

ПРИСТУП КОНЦЕПТУАЛНЕ ПРОМЕНЕ У НАСТАВИ ФИЗИКЕ

Апстракт *Последњих двадесет година обављено је много истраживања која за предмет имају наставу физике, а усмерена су ка испитивању ученичких мисконцепција и могућности и начина превазилажења тог проблема. Бројност таквих истраживања проистиче из чињенице да су мисконцепције најзначајнији фактор који негативно утиче на ученички академски успех. Може се приметити да се већина истраживања бави приступом концептуалне промене, чији је циљ елиминисати проблем мисконцепција и побољшати учење. Приступ концептуалне промене односи се на примену многих стратегија подучавања које се тичу концепата, принципа и феномена у физици. У овом раду дат је, након објашњења основних одлика приступа концептуалне промене, приказ неких стратегија подучавања и метода које се могу користити у настави физике а које су развијене у оквиру тог приступа.*

Кључне речи: *концепти, мисконцепција, настава физике, приступ концептуалне промене.*

CONCEPTUAL CHANGE APPROACH IN THE TEACHING OF PHYSICS

Abstract *Last twenty years witnessed many researches of the physics teaching practice, aimed at examining the students' misconceptions and the possibilities of surpassing this problem. The large number of these researches originates in the fact that misconceptions are the most important factor of poor academic achievement of students. It is worth noting that the majority of the researches deal with the conceptual changes aimed at eliminating the problem of misconceptions and improve learning. Conceptual change approach involves the application of various teaching strategies related to concepts, principles and phenomena in physics. The paper offers, after the explanation of the main features of the conceptual change approach, the review of some teaching strategies and methods, developed within this approach, which may be helpful for teaching physics.*

Keywords: *concepts, misconceptions, physics teaching, conceptual change approach.*

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Резюме *В течение последних 20 лет были проведены многочисленные исследования о различных проблемах в преподавании физики, направленные на изучение учебных возможностей и заблуждений (мiskonцепции) и путей преодоления этих проблем. Обилие таких исследований связано с тем, что заблуждения в обучении – один из самых важных факторов, который отрицательно влияет на успеваемость учащихся. Следует отметить, что в большинстве исследований рассматривается подход концептуального изменения, который направлен на устранение проблемы недопонимания и на улучшение обучения. Этот подход затрагивает реализацию многих учебных стратегий, таких как концепция, принципы и явления в физике. В данной статье обсуждаются основные характеристики подхода концептуальных изменений и приводится обзор некоторых стратегий обучения и методов, разработанных в рамках этого подхода, которые могут быть использованы в преподавании физики.*

Ключевые слова: *концепция, заблуждение в обучении, преподавание физики, подход концептуальных изменений.*

Увод

У различитим подручјима живота свакодневно се сусрећемо са бројним феноменима из области физике и усвајамо и развијамо опште идеје и схватања тих феномена. Међутим, понекад ти концепти, који су развијени у складу с нашим свакодневним искуством, не одговарају научним чињеницама. Искуство које се не поклапа с научним чињеницама резултира појавом мiskonцепција. Мiskonцепције ометају структурирање стеченог и развијеног знања. Да би се то избегло, потребно је ревидирати усвојене податке и извршити одређене измене података, што се може означити процесом концептуалне промене (Smith et al., 1993).

На полазним основама учења Пијажеа (Piaget) и Цајтгајста (Zeitgeist) приступ концептуалне промене је разрадио Познер (Posner) са сарадницима: Страјком (Strike), Хјусоном (Hewson) и Герцогом (Gertzog) (Posner et al., 1982). Полазећи од Пијажеових принципа асимилације, регулације и противтеже, приступ концептуалне промене је усмерен ка томе да охрабри ученике да уклоне мiskonцепције и да уместо њих усвоје научно знање (Chambers & Andre, 1997; Wang & Andre, 1991). Процесом асимилације ученици упоређују нове концепте са својим старим знањем и додавањем нових информација и значења своје знање реструктурирају. Када је постојеће, развијено знање непотпуно или погрешно, постојеће концепте је потребно преиспитати и редефинисати. Уколико знање не одговара научним концептима, односно када су развијене мiskonцепције, процес

учења се не може успешно одвијати. Приступ концептуалне промене темељи се на следећа четири услова:

- ученик мора бити свестан да је стари концепт неадекватан, да његова схватања нису у складу са реалношћу (незадовољство);
- нови концепт мора бити разумљив (разумљивост);
- нови концепт мора имати смисла за ученика; он мора веровати да је нови концепт истинит (веродостојност);
- нови концепт мора бити користан за ученика, односно ученик треба да буде у могућности да реши сличне проблеме у будућности ослањајући се на нови концепт (плодност) (Posner et al., 1982).

Истраживања су показала да ученици имају мишљење о томе како се ствари догађају и да очекују да су у могућности да предвиде будуће догађаје (Nussbaum & Novak, 2006). С обзиром на то да се мишљење формирано на основу свакодневног искуства тешко и споро мења, потребно је време да се савладају исправни научни појмови (Schmidt, 1997). Заправо, ради се о томе да мисконцепције нису погрешни одговори узроковани неисправношћу или недостатком информација, већ су то информације које су потпуно другачије од научних дефиниција концепата. Ако ученици покушавају да образложе своје концепте који су различити од научних концепата и притом са сигурношћу наводе образложења, онда можемо говорити о ученичким мисконцепцијама. Резултати истраживања показују да су мисконцепције дубоко укорене и да ће вероватно остати у ученичкој когнитивној структури или чак поново испливати на површину након неколико недеља завршеног наставног рада током којег су ученици показали почетно разумевање научних концепата. Зато се може рећи да су мисконцепције критичан проблем у настави и да њихово превладавање има важну улогу за ефективно и трајно учење.

Најзначајнији захтев конструктивистичког приступа учењу и подучавању, на којем почива и приступ концептуалне промене, јесте да наставник треба више да усмерава ученике него да директно подучава. Наставник треба да се позива на учениково развијено знање и искуство, да исправља мисконцепције ако постоје, надокнађује пропуштене информације и омогућава ученицима да, активно учествујући у раду, повезују своје постојеће знање са новим знањем. Наставници могу да користе многе стратегије у намери да идентификују ученичке мисконцепције и да их исправе. У истраживањима која су имала за циљ да преведу ученичке мисконцепције у научно разумевање како би се развиле личне концептуалне шеме веома често се користе текстови који провоцирају концептуалну промену, концептуално мапирање и аналогije (Stavy, 1991). У тексту који следи даје се приказ наведених и других стратегија које се могу користити у оквиру приступа концептуалне промене.

Приступ концептуалне промене – основне одлике

Шта су концепти?

Концепти су умне представе које, у свом најједноставнијем облику, могу бити изражене једном речју, као што су биљка или животиња, смрт или живот, сто или столица, јабука или наранџа (Carey, 2004). Концепти су пакети значења; они обухватају сличности и разлике, узроке или везе међу објектима, догађајима и другим концептима (Novak, 1996). Формирање концепата је интелектуална операција у којој учествују менталне функције памћења, опажања и закључивања, а у којој је водич језик. Означавање ствари и појава речима од есенцијалне је важности при учењу и тај процес зависи од интеракције наставник–ученик, јер ученик не може сам да открије вокабулар који се користи у науци. Ученик формира појам/концепт кроз интеракцију говора и стварног искуства, али не само на спонтан начин, већ и уз помоћ наставника. Концепти могу имати многострука значења и могу се употребљавати у различите сврхе (Kršnik, 2001). Због њихове комплексности, процес усвајања концепата је дуготрајан и никада се не завршава. Наиме, не постоји коначно усвајање концепта, постоји само мењање значења концепата како се усвајају нове релације.

Статус ученичких концепата

Статус ученичких концепата се мења, односно концептуална промена се дешава само онда када ученик одлучи, имплицитно или експлицитно, да су услови за то испуњени. Хјусон и Торли (Hewson & Thorley, 1989) наводе следеће услове:

1. Да ли је концепт разумљив ученику? То јест, да ли ученик познаје његово значење?

2. Да ли је концепт веродостојан за ученика? То јест, да ли ученик верује да је истинит?

3. Да ли је концепт користан за ученика? То јест, да ли концепт доприноси нечему што има вредност за ученика? Да ли упућује на нове могућности, правце и идеје?

Мера у којој концепт испуњава ова три услова назива се статусом концепта. Што више услова концепт испуњава, виши је његов статус. Ако је нови концепт у конфликту са постојећим концептом, не може бити прихваћен све док се статус постојећег концепта не промени и постане нижи. То се догађа само ако ученик који има развијен концепт истовремено има и разлог да буде незадовољан с њим. Ученичка концептуална екологија игра кључну улогу у одређивању статуса концепта јер, између осталог, обезбеђује критеријум по којем ученик одлучује да ли је дати услов задовољен.

Процес концептуалне промене

Пошто нам концепти помажу у интерпретацији искуства, решавању проблема и суочавању с емоционалним потребама, често остајемо привржени усвојеним и развијеним концептима. Преиспитивање постојећих и усвајање нових концепата не треба да се дешава на штету користи које имамо од постојећих концепата. Са стајалишта учења и педагогије, за описивање потребних услова за концептуалне промене корисно је размишљати у категоријама и терминима асимилације, акомодације и неуравнотежености (Posner et al., 1982).

Асимилација је препознавање да се догађај уклапа у постојећи концепт. Овај процес препознавања је такође селективно игнорисање разлика које се сматрају недовољно истакнутим. Асимилација јача постојећа уверења или убеђења. Акомодација је промена у уверењу о томе како свет функционише, тј. промена у концепту која омогућује да догађај буде асимилван а што није било могуће са претходним концептом. Акомодација се може посматрати као такмичење између концепата (Posner et al., 1982). Када год статус нових концепата премашује статус постојећих, догађа се акомодација. Научни, као и свакодневни, концепт не прихвата се одједном у потпуном облику, већ се развија током времена. Постоји кретање напред и натраг у ученичком уму између спонтаних и неспонтаних концепата док се уклапају у систем. Да би се догодила акомодација, ученик мора постати мотивисан за промену, што се постиже уласком у стање когнитивне неуравнотежености. Неуравнотеженост се може јавити када ученичка очекивања нису испуњена, тј. догађај се не уклапа у постојећа ученичка уверења. Неуравнотеженост је концептуална непримереност, а не контрадикција, односно логичка недоследност.

Учвршћивање концептуалне промене

Резултати истраживања концептуалне промене упућују на то да је задатак наставника да дијагностикују (односно упознају се са...) гледишта својих ученика (знање, претконцепције, мiskonцепције, или алтернативне оквире), а затим да изазову когнитивни сукоб како би променили постојеће оквире ученика у научно прихваћене (Hewson & Thorley, 1989). Битно је створити окружење у учионици у којем су ученици слободни да предлажу идеје и онда да их тестирају без забринутости о исправности тих идеја, као и да учествују у расправи која се темељи на аргументацији сопственог и уважавању туђег мишљења. Приступ концептуалне промене подразумева да наставници изводе наставу на такав начин да ученици доживе свет као рационално и разумљиво место (Strike & Posner, 1992). Учење са разумевањем је оно на чему треба темељити наставу, а не пуко меморисање података. Оно што је одлика приступа концептуалне промене је стављање нагласка на везу између концепата, експерименталних доказа и ученичке концептуалне

екологије (O'Loughlin, 1992). Ефективна настава треба да буде усмерена на разумевање, а не на тачне одговоре.

Концептуална промена у учионици

Учење у учионици може се одвијати на најмање три различита начина. У првом случају, ученик можда нема претходног знања или информација о појмовима који се усвајају, мада може имати неко знање о сродним појмовима. У том случају, претходно знање недостаје, а процес учења се састоји од додавања новог знања. У другом случају, ученик може имати тачно претходно знање о појмовима који се усвајају, али је то знање непотпуно. Учење се тада може одвијати као процес „попуњавања празнина“. У трећем случају ученик је можда стицао идеје, или у школи или из свакодневног искуства, које су у конфликту са појмовима који се усвајају. Стицање знања је у овом трећем случају концептуална промена, односно тај процес није додавање новог знања или допуњавање непотпуног знања, већ мењање претходног нетачног знања у тачно знање.

Стратегије и методе подучавања физике на поставкама приступа концептуалне промене

Текстови који провоцирају концептуалне промене

Када ученици први пут почну да уче физику, они већ имају неке информације, потпуно другачије од научних информација, које отежавају ефективну и ефикасну наставу физике. Они верују да их ове информације уче важним стварима о свету. Традиционалним начином извођења наставе није могуће уочити ученичке мисконцепције (Dewey et al., 1992). У томе могу бити од користи текстови који провоцирају концептуалну промену, наглашавају ученичке мисконцепције, разјашњавају разлоге њиховог постојања и објашњавају на убедљивим примерима зашто оне нису довољно добре (Guzzetti et al., 1997). Ти текстови увек почињу с питањем које активира мисконцепцију у ученичкој свести. У следећем кораку мисконцепција се презентира и ученицима се давањем разних доказа показује зашто нису у праву. Сврха је подстаћи ученике да преиспитују своје концепте и да увиде њихову неадекватност. Када то ураде, неопходно је представити им нови сет информација и примера како би у својој свести заменили мисконцепције с исправним концептима. Истраживања су показала да ученици уз помоћ оваквих текстова преиспитују сопствене мисконцепције, схватају да не знају довољно и да замењују мисконцепције с научним концептима.

Концептуалне мапе

Поред поменутих текстова који провоцирају концептуалну промену, и концептуалне мапе су често коришћен алат за смислено учење физике (Czerniak & Haney, 1998; Guastello et al., 2000; Williams, 1998). Концептуалне мапе су цртежи који показују однос између једног концепта и других концепата из исте категорије. Концептуална мапа је дводимензионална шема која илуструје међусобну повезаност између појмова. Концептуалне мапе ослањају се на Новаков (Novak, 1996) приступ. Новак наглашава важност предзнања као могућност да се уче нови појмови и да концептуална мапа никада није довршена јер се наше схватање нечега стално развија. Новак објашњава да обликовање концептуалне мапе може бити и начин вредновања разумевања градива. Концептуалне мапе помажу ученицима да науче концепте на смислен начин, да повежу своје старо знање са новим, да интегришу старе и нове информације и да их уреде у систем знања.

Аналогије за превладавање мисконцепција

Аналогије су један од најчешће коришћених метода за превладавање мисконцепција при подучавању физике. Аналогија се може дефинисати као објашњење непознате појаве помоћу познатог или сличног феномена. У овом случају, познати феномен је описан као извор, док је непознати циљ. Да бисмо дошли до циља, повезујемо се са доступним изворима. Примена аналогичке подразумева да је процес учења, који се одвија корак по корак, ученицима олакшан и смисленији. Наставници физике имају користи од коришћења метода аналогичке (Brown, 1994) јер примена те методе подстиче ученичко активно учествовање у настави, развија ученичку креативност, као и вештине и способности решавања проблема. Све то резултира трајнијим знањем.

*Обучавање наставника за примену приступа
концептуалне промене у настави физике*

Увидом у резултате бројних истраживања ученичких мисконцепција у области физике, наставници могу да упознају основне одлике приступа концептуалне промене и да сагледају предности његове примене (Novak, 1996). Поред тога, наставници могу да сазнају и да ли и у коликој мери долази до напретка у разумевању науке и математичких концепата код ученика уколико се примењује приступ концептуалне промене. Мартенс (Martens) и Крозијер (Crosier) су у свом истраживању утврдили да се, уколико је приступ концептуалне промене „уграђен“ у програме формалног образовања наставника, будућим наставницима може обезбедити педагошко искуство које ће променити њихове концепте о предавању и учењу науке (Martens & Crosier, 1994). У складу са поменутих резултатима истраживања, Хјусон (Hewson) је са сарадницима развио и применио одговарајући

програм образовања будућих наставника на универзитету Висконсин (Hewson et al., 1999).

Јип (Yip) је предложио да би требало да програми за обучавање наставника имају за циљ развој следећих знања, способности и вештина:

- знања о резултатима истраживања ученичких мисконцепција у науци (помаже наставницима да развију свест и разумевање природе и извора ученичких мисконцепција, што је први корак у изради одговарајућих наставних стратегија);
- „знање о“ и способност примене метода за дијагностиковање ученичких мисконцепција (омогућује наставницима праћење проблема које ученици имају у учењу, као и анализу ефеката примењених наставних стратегија);
- вештине осмишљавања и примене стратегија подучавања које „нападају“ ученичке мисконцепције (односно стратегија базираних на конструктивистичком приступу који има за циљ промовисање концептуалних промена и њиховог развоја, попут: коришћења примера и аналогича, когнитивних конфликта, концептуалних мапа, демонстрација и ученичких активности...);
- предметна знања, односно познавање концепата који се у настави усвајају (нпр. понављање одабраних подручја са којим наставници имају концептуалних проблема у циљу „освежавања“ знања и „консолидације“ разумевања одређених концепата) (Yip, 1998).

Закључак

Да би ученици научили концепт с разумевањем, они морају да спроведу когнитивне процесе који изграђују везе између елемената информација садржаних у концепту. Наставници би, вероватно, били успешнији у свом раду уколико би разумели препреке с којима се ученици сусрећу у процесу учења нових концепата, као и када би били упознати са истраживањима о ученичким мисконцепцијама.

Настава усмерена ка концептуалној промени темељи се на поставкама конструктивизма, односно полази од конструктивистичког разумевања процеса учења и подучавања. Конструктивисти разумеју чињеницу да се ученичко концептуално знање развија током времена, и да ће многе мисконцепције природно нестати како ученици стичу и развијају нова знања, али да је за то потребно време. Друга важна напомена коју треба имати на уму тиче се важности језика у развоју концепата. Концепт није у потпуности схваћен све док се не презентује речима. Стога, дијалог између наставника и ученика и између самих ученика игра кључну улогу у учењу и усвајању нових концепата.

Иако активност ученика у настави, нпр. лабораторијске и практичне активности у настави физике, доприносе учењу с разумевањем, активност ученика неће сама по себи повећати ученичко разумевање науке. Неопходно је практичне и лабораторијске активности ученика повезати са теоријским изучавањем науке. Учење са разумевањем подразумева добро дизајниране, и практичне и теоријске, активности које изазивају ученике и наводе их да преиспитују и реконструишу своје личне концепте. Учење науке обухвата увођење у идеје и процедуре научне заједнице и разјашњавање тих идеја и процедура на индивидуалном нивоу (Driver et al., 1994). Разумевање концепата је кључно и требало би да буде у фокусу наставног рада. Дакле, концептуално учење, а не пуко меморисање. Наставници би требало да скрену ученицима пажњу на процес научног сазнања, а не само на његов садржај, јер су ученици који разумеју процес стицања до сазнања боље припремљени за усвајање садржаја тог сазнања (Basili & Sanford, 1991).

Резултати истраживања о приступу концептуалне промене почели су да се користе у наставној пракси, али и даље је приметна разлика између теоријског и истраживачког знања и праксе наставног рада у учионици. Наставници физике још увек нису довољно добро информисани о приступу концептуалне промене и не примењују препоручене стратегије подучавања и наставне методе на поставкама тог приступа (Duit et al., 2008).

Литература

- Basili, P. A. & Sanford, J. P. (1991). Conceptual change strategies and cooperative group work in chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 28, No. 4, 293-304.
- Brown, D. E. (1994). Facilitating conceptual change using analogies and explanatory models. *International Journal of Science Education*, Vol. 16, No. 2, 201-214.
- Carey, S. (2004). Science as education conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, Vol. 21, No. 1, 13-19.
- Chambers, S. K. & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 34, No. 2, 107-123.
- Czerniak, C. M. & Haney, J. J. (1998). The effect of collaborative concept mapping on elementary preservice teachers' anxiety, efficacy, and achievement in physical science. *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 9, No. 4, 303-320.
- Dewey, I., Dykstra, J. R., Boyle, C. F. & Monarch, I. A. (1992). Studying conceptual change in learning physics. *Science Education*, Vol. 76, No. 6, 615-652.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, Vol. 23, No. 4, 5-12.
- Duit, R., Treagust, D. F. & Widodo, A. (2008). Teaching science for conceptual change: theory and practices. In S. Vosniadu (Ed.), *International Handbook on Conceptual Change* (pp.629- 646). New York: Routledge.

- Guastello, E. F., Beasley, T. M. & Sinatra, R. C. (2000). Concept mapping effects on science content comprehension of low-achieving inner-city seventh graders. *Remedial and Special Education*, Vol. 21, No. 6, 356-364.
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A. & Wu, S. M. (1997). Influence of text structure on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 34, No. 7, 701-719.
- Hewson, P. W. & Thorley, N. R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, Vol. 11, No. 5, 541-553.
- Hewson, W. P., Tabachnick, R. B., Zeichner, M. K. & Blomker, B. K. (1999). Educating prospective teachers of biology: introduction and research methods. *Science Education*, Vol. 83, No. 3, 247-273.
- Kršnik, R. (2001). *Metodički priručnik za nastavnike, Fizika 1*. Zagreb: Školska knjiga.
- Martens, M. L. & Crosier, S. (1994). Sharon's Story: The usefulness of conceptual change constructs in promoting student reflection. *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 5, No. 4, 139-145.
- Novak, J. D. (1996). *Concept mapping as a tool for improving science teaching and learning*. In D. F. Treagust, R. Duit & B. J. Fraser (Eds.), *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics* (pp. 32-43). London: Teachers College Press.
- Nussbaum, J. & Novak, J. D. (2006). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, Vol. 60, No. 4, 535-550.
- O'Loughlin, M. (1992). Rethinking science education: beyond Piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 29, No. 8, 791-820.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, Vol. 66, No. 2, 211-227.
- Schmidt, H. J. (1997). Students' misconceptions' looking for a pattern. *Science Education*, Vol. 81, No. 2, 123-135.
- Smith, E. L., Blakeslee, T. D. & Anderson, C. W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, No. 2, 111-126.
- Strike, K. A. & Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice* (pp. 147-176). New York: New York University Press.
- Stavy, R. (1991). Using analogy to overcome about conservation of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 28, No. 4, 305-313.
- Wang, T. & Andre, T. (1991). Conceptual change text versus traditional text application questions versus no questions in learning about electricity. *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 16, No. 1, 103-116.
- Williams, C. G. (1998). Using concept maps to assess conceptual knowledge of function. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 29, No. 4, 414-42.
- Yip, D. Y. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International Journal of Science Education*, Vol. 20, No. 4, 461-477.

Подаци о аутору

Мр Максуда Муратовић је професор физике у Гиманзији у Живиницама и асистент на Природно-математичком факултету Универзитета у Тузли, Босна и Херцеговина.

E-mail: maxymuratovic@hotmail.com