor clase de liceu (elevi cu vârste cuprinse între 14 și 18 ani) o serie de opționale, care pot fi integrate în unele dintre tipurile anterior prezentate. Vom analiza pe scurt două dintre acestea: “Fizica virtuală” și “Elemente de biofizică”.

“Fizica virtuală” este un opțional de tip integrat (fizică, informatică) realizat într-o clasă a XI-a (elevi de 16-17 ani) al unui liceu de matematică-informatică din București (Colegiul Național “Tudor Vianu”), pe parcursul unui an de studiu, o oră pe săptămână. Clasa de aplicație selectată nu a fost o clasă specială de informatică, pentru abordarea cursului elevului nefiindu-i necesare cunoștințe de informatică peste nivelul de pregătire curent din programa de trunchi comun. Opționalul a fost conceput și orientat în vederea dezvoltării la elevi a competențelor de proiectare a unor softuri educaționale de fizică și indirect creșterea interesului acestuia pentru fizică, studiată în trunchiul comun. Din acest punct de vedere, opționalul poate fi încadrat în categoria opționalelor de tip (d).

În cadrul opționalului am avut în vedere realizarea de către elev a unor prezentări de lecții de fizică în format Power Point cu integrare de sunet și imagine (inclusiv film), rezolvarea virtuală a unor tipuri de probleme, proiectarea de laborator virtual, dar și realizarea unor experimente de fizică de către elev și transpunerea acestora în mediu virtual. În cadrul cursului a fost prezentat software LabView 6.1 prin care elevii au prelucrat o mare parte dintre materiale sub forma unor proiecte semestriale sau în portofoliul anual.

În cadrul opționalului am urmărit, pe lângă familiarizarea elevului cu mediul de operare LabView, și o tratare de către elev a fizicii din punctul de vedere al celui care o predă. În acest sens, fiecare elev a avut de proiectat și de susținut în fața colegilor o temă de fizică la alegere, dintr-o listă de conținuturi prestabilită. Pornind de la modele de lecție realizate de profesor la trunchiul comun, elevii au avut deplina libertate de a-și proiecta și a-și stabili formatul propriei lecții în care aveau obligația să insereze o prezentare de tip Power Point, un experiment și o aplicație tip rezolvare de probleme, ambele în format virtual. Cel mai adesea opțiunea elevilor s-a axat pe efectuarea experimentului de fizică în laboratorul școlii sau acasă, cu mijloacele din gospodărie, filmarea experimentului (situație care a necesitat colaborarea în echipe a doi, trei elevi) și montarea acestuia cu inserții de materiale explicative. Activitățile de acest tip au făcut apel la o bună cunoaștere a temei abordate; la sistematizarea materialului necesar prezentării, dar și la creativitatea elevului.

Activitățile de tip rezolvare de probleme și experimentele virtuale efectuate în mediul de operare Lab View 6.1 au urmărit ca elevul să stăpânească tehnica de rezolvare a unor probleme de fizică tip (din domeniul ales), iar în mediul virtual să creeze premisa schimbării unora dintre parametrii sistemului studiat pentru urmărirea variațiilor celorlalți parametri. Elevii au abordat teme variate precum: mișcarea în câmp gravitațional; mișcarea pe plan înclinat, sisteme de scripeți, circuite de curent continuu sau alternativ etc. Prezentăm drept exemplu o secvență din tema “Calorimetrie - rezolvare de probleme”.

Obiectivele urmărite au fost: facilitarea înțelegerii realizării echilibrului termic prin intermediul unui format virtual; aplicarea ecuației calorimetrice în situații variate, în care elevul introduce în mediul virtual (fig.1 - amestecuri de lichide sau fig.2 - corpuri solide) caracteristicile corpurilor între care se realizează transferurile de căldură (mase/volume, călduri specifice, capacitatea calorică a calorimetrului, temperaturi inițiale) și obține, pe baza unui soft pe care singur și l-a creat (fig 3), temperatura de echilibru. Introducerea temperaturilor inițiale în cazul descris, a fost realizată de către elev pe două căi: prin scrierea valorilor în căsuțele predestinate din foaia de afișaj a mediului virtual și prin modificarea directă cu cursorul a înălțimii coloanei de mercur din termometrele aflate în contact cu corpul respectiv. Acest din urmă mod permite o variație continuă a temperaturii și urmărirea variației temperaturii de echilibru în sistem. De asemenea, se poate urmări schimbul de căldură dintre două-trei corpuri, dar programul poate fi extins pentru contactul termic dintre mai multe corpuri.

Aplicarea acestui tip de opțional a evidențiat, pe lângă realizarea obiectivelor urmărite, o creștere a interesului elevului față de cursul de fizică de trunchi comun, prin creșterea nivelului de pregătire (o creștere a mediei pe clasă de 1,7 puncte în semestrul al II-lea față de primul) și prin participarea activă a elevilor la ore ca de exemplu prin efectuarea de experimente proprii (de exemplu: realizarea figurilor Lissajous cu mijloace proprii, evidențierea fenomenului bătailor și a unor tipuri de unde), dar și aplicarea în cadrul orelor de trunchi comun a programelor realizate în mediul virtual Lab View (de exemplu, la studiul circuitelor de curent alternativ, la studiul interferenței sau a difracției). În plus, pe parcursul derulării opționalului fiecare elev a beneficiat de produsele colegilor, ceea ce a extins posibilitățile acestora de cunoaștere și a altor teme la care nu au lucrat nemijlocit.

Cel de-al doilea exemplu de opțional, "Elemente de biofizică", este un opțional de tip integrat pe disciplinele din aria curriculară matematică și științe. Opționalul propus pentru 2 ani de studiu, o oră pe săptămână, a avut drept grup-țintă elevi ai claselor a XI-a și a XII-a, filiera: teoretică; profilul: real; specializarea: matematică informatică, și s-a desfășurat la liceul „Tudor Vianu” în anul școlar 2007-2008, fiind continuat în 2008-2009.

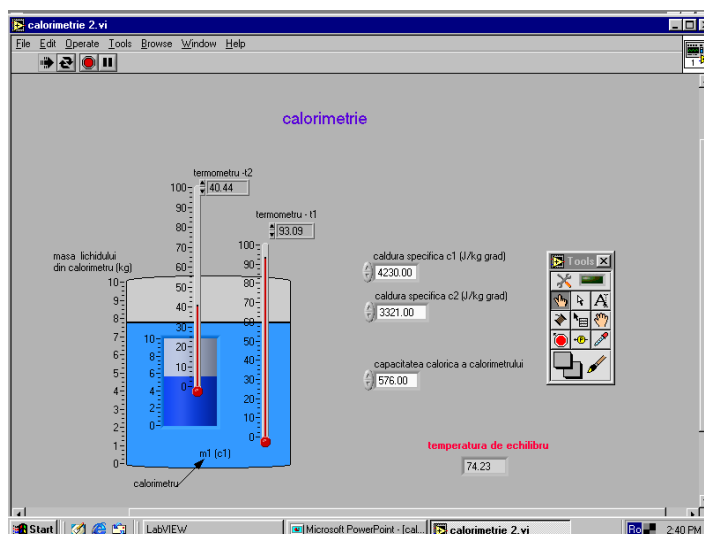


Fig.1

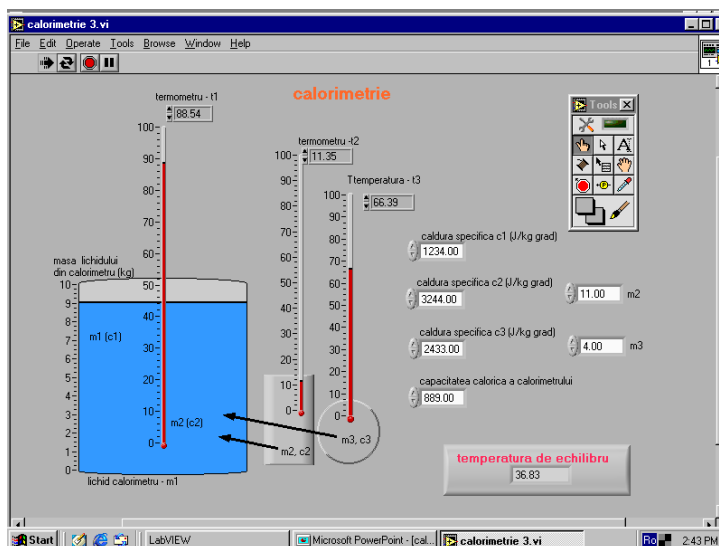


Fig.2

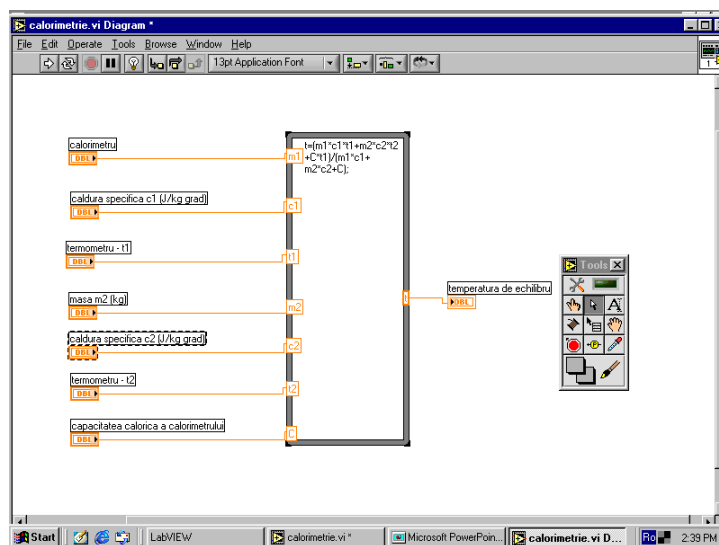


Fig.3

Opționalul a avut la bază suporturi de curs realizate și aplicate selectiv pentru pretestare cu un an înainte. În același an, am realizat programa opționalului, parte a evaluărilor, selecția și unele dintre instrumentele auxiliare utilizate în susținere (prezentări ale unor lecții, figuri, liste cu teme de lucru sau surse de informare, filme demonstrative).

Ideea unui astfel de opțional a pornit de la constatarea că, față de comunitățile locale mici, în general omogene, a căror ocupație este îndreptată spre un număr mic de domenii de activitate (în general unul sau două prioritare), în cazul orașelor mari absolventul de liceu are multiple posibilități de realizare într-o comunitate locală neomogenă și disipată din punct de vedere educațional. În centre urbane mari, cum este București, diversitatea manifestată în cadrul comunității are ca efect lipsa unor direcții clare de implicare a acesteia în susținerea unui anumit set de competențe sau a unei anumite tematici în orientarea opționalului. Din aceste considerente, la selecția unui opțional devine importantă orientarea absolvenților spre carieră și interesul față de anumite tipuri de instituții de învățământ superior. În acest sens, opționalul “Elemente de biofizică” răspunde caracteristicilor grupului-țintă, o parte dintre elevi demonstrând interese de dezvoltare a carierei spre discipline fundamentale cum ar fi: fizică, chimie, biologie, spre învățământul tehnic sau medical. În acest sens, biofizica se structurează ca o știință de graniță între fizică, biologie, chimie, inginerie sau medicină, putând capacita o gamă largă de interese.

Printre obiectivele propuse prin opțional au fost: abordarea unor teme din fizică insuficient tratate la trunchiul comun, evidențierea unor aplicații ale fizicii în mediul biologic și înțelegerea bazelor fizice ale unor metode de studiu utilizate în biologie sau medicină.

Fiind structurat pe perioada a doi ani de studiu, opționalul a stabilit trei competențe-cheie: înțelegerea legăturii structură-funcție a unor biosisteme prin aplicarea unor concepte, principii și legi din fizică; investigarea științifică experimentală și teoretică rezultată din fizică, aplicată în studiul unor procese desfășurate în organismele vii; modelarea matematică a componentelor unor sisteme biologice sau al studiului unor parametri caracteristici ai lumii vii.

Prima parte a opționalului a urmărit capitolele majore ale fizicii din care am selectat conținuturi aplicabile lumii vii sau studiului acesteia. În acest sens, am abordat teme din mecanica stării de echilibru (problematica echilibrului în sistemul osteomuscular uman) și din mecanica fluidelor (izolarea componentelor celulare prin sedimentare și centrifugare; calculul unor mărimi caracteristice sistemului cardiovascular uman); electricitate (metodele electroforetice de separare a componentelor celulare; potențialul de membrană și acțiune; modelarea electrică a axonului); magnetism (metoda spectroscopiei de masă și imagistica de rezonanță magnetică); termodinamică (reglarea temperaturii corpului, metabolism celular, fotosinteză și generarea de entropie în biom); fizică atomică și radiație (sensibilitatea spectrală a ochiului, radiația infraroșie); fizică nucleară (interacțiunea radiației cu mediul biologic și efectele iradierii); fizica undelor (absorbția și împrăștierea luminii, metode de studiu spectrofotometric).

O a doua parte a constat din teme specifice precum: modelarea farmacocinetică compartimentală în studiul biodistribuției medicamentelor; studiul unor molecule biologice active (apă, aminoacizi, proteine - structură și conformație; enzime - cinetică enzimatică; zaharuri și lipide - în rezerve și membrane biologice; nucleotide și structura acizilor nucleici; metode spectrale de detecție și analiză conformațională).

Tematica nu a urmărit ordinea enumerată, opționalul încercând să o acomodeze temelor studiate la trunchiul comun atât în cadrul fizicii, cât și al biologiei, acolo unde se făceau trimiteri tematice.

Plecând de la principiul centrării pe elev și pe capacitatea acestuia de a identifica propriile nevoi de formare, opționalul poate fi încadrat în categoria celor de tipul (b), cea a opționalelor orientate spre interesele de carieră ale elevului. Deși au fost abordate toate temele specificate în cuprinsul opționalului, elevii au avut posibilitatea de a se orienta cu precădere spre un număr restrâns dintre acestea pe care să le aprofundeze, corelat cu propriile orientări de carieră.

Modalitățile de evaluare utilizate în afara temelor stricte de fizică abordate în sprijinul dezvoltărilor interdisciplinare (teme evaluate cu instrumente similare celor din studiul fizicii din trunchiul comun) au făcut apel la rezolvarea unor probleme specifice cu grade de dificultate variate, dar și la realizarea de proiecte teoretice sau experimentale sau a portofoliului.

Opționalul a avut un impact pozitiv asupra elevilor, stimulând interesul acestora spre cercetare și aprofundarea tematicii abordate. Mai mult, analiza opțiunilor elevilor privind orientarea spre carieră a evidențiat în cazul unor indeciși stimularea orientării spre unul sau altul dintre domeniile abordate. Și nu în ultimul rând s-a înregistrat o creștere a interesului pentru un bacalaureat la disciplina fizică, care, înaintea participării la opțional, unora dintre elevi le părea dificil de abordat.

În loc de concluzii

Curriculumul, ca structură dinamică, poate fi perfecționat progresiv cu mai multă ușurință la nivelul școlii unde luarea deciziei și implementarea acesteia poate fi mai eficientă. Curriculumul la decizia școlii favorizează, după Diaconu și colab. [29], “participarea democratică a profesorilor, elevilor și comunității la luarea deciziilor privind conținutul educației școlare, ceea ce ar spori gradul de implicare al acestora și o creștere calitativă a educației școlare”. Uneori ar trebui urmărit să nu se întâmple contrariul în cazul în care experiențele de tipul “învățarea fizicii în școală” pentru mulți dintre protagoniștii deciziei pot fi nici relevante, nici plăcute. Oricum, dacă curricula elaborată în școală reflectă contextul unic în care aceasta funcționează în cadrul comunității și conduce la diversificarea ofertei educaționale, sunt de urmărit implicațiile pe care o astfel de democratizare o poate avea asupra dezvoltării curriculare. Mai mult, însăși filozofia abordării curriculei opționale de fizică poate ține seama de studiile realizate în domeniu în ultima jumătate de veac și de rezultatele aplicării acestora. Cunoașterea unor astfel de programe și a aspectelor legate de implementarea și rezultatele obținute pot constitui linii directoare și surse de inspirație pentru ofertanții de curriculum opțional din școală. Curriculumul opțional pare astfel a fi un teren fertil, insuficient explorat.

Referințe:

1. Lijnse P.L., K.Kortland, H.M.C.Eijkkelhof, D.van Genderen and H.P.Hooymayers. A Thematic Physics Curriculum: a Balance Between Contradictory Curriculum Forces, *Science Education*, 74, 95, 103, 1990.
2. Physical Science Study Committee. Physics Boston: Heath & Co.
3. Matthews, M. (1994). *Science Teaching: the role of history and philosophy of science*. London: Routledge, 1960.
4. Nuffield O-level Physics. London: Longman. (1971; revised version: 1986).
5. Nuffield Advanced Science: Physics. Harlow: Longman, (1971; revised version: 1986).
6. Ogborn J. Decisions in curriculum development a personal view. *Phys. Educ.*, 13, 11-18, 1978.
7. GIREP A.Loria and P.Thomson (eds) Seminar on the Teaching of Physics in Schools: Electricity, Magnetism and Quantum Physics, Copenhagen: Gyldendal, 1973.
8. Aubrecht G. Quarks. Quasars and Quandaries. Maryland: AAPT, 1987.
9. Fischler Fischler H. & Lichtfeldt M. Modern physics and students' conceptions, *Int.J.Sci.Educ.* 14, 181-190, 1992.
10. GIREP Cosmos: an Educational Challenge. Noordwijk: ESTEC, 1986.
11. GIREP H.Kühnelt, M.Berndt, M.Staszal and J.Turlo (Eds.) Teaching about Reference Frames: from Copernicus to Einstein. Torun: NCUP, 1991.
12. GIREP L.Chainho Pereira, J.Alves Ferreira and H.A.Lopes (Eds.) Light and Information. Braga: Universidade do Minho, 1993.
13. Arons A.B. A Guide to introductory physics teaching. - New York: Wiley, 1990.
14. Vos W. De, B. Van Berkel and A.H. Verdonk A Coherent Conceptual Structure of the Chemistry Curriculum. *J. Chem.Educ.*, 71, 743-746, 1994.
15. Woolnough B.; T. Allsop Practical work in science. Cambridge: CUP, 1985.
16. Woolnough B.E. Towards a holistic view of processes in science education. In J.Wellington (Ed.)_Skills and processes in science education, London: Routledge, 1989.
17. Wellington J. (Ed.) Skills and processes in science education, London: Routledge, 1990.
18. Hagerty-Hazel E. (Ed.) The Student Laboratory and the Science Curriculum. London: Routledge, 1990.
19. Hodson D. Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Stud. Sci. Educ.*, 22, 85-142, 1993.
20. Driver R. The pupil as Scientist? Milton Keynes: O.U.P., 1983.
21. Mellar H., J.Bliss, R.Boohan, J.Ogborn and C.Tompsett Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum. - London: Falmer Press, 1994.
22. Harvard Project Physics Course. - New York: Holt, 1970.
23. Aikenhead G.S. Logical Reasoning in Science & Technology (Student Text and Teachers Guide). - Toronto: John Wiley, 1991.
24. Solomon J. Science Technology and Society courses: tools for thinking about social issues. *Int.J. Sci.Educ.*, 10, 379-387, 1988.
25. PLON Curriculum materials, Utrecht University/Zeist NIB, 1986.
26. Bentley D. & D.M. Watts. Courting the positive virtues: a case for feminist science. *Eur. J. Sci. Educ.*, 8, 121-134, 1986.
27. Reiss M.J. Science Education for a Pluralist Society. Buckingham: OUP, 1993.
28. D'Hainault (coord.). Programe de învățământ și educație continuă. - București: EDP, 1981, 382 p.
29. Diaconu M., Jinga I., Ciobanu Olga, Pescaru Adina, Păduraru Monica. Elaborarea și aplicarea unui curriculum la nivelul școlii. Pedagogie, curs în format digital.