

ŽIACKE KONCEPCIE, ICH TESTOVANIE A VYUŽITIE V KAŽDODENNEJ ŠKOLSKEJ PRAXI

Katarína Teplanová, Viera Biznárová

Oddelenie neformálneho vzdelávania Katedry humanistiky,

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského, Bratislava SR

Predstavuje sa program „SCHOLA LUDUS do škôl“ postavený na komplexnom prístupe k jednoduchým experimentom; konštruktivizme a paralelnej metóde SCHOLA LUDUS, s ambíciou prispieť k zmene výučby fyziky. V rámci programu sa pripravuje multimedialná databanka testov, ktorých súčasťou budú aj žiacke koncepcie. Ukážka overovacej série testov je z okruhu Mechanické vlastnosti kvapalín a plynov.

Pupils' conceptions, their testing and application in everyday school practice

The new SCHOLA LUDUS TO SCHOOLS programme is introduced. The goal of the programme is to contribute to changes in school education in physics. Complex approach to simple experiments, constructivism and the SCHOLA LUDUS parallel methods are adopted. As support a multimedial databank of tests including pupils' conceptions are in development. As an example a set of tests related to mechanics of fluids are shown.

1. Škola SCHOLA LUDUS

Po desaťročných skúsenostiach Projektu SCHOLA LUDUS v oblasti mimoškolského neformálneho vzdelávania sa ťažisko výskumného programu SCHOLA LUDUS presúva do oblasti školského vzdelávania. Vyhlásený bol program *SCHOLA LUDUS do škôl*, ktorého cieľom je napomôcť odstrániť problémy súčasnej školy.

Program vychádza zo skúseností SCHOLA LUDUS získaných pri rozvoji netradičných foriem vzdelávania – interaktívnych výstav, vedeckých divadielok, tvorivých a objavných dielní, žiackych projektov typu „Mysli, urob, ukáž“, študentských Barónov Prášilov a pod. [1] a naďalej počíta s ich rozvojom ako s významnou podpornou zložkou školského vzdelávania, najmä fyziky.

Výstupom výskumu má byť škola orientovaná na žiaka, ktorý aktívne objavuje a učiteľ je „len“ všestranným mediátorom. Vytvára poznávacie prostredie a usmerňuje komunikáciu žiakov s javmi, ktoré sú aktuálnym predmetom objavovania i vzájomnú komunikáciu žiakov o týchto javoch.

Rozpracovaná je metodika poznávania postavená na komplexnom prístupe k jednoduchým experimentom [2], žiackych koncepciách [3], individuálnej konštrukcii poznatkov a kolektívnom konštruktivizme [4] a paralelnej metóde SCHOLA LUDUS [5,6]. Aktívne učenie má byť podporené „testami“.

2. Databanka testov a jej vzťah k školskej fyzike

Samotné testy majú slúžiť ako materiály pre individuálnu prácu žiakov; ako východisko pre experimentovanie a kolektívnu konštrukciu poznatkov. Učiteľ získa *databanku* testov postavených na *základných paralelných prípadoch* – demonštráciách, ktoré budú prezentované formou videosekvencií, obrázkov, náčrtkov, schém a pod. Okrem testov bude databanka obsahovať aj *databázy* s fyzikálnymi analýzami jednotlivých prípadov a predkonceptami a miskoncepciami žiakov spolu s pravdepodobnými príčinami ich vzniku a metodickými poznámkami.

Testy budú usporiadané do *sérií*. Testy z jednej série podporujú pochopenie vždy jedného *klúčového prípadu*. Klúčovým prípadom je atraktívna demonštrácia - reálny a teda z hľadiska

fyziky vždy komplexný proces. Porovnávanie paralelne prezentovaných prípadov napomáha pochopiť rôzne aspekty procesu, ktoré sa v jednotlivých prípadoch uplatňujú v rôznej miere.

Každá séria testov bude patriť do jedného *fyzikálneho okruhu*. Jeden fyzikálny okruh bude obsahovať viacej alternatívnych sérií testov, ktoré si budú žiaci s učiteľom vyberať na základe kľúčového prípadu. Tým bude pre nich vybraný aj vyučovací kontext, v rámci ktorého si budú žiaci predpísaný fyzikálny okruh – fyzikálne pojmy a zákonitosti osvojovať. Ku každému fyzikálnemu okruhu bude k dispozícii *lexikón* priebežne budovaných fyzikálnych pojmov.

3. Príklad série overovacích testov






Databanka sa buduje pomocou overovacích testov. Ich tvorba je jedným z výsledkov doktorandskej práce [2]. Tvorbe predchádzal *prieskum záujmov a fyzikálnych názorov* žiakov ZŠ. Prieskum sa uskutočnil na základe demonštrácií, ktoré predvádzali žiaci v rámci projektu *SCHOLA LUDUS: Mysli, Urob, Ukáž* [7]. Pritom bolo dôležité, že demonštrácie si pripravovali žiaci dobrovoľne a mimo vyučovania. Na základe prieskumu boli vybrané dva prípady pre *orientačný výskum* so žiakmi základných a stredných škôl, ako aj s vysokoškolskými študentmi a učiteľmi. Až na základe spracovania prieskumu a následnej všeobecnej analýzy odpovedí bol z oboch prípadov vybraný *kľúčový prípad* a séria paralelných prípadov pre *overovací test*.

Dielčím výsledkom práce je séria testov k okruhu *Mechanické vlastnosti kvapalín a plynov* a na ich základe získané predkoncepce a miskoncepcie 80 gymnazistov (žiacov 1. - 3. ročníka z dvoch bratislavských gymnázií).

Podporovanými fyzikálnymi pojmami sú tlak, sila a (ne-)rovnováha síl; atmosferický a hydrostatický tlak; štruktúra látok; sily na rozhraní látok a povrchové napätie kvapaliny; stavová rovnica. Podporovanými univerzálnymi pojmami sú najmä podmienky fungovania experimentu; stav systému a nelineárny proces; modelovanie prípadu a limitné prípady.

Podporovanými postupmi sú najmä pozorovanie a porovnávanie reálnych demonštrácií; triedenie faktov a analýza procesov; dedukcia hypotéz a ich overovanie pomocou experimentov, nelineárna indukcia - tvorba nových paralelných prípadov - divergencia problémov; konvergencia k fyzikálnym pojmom a zákonitostiam.

V sérii overovacích testov bol za kľúčový prípad zvolený prevrätý pohár s vodou, na ktorom drží papier. Problém otvára otázka - prekvapenie: *Udrží sa (vôbec) papier...?!* Paralelné prípady z prvého testu (Obr.1) sú výzvou k experimentovaniu: *Bude držať vodu aj gáza? Koľko vody unesie prikrývka? Musí tam byť voda?*

				
pohár s vodou papier	pohár s vodou gáza	navlhčený pohárik plechové viečko	fľaša s vodou papier	fľaša s vodou papier
áno istú dobu nie	áno istú dobu nie	áno istú dobu nie	áno istú dobu nie	áno istú dobu nie

Obr.1
 Základná séria paralelných prípadov:
Čo myslíš, môže držať prikrývka na prevrätenej nádobe s vodou bez toho, aby sme ju držali a tak, aby pritom voda nevytiekla? Svoju odpoveď zdôvodni.

Druhý test obsahuje rovnaké prípady ako prvý so zadaním, že prikrývka v každom prípade iste

nejakú dobu drží. Žiak si môže vybrať, či pritom ide o rovnováhu alebo nerovnováhu síl, resp. niečo iné a výber zdôvodniť. Porovnávanie prípadov má viesť žiaka k úvahám o podmienkach fungovania javu a postupne k pochopeniu mechanizmu procesu.: *Príkryvka nespadne, keď je sila zvonku rovná alebo väčšia ako sila zvnútra. Ak nie je nádoba plná vody, musí vždy nejaké množstvo vody odteciť, aby vznikol podtlak. Koľko vody musí byť na začiatku, aby príkryvka držala? Podstatná je tesniaca vrstva vody, ktorá oddeluje vzduch v nádobe od okolia...*

Základné prípady (Obr.1) sme vyberali tak, aby napovedali o spolupôsobiacich vplyvoch: povrchové napätie (*pohár s gázou*), priľnavosť vody k povrchu príkryvky (*navlhčený pohárik na plechovom viečku*), tiaž príkryvky (*príkryvka z papiera a plechu*); výška vodného stĺpca voči množstvu vzduchu v nádobe (*fľaše*).

Tretí test bol zameraný na schopnosť žiakov pozorovať „detail“ (Obr.2) a schopnosť predstaviť si vývoj javu:



Obr.2 Test zameraný na detail:
Ktorá situácia, resp. situácie znázorňujú pohár s vodou prikrytý papierom po otočení hore dnom? Svoju odpoveď zdôvodni.

Pod obrázkom sú počty žiakov, ktorí označili jednotlivé situácie.

Vzhľadom k tomu, že testy dostali žiaci, ktorí sa učia v škole „klasicky“, bolo nutné do série testov zaradiť aj doplňujúce testy, ktorými sa zisťovala úroveň chápania základných pojmov (Obr.3), aj otázky týkajúce sa skúseností žiakov s danými, či podobnými experimentmi.



Obr.3 Doplňujúci test:
Porovnaj tlak vzduchu v pohári v troch situáciách.

Pri návrhu série testov je dôležitý záver prípadu. Pochopenie prípadu žiakmi by sa malo overiť príkladmi (a podľa možnosti aj ich riešením) so zaujímavým - opäť prekvapivým - záverom: *Až aká veľká môže byť hmotnosť príkryvky, ktorá sa na nádobe udrží?! A ako málo vody stačí na jej udržanie?!*

4. Ukážka z rozboru žiackych koncepcií

Testové otázky sú kombináciou otázok s výberom ponúkanej odpovede a otázok s voľnou tvorbou odpovede. Prvá časť - výber z ponúkaných možností - umožňuje rýchle zorientovanie sa v žiackych odpovediach. Samotný výber bez zdôvodnenia ale nemá z hľadiska žiackych koncepcií výpovednú hodnotu. Až voľné zdôvodnenie výberu umožňuje získať a roztriediť názory žiakov na predkoncepcie (prirodzené názory, ktoré predchádzajú vedeckému náhľadu na problém) a miskoncepce (názory, ktoré sú chybným /medzi-/produktom výučby). Napríklad:

V prípade fľaše takmer plnej vody (Obr.1) sa uplatňoval aj nasledujúci typ žiackej koncepcie: Veľa vody sa v nádobe neudrží, lebo tlak vody na papier je väčší ako tlak vzduchu. Podľa nás, predpokladanými príčinami tejto odpovede sú:

1. Odpoveď je typickou predkoncepciou, je výsledkom každodennej skúsenosti s kvapalinami a tuhými látkami (s látkami v hmatateľnom stave). Žiaci spájajú tlak s „pôsobením váhy“ telesa (s hmotnosťou), takže o „ľahkom“ vzduchu neuvažujú, resp. implicitne predpokladajú, že hmotnosť vzduchu v nádobe je v porovnaní s hmotnosťou vody zanedbateľná.

2. Koncepcia je dôsledkom výučby atmosférického tlaku ako tiaže stĺpca atmosféry na podložku. V uzavretej nádobe je len malý stĺpec vzduchu a teda tlak vzduchu je zanedbateľný. Tento výsledok je možný len preto, že pojem vzduchu sa nespája s predstavou vzduchu ako obrovského súboru molekúl, ktoré sú v neustálom chaotickom pohybe. Učenie utvrdilo predchádzajúcu žiacku predkonceptiu (1), výsledkom je miskoncepcia.

Iná miskoncepcia: „Papier by držal, iba ak by bola nádoba plná vody, bez vzduchu.“ Názor zrejme pochádza zo zaužívaného spôsobu prezentácie kľúčového prípadu. Takýto východiskový stav síce fixuje poznatok - existenciu atmosférického tlaku, ale bráni rozvoju fyzikálnych úvah. Len 2 žiaci odpovedali spôsobom: „Veľa vody v nádobe sa udrží, je tam menej vzduchu a teda (vznikne) väčší podtlak“.

Aj keď pri vyhodnocovaní testov nešlo o hodnotenie úrovne poznatkov a prístupov žiakov, ale o pochopenie koncepcii a preto sa nepracovalo so štatisticky významnými súbormi respondentov, myslíme si, že niektoré skutočnosti nemožno opomenúť: Len celkovo 23 žiakov (29%) použilo aspoň v jednej časti svojej odpovede pojem tlak, resp. podtlak. Iba traja žiaci uvažovali v pojmoch silového pôsobenia („na vodu pôsobí gravitačná sila, takže padne“; „vztlaková sila je väčšia ako gravitačná“; „tlak na papier je väčší než prilnavá sila“). Len jeden žiak vyjadril, že v prípade fľaše s vodou prikrývanej papierom sa jedná o obdobný prípad, ako v prípade pohára s vodou.

Z (Obr.2) vyplýva, že väčšina žiakov intuitívne uvažovala o rovnováhe. Porovnávali „silu, ktorou pôsobí kvapalina“ a „silu pôsobiacu zvonku“, pričom vplyv vzduchu v pohári naďalej neuvažovali. Odpoveď a) korešponduje s predstavou pretlaku kvapaliny; odpoveď c) s predstavou podtlaku vzduchu v pohári. Iba štyria žiaci označili viac možností a uviedli ich časovú následnosť. Základnú príčinu prevládajúceho statického pohľadu vidíme v zle zvolenom vzdelávacom ciele. Žiaci sa pri pokusoch v škole majú sústreďovať najmä na jeden stav, nie na vnímanie procesu. Výučba je sústredená nie na komplexný systém a jeho vývoj, ale spravidla len na nejakú parciálnu vlastnosť alebo (stacionárny) stav.

5. Využívanie a význam navrhovaných testov

Paralelné prípady umožňujú efektívne rozvíjať chápanie fyzikálnych pojmov, fyzikálnych zákonitostí a reálnych podmienok. Žiaci dostávajú možnosť sami definovať problém a predvídať jeho vývoj, odhadovať hodnoty veličín, merať ich a vyhodnocovať. Môžu postaviť matematický model (*stavová rovnica a rovnováha síl po odtečení vody vo valcovej nádobe*) a uvažovať limitné prípady (*výška vodného stĺpca rovná alebo blízka výške nádoby, či blízka nule; hmotnosť prikrývky zanedbateľná, alebo naopak relatívne veľká...*). Aj na tomto prípade možno dobre ukázať, čo možno kedy zanedbať. (*Veľkosť kohéznych síl je síce v porovnaní s ďalšími silami zanedbateľná, ale bez nej by jav nenastal!*) Prípady spolu s riešeniami modelu umožňujú pochopiť, čo znamená nelineárny proces (*voda odteká, objem vzduchu sa zväčšuje, vody znižuje: závislosť odtečenej vody od počiatočnej výšky vodného stĺpca nie je priamka...*). Pochopenie matematických vyjadrení a hľadanie ich analytických, numerických či grafických riešení, podobne ako rozvíjanie technických zručností a interdisciplinárnych vzťahov, či využívanie externých zdrojov informácií, hľadanie aplikácií alebo podobných prípadov v živote, je implicitnou sprievodnou súčasťou problému, nie prvým cieľom výučby. Výber ďalších testov z ponúkanej série bude na rozhodnutí učiteľa a bude závisieť od toho, ktoré iné prípady a testy už žiaci riešili.

Podmienkou efektívneho využitia žiackych odpovedí v triede je, že učiteľ roztriedi odpovede tak, aby sa každý žiak nepriamo našiel v niektorom type odpovede. Každý typ odpovede je braný ako vážny názor, ktorý má svoje gnozeologické korene a treba ho, za aktívnej účasti všetkých žiakov rozobrať.

Testy napomáhajú učiteľovi, aby bol do objavovania zapojený každý žiak a žiaci pri objavovaní nestratili nič; aby poznávanie prípadu prebehlo až do jeho uspokojivého pochopenia. Každý žiak prostredníctvom testov vyjadruje najprv na skúmanú problematiku svoj náhľad. Učiteľom roztriedené odpovede žiakov podľa ich obsahu a prístupu slúžia, podobne ako pri uplatňovaní brainstormingu, ako východisko pre ďalšiu prácu v kolektíve. Žiaci tak dostávajú možnosť hlbšieho kritického zhodnotenia vlastných predstáv.

Databanka testov by mala / mohla slúžiť aj ako východisko – základný, resp. alternatívny materiál pre celoročnú prácu na hodinách fyziky v základných a stredných školách. Predpokladom je, že školské kurikulum bude vymedzovať len schopnosti a zručnosti, ktoré by mal žiak v priebehu školskej výučby získať a fyzikálne okruhy, ktoré by mal v rámci školského vzdelávania zvládnuť [8].

Predpokladom je, že problému sa budú môcť žiaci s učiteľom – mediátorom venovať dovedy, kým mu žiaci uspokojivo neporozumejú. Z toho vyplýva, že počet problémov (kontextov) reprezentovaných kľúčovými prípadmi a sériami testov, ktorý sa má v priebehu školského roka, resp. počas všetkých ročníkov prebrať, nebude pevne stanovený. Záväzné budú len okruhy k fyzikálnym pojmom, z ktorých bude nutné vybrať vždy aspoň jeden prípad.

Zásadou je, aby testy boli pre žiakov prekvapivé, provokačné, motivujúce k experimentovaniu a hlbšiemu poznávaniu. Súbor paralelných demonštrácií je predpokladom k uvedomeniu si univerzálnej platnosti fyzikálnych zákonitostí a rozmanitosti ich prejavov v závislosti od konkrétnych fyzikálnych podmienok. Neoddeliteľným sprievodným produktom (zakomponovaným aj priamo v zadaniach „testových“ otázok) je aktívne osvojovanie si poznávacích metód a praktických zručností žiakmi. Z podstaty paralelnej metódy vyplýva rozvoj dynamického, kritického a tvorivého myslenia.

6. Ďalší postup

Navrhovaná metóda je pôvodná. Rozpracovaná je IKT infraštruktúra databanky testov. Pripravuje sa séria ďalších overovacích testov. Realizácia projektu je ale nad rámec materského pracoviska. Aj týmto príspevkom pozývame k spolupráci.

Zoznam literatúry

- [1] Teplanová K.: ilustrovaný heslár SCHOLA LUDUS Vedecká show. Bratislava: Nadácia SCHOLA LUDUS, 2001-2002. ISBN 80-967966-3-1
- [2] Biznárová V.: Komplexný prístup k jednoduchým experimentom, Doktorandská práca. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK, 2002
- [3] Nachtigall, D.K.: A modern Approach to Physics Teachers' Education. Proceedings from the International Conference on Physics Teachers' Education. Dortmund: Universität Dortmund, 1992
- [4] Piaget, J: The Essential Piaget: an interpretative reference and guid. Northvale: Jason Aronson Inc., 1995
- [5] Teplanová K.: SCHOLA LUDUS paralelná metóda pre učenie, vyučovanie a testovanie. V Zborníku z 9. bratislavskej konferencie učiteľov fyziky Šoltésove dni '02. Bratislava: MCMB, 2002
- [6] Teplanová K.: Comenius SCHOLA LUDUS in the 21th century, in Proceedings of the international seminar Inter-Academia. Bratislava: Comenius University, 2002. ISBN 80-968253-6-4
- [7] Teplanová, K., Biznárová, V.: SCHOLA LUDUS: THINK, DO AND SHOW. Pupils' exhibitions of simple physical demonstrations and pedagogical research. International Conference "Creativity in Physics Education". Budapest: Eotvos Physical Society, 1997
- [8] E. Svoboda: Rámcový vzdelávací program z fyziky v ČR. V zborníku z 13. konferencie DIDFYZ 2002. Nitra: FPV UKF, 2002