

Увод

Енергија, о чему је реч ?

„Дакле, шта је топлота а шта хладноћа ? Ах ! Уопште није лако то разумети. Међутим, требало би разумети да то нису две различите ствари. Јер, охладити не значи додавати хладноћу него одводити топлоту [...]. Човек је од вајкада био свестан постојања звука, светлости, топлоте. Ипак, тек пре два века је упознао електрицитет, иако му је од вајкада било познато да постоји гром који је само једна његова манифестација. [...] Познато је да се тад производи муња, која би могла, када би се искористила да послужи за осветљивање градова. [...] Колико још других интересантних ствари има о којима вам сада не могу да причам! Врло је интересантно сазнати како тела падају, како се светлост одбија, како се ствара електрицитет. Оно што је још интересантније је да сазнамо како ми сами опстајемо у животу, како смо то у могућности да опазимо толико ствари, и направимо таква чудеса.“ Овим речима се обратио Пол Бер (Paul Bert) деци која су завршавала школу, а била су старости од 11-13 година. Ово је одломак из књиге *Друга година предавања наука : зоологије и ботанике, физике и геологије, хемије и физиологије*, штампане 1887 у издању Armand Colin.

Пол Бер је био физиолог, члан Француске академије наука, политичар, са Жил Ферием оснивач обавезне лаичке школе, истицао незаменљиву улогу науке у образовању деце. У речнику приручника из 1887, под словом Е, се могло наћи следеће: штуле, узаврелост, појава (земље), емисија, залепити, ђубриво, алкохол, подупирач, калајисање, притегнути, али „енергија“ није поменута! Истина, енергетска пројдрљивост се помолила тек у деценијама које су следиле. Познато нам је још од времена мрака да је енергија била неопходна како за одржање живота, тако и за све човекове подухвате. Ипак, требало је сачекати узлет машина и развој индустрије у деветнаестом веку, па да термин енергија, до тада доста неодређен, постане научни концепт уз доказ о њеном одржању. Од тада је човек доводи у везу са кретањем, потрошњом шећера или угља, бојама тела, висином пада или загревањем.

Термин енергија се у свакодневном језику, погрешно усвојеним речником, често користи као метафора (како енергичан човек!) или у псеудонаучном речнику као врста чудесног флуида (чиста или космичка енергија). Постоје и „енергије“ које означавају како нафту и природни гас, тако и сунце и ветар. Постоји и „енергија“ која обједињује интеракције између врло различитих феномена и појава, а захваљујући Цулу изражена је званичном универзалном јединицом.

Да ли је претенциозно деци у 6 или 7 разреду уводити логички водич заснован на енергији ? Усмеравање које им на једноставан начин помаже да јасније сагледају своје окружење у коме се знање више не добија само од свезнајућег професора, него и коришћењем мноштва информационих канала, телевизије, радија, новина, интернета? Ово је , у сваком случају, логички наставак теме које су за 5 разред

предложиле Академија наука и Технолошка академија. Енергија интервенише при трансформацији „материје и материјала“. Енергија је присутна свуда. У космосу, у ситуацијама „гнева“ наше планете Земље, при исхрани и дисању живих бића, у квалитету станова и удобностима живота. Енергија се троши али и одржава. Она се расипа али и обнавља. Несавладиви парадокси ? Могуће их је, ипак, савладати само заједничким радом. Јуришом на њих боље ћемо схватити различитост и јединство света!

Беатрис Салвиа

Експеримент: «Стазом Руке у тесту од петог до осмог разреда»

Пројект *Рука у тесту*, којим је научно образовање у нижим разредима основне школе дато углавном кроз експериментални приступ, је покренут у Француској 1996 године. Од тада је преваљен значајан путу. Процене су да је овим методом рада обухваћено око једна трећина¹ ученика. Они су стицали научно образовање применом истраживачког приступа који је подразумевао да активно посматрају феномене и објекте, самостално изводе експерименте и воде експерименталну свеску. Овај педагошки приступ је тако постао референтан. Остаје још много тога да се уради, али су ученици са оваквим искуством оспособљени да лакше пређу од науке на појединачне научне дисциплине које их очекују у вишим разредима, али и на другачији начин схватају однос науке и технике.

Од 2006 је покренут експеримент, у неколико десетина француских школа, са циљем да се ученицима и наставницима олакша прелаз из основне школе у колеж. Школе, које су се укључиле у овај експеримент, су узеле у обзир стручност професора одговарајућих научних дисциплина, контекст и циљеве колежа. Ученицима, који су прошли кроз ниже разреде основне школе, није потпуно очигледна разлика између научних дисциплина са којима се одједном срећу у вишим разредима. Зато је у петом разреду предложен значајан број мултидисциплинарних часова на којима им наставници, кроз истраживачки приступ, омогућују да ову баријеру лакше савладају. Предвиђено је да наставници са истом групом ученика раде 3,5 часа недељно у петом разреду и 4,5 часа у шестом разреду. Истовремено је смањен број ученика у одељењу па је вођење групног рада знатно лакше.

Интегрални мултидисциплинарни приступ „науке и технологије“ нема као једини циљ лакши прелазак ученика од начина рада, с једном учитељицом у прва четири разреда основне школе, на учење специјалних научних дисциплина са више професора. Јер, ако се он не одвија током целе школске године ипак постоји могућност да се примени и олакша ученицима усвајање знања у вези са *конвергентним темама* (енергија; одрживи развој; метеорологија и климатологија; статистички начин мишљења у вези са научним погледом на свет; здравље; сигурност). Није на одмет подсетити да се посредством ових тема остварује амбиција новог погледа на важне проблеме, пре свега, кроз развој опште културе или укључења у решавање актуелних друштвених проблема. Коначно и стицање интегралних знања заснованих на математици, наукама и технологијама.

¹ У Србији је овај приступ уведен кроз изборни предмет *Рука у тесту-откривање света*. Према неким проценама око десетак посто ученика је кроз овај предмет имало могућност да научно образовање стиче применом истраживачког приступа.

Сценарио који следи је замишљен за експериментални интегрални приступ „науке и технологије“ током тромесечног (полугодишњег рада). Заједничке теме, попут следећих: „Од чега је сачињен свет ? Енергија и енергије“, а које се разматрају у свим научним дисциплинама (физика, хемија, биологија, географија, технологије) могуће је обрадити реализацијом одговарајућих експеримената. Конвергентни приступ који се огледа кроз логичку повезаност елемената доле наведених модула, омогућује и размену између школа које учествују у овом експерименту. Предложени начини решавања проблема, као и предвиђени број часова за њихову реализацију, није фиксиран па се оставља могућност педагошким екипама да их допуне, а понекад користе и за рад секција, уз додавање нових секвенци које им изгледају оптималне. Дакле, професорима се пружа могућност да овај предлог побољшају и максимално прилагоде ситуацији у школи.

Овај документ² је конципиран тако да се експериментални интегрални приступ научном образовању реализује током 11 недеља са фоном часова од 4,5 недељно, са истим професором и истим ученицима. Подељен је на секвенце током којих се реализује истраживање, и на оне у којима се примењује вертикални метод наставе (предавања професора) као и претрагу литературе.

Документ „Од чега је сачињен свет ?“ је могуће наћи и преузети са интернет странице сајта <http://science-techno-college.net> (у припреми је овај сајт на српском језику). Професори три научне дисциплине, ангажовани на овом експерименталном пројекту, као и њихови консултанти имају могућност да оцене окосницу структуре документа и евентуално побољшају у дискусији са модератором.

Итеративним поступком је могуће :

- додати неки материјал у секвенцама посвећеним истраживању, предавањима или претраживању литературе ;
- нагласити мање или више дисциплинари карактер;
- идентификовати разматране тачке програма;
- на крају секвенце навести које способности су развили ученици у погледу сазнања, компетенција, и у вези са програмом : идентификовати концептуалне потешкоће ; идентификовати ниво достигнутог разумевања;
- навести могуће периферне везе и/или истраживања : математика, српски језик, стари језици, историја.
- „свеска за науке и технологије“ би требало да укаже на лингвистичке (речник, синтакса) и математичке (мерење, графичко представљање) аспекте.

Веома је битно да се, после секвенци усмерених на дисциплинарна истраживања, реализује интердисциплинарна секвенца током које ће се поново разматрати природни или технички објекти из најближег окружења, стечена знања и омогућити евалуација жељеног глобалног схватања проблема нарочито кроз остварене ученичке радове.

Представљени документ нема претензију да буде комплетан, нити савршено уравнотежен између три основне научне дисциплине, нити да има савршену униформну или хомогену структуру. Дакле подложен је променама. Препушта професорима педагошку иницијативу

² Од чега је сачињен свет ? (за 5 и 6 разред) су заједнички припремили професори наука од 5-8 разреда, саветници наука, педагози, Академија наука и Технолошка академија.

и коначни избор који се реализује уз поштовање школских програма и уграђивањем нових идеја у предложену шему. Количина знања и активности је сигурно знатно већа од оних које могу да буду третиране током предвиђених 11 недеља, па је зато неопходно да се избору тема приђе на врло свестран начин.

Везе иземљу различитих дисциплина попут математике, српског језика, страних језика нису довољно остварене у овом приказу. Оне ће бити поступно обогаћиване на интернет сајту.

Овај експеримент су заједнички формулисале Академија наука и Технолошка академија у документима <i>Од чега је сачињен свет ? Материја и материјали.</i>

Site internet de l'expérimentation

<http://www.science-techno-college.net/>

The screenshot shows the homepage of the website 'science & technologie au collège'. The header features the site's logo and tagline 'Dans le sillage de La main à la pâte...'. A search bar is located in the top right corner. The main content area is titled 'Une expérimentation d'enseignement intégré' and includes a map of France with several regions highlighted in red. Below the map are three small images: a satellite view of a city, a close-up of a car wheel, and a small inset map. The page is organized into several sections: 'Edito' with a text block dated January 2007, 'Dernières questions' with two questions from 2007, and a 'Boîte à outils' sidebar on the right containing links for printing, messaging, and document submission. A footer at the bottom contains copyright information and a partnership statement.

Pour s'inscrire sur le site, utiliser le lien suivant :
<http://science-techno-college.net/?page=49>

Прелиминарне напомене

1. Интегрално предавање наука и технологија треба да буде базирано на уравнотеженој расподели материјала, сагласно важећим програмима, из фундаменталних дисциплина: биологије, географије, физике, хемије и технологија. Ови материјали, међутим, нису постављени тако да чине аутономне делове једне целине. Напротив, ученици би требало да стекну кохерентну и интегралну визију наука и технологија. Привилегује се истраживачки приступ подстакнут питањима ученика. Младим адолесцентима, који полазе у пети разред, желимо да покажемо да наука карактерише само њој својствен метод који није проистекао из неког извора. Човечанство је утрошило векове на његово формирање, критику, вредновање, непрекидно проверавање зависно од објекта на који се примењује. Дакле, сасвим природно, пре научних дисциплина постојала је наука.
2. Функција пратећег документа за интегрално предавање наука и технологија у шестом разреду је да предложи логичку шему повезаности секвенци у оквиру овог модула тако да их професори успешније изведу и евентуално допуне. Није предвиђено да се током реализације програма интегралне наставе овај документ даје ученицима. Његова концепција је таква да не може да им буде од помоћи. Супротно, ред секвенци је врло индикативан, али не и обавезан, скуп предложених концепата би могао да послужи као „кичма“ програма, а архитектура истовремено задовољава како научни тако и технолошки аспект.
3. Потпуно је нормално очекивати да, предложена архитектура интегралног научног и технолошког образовања, није у савршеној сагласности са постојећим програмима. Интересантна су, у вези са тим, следећа два запажања :
 - Предлог у вези «енергије» се знанто разликује од досадашњег приступа њене презентације у седмом разреду.
 - Професорима се пружа доста слободе да овај програм модификују и примене користећи своја досадашња искуства.
4. Битно је напоменути да се овако предложени експеримент уклапа у рефлексије и искуства која су присутна скоро свуда у Европи и свету. Ову тврдњу је могуће проверити на интернет сајту у документу под називом „*Предавање наука у школским установама у Европи. Политика и истраживање*“ . www.eurydice.org

Веза овог пројекта са основним знањима и компетенцијама које би ученици требало да стекну кроз савлађивање школских програма

Наводимо неколико размишљања написаних на основу везе овог пројекта и основних знања која се стичу савлађивањем прописаних школских програма...

Посматрање, затим сазнавање и разумевање света природе и феномена, повезивање последица и узрока приступом радозналост и критичког духа, замисаљање а затим и конструкција објашњења кроз резоновање и посматрање, упознавање реалности манипулацијом и експериментисањем, су само неколико елемената из трезора који су

науке дале човеку, а који се учењем преносе деци и адолесцентима. Разумевање омогућује деловање, тако да науке и технике остварују конкретан напредак, развијају мануелне способности, техничке гестове, бригу о сигурности, уз истовремено указивање на обазривост и ризик. Постепено се уводи важно етичко питање, чије разматрање почиње доста рано: да ли је то што радимо исправно или не? Којим критеријумом то утврђујемо? Који одговоран став је погодан имати у односу на живи свет, животно окружење, своје и било чије здравље?

Успостављање кохерентне представе о свету је дуг процес, које дете, а затим и адолесцент морају проћи за једну деценију путем сазнавања и откривања оруђа која је човечанство развијало током векова. Та представа полази од посматрања и експериментисања, оног чулног или оног заснованог на мерењу, затим елаборације концепата, модела, квалитативних а затим и квантитативних, а на крају и метода. Прва, не баш тако лака, аквизиција знања, способности и ставова се остварује артикулацијом на путу идентичним за све, почев од првих разреда основне школе до њеног завршетка. Она захтева спрегу конкретног приступа са апстракцијом, употребу свакодневног са математичким језиком, научног мишљења уз примену техничких вештина, науке са историјом. Експериментисање, посматрање се у свим тим случајевима реализује кроз истраживање, било да је у питању математички проблем или суочавање са светом природе. Свака научна дисциплина, користећи се својим знањима, игра своју сопствену улогу, а да при томе не губи из вида дубоко јединство које је везује са другим дисциплинама, јединство које управо представља јединство самог света, а које конвергенција дисциплина мора да манифестује, посебно са конвергентним темама предложеним професорима.

На крају овог пута а у складу са својим способностима свако може да схвати да је свет природе, који укључује и човека, сазнатљив. Може и разумети да је могуће његово представљање на голбалан и кохерентан начин, као и понашање и деловање на њега с одговарајућим умећем. Развио је способност аутономног, креативног и критичког мишљења.

... а посебно у вези са енергијом :

Енергија се приказује као способност неког система да произведе неки ефект који се опажа кроз могућност трансформације једног облика енергије у други. При томе је потребно имати погодан енергетски резервоар (извор), и користити низ познатих појмова, попут једноставног електричног кола, температуре тела, телесног и мускулаторног кретања, исхране.

Присуство енергије и њене циркулације, као и улоге њеног мерења и несигурности која га карактерише, се најједноставније остварује на примерима анализе функционисања живих организама и њихове потребе за њом, коришћењем електричних кола у бројним свакодневним потребама, термичкој размени, итд.

Битна улога енергије у функционисању друштва захтева њено очување у лако употребљивим облицима, коришћењу познатих јединица мере, као и реда величине. Циркулација енергије и размена информација су у врло тесној вези, економски су међусобно зависне (на пример, систем убризгавања горива код аутомобила, управљање електричном мрежом.).

Принципи истраживачког приступа

Ова табела је преузета из белешке радне групе у оквиру интернационалне колаборације која има за циљ да предложи начин евалуације програма научног образовања заснованог на ис-траживању.

Ученици развијају концепте који им омогућају да самостално схвате научне аспекте света који их окружује захваљујући рефлексiji која их води применом информација које су сакупили логичким и критичким мишљењем. Ово, пак намеће сваком од њих да :

- директно манипулишу на објектима и оруђима и опажају догађаје.
- употребљавају податке који потичу из других извора информација, попут књига, интернета, наставника или научника.
- поставе питања проистекла из њихових истраживања, праве предвиђања, дефинишу и реализују истраживање, решавају проблеме које су покренули, проверавају друге идеје, узимају у обзир нове резултате и постављају нове хипотезе.
- сарађују са другима, размењују идеје, пројекте и закључке, остварују напредак у разумевању захваљујући међусобном дијалогу

Наставник помаже ученицима да развију своје компетенције у истраживању и разумевању научних концепата посредством њихове активности и њиховог резоновања. Све ово подразумева организацију групног рада, навођење на аргументацију, дијалог и дискусију, али и снабдевање неопходним оруђима и изворима информација потребним за директно истраживање и експериментисање.

Ентузијазам са којим се прилази промоцији образовања у школи, заснованог на истраживачком приступу, се оправдава како са теоријског тако и са практичног аспекта. Теоријски аргументи су засновани на циљевима које би требало да оствари образовање у друштву које се налази у сталним брзим променама и увођењу све савременијих технологија. Ученици морају, да би се припремили за будућност, да буду у могућности да разумеју круцијалне научне концепте, а не само да се задовоље упознавањем са неким научним достигнућима. Морају да буду способни да, као грађани света, примене ове концепте на ситуације из свакодневног живота, да поштују потенцијале науке али и њена ограничења, да науче начине примене стечених знања на животне проблеме са којима се суочавају по завршетку школовања. Студија ОЕЦД-а, указује на чињеницу да ученици не могу да очекују да ће им школа дати сва знања потребна у будућем животу. Оно што школа мора да им да су способности и когнитивни приступ који ће успешно примењивати у свакодневном животу. „Ученици морају да буду способни да организују и правилно употребе своја сопствена знања, да уче индивидуално и групно и да науче да решавају проблеме. Све ово подразумева постојање свести о сопственом начину резоновања, стратегији и методу прикупљања података“³

³ OECD (1999) *Евалуација знања и вештина ученика. OECD програм интернационалне евалуације знања ученика (PISA), Paris OECD p.9*

OECD (1999) *Measuring Student Knowledge and Skills. OECD Programme for International Student Assessment (PISA) Paris: OECD p. 9.*

Логичка повезаност основних елемената модула

Од чега је сачињен свет ?

Енергија и енергије

Око овог правца су на кохерентан начин повезане идеје и основни појмови. Он може бити прилагођен у оквиру неког специјалног контекста мноштвом стратегија и модалитета.

	Секвенце	Циљеви	Елементи програма
1	<p>Шта покреће и мења ствари ?</p> <p><i>Енергија, основни приступ</i></p> <p>Оно што се креће и мења остварује се под утицајем енергије</p>	<p>1.1. Шта се креће и мења у нама и око нас ?</p> <p><i>Прво разматрање «Човек и његово окружење»</i></p> <p>Крв, мишићи, намирнице, аутобуси, ветрењаче, сунце, итд.</p> <p>1.2. Шта проузрокује кретање и промене ?</p> <p>Уочити шта их то изазива око нас</p> <p>Прва дефиниција енергије уз учешће ученика</p>	<p>Спортске активности проузрокују промене (срчаног ритма и дисања, температуре тела)</p> <p>Електрична енергија (апарати са и без батерије), аутоматизовани системи</p> <p>Предострожност при употреби неких уређаја у становима (лифтпво, вентилатори, итд.)</p>
2	<p>Које су то животне потребе ?</p> <p><i>Енергије</i></p> <p>Човек има потребу за променљивом и мерљивом количином енергије</p>	<p>1.3. Које активности су неопходне човеку ?</p> <p><i>Идентификовати потребе у енергији</i></p> <p>Биолошке активности, Техничке активности</p> <p>2.2 Мало или много енергије ?</p> <p>Поређење различитих активности</p> <p>Енергија је мерљива</p>	<p>Дисање Исхрана Размена енергије између крви и органа Енергетске потребе тела и његовог окружења</p> <p>Животни услови у функцији места и епохе, достигнути комфор: осветљење, грејање</p>
3	<p>Одакле потиче енергија ?</p> <p><i>Извори и трансформације</i></p>	<p>3.1. Које су нам врсте енергије на располагању ?</p> <p><i>Означавање различитих врста енергије</i></p> <p>Светлосна, електрична, топлотна, хемијска и</p>	<p>Различите врсте извора и њихове трансформације</p> <p>Оксидација хране → енергија за органе</p>

	<p>Постоје различите врсте енергије које могу да се трансформишу једна у другу</p>	<p>енергија кретања (мускулаторно, хидраулично, балистичко, кинетичко)</p> <p>3.2. Које трансформације енергије су могуће ?</p> <p>Идентификовање примера трансформације енергије</p> <p>Енергија може да се трансформише из једне у другу.</p>	<p>Промена стања воде</p>
4	<p>Које су везе са животним окружењем ?</p> <p><i>Штедња енергије</i></p> <p>У животном окружењу је у игри огромна количина енергије. Човек га може угрозити и поред скромне употребе енергије.</p>	<p>4.1. Које опасности, а које користи по човека потичу од природних феномена ?</p> <p><i>Упоредити редове величина енергије и уочити диспропорцију између човека и животног окружења</i></p> <p>Опасности : поплаве, клизање терена</p> <p>Користи : водопади, енергија ветра</p> <p>4.2. Који је утицај човека на животно окружење?</p> <p><i>Идентификовање утицаја прекомерне потрошње енергије на животно окружење.</i></p> <p><i>Предложити стратегију за мању потрошњу</i></p> <p>Обновљиви извори енергије, заштита животне средине</p> <p>4.3. Како проценити ризике и одржати сигурност?</p> <p><i>Показати да интеракције чак и са slabим енергијама (упоредивим</i></p>	<p>Производња и употреба</p> <p>Заштита животне средине, третман отпада, регулација потрошње енергије (аутоматска регулација и централизовано управљање потрошњом), становање (пааметне куће), изолација</p> <p>Обновљив (соларне плоче, ветрењаче) и необновљиви извори енергије.</p> <p>Примерен приступ одрживом развоју.</p> <p>Рециклажа материјала</p> <p>Човеков утицај на животно окружење (угаљ, нафта, обновљиви извори енергије)</p> <p>Дисање и освајање нових животних простора</p> <p>Сигурност, здравствено образовање</p>

		<i>са оним код севаћа) могу да представљају велику опасност на дужи и краћи период</i> Ризици у вези потрошње у домаћинству, гојазност	
5	Евалуација	Верификација остварених циљева	

Текст Ричарда Фајмана⁴

прочитати пре почетка рада на експерименту

Преузето из књиге *Природа физике (La nature de la physique, Point sciences, Seuil 1980)*, одељак *Шта је наука? (Qu'est ce que la science?)*, текст који следи је део предавања које је Фејнман одржао професорима физике.

„У приручнику за 5 разред, већ код прве лекције је направљена грешка јер аутор полази од погрешне идеје при дефиницији науке. Дата је слика механичког пса, једне од играчки која се покреће навијањем опруге, затим се види рука на кључу опруге и пас почиње да се креће. Легенда испод слике је следећа : „Шта покреће пса ?“. Нешто даље се налази друга слика на којој је прави пас, а легенда испод ње је иста : „Шта покреће пса ?“. Затим је дата слика моторбицикла са истом легендом : „Шта покреће моторбицикл ?“

Поверовао сам да је реч о уводу у различите науке : физику, хемију, биологију. Међутим, преварио сам се јер сам у даљем тексту добио сасвим другачији одговор који је гласио : „Енергија је та која покреће пса, моторбицикл, итд.“

Енергија је изузетно суптилан концепт, тешко схватљив. Ово кажем, јер сматрам да је врло тешко на задовољавајући начин разумети идеју енергије да би је могли хотимице употребљавати и из ње коректно изводити дедуктивне закључке. То се не може урадити непосредно, и сигурно превазилази могућности ученика петог разреда. Јер, могло би се исто тако рећи да пса и мотор покреће „Бог“, или „нека духовна сила“ или „тежња за кретањем“. Јер када се говори о енергија онда би се могло рећи да она како може да изазове, тако може и да заустави кретање.

Усвојимо сад један сасвим други аспект виђења који се у овом случају односи само на дефиницију енергије. Нешто што се креће поседује, по дефиницији, извесну енергију. *Значи енергија није та која га покреће.* Нијанса је веома суптилна.

Када се деци поставља питање шта покреће механичког пса онда сигурно треба имати на уму какав одговор се очекује. Јер у овом случају се опруга навија па се одвијањем покрећу точкови преко одговарајућег механизма. Час би требало почети тако да се донесе играчка, демонстрира како се покреће и да се објашњење рада уграђеног механизма. Затим би требало рећи нешто о самој играчки, њеној конструкцији, као и инжињерности оних који

⁴ Ричард Фејнман (Richard Feynman, 1918-1988), амерички физичар, добитник Нобелове награде за физику 1965, изузетан педагог.

су конструисали зупчанике, итд. Све у свему, постављено питање на почетку приручника је добро. Оно што није добро је одговор који представља дефиницију енергије која нас ничему не може научити. Замислите да неко дете каже : „Ја не верујем да енергија покреће пса.“ Нећете моћи са њим да развијете никакву дискусију!

Конечно, завршавам са триком који вам омогућује да сазнате да ли је оно што предајете дефиниција или концепт. Довољно је да ученицима кажете : „Опишите исту ствар својим речима, без употребе нових које сте управо научили.“ На пример : „Реците ми шта знате о кретању пса а да при томе не употребите реч „Енергија“. Ако то нису у стању, онда су научили само дефиницију, а то није наука [...]

Сматрам да је веома лоше ако је допринос прве лекције такав да се на постављено питање може дати одговор само у виду неке тајнствене формуле. Приручник, поменут на почетку овог текста, има још таквих формулација : „Гравитација је та која омогућује падање тела“ или „Ћонови ципела се хабају услед трења“. До хабање кожног ђона долази услед откидања његових делова као последица пријањања неравнина тла за њега. Веома је жалосно, и то није наука, ако се каже да је хабање ђона последица трења.

Мој отац је такође са мном покушавао да разматра проблем енергије. Међутим, само термин енергија је употребио тек пошто ми је навео неку врсту идеје о томе шта тај термин значи. Знам шта му је било потребно да уради да бих ја разумео тај пример. Тога сам постао свестан при разматрању сасвим различитог примера. Рекао ми је : „Пас се креће зато што сунце сија.“ А ја сам на то одговорио : „Сунце са тим нема никакве везе! Пас се креће јер сам ја навио опругу. –Да, али драги мој мали пријатељу, одакле ти моћ да навијеш опругу ? – Па зато што једем – А шта то једеш ? – Не знам ... спанаћ – А шта то омогућује да спанаћ расте ?- Сунце.“

Иста ствар је са псом. А са бензином мотора ? Сунчева енергију прихватају биљке и затим нагомилавају у тлу. Могуће је мултипликовати примере који ће се увек завршити са сунцем. Овако конципиран приручник би био далеко узбудљивији. Све што видим да се креће, креће се зато што сунце сија. Веза између једног и неког другог енергетског извора је на овај начин објашњена али ученици могу наћи ергументе који то оспоравају. Ако они кажу : „Мислим да то није тако зато што сунце сија“, могуће је покренути дискусију. А то све мења. Међутим, на примеру плиме и осеке и ротације Земље сам оповргао очеву тврдњу да се све креће као последица сијања сунца. Мистерија је за мене била решена.

Није могуће на једном примеру дати разлику између (неопходних) дефиниција и саме науке. Оно што замерам овом приручнику је да је већ на првој лекцији дата дефиниција. Сигурно је да је касније неопходно дати дефиницију енергије, али ни уком случају као одговр на тако једноставно питање као што је „Шта омогућује кретање пса ?“ Ученицима би на ово питање требало дати одговор који је у складу са њиховим узрастом : „Отвори и погледај шта има унутра.“