

Дозирање добро одабраних проблема или како се физика ради у Петници

Пише: Срђан Вербић

Ваншколско научно образовање је идеја са пуно поклоника широм света. Постоје стотине различитих организација које праве летње научне кампове и истраживачке акције. Учесници таквих програма пуно тога науче о истраживачком раду и та се искуства одлично допуњавају са знањем које стичу у школи. Међутим, већина таквих програма се највећим делом ослања на теренска истраживања у областима као што су екологија, посматрачка астрономија, етнологија итд. Успешни програми из фундаменталних наука, нарочито физике у домену ваншколског образовања права су реткост. Истраживачка станица Петница је изгледа изузетак по том питању.

Кад се говори о физици, истраживачки рад на средњошколском нивоу је скопчан са бројним проблемима. Први проблем је чињеница да данас на индивидуалном нивоу, практично, више ништа ново не може да се открије у области физике. Хоризонт научно значајног сазнања је врло далеко и до њега се стиже једино кроз добро организован тимски рад. Све што може сам ученик јесте да вежба оштрину свог резона и доследну примену научних метода на проблеме који су нападани већ небројено пута. Младим биолозима или археолозима је много лакше да дођу до тог хоризонта. (Мада им је из неких других разлога знатно теже да самостално заокруже истраживање.) Сваки нови локалитет је прилика да биолог или археолог, уз добро осмишљен рад и велико стрпљење, открију нешто ново. У физици тога више нема. Помало је парадоксално да на мапи објеката и појава које су од интереса за физику, а која обухвата све

од кваркова до самог универзума, више нема области у којима би неискусан истраживач могао случајно да набаса на откриће, ма како мало оно било. Чини се да је судбина физике као фундаменталне науке да открива проблеме, решава их у неким специјалним (једноставним) случајевима и да их онда препушта другим дисциплинама. Примера ради, први велики доприноси познавању атома или открића попут транзистора су свакако били физика вредна нобелових награда. Међутим, даља истраживања истих тих феномена су се брзо преселила у неке нове области хемије или електронике.

У октобру ове године ће у Петници бити организована годишња конференција мреже која окупља организације за ваншколско научно образовање из целог света, *Network of Youth Excellence*. Петница је један од оснивача ове мреже.

Наравоученије: при учењу физике кроз истраживање нема превише смисла по сваку цену тражити нове објекте, појаве или процесе. Треба тражити нове методе.

Основни проблем научног образовања је то што фонд знања неопходних за професионално бављење науком стално расте, док брзина учења истих тих знања остаје иста. То има за последицу да истраживачи који тек почињу каријеру имају све више година и полако али сигурно излазе из опсега креативности (види текст А. Богојевића из броја 102).

Није јасно како се, и да ли се уопште, ово може доскочити. У сваком случају, не можемо да чекамо академски зрело доба да бисмо почели са истраживањем



и комуникацијом идеја и резултата. Наука није само збирка концепата којима смо овладали. Вештине уочавања битног, систематичности у посматрању или, на пример, постављања добрих питања је могуће врло ефикасно учити и на сасвим једноставним феноменима. Идеја учења кроз истраживање је да што пре овладамо овим вештинама. Када почнемо да користимо сазнајни алат, само сазнавање постаје много лакше.

Нема ничега што може тако добро да нас научи решавању проблема као што то чини сам проблем. Баш због тога је избор проблема критични део процеса. Проблеми који се тичу, пре свега, коришћења истраживачких метода и алата морају да имају реалан контекст. Увек постоји мали, за професионалце незанимљив проблем који средњошколци могу да реше користећи исте методе и алате као и њихове старије и искусније колеге. Укратко, “коска за глодање”, односно образовно-истраживачки проблем прво треба да буде примерен компетенцијама којима је ученик овладао или би то могао у релативно кратком времену. То, другим речима, значи да ученик препознаје концепте неопходне за решавање проблема. Зашто би неко са петнаест година решавао “једноставан” квантно-механички проблем, ако су му концепти који се ту користе потпуно нејасни и практично несавладиви у разумно кратком року? Није питање да ли ће ученик успети да реши једначину, већ да ли ће бити у стању да интерпретира резултат. Такође, проблем не сме да захтева

знања и вештине које се стичу дугогодишњим искуством. Квази-професионализам, тј. појава да ученици некритички усвајају и копирају професионалне трикове пре него што развију независност у доношењу судова и критички однос према истраживању опасно угрожава све напоре да код њих развијемо научни начин мишљења. Од ученика који решава “едукативни” научни проблем се очекује да учи и на грешкама и за то је такође потребно предвидети време. Лутање, разочарења и сусрети са “ћор-сокацима” су саставни део учења. На ментору је да процени до које је мере овај сегмент користан за учење а када постаје демотивишући фактор. Колико ћемо научити решавајући проблем, зависи од тога колико смо времена (ефективно) провели решавајући га.

Добар мали истраживачки пројекат, односно проблем за учење карактеришу следеће четири ствари:

- 1) Проблем има реалан контекст где ништа није идеално.
- 2) Решавање проблема не захтева непотребно сложене научне концепте.
- 3) Експертско знање и искуство не смеју бити услов за успешно решавање.
- 4) Решење није тривијално и омогућава различите интерпретације.

Налажење проблема који одговарају овом опису није лако и ја не знам за ал-

Све што чини Петница јесте да увек неко са више истраживачког искуства ученицима дозира пажљиво одабране проблеме.

горитам који би нам гарантовао успешан избор. Статистички гледано, у протеклих петнаестак година највећи број (како се касније испоставило) добрих проблема петнички полазници су решавали испитујући употребљивост различитих експерименталних и аналитичких метода у испитивању добро познатих појава. У

готово свим тим случајевима, рачунари су имали веома значајну улогу. Појава нумеричких експеримената (симулација)

Лична карта Истраживачке станице Петница

Иако се за Петницу може рећи да је опште место ваншколског научног образовања, 25-огодишњица рада је добар повод да се подсетимо на основне податке из живота ове необичне институције.

Укратко, Истраживачка станица Петница је највећа и вероватно најстарија активна непрофитна организација за ван-школско научно образовање ученика и студената у југоисточној Европи. Она је смештена у селу Петница, седам километара југоисточно од Ваљева. Станица је основана у мају 1982. и од тада је у њој организовано приближно 2200 вишедневних програма (семинара, кампова, радионица и малих конференција) за 40.000 изузетно мотивисаних ученика и њихових наставника. Семинари се реализују у оквиру петнаест програма који покривају природне и друштвене науке, као и поједине техничке дисциплине. Основна идеја програма је да посебно мотивисаним ученицима и средњошколцима створи инспиративно окружење и материјалне услове за учење кроз истраживање.

је отворила могућност да се скоро сви "класични" школски експерименти са својим поједностављеним теоријским моделима ставе под лупу и преиспитају. Ту је хоризонт сасвим близу.

Образовни рад у Петници подразумева још један, можда нешто мање забаван, сегмент истраживања – писање резултата свега урађеног у форми научног рада. Овај сегмент тражи исто толико енергије и времена колико и само истраживање, али писани рад је услов без кога се не може. У едицији „Петничке свеске“ где се објављују управо радови полазника програма ISP до сада имамо више од хиљаду истраживачких радова које су урадили средњошколци. Неки од њих су објављени и у часописима "велике науке". Када је физика у питању, чак девет петничких радова је освајало прве награде на међународном такмичењу "First Step to Nobel Prize in Physics". Поређења ради, то је више него што су до сада освојиле Кина или Русија.

Од 2002. Петница организује годишњу конференцију полазника Истраживачке станице "Корак у науку" на којој осамдесетак средњошколаца, који су у току године у Петници урадили истраживање и написали рад, има прилику да изложи своје идеје и резултате у атмосфери праве научне конференције. Конференција полазника ISP се одржава почетком децембра сваке године.

Веб референце:

Конференција полазника ISP,
<http://www.psc.ac.yu/konferencija>
First Step to Nobel Prize in Physics,
<http://info.ifpan.edu.pl/firststep/>
Network of Youth Excellence,
<http://www.nyex.info>

