

III. odborná konferencia s medzinárodnou účasťou Quo vadis vzdelávanie k vede a technike na stredných školách 2010

Z TEÓRIE A PRAXE PRO-VEDECKÉHO UČENIA SCHOLA LUDUS

Katarína Teplanová

¹Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského, 842 48 Bratislava,
²SCHOLA LUDUS, 842 48 Bratislava, Slovenská republika,
e-mailová adresa: kteplanova@fmph.uniba.sk

ABSTRAKT.

Cieľom príspevku je upozorniť na silné pôvodné know-how, striktné pro-vedecké a pritom hravé, ktoré možno aplikovať na ľubovoľný predmet učenia sa, učenia, riešenia problému. S tvorivou disciplínou, ktorá žiakom neprekáža. S mentálnymi nástrojmi, technikami, odbornými pojmami, ktoré sú zavádzané tak, aby boli pre žiakov účelné a užitočné aj v budúcnosti. S otvoreným poznávacím priestorom, ktorý je výzvou pre učiteľa aj žiakov. Aplikácia teórie učenia je v príspevku demonštrovaná na prípade vzdelávacej hry SCHOLA LUDUS: Súboj na labilnej táčke.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: učenie k vede, učenie založené na myslení, autentické učenie hrou, konštruktivizmus, alternatívna koncepcia vzdelávania, základná fyzika.

ÚVOD – PREČO (A)J KULTIVOVAŤ PRO-VEDECKÉHO MYSLENIA

Quo vadis vzdelávanie k vede a technike na stredných školách a vôbec na všetkých úrovniach formálneho a neformálneho vzdelávania?

Žijeme v čase novej paradigmy determinovanej najnovšími IT technológiami. Princípálne zmeny sa týkajú všetkých oblastí, aj vzdelávania a vedy - spôsobov myslenia, poznávania, učenia, aj spôsobov, ktorými sa realizuje výskum a komunikujú vedci. Moderné technológie sú fajn, ale ako je to s metakogníciou vedcov a učiteľov?

Veda realizovaná izolovanými vedcami je prekonaná. Ako sa bude v ďalšom vyvíjať veda? Vedci prepojení Internetom predstavujú systém, v ktorom sa prelínajú osobné myšlienkové rámce. Od myšlienkových rámcov vedcov sa odvíjajú budúce mentálne výstupy a mechanizmus vývoja vedy. Bude sa veda vyvíjať ako evolučný systém alebo ako samovyvíjajúci sa komplexný dynamický systém?

Z princípu nemožno predvídať všetky dôsledky informácií, ktoré sa legálne a nelegálne šíria Internetom. Mnohé z nich sú a budú pre jednotlivcov nepochopiteľné, alebo chá-

pané inak ako boli mienené. Ich spracovanie bude závisieť od toho, v akých myšlienkových rámcoch, s akou intuíciou a akými mentálnymi nástrojmi budú vedci operovať.

Ako môže škola, či neformálna inštitúcia vzdelávania v dnešnom prostredí, a s tak otvorenou perspektívou, kultivovať myslenie k vede a technike?

Z TEÓRIE PRO-VEDECKÉHO UČENIA SCHOLA LUDUS

Teória pro-vedeckého učenia SCHOLA LUDUS [1] obsahuje mentálne nástroje na systematický rozvoj vedeckých poznatkov a vedeckého myslenia s využitím hravých vzdelávacích postupov a jednoduchých reálnych a myšlienkových experimentov.

Teória sa opiera o súčasné vedecké myslenie, pre ktoré je typický komplexný prístup vo význame *zložitosti* reálnych procesov a *seriózna tvorivosť*, ktorej výstupom je *novosť a užitočnosť vytvorenej veci*. Teória má svoju terminológiu, axiómy, hlavné stratégie učenia a pod. K základným axiómam patria:

1. postupnosť poznávania:

od nevedomelého poznávania VECI, cez tematizáciu VECI, k uvedomelému poznávaniu VECI;

2. postupnosť objavovania VECI:

od reálnej zložitosti k zjednodušeniu a späť do reálnej zložitosti.

Koncepcia konkrétneho učiva je spravidla postavená ako *cyklus učenia* okolo atraktívneho *klúčového prípadu*. Cyklus učenia reprezentuje základný postup vedeckého poznávania. Klúčový prípad sa vyberá tak, aby vyvolal v mysliach žiakov provokáciu, mentálny konflikt, ako aj chcenie konflikt riešiť. Žiaci sami objavujú problém, problém mapujú a modelujú. Na základe modelov abstrahujú podstatné, všeobecné prejavy, osadzujú si ich do svojich už skôr vybudovaných koncepcií a klúčového prípadu. Následne riešia nový, *vrcholový prípad*, v rámci ktorého si uvedomujú hodnotu nadobudnutých *vedo-*

III. odborná konferencia s medzinárodnou účasťou Quo vadis vzdelávanie k vede a technike na stredných školách 2010

mostí a utvrdzujú si ich ako *operačné poznatky*. Jeden cyklus učenia môže mať aj niekoľko vrcholových prípadov.

VZDELÁVACIA HRA SCHOLA LUDUS: SÚBOJ NA LABILNEJ DOSKE

K aplikácii cyklu učenia sa využívajú, ale nemusia, vzdelávacie hry [2]. Vzdelávacia hra *Súboj na labilnej tácke* [3] bola vyvinutá k učeniu o *ťažisku telesa a otáčavých účinkoch sily* na základnej škole a k tematického okruhu *Sila a pohyb* na strednej škole. Hru možno využiť aj na učenie ďalších významných fyzikálnych pojmov, resp. prehĺbovanie významu už známych pojmov ako sú: *sústava v rovnovážnom stave, momentová veta, matematická páka, tiaž, ťažisko, matematické kyvadlo a trenie*. Realizáciou súboja na labilnej tácke sa rozvíja zmysel pre *zložitý proces, fér hru, pravidlá a stratégie, jednoznačnosť, objektivnosť, význam každého kroku, mieru a citlivosť, fyzikálny determinizmus a náhodu*. Cíbrí sa fyzická zručnosť – cit pre rovnováhu, sústredenosť.

Hru možno zostaviť svojpomocne: Hra pozostáva z klobúčika, tácky, teliesok. Klobúčik je teliesko s vodorovným spodkom a zaobleným vrchom (napr. polovica jablka), na ktoré sa položí tácka a na tácku sa postupne ukladajú telieska. Pred začatím súboja si treba zadefinovať *pravidlá*, ktoré sa zvyčajne na základe skúseností z hry, v priebehu hry precizujú. Hru možno organizovať ako turnaj.

Prezentácia hry „Súboj na labilnej doske“ slúži v tomto príspevku v prvom rade na predstavenie cyklu učenia. Cieľom je ukázať ako sa v rámci cyklu učenia pomocou otázok, experimentovania, definovania, dokazovania a pod. nahrádzajú nevedecké koncepty vedeckými, pričom sa systematicky rozvíja vedecké myslenie.

KEÚČOVÝ PRÍPAD A VRCHOLOVÝ PRÍPAD

Hra „súboj“ pozostáva z teliesok, ktoré protihráči striedavo prikladajú na labilnú tácku. Aby bola tácka labilná, je postavená na guľatom klobúčiku. O čo ide v súboji? -

Ten, komu sa tácka s telieskami zošmykne, prehráva. Herná stratégia hráčov je na prvý pohľad veľmi jednoduchá: Súperovi treba odovzdať tácku čo najvyváženejšiu. - Dobre. A teraz uvažujte individuálnu hru na tácke: Opäť možno prikladať telieska len po jednom. Z teliesok treba postaviť čo najväčšiu, najmohutnejšiu, najzaujímavejšiu konštrukciu. Akú hernú stratégiu stavania si zvolíte teraz? - K úspechu vedie zdanlivo jediná: Telieska treba ukladať tak, aby mala tácka čo najväčší sklon, aby bolo zrejmé, do ktorej oblasti treba položiť nasledujúce teliesko! Učiteľ žiakom herné stratégie neodporúča. Žiaci ich veľmi pravdepodobne objavajú. Základnou otázkou pre učenie je *na akom fyzikálnom princípe je založený predpoklad úspechu*. – V prípade súboja je to rovnováha momentov síl. A v prípade stavania konštrukcie? – Momenty síl v nerovnováhe. Sústava je vyvážená aj statickým trením. Rozdiel je zjavný. Máme stále tú istú fyzikálnu sústavu, čo sa zmenilo? – Fyzikálne zákonitosti sú rovnaké. Zmenili sa len pravidlá hry, spôsob nazerania na *VEC!*

CYKLUS PRO-VEDECKÉHO UČENIA SCHOLA LUDUS KU HRE SÚBOJU NA TÁCKE

K hre je pripravený *SCHOLA LUDUS cyklus učenia* (CU). Cyklus obsahuje šesť základných stupňov učenia, ktorým môže, ale nemusí, predchádzať *AKCIA*. Pozorné sledovanie obsahu jednotlivých úrovní cyklu učenia a prechodov z jednej úrovne na druhú umožňuje vytvoriť si obraz o myšlienkovom vývoji poznávania v rámci pro-vedeckého učenia *SCHOLA LUDUS*.

V ďalšom (O) označuje *ohnisko* myšlienkového procesu. (K) – *koncept* myšlienkového procesu, ktorý sa aplikuje na uchytenie ohniska. (M) sú *myšlienky* rozvíjané v rámci myšlienkového procesu k ohnisku a konceptu. (H) sú *hodnoty*, ktoré vyplývajú z myšlienkového procesu k danému ohnisku a konceptu.

0. stupeň CU - *AKCIA*: Voľná hra – súboje,

III. odborná konferencia s medzinárodnou účasťou Quo vadis vzdelávanie k vede a technike na stredných školách 2010

turnaj zo súbojov. Raz prikladá teliesko jeden hráč, raz druhý. Žiaci získavajú skúsenosti s VECO, VEC *tematizujú*, upravujú si pravidlá hry.

1. stupeň CU - OPISOVANIE: (O) Naratívny opis postupu ťahov a ich účinkov. (K) Popis vývoja hry. (M) Máme priložiť teliesko na labilnú tácku. Pýtame sa: Kam a ako položiť teliesko, aby tácka nespadla? Napäto čakáme výsledok. Pýtame sa: Dobre sme to odhadli? Máme problém: Ako najšikovnejšie hrať, keď aj súper chce vyhrať? Čím je tácka vyvážená lepšie, tým to má súper ťažšie. To je čudné: Tácka nespadne, aj keď neleží na klobúčiku vodorovne!

Tácka je niekedy ako časovaná bomba! (H) *Objavenie kľúčového problému, ktorý „stojí za to riešiť“*: „**Položím teliesko, drží. A po istej chvíli – bác!**“

2. stupeň CU – MAPOVANIE: (O) Mapovanie situácie „časovaná bomba“. (K) Za akých podmienok nastane. (M) Teliesko môžeme položiť kdekoľvek. Ak nechceme, aby tácka spadla: oblasť je obmedzená. Kde sa nachádza? Pred každým priložením telieska inde! Vieme ju presne určiť? Nedá sa. Vieme ju predvídať?! – Pridáme teliesko: Drží, ešte drží, už nedrží. Natáča sa, šmýka sa. Hm. Čomu sa tácka podobá? Dvojramenným váham. Metle na prste. Páke: Parametrov je veľa. Ich vplyv nezistíme, keď začneme s tým, že sa sústava už šmýka. (H) *Objavenie myšlienkového postupu riešenia problému*: Najprv treba pochopiť vyvážený stav, až potom skúmať dôsledky malých odchýlok.

3. stupeň CU – MODELOVANIE: Tácka na klobúčiku je ako metla na prste, dvojramenné váhy na hrote, šikmá tácka na hrote. Skúmanie modelov (Tabuľka 1) graduje k myšlienkovému simulácii reálneho procesu:

Tabuľka 1

Model	Ohnisko	Koncept	Myšlienky	Hodnoty
Metla na prste	poloha ťažiska	rovnováha	Labilný stav.	Ťažisko nad základňou.
Váhy na hrote			Matematická páka: $\sum r_x F = 0$ Ideálny rovnovážny stav.	Spoločné ťažisko nad hrotom. Ťažiská teliesok sú na každej strane od osi otáčania vyvážené.
Šikmá tácka na hrote			Veľa a jedna matematická páka: $\sum r_x F \neq 0$ Idealizovaný nerovnovážny stav.	Spoločné ťažisko nemôže byť nad hrotom! Ak v skutočnosti tácka nespadne, len model páky nestačí!
Šikmá tácka na klobúčiku			Krokový model procesu: $\sum r_x F + \Delta r_x F$ Simulácia reálneho procesu.	Uplatňuje sa trenie na klobúčiku aj na tácke. Poloha ťažiska sa posúva.

III. odborná konferencia s medzinárodnou účasťou
Quo vadis vzdelávanie k vede a technike na stredných školách 2010

Model „Šikmá tácka na klobúčiku“:
(O) Poloha ťažiska. (K) Rovnováha. (M) Zdanlivo vyvážená tácka sa po chvíli zošmykne: Stačí, aby jedno prvé teliesko na tácke prekonalo statické trenie a začalo sa po málo naklonenej tácke pomaly šmykať: Mení sa poloha spoločného ťažiska tácky s telieskami voči opore: Mení sa výsledný otáčavý moment tácky voči opore: Tácka sa natáča, mení sklon: Mení sa veľkosť kontaktnej plošky tácky s klobúčikom: Ploška sa posúva: Zväčšuje sa sklon tácky: Zmenšuje sa účinok tiaže tácky na klobúčik - zmenšuje sa statické trenie medzi táckou a podperou. Telieska sú silnejšie zrýchľované, šmýk je výraznejší. Atď. (Podobne môže proces spustiť nedostatočné trenie medzi táckou a klobúčikom.) (H) **Z hľadiska vyvažovania akoby bola tácka na hrote - styčná ploška tácky s klobúčikom je dostatočne malá, aby sme mohli pri odhadovaní vhodnej polohy telieska aplikovať momentovú vetu $\sum r \times F = 0$. Avšak, z hľadiska trenia je styčná ploška tácky s klobúčikom dostatočne veľká, aby sa mohlo prejaviť trenie!** – Skúste si znázorniť vývojové fázy procesu „náhleho padania“ tácky a teliesok.

4. stupeň CU - ABSTRAHOVANIE	
Uvažovali sme ...	Získali sme...
namiesto reálnej situácie → zjednodušenú	idealizovaný a niekedy aj ideálny stav.
namiesto klobúčika → hrot	(Sťažili sme hru.) Zrušili sme trenie.
namiesto styčnej plošky na klobúčiku → bod	Získali sme jednoznačnú polohu oporného bodu.
namiesto telieska → tiaž a polohu ťažiska	Získali sme možnosť uplatniť momentovú vetu. Získali sme pôsobiská síl. Zjednodušili sme analýzu.
namiesto páky → matematickú páku	Získali sme ideálny stav na pochopenie rovnováhy.
namiesto procesu → stav	Mohli sme skúmať okamžitý stav rovnováhy /nerovnováhy.

5. stupeň CU - OSADZOVANIE	
Uvažovali sme namiesto idealizovanej situácie → reálnu	Hra súboj na labilnej tácke? Viem to hrať, ale či vyhrám?! Overili sme si užitočnosť konceptov ťažisko, momentová veta, matematická páka. Hoci sú odvodené pre ideálne podmienky, a presne vzato platia len v týchto podmienkach, vieme ich s výhodou uplatniť aj v praxi. Povedzte, dal by sa hrať bez nich súboj? A pochopili sme aj to, že bez trenia to (asi v živote) nejde.
Ukázali sme si, v čom je „sila“ použitého postupu: reálna zložitost' → zjednodušenie → reálna zložitost' Išli sme do hry s túžbou zvíťaziť. Pochopili sme, že hra súboj sa z princípu nedá hrať „na doraz“ / istotu. Vieme len odhadnúť, kam položiť teliesko. V tom je hra pekná a nekompromisná.	

6. stupeň CU – ZHODNOCOVANIE.
Ako vrcholový prípad si možno vybrať hru s labilnou táckou, ale s novými pravidlami a /

alebo inými telieskami, táckou, klobúčikom. Alebo celkom iný vrcholový prípad, so zameraním na aplikáciu momentovej vety, či trenia.

III. odborná konferencia s medzinárodnou účasťou Quo vadis vzdelávanie k vede a technike na stredných školách 2010

REALIZÁCIA

Cyklus učenia sa môže realizovať rôznymi formami, ale vždy s uplatnením jednej z troch hlavných SCHOLA LUDUS *stratégií autentického učenia hrou – stratégiou spontánnej hry, usmerňovanej hry alebo veľkej tvorby.*

Školská realizácia prezentovaného cyklu učenia predpokladá aspoň dve vyučovacie hodiny pre prírodovedne a technicky orientovaných žiakov, pričom prvá hodina je určená na hru a jej opisovanie. Pri realizácii sa odporúča uplatniť *tvorivo-objavnú dielňu*, ktorá patrí k hlavným formátom pro-vedeckého učenia SCHOLA LUDUS. Žiaci a učiteľ spolu objavujú VEC. Úlohou učiteľa je vtiahnuť žiakov do svojich myšlienkových pochodov. Učiteľ je pre žiakov *uvedomelým vzorom myslenia.*

Oporou pre učenie je *osnova cyklu učenia*, ktorá sa vždy viaže ku konkrétnemu kľúčovému prípadu. Osnova učenia má napomôcť učiteľovi v príprave a realizácii cyklu učenia, kým pre žiakov predstavuje *formálny výstup z učenia* – cestu poznávania, zhrnutie realizovaných myšlienkových procesov.

Predpokladá sa, že žiaci dostanú dostatočný priestor na vlastné formulovanie formálneho výstupu, ktoré si následne porovnajú s pripravenou osnovou.

Osnovu učenia možno využiť aj ako pomôcku k opakovaniu učiva, aj ako základ testu na samohodnotenie a hodnotenie učenia.



ZÁVER

Ukázat možnosti teórie pro-vedeckého učenia SCHOLA LUDUS nie je dobre možné bez lapidárnej ukážky. Limitovaný priestor príspevku neumožnil rozohrať celý potenciál prezentovaného prípadu. Ale to nebol

ani cieľ. Cieľom bolo upozorniť, že k dispozícii je silné pôvodné know-how, striktné pro-vedecké a pritom hravé, ktoré možno aplikovať na ľubovoľný predmet poznávania. S disciplínou, ktorá žiakom neprekáža. S mentálnymi nástrojmi, technikami, odbornými pojmami, ktoré sú zavádzané tak, aby boli pre žiakov účelné a užitočné aj v budúcnosti. S otvoreným poznávacím priestorom, ktorý je výzvou.

Cyklus učenia SCHOLA LUDUS možno využiť v rámci formálneho aj neformálneho vzdelávania, v budúcnosti aj individuálne cez pripravovaný virtuálny interaktívny portál „SCHOLA LUDUS on line“, a zvlášť pre nadaných žiakov.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. LPP-0395-09. Teória pro-vedeckého učenia bola rozvíjaná v rámci projektu SCHOLA LUDUS, ktorý vznikol v roku 1990 z iniciatívy jej autorky na pôde Matematicko-fyzikálnej fakulty Univerzity Komenského. Neformálne vzdelávacie aktivity projektu realizovala Nadácia SCHOLA LUDUS (1991-2002) a od roku 2003 občianske združenie SCHOLA LUDUS.

Upozornenie: Uvedený postup je originálny. Používanie si vyžaduje súhlas autorky.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. K. Teplanová: *Ako transformovať vzdelávanie: Stratégie a nástroje SCHOLA LUDUS na komplexné a tvorivé poznávanie a učenie*, MPC Bratislava, 2007.
2. V. Haverlíková: *Vzdelávacie hry v školskom vyučovaní fyziky*. In: Aktuálne problémy fyzikálneho vzdelávania v európskom priestore, DIDFYZ 2010. (v tlači)
3. V. Haverlíková: *Stimulácia poznávania fyzikálnou hrou „Súboj na labilnej táčke“*. In: Tvorivý učiteľ fyziky III., Zborník z Národného festivalu fyziky, 2010. (v tlači)