

TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. Kedy je hračka vedeckou a kedy môže byť hra efektívna? In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.*

KEDY JE HRAČKA VEDECKOU A KEDY MÔŽE BYŤ HRA EFEKTÍVNA?



RNDr. Katarína Teplanová, PhD.

SCHOLA LUDUS, Bratislava

kteplanova@scholaludus.sk

Anotácia

Príspevok je zameraný na význam a úskalia vedeckej hračky v procese poznávania, učenia a vzdelávania z perspektívy teórie a praxe autentického pro-vedeckého poznávania a metodológie učenia SCHOLA LUDUS. Za premisy učenia sa považujú vedecká hračka ako prostriedok a zároveň myšlienkový nástroj učenia, vedecké myslenie a vedecká komplexita. Vedeckou hračkou sa môže stať ľubovoľný dynamický objekt, ktorý je pre nás natoľko atraktívny, že sa s ním chceme hrať, je tak zaujímavý, že ho chceme spoznať a uchopíme ho podobne ako to robia vedci.

Nóvum príspevku spočíva v paralelnom zavedení „definície klasickej vedeckej hračky“ a „definície vedeckej hračky vedca“ a paralelnom zavedení „obyčajnej hry“ a „vedeckej hry“, z porovnávania ktorých sú odvodené úrovne bádania pre systematické kontinuálne využívanie vedeckej hračky vo vzdelávacom procese.

Zavedené sú tri vývojové štádiá autentického poznávania veci. Odporúčajú sa tri základné stratégie autentického učenia hrou. Hranie sa s klasickou vedeckou hračkou sa považuje za východisko pre učenie fyziky, komplexných dynamických systémov a systematický rozvoj vedeckého myslenia všeobecne.

Predslov

Začiatkom 90-tych rokov malo Slovensko „Projekt SCHOLA LUDUS, škola pre našu spoločnú budúcnosť“ (Teplanová 1992), ktorý patril v rokoch (1993-97) aj k pilotným projektom pre rozvoj vedecko-technologickej gramotnosti UNESCO. Projekt vystihujú tiež pojmy ako otvorené neformálne celoživotné vzdelávanie, transdisciplinárne učenie, pro-vedecké poznávanie, vedecká hračka...

Na existencii projektu SCHOLA LUDUS mala leví podiel aj Ing. Beata Puobišová, ktorá v čase vzniku projektu SCHOLA LUDUS pôsobila na Ministerstve školstva, vedy, mládeže a športu SR a ako jedna z prvých rozpoznala spoločenský potenciál projektu a aj v ďalšom, či už cez občianske združenie Vedecká hračka alebo aj priamo v rámci Projektovej skupiny, a aj s nasadením a nesmiernou obetou vlastnej rodiny, so SCHOLA LUDUS spolupracovala.

S láskavým dovolením organizátorov mám v tomto zborníku dva príspevky, ktoré presahujú rozsah mojich dvoch ústnych príspevkov na konferencii. Oba tieto články sa dajú považovať aj za odkaz do učenia a vzdelávania z výskumno-vývojovej a

experimentálnej práce Projektovej skupiny SCHOLA LUDUS, pôsobiacej v rokoch 1990 až 2011 na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave, ktorá svojím zameraním a prácou do tej miery predbehla svoju dobu, až samostatné pracovisko „**SCHOLA LUDUS – Centrum pre podporu výchovy k vede a rozvoj celoživotného neformálneho vzdelávania**“ bolo parlamentom fakulty, bez akéhokoľvek záujmu o výstupy, aktuálne projekty a dlhodobú koncepciu medzinárodne uznávaného pracoviska, zrušené a bolo to spravené s ironickým odkazom, že ak bude treba, tak si služby SCHOLA LUDUS objednajú.

Tento článok je rozdelený do piatich kapitol:

- I. Klasické vedecké hračky,
- II. SCHOLA LUDUS Vedecká hračka '95,
- III. Vedecká hračka do škôl,
- IV. Moja vedecká hračka,
- V. Z teórie SCHOLA LUDUS pre autentické pro-vedecké učenie (sa) hrou
- VI. Quo vadis vedecká hračka?

Druhý článok (Teplanová 2020) predstavuje nový vzdelávací rámec so širokými možnosťami uplatnenia pre novú paradigmu vzdelávania.

Úvod

Na učenie, ktoré rozvíjala Projektová skupina SCHOLA LUDUS, môžeme nazerať aj ako na učenie postavené na hre s „vedeckými hračkami“. pričom

vedeckou hračkou sa rozumie ľubovoľný dynamický objekt, ktorý je pre nás natoľko atraktívny, že sa s ním chceme hrať a je tak zaujímavý, že ho chceme spoznávať a preto sa s ním hráme podobne ako sa hrajú vedci, keď objavujú a riešia vedecké problémy.

Význam hračky je nemysliteľný bez hrania a hranie je autentický proces, s ktorým sa spája pocit slobody, radosti a samovoľného učenia. Kto sa so svojou hračkou hrá intenzívne, ten vie, čo sa s hračkou dá robiť a stále viac jej rozumie. Postupne získava nad hračkou kontrolu a, v závislosti na aktuálnej úrovni svojho poznania, aj relatívny nadhľad. A čo je z hľadiska poznávania mimoriadne dôležité, hrou získava autentické skúsenosti,

- 1. spontánne a systematicky vymýšľa, skúša, objavuje, uplatňuje,
- 2. preveruje rôzne varianty hry, v zápale hry rozširuje svoje hracie teritórium,

3. je otvorený a vnímavý na zmysluplné podnety a, v rámci nich, aj na vonkajšie usmernenia.

Aj vedci sa hrajú podobne. Podľa kognitívneho vedca Jana Buriana (Burian 2008)

1. pozorujú prirodzené, alebo experimentálne vyvolané deje a zhromažďujú z nich získané údaje,
2. tvoria teórie, z ktorých sa dajú vyvodiť potenciálne vyvrátiteľné predpovede, vzájomne diskutujú, posudzujú, overujú výsledky pozorovaní a teórií a tieto realizované činnosti (pozorovanie, zhromažďovanie a spracovávanie údajov, tvorba teórií a vedecký diskurz) sa stáva pre každého vedca zložkami jeho osobnej skúsenosti.

Skúsenosť obnáša celé spektrum aktuálnych zážitkov a prežívaní a všetky poznávacie procesy ako sú zmyslové vnímanie, pojmové myslenie, pocity a emócie, túžby a zábery a ďalšie (seba)reflexívne procesy (uvedomovanie, zameriavanie sa, udržiavanie pozornosti a pod.) sa premietajú do nášho poznania. (Burian, 2008)

Kvalita poznávania, aj kvalita výsledného poznania závisí od kvality skúsenosti. Kým poznanie je osobné, vedecké poznatky sú oprostené od osobnej skúsenosti (fakty, všeobecne uznávané definície, zákony, princípy, teórie).

Vyššie uvedené tvrdenia predstavujú empirické poznatky, ktoré navzájom korelujú, týkajú sa každého a sú všeobecne známe. Ako ale narába s týmito „samozrejmými poznatkami“ škola?

Ked' sa učíme, tak sa vzdelávame. Platí to (dnes) aj naopak?

Podľa filozofa Liessmanna, autora knihy „Teória nevzdelanosti. Omyly znalostnej spoločnosti.“ (Liessmann 2006), **dnes učenie, neznamená pre učiacich sa skutočné poznávanie, ale len učenie pre učenie, vyprázdnené definície, devalváciu pojmov.**

Podľa dokumentu OECD (2019), jednou z ciest ako rozvíjať viac zmysluplné vzdelávanie pre všetkých, môže byť aj hranie a otázkou a zároveň aj problémom je, ako dostať hračky a hranie do edukácie tak, aby mohli byť plnohodnotne a zmysluplne využité.

Zabudnime na súčasnú školu!

Prvým predpokladom vedeckého poznávania je vedecké myslenie.¹ Vedecké myslenie je pro-aktívne. Ak je dominantný spôsob prezentácie témy pasívny a navyše nemáme žiadne skúsenosti, či vnútornú motiváciu, ku ktorým by sme mohli obsah vzťahovať, darmo obsahuje téma-učivo vedecké fakty, učíme sa pasívne a teda nevedecky.

Ak chceme zmeniť vzdelávanie, musíme zmeniť paradigmu vzdelávania z pasívnej na aktívnu. Na zmenu ale nestačia len v súčasnosti populárne, takzvané aktivizujúce metódy, napríklad (Tomengová, 2012) a nie len bádateľsky orientované učenie vtlesnané do klasického prírodovedného vyučovania (napr. Kireš et al 2016; Ješkova et al, 2016). Zmena sa dá dosiahnuť len vzdelávaním, v ktorom sa „proces učenia sa“ priblíži čo najviac k podmienkam a procesom vedeckého poznávania.

Nie je pravdou, že vzdelávací čas potrebný na autentické pro-vedecké poznávanie jednoducho škola a „vzdelávanie“ nemá. Času by bolo dosť.

A nie je to tak, že nie každý potrebuje „vedecké poznávanie“. Vedecké poznávanie nemusí smerovať k vedeckému vzdelaniu, medzi vedeckým poznávaním a vedeckým vzdelaním je priepastný rozdiel. Vedeckým poznávaním sa rozvíja vedecké myslenie užitočné všeobecne a vedecké poznávanie ide tiež ruka v ruku s rozvíjaním praktických technických zručností. (Teplanová a Biznárová 1996)

Hra je stratégiou pre učenie v každom veku. (Project Zero, Mara Krechevsky)

Hlavným kanálom pre zmenu vzdelávacej paradigmy nemôže byť masové preškolenie učiteľov. Aj učitelia musia nerušene zažiť zázrak zvaný veda a vedecké myslenie! A jednou z ciest môže byť aplikácia teórie a metodológie učenia (sa) autentickým pro-vedeckým poznávaním SCHOLA LUDUS.

Každý má právo dotknúť sa hviezd. (Helga Stadler, Viedenská univerzita)

I. Klasické vedecké hračky

Klasickou vedeckou hračkou sa rozumie ľubovoľný fyzický objekt, vytvorený s vedeckým a technickým vtipom, v ktorom sa dá pomerne jednoducho, opakovane a bezpečne nastaviť a/alebo spustiť a/alebo riadiť proces s navonok výraznými

¹ Myslenie je súčasťou skúsenosti (Burian 2008), ktorá sa naplno rozvíja a uplatňuje vo všetkých štádiách poznávania a odráža sa v prístupe k veci, v jej vnímaní, vyjadrovaní, využívaní. Pri pasívnom poznávaní chýba v skúsenosti učiaceho sa dimenzia vlastného konania a uvažovania. Nadobudnuté poznanie je sploštené, učiaci sa rýchlo stráca súvislosti.

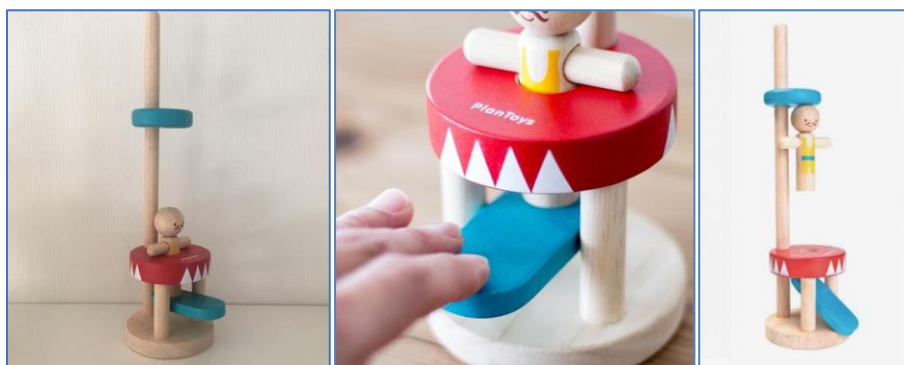
a zaujímavými prejavmi a ktorý nemá spravidla inú funkciu než len ako hračka a ako demonštrácia pre radosť.

I.1 Ktoré hračky sú vedecké?

Na ktorú z nasledujúcich hračiek 1 – 4 stačí aj „sedliacky rozum“ a ktorá si vyžaduje viacej informácií, vedecké poznatky, zručnosti, usmernenie?

Panáčik na odpaľovacej rampe (Obr. 1), panáčik na lanku (Obr. 2), panáčik na rebríku (Obr. 3) a sklenená banka s vrtuľkou (Obr. 4). Pre koho sú (ktoré) hračky? A kedy sú hračky vedecké?

Hračka 1 Aká drevená *hračka* je na sérii obrázkov (Obr. 1)? Je to hračka pre radosť malých detí, alebo je to snáď *vedecká hračka*? Treba deťom vysvetľovať, ako sa panáčik dostane hore? (viac pozri v Dodatku 1)



Obr. 1: Hračka 1

Hračka 2. (Obr. 2) Postav panáčika na hornú priečku a pusti. Ako to, že z priečky na priečku sa opakovane otáča, padá, dopadá, ale niekedy aj na priečke zastane, či z priečky vypadne? (viac pozri v Dodatku 2)



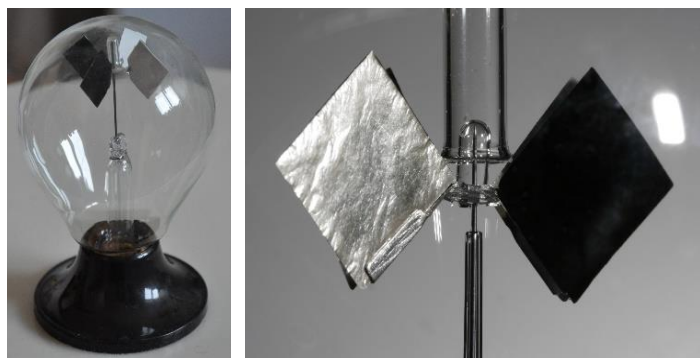
Obr. 2: Hračka

Hračka 3. Kto vysvetlí, ako sa panáčik po lanku vyšplhá hore? (Obr. 3)



Obr. 3: Hračka 3

Hračka 4. Objekt odlišnej kvality. (Obr. 4a, 4b) Ak si poriadne pošúchaš ruky a ruky priložíš nad banku s mlynčekom, mlynček sa rozkrúti. Ak banku postavíš na slnko alebo pod lampu, krúti sa divoko, ak banku zatieniš zastane. Funguje na svetlo? – Ak banku vystrčíš z tepla na chlad, začne sa krútiť opačne!



Obr. 4 Hračka 4. Crookesov mlynček, 4a – celá hračka (zdroj: autorka), 4b – detail (zdroj: WikimediaCommons, Kübelbeck, A., 2007) Fyzikálna hračka, Crookesov mlynček (radiometer), vznikla ako vedľajší produkt výskumu a sám známy vedec jav vysvetľoval mylne, totiž, že ho spôsobuje žiarenie (angl. radiation).

I.2 Vedecká hračka z pohľadu fyziky

Hračky (1 – 4) je možné využiť nielen na bezprostredné hranie, ale aj na s hraním spojené „učenie zákonom fyziky“, na približovanie riadenia komplexných

dynamických systémov, či ako fyzické modely pre rôzne reálne procesy. (pozri Dodatky 1, 2, 3)

K pionierom hrania s vedeckými hračkami patria určite fyzici. Optimizmus, ktorý vane z veršov „medzinárodnej hymny“ účastníkov konferencie GIREP'98² určite presahuje význam vedeckej hračky pre fyziku:

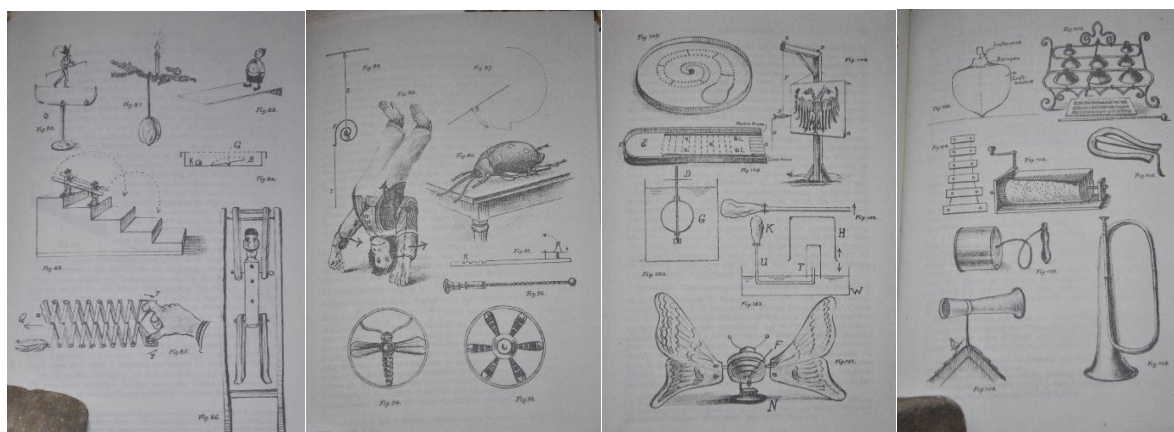
Zvony zvonja, trúby znejú ... fyzika s hračkami bude veľkolepá! Malé hračky, veľké hračky... učiť sa s hračkou je ľahké celý deň ... dosť bolo teórie, viac spravíme s hračkami ... s hračkami nastane vzdelávací boom. ... Experimenty a hračky, to je nový prístup k fyzike... budujeme školu budúcnosti!

Fyzika je krásna veda, ešte krajšia s hračkami, po Girepe v Duisburgu, začne rozvoj na zemi. (GIREP 1998)

I. 2 Hra a hračky vo vyučovaní fyziky

Páter Dussler v úvode k prvému vydaniu svojej knihy *SpielundSpielzeug im Physikunterricht* (Dussler 1933) píše, že kým hre s matematikou je venované množstvo literatúry, hry s fyzikou vo vzdelávacích plánoch chýbajú!

V knihe sú priblížené desiatky mechanických hračiek, ktoré fungujú na rôznych princípoch a ktoré možno uviesť rôznym spôsobom do pohybu (Obr. 5).



Obr. 5: Ukážky hračiek (Dussler 1933)

V druhom, rozšírenom vydaní knihy načrtáva Dussler aj možnosti zhodnotenia fyzikálnych hračiek v procese učenia na vyšších stupňoch vzdelávania. Prvý diel je

² GIREP (Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de la Physique) je medzinárodná organizácia učiteľov, výskumníkov a tvorcov vzdelávacích obsahov založená v r. 1966, ktorá sa zaoberá učením fyziky.

venovaný *metodicko-didaktickému zhodnocovaniu hrania a hračiek vo fyzikálnom vzdelávaní*, druhý praktickým ukážkam.

Podľa Dusslera sa dá využívanie hračiek prispôbiť záujmom a znalostiam učiacich sa. Nad vedeckými hračkami sa dá počítať aj myslieť vedecky či technicky! Hračku možno využiť na fyzikálnu demonštráciu pri vysvetľovaní jednej látky, aj na prepájanie rôznych tém. Hru s hračkou možno prirodzene rozšíriť na experimentovanie so zameraním na konkrétne učivo. Série hračiek sú výbornou pomôckou na hodinách opakovania, pre zhrnutie učiva aj pri skúšaní. A vybranú hračku možno využiť aj ako námet alebo zadanie na tvorbu vlastných hračiek mimo školy i na doma.

Dusslerove myšlienky využívania vedeckých hračiek vo fyzikálnom vzdelávaní majú v Nemecku pokračovateľov. Vedecké hračky sú aj *na hranie*, aj *na fyziku*, aj *na zábavu*. Predstavujú fyziku, nad ktorou sa premýšľa (mitmachen) a podľa ktorej sa robí (nachmachen) (Ucke a Schlichting 2011).

I. 2.1 Potenciál vedeckej hračky z hľadiska fyziky

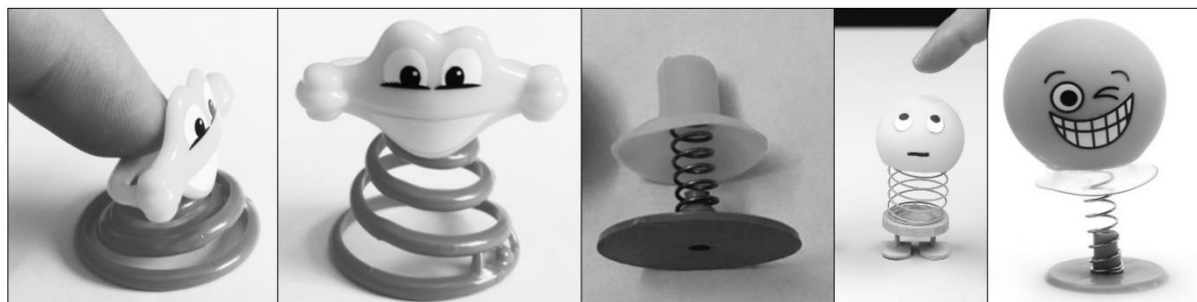
Ucke (2001) charakterizuje vedecké (fyzikálne) hračky takto:

- 1) Sú pomerne lacné.
- 2) Sú zaujímavé a motivujúce pre deti.
- 3) Majú jednoduchú viditeľnú konštrukciu.
- 4) Možno si ich ľahko vyhotoviť.
- 5) Vyvolávajú interdisciplinárne reflexie.
- 6) Umožňujú vykonávať jednoduché experimenty a merania.
- 7) Umožňujú vykonávať aj náročnejšie experimenty. Tvoríť si teoretické modely, procesy simulovať numericky, teoretické priebehy procesov porovnávať s nameranými.
- 8) Umožňujú poznávanie na rôznych úrovniach poznania.

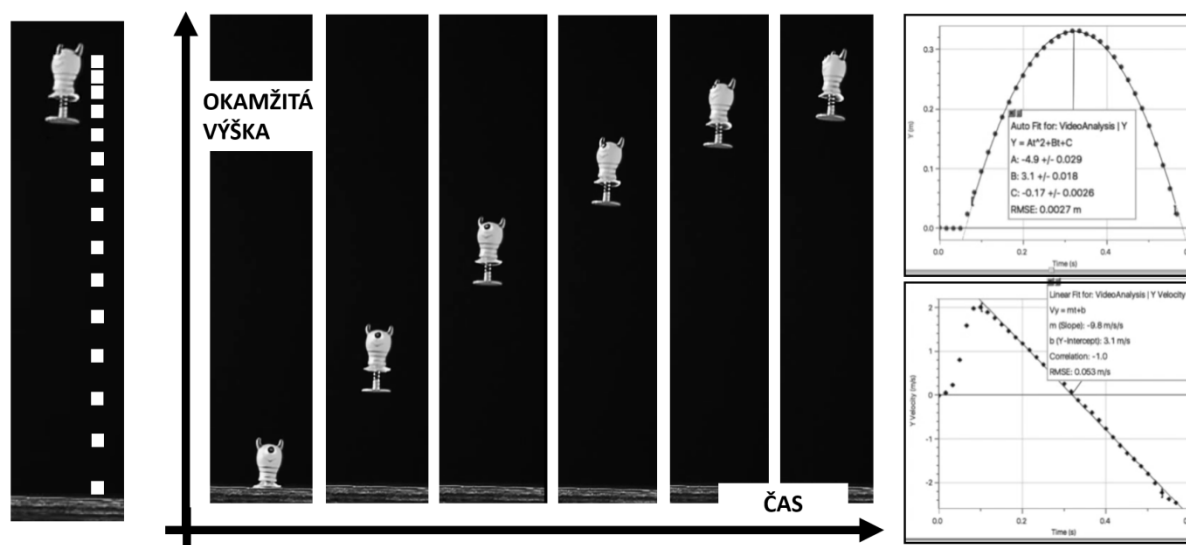
I. 2.2 Vyskakovacia hračka

Potenciál vedeckých hračiek na učenie (1 – 8) ilustroval Ucke (2001) na príklade „vyskakovacej hračky“ (Obr. 6 a, 6b, 6c, 7).

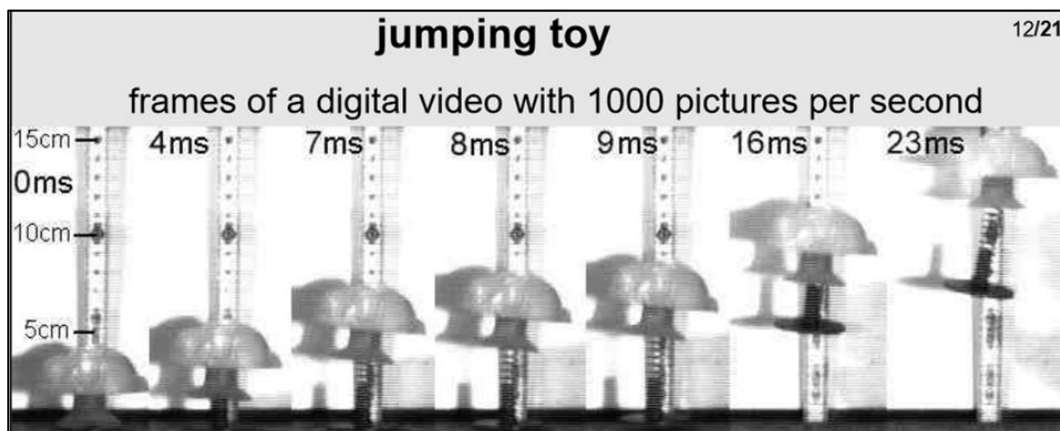
TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. *Kedy je hračka vedeckou a kedy môže byť hra efektívna?* In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.*



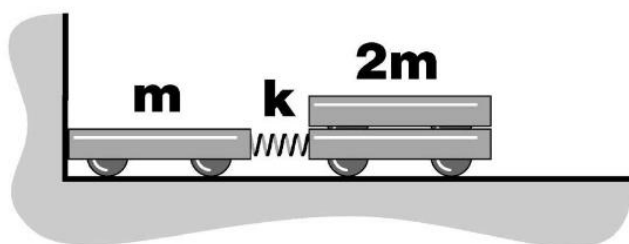
Obr. 6a: Sériu komerčných „vyskakovacích hračiek“ – panáčikov, v strede hračka Christiana Uckeho.



Obr. 6b: Rozfázovaný priebeh výskoku hračky. Postupnosť obrázkov bola vytvorená z vybraných okamihov zo spomaleného videozáznamu *Physics of pop-up spring toy*, dostupnom na <https://youtu.be/6ivUGBPcbQo> (Physics 2015). Horný graf vpravo: okamžité výšky hračky počas výskoku, dolný graf vpravo: okamžité rýchlosti.



Obr. 6c: Sekvencia obrázkov z vysokorýchlostného záznamu (1 000 obrázkov za sekundu). Okamžitý stav hračky pred a počas výskoku v časoch 0, 4, 7, 8, 9, 16, 23 ms od uvoľnenia. Pružinka aj počas výskoku mení svoju dĺžku! (Ucke 2001)



Obr. 7: Horizontálna „vyskakovacia hračka“ – ekvivalent hračky na Obr. 6a podľa teoretického modelu (Dufresne, Gerace a Leonard, 2001)

II. Výstava SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95

V rokoch 1995 – 2011 putovala v SR a ČR interaktívna výstava „SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95“ (Teplanová 1995). Táto výstava bola navonok rozsahom a aj obsahom skromnejšia (Obr. 8a, 8b) než predošlé a budúce výstavy SCHOLA LUDUS, avšak jedine táto mala v názve *hračky* a nie hocijaké, ale vedecké. Išlo skutočne o vedecké hračky?



Obr. 8a: Na výstave SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95 v Budapešti (Zdroj: archív SCHOLA LUDUS)

Na výstavu SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95, podobne ako na ďalšie interaktívne výstavy a programy SCHOLA LUDUS nazerali mnohí aj z radov odborníkov na vzdelávanie ako na „milú“, možno aj vedu popularizujúcu aktivitu. Vzdelávací potenciál výstavy SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95 však ďaleko presahoval tento náhľad.³

Interaktívne výstavy SCHOLA LUDUS všeobecne boli stavané ako vedecko-populárne, vzdelávacie a pre každého. Základom poznávacej metodológie bola hra, objavovanie, paralelná metóda a diskurz. Viacero exponátov spolu predstavovalo tematicky komplementárne objekty. Každý návštevník sa mohol začať hrať s tým objektom, ktorý ho zaujal a kedykoľvek sa mohol k nemu vrátiť. Vyvolané prejavy a nastolené problémy boli spravidla komplexné. Ich porozumenie sa nedalo odbiť priamym jednoznačným tvrdením. V paralelných exponátoch bolo možné rozpoznávať podobné a odlišné prejavy, zákony, princípy. Funkčnosť exponátov a ich prejavov vyvolávala prirodzené otázky. „Objavy“ z rôznych exponátov sa navzájom dopĺňali, prelínali, umocňovali, vylučovali.

³ Výstava SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95 získala striebornú medailu v kategórii Invencie na 44. svetovej výstave invencií, výskumu a priemyselných inovácií BRUSSELS EUREKA'95.

Nad exponátmi sa rozvíjali rôzne formy komunikácie. Voľné diskusie s deťmi, aj usmerňované diskurzy medzi vysokoškolskými študentami, učiteľmi, odborníkmi. Spôsob, akým boli na výstave SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95 jednotlivé hračky a výstava ako celok adresátom ponúkané, skrýval významnú časť z know-how na uchopenie vedeckých hračiek do vzdelávania, ktoré v čase vzniku výstavy ešte nebolo pomenované. Realizácia výstavy SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95 naštartovala rozvoj *teórie a metodológie autentického pro-vedeckého poznávania a učenia SCHOLA LUDUS*.

II. 1 Vedecké hračky ako hracia platforma

Výstava SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95 bola ako celok na prvý pohľad čistou provokáciou. Aké hračky? Aká veda?

Roztočím farebné koliesko a farby sa zmiešajú. No a čo? Hm, ale funguje to ako farboklam (na Obr. 8a).

Že sa koliesko dolu kopcom krúti, to vie predsa každé malé decko! Lenže, kedy ako? Ktoré prepadačky sú lepšie, paličkové alebo plné? (vysoké objekty v strede na Obr. 8b) Nedokonalé jojo! Tak prečo ho neopravia? Aha, natočiť ten motúz presne symetricky pri takej konštrukcii je fakt problém! (Obr. 10a)



Obr. 8b: Hračky z výstavy SCHOLA LUDUS Vedecká hračka '95 (Zdroj: archív SCHOLA LUDUS)

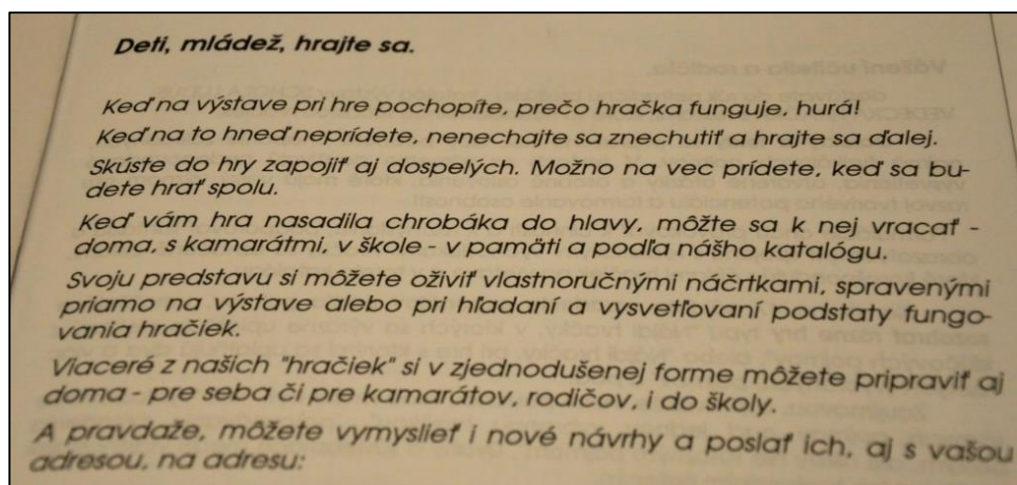
Len štyridsať jednoduchých drevených objektov rozložených vedľa seba na stoloch bez zjavnej praktickej funkcie, ktoré „ožili“ až vtedy, keď sa s nimi niekto hral, nepôsobili na prvý pohľad ako klasické vedecké hračky. Avšak hral sa naozaj každý. A dôvodov bolo určite viacero.

Z príhovoru deťom a mládeži (Obr. 9a) a príhovoru učiteľom a rodičom (Obr. 9b) bolo cítiť neformálny prístup. Jednoduché hračky a k nim len úsporné naratívne texty (Obr. 10a, 10b) umocňovali zvedavosť, pozývali na rukolapné poznávanie, zamyslenie, na realizáciu drobných pokusov. Menný zoznam hračiek s priradenými číslami (Obr. 11 a) a abecedný zoznam pojmov (Obr. 11b) uvedené jedinou spoločnou otázkou „Pri ktorých hračkách sa uplatňujú nasledujúce pojmy?“, provokovali na opakovanie hry s jednotlivými hračkami, dôkladné sledovanie ich prejavov a hre na vyššej kognitívnej úrovni. Ako sa dajú prejavy tej-ktorej hračky vysvetliť? Akými pojmami sa dajú priblížiť?

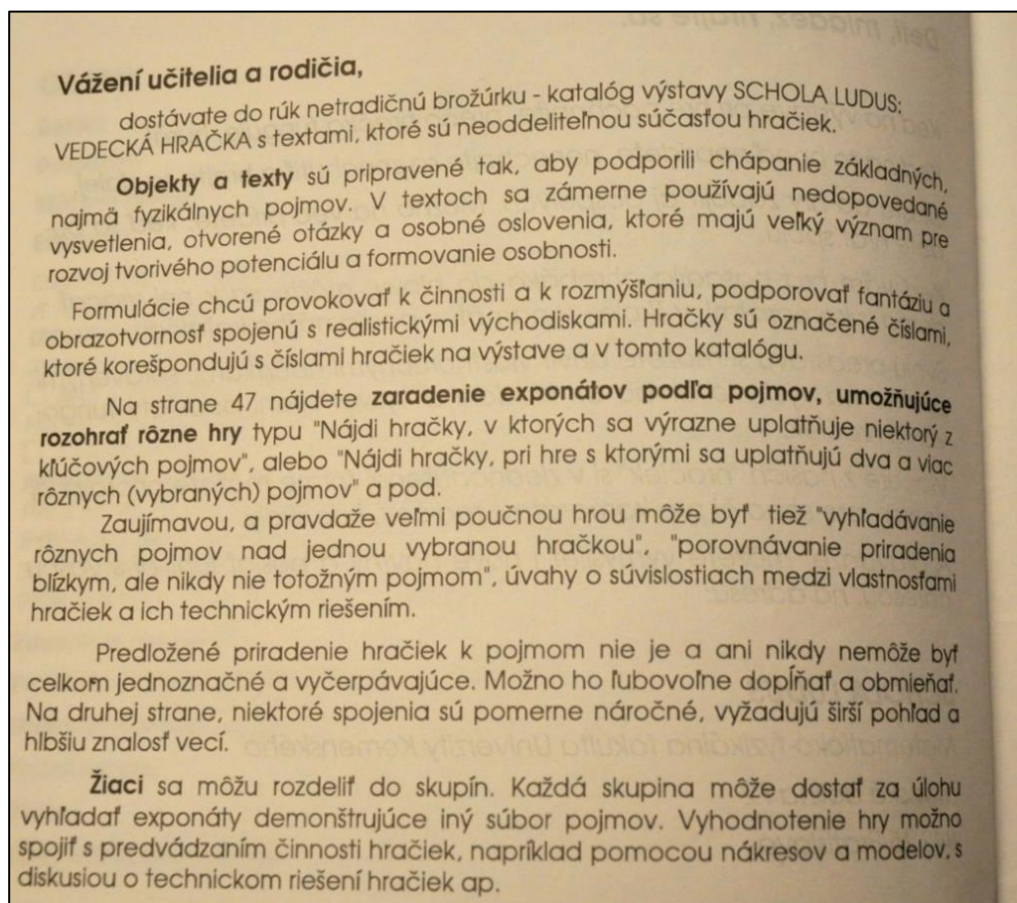
Porozumenie tabuľke „Zaradenie hračiek podľa kľúčových pojmov“ (Obr. 12) vyžadovalo dešifrovať čísla hračiek priradené k pojmu a keď už niekto uvažoval o konkrétnej hračke, tak bola vzápätí namieste otázka: ešte ku ktorým iným pojmom sa dá tá hračka priradiť? A každá odpoveď vyžadovala jasnú predstavu funkcie hračky a jej zdôvodnenie. Potrebné boli pokusy s hračkou, znalosti a aj logické a kritické myslenie.

Platforma výstavy hračiek, jej obsah a výbava podporovali rozvíjanie vedeckého myslenia a základných všeobecných zručností. Z hračiek výstavy sa dali tvoriť série, na ktoré bolo možné nazerať ako na *paralelné prípady* a ktoré bolo možné využiť na učenie základov fyziky a komplexných dynamických systémov. Jednotlivé hračky sa dali uchopiť aj ako *prípady čiernej skrinky* na ďalšie autentické pro-vedecké poznávanie mimo výstavy.

TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. *Kedy je hračka vedeckou a kedy môže byť hra efektívna?* In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.*

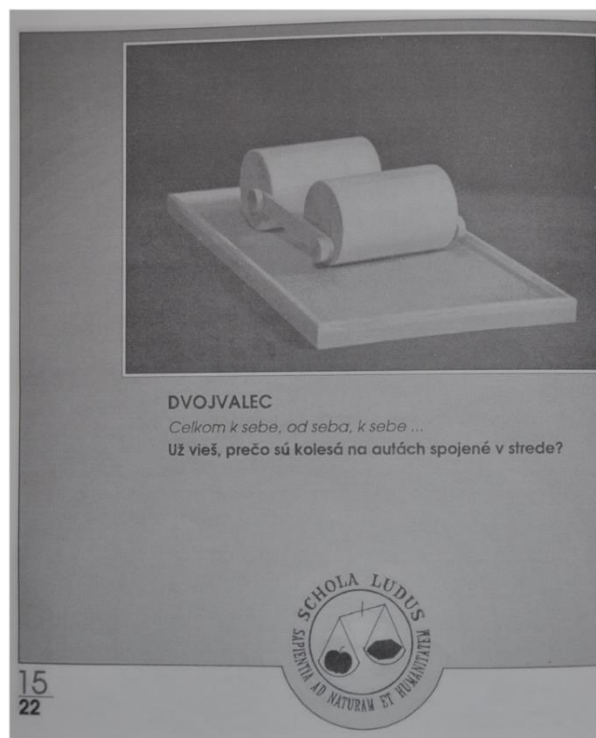
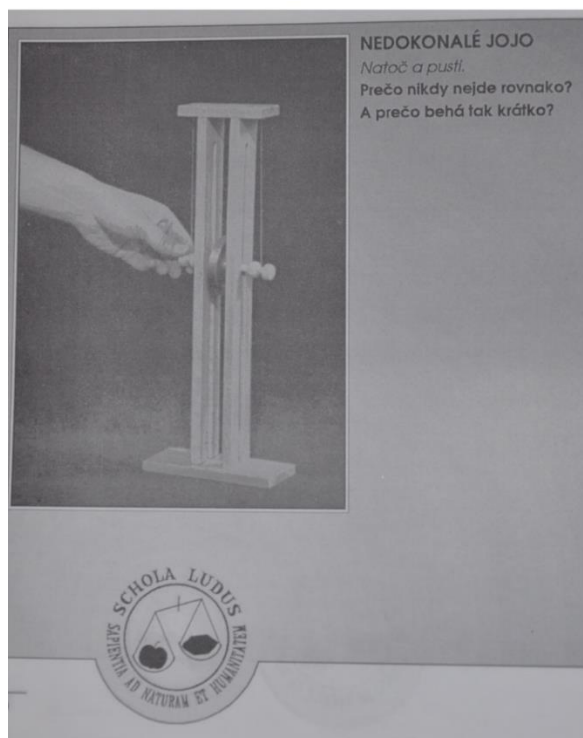


Obr. 9a: Pôvodný príhovor deťom a mládeži k výstave z Katalógu SCHOLA LUDUS Vedecká hračka '95



Obr. 9b: Pôvodný príhovor učiteľom a rodičom z Katalógu k výstave SCHOLA LUDUS Vedecká hračka '95

TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. Kedy je hračka vedeckou a kedy môže byť hra efektívna? In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.*



Obr. 10a, 10b: Ukážky hračiek v Katalógu k výstave SCHOLA LUDUS Vedecká hračka '95. Ku každej hračke bol len jeden obrázok a úsporný naratívny text. NEDOKONALÉ JOJO (strana 9) a DVOJVALEC (strana 15)

II. 2 Kľúčové pojmy k novej paradigme poznávania

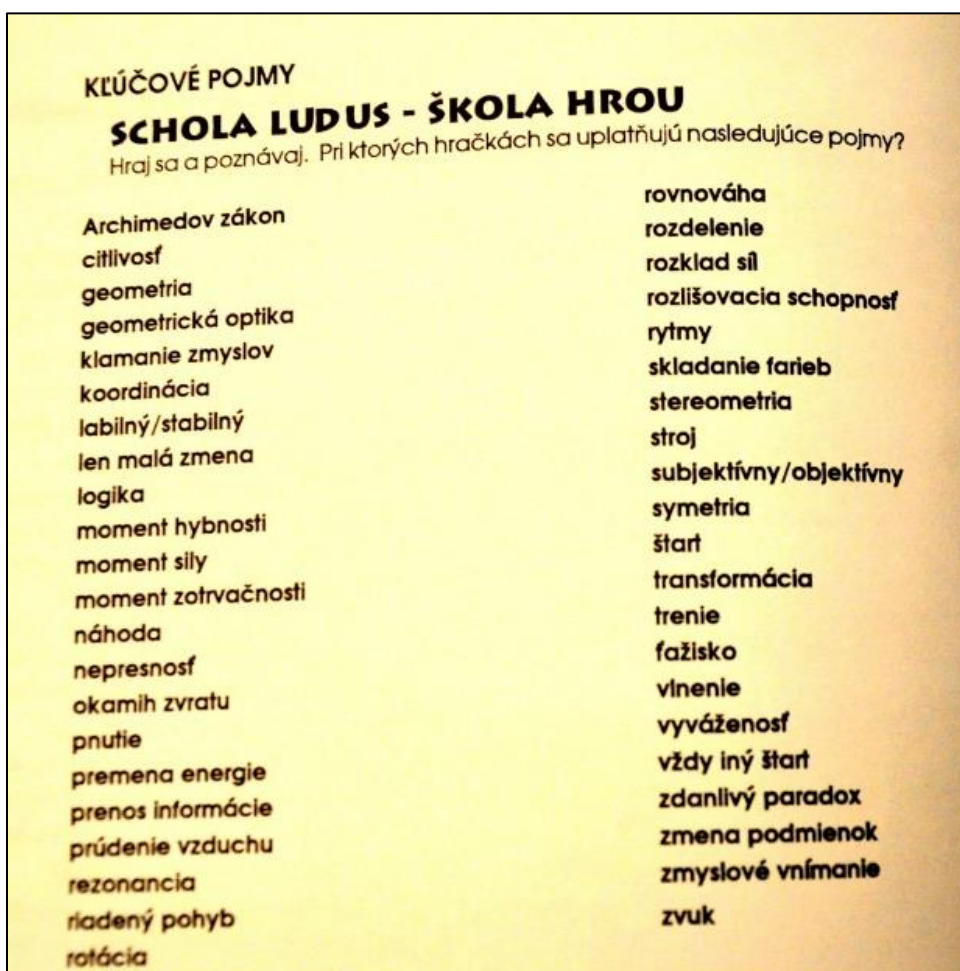
V zozname kľúčových pojmov neboli len pojmy z bežných školských učebníc fyziky (*Archimedov zákon, premena energie, prúdenie, rotácia, rozklad síl, trenie, ťažisko...*) a pojmy z matematiky (*logika, Pytagorova veta, symetria*). V zozname boli aj všeobecné, univerzálne pojmy, ktoré sú podstatné pre naše porozumenie reálnym procesom: *labilný/stabilný, len malá zmena, okamih zvratu, prenos informácie, riadený pohyb, rovnováha, štart, vyváženosť*. Ďalej pojmy, ktoré súvisia s našim vnímaním (*klamanie zmyslov, citlivosť*), schopnosťami a zručnosťami: *nepresnosť, riadený pohyb, rozlišovacia schopnosť, stroj, subjektívny, vždy iný štart*, a pojmy, ktoré súvisia s našimi vyššími kognitívnymi procesmi: *zdanlivý paradox, transformácia, prenos informácie*.

Nehomogénna séria pojmov týkajúcich sa rôznych aspektov a atribútov prezentovaných vedeckých hračiek ani zďaleka nepredstavovala vyčerpávajúci zoznam možných konceptov. Ale o to pri tejto hre nešlo. Cieľom bola stimulácia smerom k vnímaniu mnohosti aspektov a atribútov reálnych systémov v ich prirodzenej zložitosti. Tak, aby hráči počas svojej hry hľadali, uvedomovali si a pomenovávali nielen typické prejavy hračiek (napr. prúdenie), ale aj konkrétne podmienky systému, za ktorých k tým-ktorým konkrétnym prejavom dochádza (napr. vyváženosť), aj obmedzenia konkrétnych riešení systémov (napr. citlivosť), okamžité stavy systému (napr. labilný), závažné momenty vo vývoji procesov (napr. okamih zvratu), zaujímavé riešenia alebo sprievodné prejavy (napr. prenos informácie) a pod. **Pohľad na svet a veci okolo nás ako na komplexné dynamické systémy predstavuje premisu pro-vedeckého učenia SCHOLA LUDUS.**

TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. *Kedy je hračka vedeckou a kedy môže byť hra efektívna?* In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.*



Obr. 11a: Menný zoznam hračiek s priradenými číslami z Katalógu k výstave SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95.



Obr. 11b: Abecedný zoznam kľúčových pojmov z Katalógu k výstave SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95.

II.3 Paralelná metóda

Niektoré texty k hračkám priamo odporúčali porovnanie hračky s inou hračkou, pričom podobnosť alebo odlišnosť sa mohla týkať konštrukcie hračky, prejavu, prístupu, interpretácie.

Tabuľka „Zaradenie hračiek podľa kľúčových pojmov“ (Obr. 12) podporovala nazeranie na jednotlivé hračky ako na **paralelné prípady**, v ktorých má dobrý význam hľadať navzájom podobné a odlišné prejavy.

- (a) Jednotlivé hračky demonštrovali spravidla nie jeden, ale viacero pojmov / aspektov / prístupov / zákonitostí.

Paralelné pojmy k jednej hračke ponúkajú komplexnejší pohľad na reálne systémy a s nimi súvisiace problémy.

- (b) Jeden kľúčový pojem (vedecký poznatok, prístup a pod.) sa uplatňoval vo viacerých, navonok rozličných hračkách/reálnych objektoch.

Paralelné hračky k jednému pojmu ponúkajú pohľad na univerzálny význam vedeckých pojmov a vedeckého poznania.

Priradovanie pojmov a hračiek spadá pod paralelnú metódu, pričom nemusí ísť len o triviálne vonkajšie podobnosti.

Medzi prínosy paralelnej metódy patrí aj to, že **medzi mnohými paralelnými prípadmi sa dá vyberať**. Na výstave SCHOLA LUDUS Vedecká hračka '95 si naozaj každý mohol vyberať tie hračky, ktoré ho na hranie oslovili ako prvé a potom (podľa nich) ďalšie a ďalšie. Prípadne sa mohol hrať len s jednou, ktorá ho najviac zaujala. Aj sloboda výberu predstavuje aspekt paralelnej metódy.

II. 4 Myšlienkové nástroje

Myšlienkové nástroje predstavujú univerzálne prístupy a metódy, ktoré si možno osvojiť a cielene k nim rozvíjať zručnosti potrebné na efektívne využívanie v procese poznávania. Každý myšlienkový nástroj má svoje špecifické funkcie a oblasti nasadzovania a pod ich názvami je skrytý imperatív na otvorený dynamický proces.

II. .4.1 PMZ a DPNO

Proces hľadania súvislostí medzi hračkami a pojmami vyžadoval triedenie. Skôr než dať odpoveď, bolo sa treba s hračkou pohrať a nad hračkou zamyslieť! Vylúčiť pojmy, ktoré nesedia.

- *Ktoré pojmy sa týkajú konkrétnej hračky?*
- *Ktoré pojmy sa určite konkrétnej hračky netýkajú?*
- *Ktoré pojmy sa konkrétnej hračky môžu týkať?*

Trojhodnotové triedenie vecí predstavuje v teórii učenia SCHOLA LUDUS funkciu myšlienkového nástroja PMZ: Plus. Mínus. Zaujímavé.

Ani nasadzovanie PMZ nebolo triviálne. Pri každej hračke a každom pojme bolo potrebné opakovane si ujasňovať funkciu a prejavy hračky a významy pojmov. Skôr než čisté hádanie, návštevníci uplatňovali pri svojich rozhodnutiach

- *intuitívne myslenie*, tvorili si vlastné dojmy (D),
- *generatívne myslenie*, tvorili si postrehy (P),
- *tvorivé myslenie*, tvorili si názory (N),
- *kritické myslenie*, tvorili si otázky (O).

Produkty štyroch odlišných spôsobov myslenia predstavujú v teórii učenia SCHOLA LUDUS jeden myšlienkový nástroj DPNO: Dojmy, Postrehy, Názory, Otázky. Ich formulovaním a ukladaním do rozdelených zoznamov vzniká nová platforma hrania. Čím viac myšlienok DPNO, tým je myslenie komplexnejšie, tvorivejšie, kritickejšie a hra zaujímavejšia.

DPNO spravidla tvoríme k „veci“ - k skutočnosti, k procesu, resp javu, ku ktorému dochádza v sledovanom systéme a ktorá nás niečím zaujala. Cieľom hry s DPNO môže byť stanovenie ohnísk, ktoré využijeme na druhé kolo tvorby DPNO so zúženým zameraním, alebo ako ohniská k tvorbe hypotéz. (Teplanová 2020)

ZARADENIE HRAČIEK PODĽA KLÚČOVÝCH POJMOV														
Archimedov zákon :	16	26												
citlivosť:	3	4	11	12	16	19								
geometria:	1	2	5	6	7	9	10	11	12	13				
	15	16	18	19	20	21	22	23	24	25				
	27	28	29	31	33	35	36	37	39	40				
geometrická optika:	25	27	32	33	35	36	37							
klamanie zmyslov:	3	4	10	25	30	31	33							
koordinácia:	3	4	11	12	13	18	20	30	32					
labilný/stabilný:	2	6	10	17	19	20	21	22						
len malá zmena:	1	2	5	9	11	16	17	18	19	22				
	28	29	32	34	38									
logika:	5	6	7	14	15	23	28	29	37	39				
moment hybnosti:	8	10	18	20	21	24								
moment sily:	2	8	10	15	16	17	18	19	20	22				
	24	34	38											
moment zotrvačnosti:	8	9	10	18	19	20	21	24	28	29				
	34	38												
náhoda:	9	16	17	20	22	24	26							
nepresnosť:	11	18	22	23	28	29								
okamih zvratu:	1	2	5	9	14	15	16	19	21	22				
	24	28	29											
pnutie:	12	13	18	28	34	40								
premena energie:	1	2	5	6	7	9	10	11	13	18				
	22	23	24	28	29	34								
prenos informácie:	2	12	17	18	23	24	27	35						
prúdenie:	12	17	26											
rezonancia:	11	12	13											
riadený pohyb:	1	2	9	14	15	18	22	23	28	29				
rotácia:	1	2	8	9	15	17	18	20	21	22				
	24	28	29	38										

Obr. 12: Časť z tabuľky ZARADENIE HRAČIEK PODĽA KLÚČOVÝCH POJMOV z Katalógu k výstave SCHOLA LUDUS Vedecká hračka '95. Keďže klúčových pojmov ku každej hračke bolo viacero, čísla v tabuľke sa opakovali.

II. 4.2 Vedecká hračka ako myšlienkový nástroj

Vedecké hračky z Výstavy SCHOLA LUDUS Vedecká hračka '95 sa vďaka jedinej otázke „Pri ktorých hračkách sa uplatňujú nasledujúce pojmy?“ a jednoduchej výbave (Obr. 9 – 12) zmenili na imperatív. „Preskúmaj hračku, predstav si fungovanie hračky, zväž čo sa s hračkou deje počas interakcie, vysvetli, prirad – systematizuj...“ Vedecká hračka získala novú univerzálnu dimenzu. Stal sa z nej myšlienkový nástroj, ktorý vyjadroval imperatív „hraj sa so mňou vedecky“. Návštevníci, ktorí sa na výstave hrali, si mohli z výstavy odnieť nielen spomienky na hranie a predstavy o fungovaní jednotlivých objektov, ale aj, a možno najmä, myšlienkový nástroj „vedecká hračka“. Nástroj na „vedeckú hru“, ktorý je možné aplikovať na poznávanie ľubovoľného objektu v ktorom beží alebo v ktorom spustíme nejaký proces a chceme porozumieť, prečo sa proces vyvíja práve tak, ako pozorujeme.

Nestačí len mať klasickú vedeckú hračku a nejako „obyčajne“ sa s ňou hrať.

S hračkou sa treba aj hrať vedecky, podobne ako to robia vedci.

A ak sa naučíme efektívne aplikovať myšlienkový nástroj vedecká hračka na klasické vedecké hračky, sme na dobrej ceste naučiť sa uchopovať ľubovoľné objekty ako vedecké hračky!

- Poznámka 1. *Myšlienkové nástroje SCHOLA LUDUS* sú univerzálne dynamické nástroje, ktoré používame pri myslení zameranom na dosiahnutie nového poznania.
- Poznámka 2. **Všetky myšlienkové nástroje obsahujú skrytú provokáciu a imperatív: rob so mnou tak, aby sa naplnil môj význam!**
- Poznámka 3. Vedomé používanie myšlienkových nástrojov súvisí s rozvojom osobnej *metakognície*. Môže byť viac či menej efektívne(!), záleží na učiteľovi.
- Poznámka 4. Rozvoj zručností potrebných na efektívne využívanie myšlienkových nástrojov až do úrovne zvyku môže byť jedným z dlhodobých cieľov učenia.

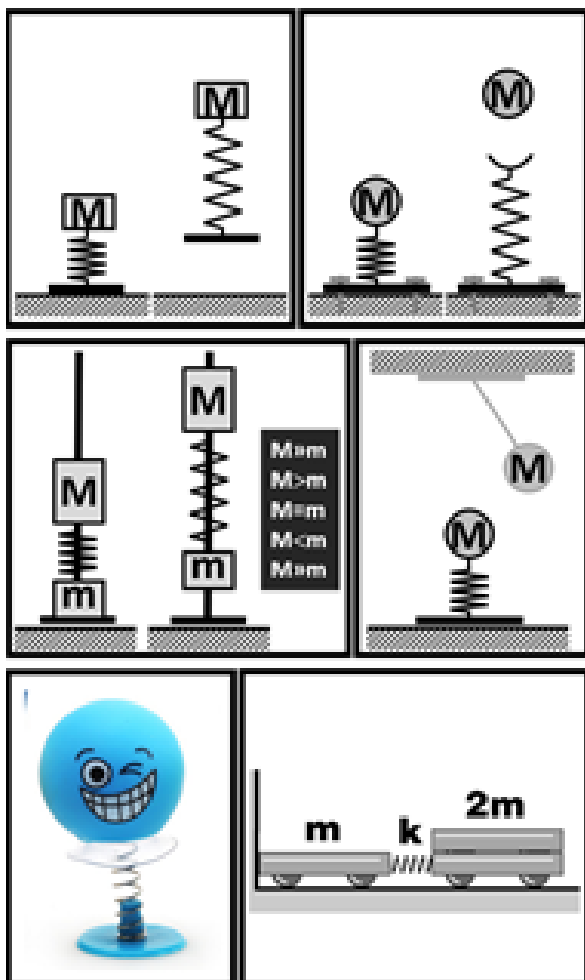
III. Vedecké hračky do škôl

III. 1 Jednoduchosť, funkčnosť, vtip

Klasické vedecké hračky sú na pohľad spravidla jednoduché „objekty na hranie do ruky“, ktoré boli vytvorené s dávkou poznania, vtipu a tvorivosti, na základe znalostí istých prírodných zákonitostí a/alebo technických riešení, pričom sú ich prejavy niečím prekvapivé a provokujú k rozmyšľaniu.

Na rozdiel od klasických učebných pomôcok, ktoré sú spravidla zamerané na priblíženie jedného vybraného javu, je v prípade klasických hračiek pridanou hodnotou „vedecký vtip“ zakódovaný v konštrukcii a prevedení hračky, ktorým tvorca hračky tvorivo pretransformoval svoje poznanie do konštrukcie hračky a ten, kto sa

s hračkou hrá, tento vtíp prijíma ako súčasť nadobúdaného poznania a svojich zručností.



Obr. 13: Vedecký vtíp „Vyskakovacia hračka“ (Teplanová 2020)

III. 2 Prednosti a úskalia klasickej vedeckej hračky

Jednoduchosť a funkčnosť klasickej vedeckej hračky umožňuje s ľahkosťou hrania, nesprostredkovane a autenticky nadobúdať funkčné poznatky. Spoznávať jednoduché a vtípné technické riešenia. Inšpirovať sa na tvorbu podobných vlastných hračiek a realizáciu vlastných experimentov.

Na jednej strane, sú to práve jednoduchosť a vtípnosť konštrukcie klasickej vedeckej hračky, ktoré umožňujú pomerne jednoducho a jednoznačne odhaliť a popísať princípy a podmienky fungovania hračky prístupným spôsobom a tak, že nie sú v rozpore s aktuálnym vedeckým poznaním.

Na druhej strane, sú to práve jednoduchosť a funkčnosť klasických mechanických vedeckých hračiek, ktoré zvädzajú k nekorektne zjednodušenému vysvetľovaniu ich fungovania,

- k hrubej, lineárnej interpretácii „príčina-následok“,
- k prehliadaniu komplexnej povahy procesu, ktorý je vlastný každému reálnemu systému v pohybe,
- k nekritickému prijímaniu mylných predstáv a mylných konceptov, ktoré predstavujú bariéru pre ďalšie pro-vedecké poznávanie,
- k utvrdzovaniu mechanistického pohľadu na svet,
- k uspokojovaniu sa s takýmito tiež-vedomosťami, čo vedie k zníženej vlastnej kritičnosti a sebareflexii.

Z tohto pohľadu vedecká hračka má nielen pozitívny, ale aj silný negatívny potenciál, ktorý môže zľahčovať a umocňovať choré školské vzdelávanie, ktoré takto charakterizujú (Bybee, Powell a Trowbridge 2008):

- používanie vedeckých pojmov na nesprávnom mieste (týka sa všetkého, označovania tém, problémov, otázok, informácií, poznania a chápania),
- mylné predstavy o vedeckých pojmoch a procesoch,
- neadekvátne a nepresné vysvetľovanie vedeckých javov,
- vysvetľovanie vedeckých princípov naivným spôsobom.

Otázkou, ktorou sa dlhodobo zaoberala aj Projektová skupina SCHOLA LUDUS, teda je, ako využívať prednosti vedeckej hračky a minimalizovať vyššie spomínané riziká.

Sprievodcom k vedeckej hračke môže byť edukátor, ktorý má vžitú vedecké myslenie a vedecky korektne rozumie konkrétnej hračke. Alebo môže byť sprievodca nepriamy, vo formáte, ktorý provokuje k hre s hračkou, k bádaniu a k premýšľaniu, smerom k vlastným vedeckým objavom a vedecky korektným poznatkom. Alebo, v prípade otvorených vedeckých problémov si môžu robiť sprievodcu „vedci“ sami a navzájom.

III. 3 Vzdelávacie moduly SCHOLA LUDUS

Výstava SCHOLA LUDUS Vedecká hračka '95 bola typu „z každého rožka troška“. Nasledovali putovné interaktívne výstavy s ucelenými vzdelávacími koncepciami a bolo jasné, že len pohranie sa na výstave, hoci s opakovanými návštevami, na skutočné využitie vedeckých hračiek na vzdelávanie nestačia.

K výstavám s „vedeckými hračkami“ pribudli tematické ucelené vzdelávacie moduly SCHOLA LUDUS realizované priamo v školách v trvaní jeden-dva týždne podľa veľkosti základnej a strednej školy a pre jeden kolektív žiakov jeden vyučovací deň, s jasne vymedzenými kľúčovými pojmami a vzdelávacími cieľmi, určené na rozvoj pro-vedeckého poznania a vedeckého a kritického myslenia, zložené zo štyroch programových častí:

1. Vedecké divadielko

scéna/show: navodenie mentálneho konfliktu, argumenty, hypotézy absurdné aj reálne

2. Interaktívna výstava vedeckých hračiek

otvorené laboratórium na individuálne pozorovanie, hranie, pokusy a experimenty

3. Tvorivo-objavná dielňa

s jasnou pro-vedeckou a didaktickou koncepciou a aktívnym zapojením každého účastníka

4. Hra/súťaž/súboj k téme

hry so zadanými pravidlami k téme modulu (rôzne prístupy, alternatívne pohľady a pod.)

Tematický vzdelávací modul, postupnosť vedecké divadielko – interaktívna výstava – tvorivo-objavná dielňa – hra má silný metodický význam, avšak sám osebe na zmenu učenia v školách nestačí. (Marenčáková a Teplanová 2002; Teplanová 2002; 2010; 2013; Haverlíková 2010b)

III. 4 SCHOLA LUDUS Experimentáreň

Intenzívnejšiu formu tematického vzdelávacieho modulu predstavovali SCHOLA LUDUS Experimentárne. Boli to päťdňové denné tábory realizované Projektovou skupinou SCHOLA LUDUS na Matematicko-fyzikálnej fakulte UK v Bratislave. Názov „Experimentáreň“, ktorý sme mimochodom dlho tvorili, prevzali aj iní, avšak pokiaľ vieme, so silno devalvovaným obsahom, obmedzeným na ad-hoc realizáciu jednoduchých pokusov. – Nie každá hra je vzdelávanie.

Kompletné podklady k Experimentárni 2009 „Papierová fyzika“ (Haverlíková a Matejka 2009a) sú dostupné na http://www.scholaludus.sk/papierova_fyzika/ (Haverlíková a Matejka [2009b]; Haverlíková 2010a)

Ku všetkým programom pristupovala Projektová skupina SCHOLA LUDUS ako ku vzdelávacím experimentom a pri všetkých sa sledoval jeden vzdelávací cieľ. Zmena paradigmy učenia a vzdelávania.

III. 5 Animácia vedeckých hračiek pomocou náčrtkov

K hre s vedeckými hračkami patrí aj tvorba náčrtkov. K tvorbe náčrtkov k vedeckým hračkám je možné pristupovať ako k animácii. Animáciou pomocou náčrtkov uvažované akcie a procesy „oživajú“. *Keď sa hrám s náčrtkom, akoby som sa hrala s hračkou. Mám to až tak vžitú, že ak tvorím náčrtok v počítači, tak neraz sa mi stane, že omylom presúvam objekty v už hotových náčrtkoch.*

Cieľom tvorby náčrtkov je vystihnúť realitu prípadu, ktorým sa zaoberáme. Proporcie objektov zobrazených v náčrtku nemusia zodpovedať skutočnosti. Jav, ktorý chceme skúmať, môže byť zveličený. Spravidla je užitočné načrtnúť si a zvážiť nielen konkrétnu situáciu, ale aj výrazne odlišné situácie a riešenia, z porovnávaní ktorých skôr vyplynú „výhody a nevýhody konkrétnej hračky“ a z nich silnejšie pochopenie princípu fungovania hračky, návrhy nových riešení a pod. Z výrazne odlišných náčrtkov sa dajú spravidla „vyčítať“ aj alternatívy, ktoré nie sú priamo vyjadrené medzi zobrazenými možnosťami.

Vytvoriť výstižné náčrty, ktoré vyjadria želanú myšlienku sa len málokedy podarí na prvý raz. Ak ale pristupujeme k tvorbe náčrtkov ako k animácii, aj nepodarené náčrty sú spravidla užitočné. Sú to práve nepodarené náčrty, pri ktorých si možno uvedomiť detaily významné pre sledované prejavy, konštrukciu systému, nové riešenia.

Dobre spravená séria náčrtkov môže mať podstatne väčšiu výpovednú hodnotu než slovný opis. Na druhej strane, k hraniu sa s náčrtkami patrí aj poctivé formulovanie popisu náčrtkov. (pozri napr. Obr. 2 v Dodatku 1)

Pri popisovaní náčrtkov môžeme opäť naraziť na potrebu korekcie náčrtkov. Aby sa stali náčrty súčasťou vedeckého myslenia, musí medzi realitou, náčrtkami a popismi aktívne fungovať spätná väzba.

Tvorba náčrtkov animáciou znamená oveľa viac než len kresliarske zručnosti. Tvorba vlastných náčrtkov je súčasťou myšlienkových procesov, ktoré rozvíjame nad konkrétnou hračkou. Tvorbou náčrtkov sa rozvíja vhlád do veci. Vytvorené náčrty sa stávajú východiskom tematizácie veci. (Teplanová 2007)

Tvorba vlastných náčrtkov k veci podporuje rozvoj predstavivosti, dynamizuje myslenie, rozvíja zmysel pre realitu, tvorivosť a kritické myslenie a - uľahčuje zdieľanie. Efektívnou tvorbou náčrtkov sa zvyšuje porozumenie prípadu. Náčrtky sú aj prípravou na tvorbu konkrétnych nových riešení, východiskom k tvorbe schém a pod.

Tvorba vlastných náčrtkov žiakmi môže výrazne uľahčiť komunikáciu a porozumenie medzi učiteľom a žiakmi aj žiakmi medzi sebou a zapojenie všetkých žiakov do procesu učenia.

III. 6 Učiteľský manuál na efektívne využívanie vedeckých hračiek

Poznávanie s vedeckou hračkou v triede vyžaduje zmeniť viaceré návyky. Ako pomôcku na vyučovanie si možno založiť vlastný manuál k využívaniu hračiek. (Tabuľka 1)

Vedecké hračky nemusia byť priamo dostupné. Vedeckú hračku môžu nahradiť videozáznamy – pohľad na celý priebeh akcie, zaostrené na časť procesu. Spomalené/zrýchlené záznamy. Vybrané okamihy možno zastavovať, robiť si vlastné náčrtky, diskutovať o detailoch.

Zo záznamov sa dá robiť video-analýza. (Demkanin 2018)

Skôr než učiteľ ponúkne vedeckú hračku svojim žiakom, mal by sa s hračkou sám autenticky a pro-vedecky pohrať! A v prípade neistoty siahnuť po hračkách s kompletnými inštrukciami, napríklad typu „prípád čiernej skrinky“ (Teplanová 2020), ktoré garantujú nepriame pro-vedecké usmernenie hrania, a do hry svojich žiakov zasahovať len minimálne.

1.	Na príkladoch jednotlivých vedeckých hračiek je možné približovať aj celé časti vedných disciplín, rôzne prístupy a techniky.
2.	Investovať čas a energiu na výber vedeckých hračiek sa oplatí.
3.	Vedecká hračka je len natoľko vedecká, ako ju vedecky korektne uchopíme.
4.	Rovnakú vedeckú hračku je možné vedecky korektne a zaujímavo priblížiť deťom, aj vysokoškolským študentom či odborníkom.
5.	Úlohou učiteľa je podporovať žiakov v hraní takým spôsobom, aby sa každý žiak mohol prirodzene dopracovať k vedeckému vtipu hračky.
6.	Pre autentické poznávanie vedeckej hračky je dôležité neprehrávať predčasne vedecký vtip – predčasným odhalením sa proces poznávania znehodnocuje.
7.	Vedecký vtip zabudovaný vo vedeckej hračke má určite široké praktické využitie.
8.	Cieľom je funkčné poznanie. Funkčné poznanie závisí aj od individuálneho záujmu žiaka. (Záujem je možné vyvolať!)
9.	Efektívne využívanie vedeckej hračky neznamena „rýchlo“. Hranie trvá dlho a realizuje sa na pokračovanie. (Prerušenie je potrebné na „získanie odstupu, uľahčenie, ujasnenie si predstáv“.)
10.	Neexistuje jediné úplne vysvetlenie! Každá vedecká hračka má mnoho atribútov a je možné nazerať na ňu z rôznych hľadísk.
11.	Čas na plnohodnotné porozumenie vedeckej hračky je pre každého iný.
12.	Paralelné hračky – vzhľadom rôzne hračky s podobnými vlastnosťami umožňujú zovšeobecňovanie pojmov a zavádzanie odborných termínov.
13.	Ku každej hračke možno nájsť hračky na podobnom/rovnakom princípe, alebo si vyrobiť podobné vlastné hračky. Jedna hračka môže predstavovať model inej hračky.
14.	Z vedeckých hračiek je možné tvoriť série, ktoré demonštrujú platnosť vybraných vedeckých zákonov.
15.	Žiak musí mať možnosť hrať sa s hračkou neformálne.
16.	Každé poznanie vedeckej hračky je otvorené pre ďalšie poznávanie.
17.	Vedecké hračky nie sú na pochopenie tak jednoduché ako sa na prvý pohľad zdajú. Ale nie sú tak zložité, aby ich nemohol pochopiť každý.

Tabuľka 1: Myšlienky k tvorbe učiteľského manuálu na využívanie vedeckej hračky

IV. Moja vedecká hračka

Žiaci musia mať pocit slobodného poznávania a vytvorený taký vzdelávací priestor, aby mohli dosiahnuť radosť z poznávania. Toto sa nedá dosiahnuť jednorazovou hrou. Každý žiak potrebuje autentickú motiváciu (táto hračka ma zaujala, túto hračka chcem pochopiť) a dostatočne dlhý čas na:

1. oboznámenie sa s hračkou,
2. objavenie a uchopenie jednotlivých problémov,
3. vlastné vysvetľovanie a porozumenie hračky.

Z praxe neformálneho vzdelávania Projektovej skupiny SCHOLA LUDUS vyplynula teória učenia sa a učenia, podľa ktorej hranie predstavuje kľúčový spôsob autentického pro-vedeckého poznávania a efektívny alternatívny spôsob vzdelávania.

Aplikovaná metodológia vychádza z práce vedcov a hry detí. Aj žiaci, aj vedci sa učia. Vedci majú viac poznatkov a skúseností ako žiaci. Spôsob poznávania je však v zásade rovnaký (Haack 2003).

Vedci aj deti „riešia“ veci, ktoré ich najprv zaujmú. Obe skupiny baví objavovanie a vymýšľanie. Ku každému riešeniu veci pristupujú ako ku hračke, postupne získavajú s vecou skúsenosti a ich snahou je nadobúdané skúsenosti zovšeobecňovať a uplatňovať ďalej.

IV. 1 Vedecká hračka ako stredobod môjho poznávania

Hračka je subjektívnou a objektívnou vecou zároveň. Vedecká hračka je VEC, ktorú uchopím ako hračku a budem sa s ňou hrať podobne ako to robia vedci. Tvorivo a poctivo, dôkladne a dôsledne, disciplinovane a systematicky, racionálne a kriticky.

Vedecká hračka predstavuje objekt môjho aktuálneho záujmu a vzťažnú vec môjho aktuálneho poznávacieho procesu. Je to vec, s ktorou sa hrám, ktorú postupne spoznávam, nazerám na ňu ako na celok a objavujem jej detaily a možnosti.

Mojou vedeckou hračkou sa môže stať ľubovoľný fyzický alebo mentálny objekt. Vec, ktorá ma natoľko zaujme svojimi prejavmi, že ju chcem dôkladne spoznať. A „dôkladne spoznať“ znamená pre mňa nielen poznanie vonkajších prejavov veci a jej vlastností potrebných na priamu hru, ale aj porozumenie podstate jej fungovania. Pochopenie princípu, ako je možné, že tá vec funguje práve tak ako funguje a odhalenie podmienok, pri ktorých funguje práve tak ako funguje. A nielen to. Ak už poznám princíp, na základe ktorého tá hračka funguje a podmienky, pri

ktorých funguje, chcem poznať aj potenciál a možnosti využitia poznatkov a skúseností, ktoré vyplývajú z môjho poznania!

Vedecká hračka je aj prostriedok a nástroj môjho učenia (sa). Jej význam je otvorený a v priebehu poznávania sa mení. Prostredníctvom jedného objektu (vedeckej hračky) môžem objavovať, tvoriť, riešiť a postupne spoznávať veľa kvalitatívne rôznych vecí:

- tému, prípad, vedecký problém, vedecký vtíp,
- systém hračky a vývoj prípadu, vonkajšie prejavy prípadu a vnútorné procesy systému za konkrétnych podmienok,
- teoretické vzťahy, zákony, princípy, pojmy, modely, teórie,
- alternatívne technické riešenia a pojmy ako sú účelnosť, spoľahlivosť, riziko, efektívnosť, optimalizácia,
- vedecké a technické prístupy, stratégie, metódy, plány, postupy, spôsoby myslenia, myšlienkové nástroje a zručnosti spojené s ich nasadzovaním,
- vlastný tvorivý potenciál.

IV. 2 Ako môžem hračku uchopiť vedecky

Na hračku začneme nazerať vedecky, keď ju v rámci spontánnej hry začneme vnímať ako komplexný dynamický systém.

IV. 2.1 Komplexný dynamický systém ako môj prirodzený pohľad na vec

Komplexný dynamický systém predstavuje sám osebe významný vedecký pojem, pričom nazeranie na svet týmto spôsobom nie je „nič extra zložité“. Je to „len“ otvorený pohľad na systém v pohybe. Na systém, o ktorom predpokladáme, že sa v ňom realizuje komplexný proces. V ktorom sledujeme isté vonkajšie prejavy a uvedomujeme si, že tie vonkajšie prejavy musia byť výsledkom súhry procesov vo vnútri systému.

Nazerať na „vec“ ako na komplexný dynamický systém začneme vtedy, keď nás pri sledovaní nejakých prejavov priamočiare vysvetlenie príčina-následok neuspokojuje, keď chceme niečo lepšie spoznať, niečomu porozumieť, napríklad preto, lebo na základe vysvetlenia príčina-následok nedokážeme systém upraviť tak, aby boli výsledné prejavy systému podľa našich predstáv.

Nazeranie na systém ako na komplexný a dynamický znamená „len“ hľadanie prirodzených odpovedí na prirodzené otázky, ktoré nasledujú prirodzene potom, čo nás niečo, čo je v pohybe a čo sa zjavne mení, zaujme natoľko, že sa začneme pýtať čo

sa to tu hýbe, čo predstavuje systém a čo vonkajšie podmienky, zásahy, riadenie.

A súčasne alebo následne nás zaujíma ako k tým prejavom mohlo dôjsť, čo je spúšťačom sledovaného procesu, ako sa proces vyvíja, dajú sa na základe sledovaných prejavov rozlíšiť vývojové fázy procesu a pod.

Predstava komplexného dynamického systému súvisí s vedeckým myslením. Vedecké myslenie je otvorené, má nekonečne veľa podôb, východiskom je však nazeranie na svet a na čokoľvek v ňom ako na komplexný, čiže zložitý dynamický systém.

Rozpoznávanie komplexných systémov vyžaduje okrem iného štruktúrované, systémové a systematické myslenie. Oporou môžu byť myšlienkové nástroje. Podmienkou je naučiť sa ich naplno, tvorivo a neschematicky využívať! Prvým krokom je rozpoznať na základe pozorovaných vonkajších prejavov vývoj systému.

IV. 2.2 Ako môžem objaviť vývoj procesu

Pri hraní s ľubovoľnou hračkou, ktorá sa dá fyzicky rozpohybovať, má význam zamerať sa na vývoj sledovaného procesu a krok za krokom popísať počiatočné a štartovacie podmienky a rozhodujúce okamihy a vývojové fázy procesu. Každá vývojová fáza môže byť predmetom modelovania.

Rozpoznávanie významných okamihov procesu a vývojových fáz procesu medzi nimi odкрýva nové možnosti hry a jej využitia. Ak sme už rozlíšili vývojové fázy, tak si určite chceme predstaviť, čo sa v nich odohráva a akú funkciu tá-ktorá vývojová fáza plní z hľadiska celého sledovaného procesu a tiež ako ju dokážeme upraviť, optimalizovať. Možno tiež zistíme, že sme ešte celý proces „nedovideli“. Že nám nejaké významné okamihy či vývojové medzifázy procesu na vysvetlenie celého procesu chýbajú. A tak sa vrátíme a pokúsime o kompletnejšiu rekonštrukciu celého procesu. Atd'.

Je nesmierne dôležité predstavovať si jednotlivé kroky. Priamo na hračke, cez vlastné náčrtky pomocou názorného predvádzania, vlastnou animáciou. Nestačí vidieť animáciu spravenú niekým iným. Kým sám nenarazím na zaujímavé momenty a úskalia, nepoložím si vlastné otázky, hračku sám/sama v prvom rade pre seba neodinterpretujem vlastnými slovami a nesformulujem do vlastných vývojových fáz, nedokážem si živo predstaviť jej dynamiku.

Poznámka 1. Najlepšie otázky možno tvoriť z vlastných dojmov, postrehov, názorov. Najlepšie odpovede na nastolené otázky možno získať len vlastnou skúsenosťou, vlastnou hrou – predstavovaním si, navrhovaním a realizáciou vlastných hračiek, rôznych

alternatívnych podôb, tvorbou hypotéz a cielenými experimentmi, ktorými tie hypotézy preverujem.

Poznámka 2. Je praktické zaznamenávať si rozfázovaný vývoj procesu do počítača, kde sa postupne k jednotlivým bodom možno vracieť, upravovať ich, dopĺňať nové kroky a nové pohľady a postupne s radosťou zisťovať, ako stále „ľahšie mi to ide“, ako hračke stále viacej rozumiem. Ako rozumiem jej systému a komplexnosti realizovaného procesu, jej určeniu, predpokladom a možnostiam jej uplatnenia. A tiež ako sa rozvíjajú moje „vedecké zručnosti“ s myšlienkovými nástrojmi. Ako už dokážem s prehľadom a nadhľadom identifikovať vlastnosti systému a rozpoznávať v prejavoch vedeckej hračky vývojové fázy sledovaného procesu.

Poznámka 3. Kým nepochopím dynamiku hračky, hračka sa nestane mojou hračkou a nedokážem ju ani „len“ porovnávať s tým, ako jej rozumejú iní!

V. Z teórie SCHOLA LUDUS pre autentické pro-vedecké učenie (sa) hrou

V. 1 Hračka vedcov a hra na vedu

Na vedu možno nazerať aj ako na jedinečnú individuálnu a zároveň kolektívnu hru. Hráčmi sú vedci, hrá sa s realitou a jej nadstavbou, so systémom vedeckých poznatkov a výtvorov - princípov, zákonov, teórií, pre ktoré platí, že sú objektívne prijaté a ak sa objavia nové skutočnosti, ktoré nie sú v súlade s doterajšími poznatkami, vedci ich môžu zmeniť, pričom môžu postupovať ako len chcú, lebo neexistuje jediná správna vedecká metóda⁴, avšak nové poznatky musia spĺňať dohodnuté kritériá vedeckosti.

Na vedecké poznatky je možné nazerať aj ako na doposiaľ nevyvrátené hypotézy a tiež ako na užitočné fikcie. Označenie užitočná fikcia pre vedecký poznatok nie je vulgarizmom, ale vyjadrením povahy vedeckých poznatkov. Sú ľudským výtvorom. Sú vykonštruovaným výstupom z poznávacieho myšlienkového procesu. Ich užitočnosť

⁴Discourse on scientific method (Scientific 2015).

sa prejavuje vo vzťahu k pozorovanej skutočnosti a táto skutočnosť môže byť fyzická, abstraktná, teoretická. A môže byť súčasná alebo aj budúca, očakávaná či len tušená.

HRAČKOU VEDCOV sa môže stať ľubovoľný komplexný systém (prirodzený alebo umelý fyzický objekt či myšlienkový konštrukt), na ktorom vedci pozorujú dynamické prejavy a o ktorom si myslia, že hra s ním môže vyústiť k novému užitočnému poznaniu.

Hra na vedu je hrou, ktorá rozvíja zmysel pre realitu a šikovným hráčom umožňuje logicky si priblížiť aj tie zdanlivo najnepochopiteľnejšie záhady a riešiť aj tie najkomplikovanejšie problémy, ktoré si človek dokáže predstaviť.

„Hra na vedu“ sa hrá vždy s konkrétnou hračkou. Konkrétnym prípadom, reálnym a myšlienkovým, ktorý sa rozvíja nad ním, alebo myšlienkovým zovšeobecneným prípadom, ktorý sa vzťahuje na mnohé prípady a možno ho kedykoľvek vzťahnúť ku konkrétnemu. Hráči-bádatelia-vedci sa môžu hrať na rôzne roly (napríklad konštruktérov, politikov, lekárov, učiteľov či žiakov), pri svojej hre môžu využívať a aj rozvíjať unikátne systémy vedecky overených poznatkov, aj najmodernejšie technológie a ich úspešnosť je v ich rukách a závisí len od kvality ich myslenia a neustáleho uvedomovania si vlastného rozvoja.

Hra na vedu s vedeckými hračkami je skvelou prípravou na odhaľovanie a riešenie reálnych problémov.

Moja „hra na vedu“ je dlhá zábava, lebo aj ten zdanlivo najjednoduchší prípad si vyžaduje svoj čas, lebo cesty za poznaním a riešením problémov nie sú nikdy priamočiare. Ale to vôbec nevadí. Na hre na vedu s vedeckými hračkami sú predsa krásne opakované „úlety, návraty, vedecké vtipy“ a tie si čas zaslúžia.

V. 2 Význam vedeckej hračky v dlhodobom procese učenia (sa)

V Schéme 1 sú uvedené dve definície vedeckej hračky, klasická vedecká hračka a „hračka vedcov“ a tri úrovne schopností rozvíjať hru:

- (1) obyčajnú hru s klasickou vedeckou hračkou,
- (2) vedeckú hru s klasickou vedeckou hračkou,
- (3) vedeckú hru s hračkou vedcov.

Zo Schémy 1, s podporou Tabuliek 2-4, je možné vyčítať význam vedeckej hračky v dlhodobom procese učenia (sa).

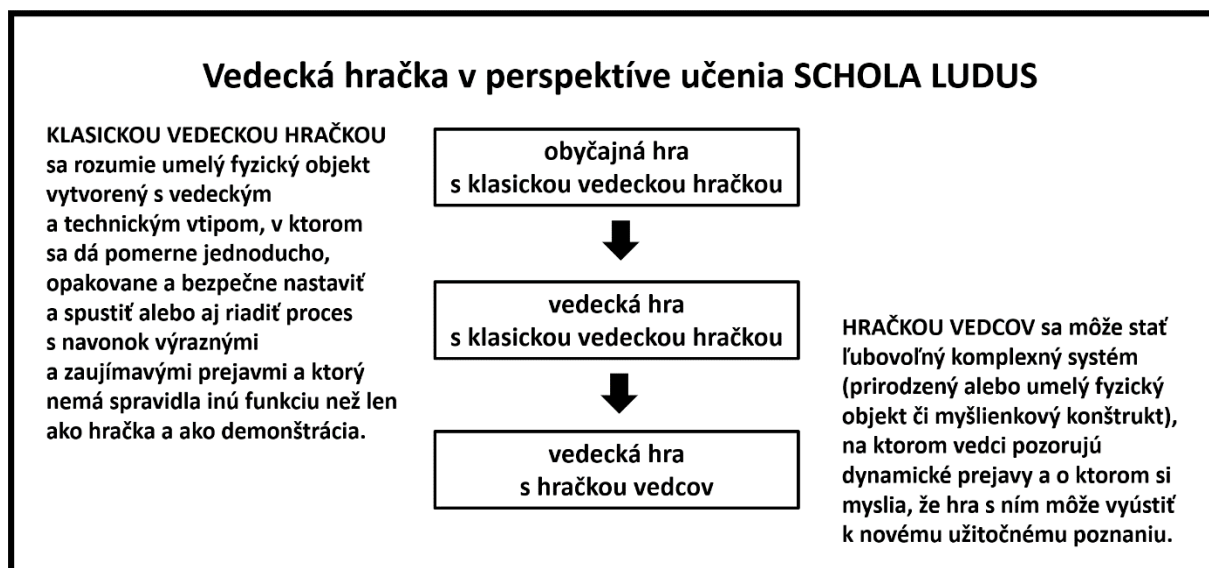


Schéma 1: Dve definície vedeckej hračky a tri úrovne učenia (sa) s vedeckou hračkou v perspektíve učenia SCHOLA LUDUS.

Klasická vedecká hračka je „ako stvorená“ na začiatky vedeckého bádania, na spoznávanie základov fyziky a komplexných dynamických systémov a rozvíjanie základných všeobecných vedeckých zručností významných pre objektívne poznávanie.

Základné zručnosti vedeckého hrania predstavujú nutný predpoklad k efektívnemu rozpoznávaniu a riešeniu reálnych problémov tak ako to robia vedci, k hre s „vedeckými hračkami vedcov“.

Žiadna hračka nie je sama osebe vedeckou. Klasické vedecké hračky majú síce „zabudované“ know-how ich tvorcov a temer každý ich vie rozhýbať, ale na to, aby sme z klasickej vedeckej hračky vyťažili vedecký a/alebo technický vtip, potrebujeme hračku aj pro-vedecky uchopiť.

ASPEKT \ HRAČKA	„KLASICKÁ VEDECKÁ HRAČKA“	„VEDECKÁ HRAČKA VEDCOV“
Pôvod objektu	Objekt vytvorený so zámerom opakovane demonštrovať zabudované know-how	Prirodzený alebo umelý fyzický objekt alebo myšlienkový konštrukt
Možnosti hrania	Objekt sa dá nastaviť, spustiť, pozorovať, prípadne riadiť, realizujú sa pokusy.	Tvoria sa funkčné modely, realizujú sa reálne a myšlienkové experimenty.
Poznávací potenciál	Rozpoznanie a pochopenie aplikovaného technického vtipu a vytvorenie pro-vedeckej interpretácie.	Vytvorenie nového vedeckého / technického vtipu.

Tabuľka 2. Porovnanie charakteristík „klasickkej vedeckej hračky“ a „vedeckej hračky vedcov“.

ASPEKT \ HRANIE (SA)	OBYČAJNÁ HRA	VEDECKÁ HRA
Prístup k bádaniu	Ako sa dá a ako sa príhodí.	Prístup je cieľavedomý.
Vedomé nasadzovanie myšlienkových nástrojov	nie	áno
Vysvetľovanie prejavov hračky	naratívne	pro-vedecky
Cieľ učenia sa	Rozpoznať a pochopiť aplikovaný technický vtíp.	Vytvoriť nový vedecký/technický vtíp.

Tabuľka 3. Porovnanie charakteristík realizácie obvyčajnej a vedeckej hry.

BÁDATEĽ	HRAČKA	OBYČAJNÁ HRA	VEDECKÁ HRA
Bádateľ začiatočník	„klasická“	+++	-
Bádateľ pokročilý	„klasická“	++	+
Bádateľ-vedec	„klasická“	+	++
Bádateľ-vedec	„vedcova“	++	+
Bádateľ-samostatný vedec	„vedcova“	+	++

Tabuľka 4. Hrubé delenie bádateľov-žiakov podľa spôsobu rozvíjania hry s vedeckou hračkou. Pomocou znakov „+“ a „-“ je naznačený uplatňovaný spôsob hry, počtom znakov „+“ je symbolicky vyjadrený pomer uplatňovania jednotlivých spôsobov.

„Klasické vedecké hračky“ a „hračky vedcov“ sa líšia pôvodom, možnosťami hrania, poznávacím potenciálom. (Tab. 2) „Obyčajná hra“ sa od „vedeckej hry“ líši prístupom k bádaniu, spôsobom vysvetľovania prejavov hračky, cieľom učenia. (Tab. 3) Pre „vedecká hru“ je typické cieľavedomé bádanie, vedomé nasadzovanie myšlienkových nástrojov, snaha dopracovať sa k priblíženiu a vysvetleniu doposiaľ neznámeho, ktoré zodpovedá pozorovanej skutočnosti a súčasnému vedeckému poznaniu, rozpoznať. Vytvoriť nový vedecký, respektíve technický vtip.

Klasická vedecká hračka predstavuje bezpečný vtipne dizajnovaný pohyblivý objekt, hrou s ktorým je možné rozvíjať základné vedecké a technické zručnosti.

Pri komplexnom koncepčnom využívaní klasických vedeckých hračiek, úroveň „obyčajného hrania s klasickou vedeckou hračkou“ postupne prerastá do úrovne „vedeckého hrania“. Z „bádateľa-začiatočníka“ sa postupne stáva „bádateľ-vedec“ a tento prechod priamo súvisí s rozvojom vedeckého myslenia. „Bádateľ-vedec“ vyučený z hry s klasickými vedeckými hračkami je pripravený na hru vedcov. (Tab.4)

Aj skúsení vedci začínajú „vedeckú hru“ prirodzene, „obyčajnou hrou“. (Tab.4)

Obyčajná hra je predohrou k vedeckej hre a tento postup súvisí s tromi prirodzenými vývojovými štádiami autentického poznávania.

Naplnenie Schémy 1 predpokladá kontinuálne systematické využívanie vedeckej hračky vo vzdelávacom procese.

Schéma 1 predstavuje význam hrania sa s vedeckou hračkou z hľadiska rozvoja vedeckých zručností.

V. 2.1 Miesto vedeckého vtipu v učení SCHOLA LUDUS

Cieľom SCHOLA LUDUS učenia s vedeckou hračkou je rozpoznať a pochopiť aplikovaný technický vtip a/alebo vytvoriť nový vedecký alebo technický vtip. (Tab. 3)

Objav vedeckého vtipu nespočíva v objave samotného nového poznania, ale v objave *nového poznania vzhľadom na dovtedajšie poznanie*. Vedecký vtip spočíva v rozpoznaní a pochopení podstatného aspektu vedeckej hračky, ktorý nie je „len tak“ zjavný a k rozpoznaní nového nedochádza spravidla priamo, ale v kontraste s niečím. Keď si „vedec“ (1) uvedomuje rozdiel medzi nazeraním na vedeckú hračku „s tým novým“ a nazeraním na vedeckú hračku „bez toho nového“, a súčasne, keď si (2) intuitívne uvedomuje potenciál toho nového pre ďalšie poznávanie.

Objavením vedeckého vtipu sa vynárajú nové otázky a problémy. Nehovoriac o radosti z poznávania a poznania, ktorá je nedeliteľnou súčasťou vedeckého vtipu aj pre tých, ktorí ho tvoria, aj pre tých, ktorí ho dokážu pochopiť a prevziať, aj pre tých, ktorí ho dokážu „správne ako vedecký vtíp“ interpretovať.

Poznámka 1. Vedecký vtíp má blízko k známemu AHA efektu...*keď sa v hlave zrazu rozjasní a človek pochopí....* Avšak, kým pri AHA efekte sa poznávanie akoby „končí“ (nastáva uspokojenie z poznania), pri vedeckom vtipe jeden stupeň poznávania končí a druhý v zápätí začína.

Poznámka 2. S objavovaním vedeckých vtipov rastie chuť poznávať (a učiť)!

V. 2.2 Metodické poznámky k využívaniu vedeckej hračky

Vedecké poznávanie sa nedá presne vopred naplánovať. Keby sme všetko vopred vedeli, aký význam by malo bádanie?

Myšlienkové nástroje sú len univerzálne pomôcky na ceste k poznaniu. Každá hračka je iná a vyžaduje špecifický prístup a metódy.

V rámci učenia predstavuje vedecká hračka najprv kľúčový predmet, ku ktorému vzťahujeme poznávanie a následne od ktorého nadobudnuté poznanie odrážame do široko otvoreného priestoru, do cieľovej témy učenia, do vedeckého kontextu, do praxe. Od hrania sa s vedeckou hračkou očakávame, že prerastie hranice hračky. Že žiaci objavia a pochopia širší význam realizovanej hry.

Uchopiť hračku ako vedeckú dokážu aj deti, avšak na to, aby prerástla do vzdelávacej (vyučovacej) témy potrebujú spoznať, podobne ako každý ich edukátor, ako to možno dosiahnuť. Potrebujú poznávaciu metódu, myšlienkové nástroje a zručnosti, a aj to, ako sa s nimi pracuje. Potrebujú vidieť a zažiť ako sa s nimi dá pracovať jednotlivo a tiež ako ich možno s výhodou nasadzovať paralelne“.

Hra s klasickou vedeckou hračkou umožňuje žiakom „ukázať“, ako sa dá hrať s hračkou vedecky a čo sa z tej hry dá vyťažiť. Ako môžu postupne vidieť skôr nevidené. Do akých zaujímavých oblastí sa môžu dostať a ako sa môže stať hra s vedeckou hračkou pre nich napínava a vzrušujúca. Ako efektívne dokážu sami prichádzať na nové veci, ako rôzne dokážu svoje rôzne objavy navzájom komunikovať a rozumieť aj predstavám iných. Ako dokážu samostatne, tvorivo, komplexne a kriticky bádať a objavovať. Ako dokážu reagovať na výzvy a formulovať a riešiť problémy. A ako ich hra s vedeckou hračkou obohacuje.

Dobre uplatňované bádateľské metódy sú „chytľavé“ a žiaci si ich pomerne rýchlo môžu korektne osvojiť – podľa (Bell, Smetana a Binns 2005) aj behom jedného školského roka.

V. 3 Tri vývojové štádiá autentického poznávania veci

Vec môžeme spoznávať priamo aj sprostredkovane, na rôznej úrovni poznania, empiricky a/alebo teoreticky. Avšak základné vývojové štádiá poznávania veci jednotlivcom, bez ohľadu na jeho vzdelanie, konkrétny spôsob poznávania a všeobecnú úroveň poznania, sú podľa učenia SCHOLA LUDUS pre každého rovnaké a sú tri (Teplanová 2007; 2010):

1. vývojové štádium neuvedomelého autentického poznávania veci.

Na konci tohto štádia je uchopená vec, ktorá bola doposiaľ nepoznaná.

2. vývojové štádium autentického poznávania veci tematizáciou.

Na konci tohto štádia môže byť kognitívny problém, ktorý môže mať zmysel riešiť.

3. vývojové štádium uvedomelého autentického poznávania veci.

Koncovým cieľom sú nové poznatky a ich uplatnenie.

Poznámka 1. **Tri vývojové štádiá autentického poznávania veci** sa vzťahujú na jednotlivca a vec, ktorá je aktuálnym predmetom jeho poznávania. To však neznamená, že sa nedá realizovať aj v rámci učenia sa v kolektíve (v škole, v krúžku).

Poznámka 2. Tri vývojové štádiá autentického poznávania platia univerzálne, pre každého (pre deti aj seniorov, odborníkov, učiteľov, laikov) a pre poznávanie ľubovoľnej veci akejkoľvek zložitosti a na akejkoľvek poznávacej úrovni. Druhé štádium bez prvého a tretie štádium bez druhého nemôže z princípu autentického poznávania fungovať.

Poznámka 3. Pri druhom a treťom vývojovom štádiu autentického poznávania je možné systematicky a s výhodou uplatňovať učenie (sa) autentickým pro-vedeckým poznávaním.

Poznámka 4. Pokiaľ sa pre niekoho pro-vedecké poznávanie stane zvykom, uplatňuje ho automaticky aj v štádiu neuvedomelého poznávania ešte neznámej veci a je teda dôležité, aby bolo učenie autentickým pro-vedeckým poznávaním nielen účinné, ale aj systematické a efektívne.

Poznámka 5. Efektívne *učenie sa* predpokladá akceptovanie *štádií autentického pro-vedeckého učenia sa* zo strany učiaceho sa aj zo strany edukátorov.

V. 3.1 Vývojové štádium neuvedomelého učenia sa veci

V štádiu neuvedomelého učenia sa vec registrujeme, možno aj využívame, ale robíme to mimovoľne, bez toho, aby sme jej venovali zvláštnu pozornosť. Tá vec je súčasť niečoho. Prejavy tej veci prijímame spolu s inými vecami (predmetmi, procesmi, udalosťami) bez toho, aby sme si to uvedomili. Až raz nastane situácia, ktorá priamo alebo nepriamo súvisí s tou vecou. Z pamäte sa postupne vynoria rôzne asociácie a my si uvedomíme, že tú vec vlastne už istým spôsobom poznáme a zrejme aj na nej záleží a chceme ju poznať viac. A tak sa z veci všednej stane vec nevšedná, hodná našej ďalšej pozornosti, hodná tematizácie.

V. 3.2 Vývojové štádium učenia sa tematizáciou veci

Tematizácia predstavuje podľa teórie učenia sa SCHOLA LUDUS *druhé štádium autentického poznávania*, ktoré nastupuje po *štádiu neuvedomelého učenia sa*, potom, čo nás vec zaujme. Tematizáciou zhodnocujeme skôr nadobudnuté skúsenosti a poznatky súvisiace s vecou. Vec je stredom, ohniskom nášho záujmu. A zmysluplným cieľom tematizácie je vec preskúmať do tej úrovne, aby sme vedeli, čo vec pre nás znamená, čo môžeme od veci a v spojitosti s vecou očakávať a či sa s ňou chceme ďalej zaoberať ako s kognitívnym problémom.

Poznámka 1. Tematizácia veci sa môže realizovať efektívne aj v kolektíve, avšak vývojové štádium tematizácie je výsostne osobnou záležitosťou, hoci podstatne determinovanou vonkajšími podmienkami. Týka sa výlučne môjho vnímania a chápania veci, toho, čo si z realizovanej tematizácie k veci pridám.

Poznámka 2. V rámci tematizácie môžeme s výhodou využívať univerzálne myšlienkové nástroje PMZ (plus-mínus-zaujímavé), DPNO (dojmy-postrehy-názory-otázky), PAPPP (Popis- Analýza-Problémy- Priblíženia-Prínosy), OKAMIH (ohnisko, koncept, analýza, myšlienky, informácie, hodnoty) a naplno uplatňovať paralelnú metódu.

Poznámka 3. Kognitívny problém musí „dozrieť“.

Poznámka 4. Aj to najmenej záživné učivo sa dá tematizáciou pretaviť na zaujímavý kognitívny problém.

V. 3.3 Vývojové štádium uvedomelého učenia sa veci

V štádiu uvedomelého učenia sa riešime kognitívny problém. Pri riešení kognitívneho problému využívame skúsenosti a poznatky získané z predošlých dvoch vývojových štádií poznávania a uvedomelo tvoríme poznatky nové.

Poznámka 1. V rámci autentického pro-vedeckého poznávania predstavuje kognitívny problém moju aktuálnu vedeckú hračku.

V. 4 SCHOLA LUDUS stratégie autentického učenia (sa) hrou

Podľa učenia SCHOLA LUDUS sa úloha učiteľa voči žiakovi mení v závislosti od učiteľom uplatňovanej stratégie autentického učenia (sa).

Rozlišujú sa tri stratégie autentického učenia (sa) hrou (Teplanová 2007):

1. *stratégie spontánneho učenia (sa)*

2. *stratégie usmerňovaného učenia (sa)*

3. *stratégie autentického učenia (sa) veľkou tvorbou*

1. Pri uplatňovaní *stratégie spontánneho učenia (sa)* môže byť edukátor prevažne v polohe *spoluhráča* učiaceho sa. Aktívne sa zúčastňuje objavovania, rozohráva vlastné situácie. Skúša rôzne varianty. Kladie si nové otázky. Učiacich sa provokuje. Prichádza s nekritickými nápadmi, ktoré následne v interakcii s ostatnými koriguje.
2. V prípade aplikácie *stratégie usmerňovaného učenia (sa)* je edukátor navonok v polohe *mediátora*. Prostredníkom medzi 1. vecou, cez ktorú sa má učenie diať, 2. témou, ku ktorej sa vec vzťahuje, 3. s jednotlivým žiakom, 4. žiakmi navzájom, 5. vedeckým poznaním.
3. V prípade uplatňovania *stratégie autentického učenia (sa) veľkou tvorbou* prevláda poloha edukátora – *tútora*. Tútor svojich zverencov všestranne podporuje, ale priamo do ich veľkej tvorby nezasahuje. Odkazuje ich na súvisiace prípady, na vhodné odborné zdroje, poradí pri prekonávaní prekážok. Môže navodiť čiastkové alternatívne riešenia. Edukátor v polohe tútora je osoba, na ktorú sa môžu učitelia s dôverou obrátiť o radu.

Poznámka 1. Pri všetkých *stratégiách autentického učenia (sa)* sa implicitne predpokladá autentické poznávanie žiakov. Samotné *stratégie* sa týkajú

režimu učenia a nastavenia pravidiel hry. Učiteľovi aj žiakom musia byť pravidlá hry jasné.

Poznámka 2. Kooperácia žiakov a učiteľov je samozrejmosťou. Žiaci akceptujú rolu učiteľa a prispôbujú jej svoju rolu. U starších žiakov sa predpokladá aj osvojenie si stratégií autentického učenia sa pre vlastné samostatné učenie sa, resp. učenie (hra na učiteľa).

Poznámka 3. Stratégie autentického učenia *hrou* predstavujú zásadné prístupy k učeniu, súvisia s dlhodobejším nastavením cieľov učenia a využívajú sa v kombinácii s inými stratégiami učenia (ako sú práca v skupinách a pod.) a s ľubovoľnými metódami poznávania. Možno ich striedať za sebou, alebo uplatňovať paralelne, napríklad na tri rôzne ciele/predmety uplatňovať tri rôzne stratégie.

VI. Quo vadis, vedecká hračka?

Všetky verejné výstavy SCHOLA LUDUS realizované v rokoch 1992 – 2011 predstavovali jedinečnú vzdelávaciu platformu a spolu s tisíckami rôznych individuálnych a skupinových návštevníkov aj jedinečné výskumné laboratórium zamerané na rozvoj vzdelávania. Uchopenie exponátov výstavy ako vedeckých hračiek (Teplanová 1995) otvorilo novú kapitolu nazerania na poznávanie.

Aplikovaná edukačná metodika v čase tvorby výstavy SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95 nebola podporená žiadnou edukačnou teóriou. Vyplynula prirodzene, z osobnej vedeckej praxe a myslenia autorky a ďalších členov projektovej skupiny. Rozvíjala sa spontánne. Jej rozvoj nastal po tom, keď bola ako *vec učenia* uchopená *vedecká hračka*, čiže vec na hranie, ku ktorej sa pristupuje vedecky a na jej poznávanie boli nasadené vedecké kritériá.

Výstava SCHOLA LUDUS Vedecká hračka'95 prekročila očakávania. Nahlodalala jednostranné, školou preferované a zaužívané prístupy k poznávaniu vecí. Vedecká hračka sa ukázala ako kľúčový pojem nielen pre rozvoj interaktívnych výstav a neformálnych vzdelávacích aktivít, ale aj vývoj všeobecnej teórie poznávania a vývoj *metodológie autentického pro-vedeckého učenia(sa)* SCHOLA LUDUS a v rámci tejto metodológie patrí medzi kľúčové myšlienkové nástroje!

Myšlienkové nástroje SCHOLA LUDUS kultivujú a zefektívňujú tvorivé a kritické myslenie a pro-vedecké poznávanie. Ich vedomé používanie priamo súvisí s rozvojom vedeckých zručností a *metakognície*.

Nielen exponáty výstav, ale aj každé učivo sa dá efektívne uchopiť, poznávať a rozvíjať ako vedecká hračka! Nie je problém s hraním, s náročnosťou experimentovania a ani s tým, žeby deti nemohli vedeckým hračkám aj na vyšších stupňoch poznávania primerane a pritom pro-vedecky porozumieť. Problémom je pri súčasnom nastavení školy pochopiť, čo môžu žiaci získať učením sa s vedeckou hračkou a kto ich to bude učiť!

Učenie autentickým pro-vedeckým poznávaním ponúka všetky benefity hrania a navyše radosť z nikdy sa nekončiaceho procesu poznávania a poznania, vedeckého myslenia a uvedomovania si vlastných schopností. Zo schopnosti objavovať stále niečo nové. Zo zručnosti pozorovať, rozlišovať, triediť, mapovať, modelovať, abstrahovať, zovšeobecňovať, systematizovať, kontrolovať, riadiť, rozpoznávať pokroky a hodnoty. Zo schopnosti rozpoznávať a riešiť problémy, orientovať sa, stanovovať si reálne ciele, prekonávať svoje hranice.

Radosť z vlastnej metakognície a svojich mentálnych zručností. Zo schopnosti nazerať na veci komplexne, približovať si vec rôznym spôsobom a nestraťiť pritom nad vecou nadhľad. Z objavovania a definovania významu pojmov. Z formulovania myšlienok. Z kritického rozlišovania tvrdení, schopnosti kriticky analyzovať, dedukovať, predvídať. Zo schopnosti vyberať, rozpoznávať rozdiely, užitočnosť, dôsledky. Z uplatňovania svojho poznania. Z vlastnej intuície, predstavivosti a fantázie. Z vlastnej vynaliezavosti, tvorivosti a tvorivej disciplíny. Zo schopností počúvať, komunikovať, zdieľať, diskutovať, zapájať sa do diskurzov. Z vedomého nasadzovania stratégií a sledovania ich účinkov. Z uplatňovania nadobudnutého poznania v širšom kontexte vecí a ľudí.

Doslov

Filozof Liessmann popisuje vo svojej knihe „Teória nevzdelanosti. Omyly znalostnej spoločnosti“ stav vzdelávania a učenia (Liessmann 2006) takto: vzdelávanie definované ako proces cieľavedomého uvedomelého sprostredkovania a aktívneho utvárania a osvojovania si vedeckých a technických vedomostí, intelektuálnych a praktických skúseností, utváranie morálnych rysov, osobitých záujmov a postojov už nie je ani len ilúziou a to, čomu sa hovorí **dnes učenie, neznamená pre učiacich sa**

skutočné poznávanie, ale len učenie pre učenie, vyprázdnené definície, devalváciu pojmov.

Vedec Carl Wieman, nositeľ Nobelovej ceny za fyziku z r. 2001, v r. 2005 hovoril o tom, ako by sa mohlo vzdelávanie zmeniť. Navrhuje použiť na vzdelávanie vedecký prístup. (Wieman 2005) Vzdelávanie by sa mohlo realizovať ako experimentálna veda, ktorá dôkladne porovnáva, čo funguje a čo nie a hľadá odpovede prečo.

Podľa Wiemana (2007) je úspešným vzdelávaním také vzdelávanie, ktoré transformuje myslenie žiakov tak, aby boli schopní rozumieť a používať vedecké poznanie spôsobom ako to robia vedci. Wieman sa súčasne pýta, či je takáto transformácia pre veľkú časť populácie možná a odpovedá si spôsobom akým to robia vedci, v tvare hypotézy:

Vedecký prístup vo vzdelávaní je možný, ale len vtedy, ak budeme pristupovať k učeniu ako k vedeckému poznávaniu a uplatňovať v učení tie prístupy, ktoré sú pre vedu esenciálne a ktoré vysvetľujú, ako mohli vedci dosiahnuť v poslednom období tak výrazný vedecký pokrok. Konkrétne,

- ak aj vo vzdelávaní budeme stavať všetky praktiky a závery na objektívnych dátach, včítane tých, ktoré vypovedajú o tom, ako sa ľudia učia,
- ak aj vo vzdelávaní budeme rozširovať poznanie vedeckým spôsobom, opakovaním úspešných postupov a budovaním na tom, čo funguje (a nie na tom, čo nefunguje)
- ak aj vo vzdelávaní budeme využívať naplno moderné technológie rovnako ako sa o to snažia vedci v rámci pokročilého výskumu.

Podľa dokumentu (OECD 2019), jednou z ciest ako rozvíjať viac zmysluplné vzdelávanie pre všetkých, môže byť aj hranie a otázkou, a zároveň aj problémom je, ako dostať hračky a hranie do edukácie tak, aby mohli byť plnohodnotne a zmysluplne využité. Jednou z ciest by mohla byť aplikácia teórie a metodológie učenia (sa) autentickým pro-vedeckým poznávaním SCHOLA LUDUS.

Učenie SCHOLA LUDUS má z aktuálnych alternatívnych spôsobov vzdelávania najbližšie k *bádateľsky orientovanému vzdelávaniu*. Toto učenie má v sebe prvky výskumných metód (Kireš et al. 2016), avšak v rámci súčasného spôsobu fungovania škôl má aj silné limity. Výskumy v rámci bádateľsky orientovaného vzdelávania v rámci SR a ČR potvrdzujú predpokladané výhody len čiastočne a poukazujú na prekážky. (Radvanová a ďalší 2018, Ješková et al. 2016) Podľa učiteľov, ktorí metódu

aplikujú, žiaci metódu skôr uprednostňujú, sú motivovanejší, zlepšujú sa ich zručnosti hľadať a objavovať. Za hlavné prekážky považujú časovú náročnosť a vysoké odborné nároky na učiteľa.

Z popisov bádateľsky orientovaného učenia (Kožušková et al. 2011, Tomengová 2012 a i.) sa dá vyčítať rozpor medzi poznávaním zameraným na žiaka a kolektívnym učením. Kolektívne učenie sa podsúva ako aktivizujúce (Bagalová 2011, Kožušková et al. 2011, Tomengová 2012), avšak zväčša len ako „metóda pre metódu“. Deklaruje sa konštruktivizmus (Tomengová 2012), avšak minimum priestoru je venované ontodidaktike.

Tieto problémy predpovedal aj Papáček (Papáček 2010a). **“Kľúčovou úlohou edukátora je rozpoznanie vznikajúceho problému a rozpoznanie základných smerov ich riešenia. Aké sú možnosti a akým spôsobom a v akej podobe ich učiacim ponúkne. Pre konkrétne postupy učenia máme didaktiku, avšak skutočná ontodidaktika si vyžaduje hlboký vhľad do problematiky, čo je sám osebe obrovský problém, pretože tí, ktorí ho majú, sa didaktikou zväčša nezaoberajú.”**

Nachtigal a ďalší hovoria o „probléme mylných vedeckých predstáv učiteľov (Nachtigal 1998, Bybee et al. 2008), Wieman o nevedeckom myslení. Naši súčasní učitelia spravidla nikdy nemali to šťastie zažiť vzrušenie z vlastného vedeckého poznávania a nevedecký spôsob myslenia majú vžitý.

Aj učitelia musia nerušene zažiť zázrak zvaný veda a vedecké myslenie!

Zoznam bibligrafických odkazov

BAGALOVÁ, Ľubica, *2011+. *Aktivizujúce metódy výučby v globálnom rozvojovom vzdelávaní* *online+. *Štátny pedagogický ústav+. *cit. 2019-11-19+. Dostupné na: http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/globalne_vzdelavanie_metody_vystup-phu_20.pdf

BELL, Randy L., Lara SMETANA and Ian BINNS, 2005. Simplifying Inquiry Instruction. In: *The Science Teacher* [online]. October 2005, pp. 30 – 33 [cit. 2019-11-19].

Dostupné na

https://www.researchgate.net/publication/228665515_Simplifying_inquiry_instruction

BURIAN, Jan, 2008. Myšlení modelů. In: Vladimír KVASNICKA, Jozef KELEMEN a Jití POSPÍCHAL, eds. *Modely mysle* *online+. Bratislava: Vydavateľstvo Európa, s. r.o., s. 9 – 35. *cit. 2019-11-19+. Šimon, 5. zv. ISBN 978-80-89111-34-3. Dostupné na: http://www2.fiit.stuba.sk/~kvasnicka/Free%20books/Havel_ModelyMysle_all.pdf

BYBEE, Rodger W., JanetCarlson POWELL and Leslie W.TROWBRIDGE, 2008. *Teaching secondary school science: strategies for developing scientific literacy*. 9thed. Upper Saddle River, N. J.: Pearson Merrill Prentice Hall. ISBN 9780132304504.

DEMKANIN, Peter, 2018. Počítačom podporované prírodovedné laboratórium ako integrálna súčasť fyzikálneho laboratória na základných i stredných školách. In: *Fyzikálne listy* *online+. Bratislava: Univerzita Komenského Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, 2018, roč. 23, č. 1, s. 4 – 8 [cit. 2019-11-19]. ISSN 1337-7795.

Dostupné na:

https://fmph.uniba.sk/fileadmin/fmfi/sluzby/fyzikalne_listy/FL2018_1.pdf

DUFRESNE, J. Robert, William J. GERACE and William J. LEONARD, 2001. Springbok: The Physics of Jumping. In: *The Physics Teacher* [online]. 2001, vol. 39, iss. 2, pp. 109 – 115 *cit. 2019-11-19+. Dostupné na:

<https://srri.umass.edu/sites/srri/files/dufresne-2001spj/index.pdf>

DUSSLER, H. Georg, 1933. *Spiel und Spielzeug im Physikunterricht*. 2. verm. Aufl. Frankfurt a. M.: Salle. Reprint: Stark Verlagsgesellschaft GmbH, 1995 Freising. HAACK, Susan, 2003. *Defending science – within reason: between scientism and cynicism*. Amherst, N. Y.: PrometheusBooks. ISBN 1591021170. HAVERLÍKOVÁ, Viera a Michal

MATEJKA, 2009a. *SCHOLA LUDUS: experimentáreň 2009: papierová fyzika*. Bratislava: SCHOLA LUDUS. ISBN 978-80-970379-0-1.

HAVERLÍKOVÁ, Viera a Michal MATEJKA, *2009b+. SCHOLA LUDUS: papierová fyzika. In: *SCHOLA LUDUS* [online]. [cit. 2019-11-19+]. Dostupné na http://scholaludus.sk/papierova_fyzika/

HAVERLÍKOVÁ, Viera, 2010a. Tábor SCHOLA LUDUS: experimentáreň „Papierová fyzika“: inšpirácie pre vyučovanie. In: Dalibor KRUPA a Marián KIREŠ, eds. *Tvorivý učiteľ fyziky III, Národný festival fyziky 2010: zborník príspevkov*. Bratislava: Slovenská fyzikálna spoločnosť, s. 133 – 140. ISBN 978-80-96124-9-0.

HAVERLÍKOVÁ, Viera, 2010b. Vzdelávacia hra – metóda zvyšovania záujmu o vedu a techniku. In: *Zborník príspevkov z III. odbornej konferencie s medzinárodnou účasťou Quo vadis vzdelávanie k vede a technike na stredných školách* [online]. Bratislava: Mladí vedci Slovenska, o. z.; Centrum vedecko – technických informácií Slovenskej republiky, s. 178 – 184. [cit. 2019-11-19]. ISBN 978-80-970496-4-5. Dostupné na: http://www.scholaludus.sk/new/projektova_skupina/publikacie_materialy/Haverlikova_Quo_vadis.pdf

JEŠKOVÁ, Zuzana et al., 2016. Hodnotenie bádateľských zručností žiakov gymnázia. In: *Scientia in educatione* [online]. 2016, vol. 7, iss. 2, pp. 48 – 70 [cit. 2019-11-19]. ISSN 1804-7106. Dostupné na: <https://doi.org/10.14712/18047106.350>

KIREŠ, Marián et al., 2016. *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní* [online]. Bratislava: Štátny pedagogický ústav. *cit. 2019-11-19]. ISBN 978-80-8118-155-9. Dostupné na: http://www.statpedu.sk/files/articles/nove_dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/badatske-aktivity/01cast_a_web.pdf

KOŽUCHOVÁ, Mária et al., 2011. *Elektronická učebnica Didaktika technickej výchovy* *online+. Bratislava: Univerzita Komenského. *cit. 2019-11-19]. ISBN 978-80-223-3031-2. Dostupné na <http://utv.ki.ku.sk/>

LIESSMANN, Konrad Paul, 2006. *Theorie der Unbildung: die Irrtümmer der Wissensgesellschaft*. Wien: Paul Zsolnay. ISBN 978-3-552-05382-3.

LIESSMANN, Konrad Paul, 2012. *Teorie nevzdělanosti: omyly společnosti vědění*. 2. vyd. Praha: ACADEMIA. ISBN 978-80-200-1677-5.

LISING, Laura and Andrew ELBY, 2005. The impact of epistemology on learning: a case study from introductory physics. In: *American Journal of Physics* [online]. 2005, vol. 73, iss. 4, pp. 372 – 382 [cit. 2019-11-19+]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1119/1.1848115>

TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. *Kedy je hračka vedeckou a kedy môže byť hra efektívna?* In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.*

MARENČÁKOVÁ, Andrea a Katarína TEPLANOVÁ, 2002. Prvé Komenského fyzikálne divadlo v 21. storočí – Schola ludus – Telefóón. In: *Zborník z konferencie Veletrh nápadů učitelů fyziky VII* [online]. Praha: Univerzita Karlova a JČMF, Prometheus, s. 99 – 103 [cit. 2020-04-28]. Dostupné na: http://www.scholaludus.sk/2_Publikacie/Veletrh2002.pdf

NACHTIGAL, Dieter K., 1998. Preconceptions and Misconceptions. In: *GIREP newsletter* [online]. 1998, iss. 39, pp. 2 – 4 [cit. 2019-11-19+]. Dostupné na: <https://girep.org/newsletters/newsletter39.pdf>

PAPÁČEK, Miroslav, 2010. Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování ptírodopisu a biologie v České republice. In: Miroslav PAPÁČEK, ed. *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování: (DiBi 2010): sborník ptíspěvků semináte: 25. a 26. btezna 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích* [CD-ROM+]. České Budějovice: Pedagogická fakulta, s. 33 – 49. ISBN 978-80-7394-210-6.

Physics of pop-up springtoy, 2015. In: *YouTube* [online]. 13. 12. 2015 [cit. 2019-11-19]. Dostupné na: <https://www.youtube.com/watch?v=6ivUGBPcbQo&feature=youtu.be>

RADVANOVÁ Sabina, Věra ČÍŽKOVÁ a Patrícia MARTINKOVÁ, 2018. Mění se pohled učitelů na badatelsky orientovanou výuku? In: *Scientia in educatione* [online]. 2018, vol. 9, iss. 1, pp. 81–103 [cit. 2019-11-19]. ISSN 1804-7106. Dostupné na: <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/1054/543>

Scientific Method, 2015. *Stanford Encyclopedia of Philosophy* [online]. Nov. 13, 2015. ©2016 *cit. 2019-11-19+. Dostupné na: <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-method/>

TEPLANOVÁ, Katarína, 1992. Projekt SCHOLA LUDUS – škola pre našu spoločnú budúcnosť. In: *Naša univerzita: spravodaj Univerzity Komenského* [online]. Bratislava: Univerzita Komenského, 1992, roč. 38, č. 8, s. 6 *cit. 2019-11-19+. Dostupné na: https://uniba.sk/fileadmin/ruk/nasa_univerzita/NU1991-92/nu1991-92_08-april.pdf

TEPLANOVÁ, Katarína, 1995. *SCHOLA LUDUS: vedecká hračka 1995: katalóg a texty hračiek k výstave*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav. ISBN 80-85756-16-1.

TEPLANOVÁ, Katarína, 2003. Komenského divadlo ako neformálne vzdelávacia metóda na podporu výučby fyziky. In: *Zborník z 13. medzinárodnej konferencie DIDFYZ 2002, Inovácia obsahu fyzikálneho vzdelávania* [online]. Nitra: Fakulta

TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. *Kedy je hračka vedeckou a kedy môže byť hra efektívna?* In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka*. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.

prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa, s. 231 – 234 [cit. 2020-04-15].

Dostupné na: http://www.scholaludus.sk/2_Publikacie/DIDFYZ_2002_Teplanova.pdf

TEPLANOVÁ, Katarína, 2007. *Ako transformovať vzdelávanie: stratégie a nástroje SCHOLA LUDUS na komplexné a tvorivé poznávanie a učenie*. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum. ISBN 978-80-8052-287-2.

TEPLANOVÁ, Katarína, 2010. Z teórie a praxe pro-vedeckého učenia SCHOLA LUDUS. In: *Zborník príspevkov z III. Odbornej konferencie s medzinárodnou účasťou Quo vadis vzdelávanie k vede a technike na stredných školách* *online+. Bratislava: Mladí vedci Slovenska, o.z.; Centrum vedecko-technických informácií SR, *cit. 2020-04-28]. ISBN 978-80-970496-4-5. Dostupné na:

http://www.scholaludus.sk/new/publikacie/Teplanova_Quo_vadis_2010.pdf

TEPLANOVÁ, Katarína, 2013. Dve tvorivo-objavné dielne SCHOLA LUDUS: V rotácii a Bermudský trojuholník a bublinky. In: Marián KIREŠ a Dalibor KRUPA, eds. *Tvorivý učiteľ fyziky VI, Národný festival fyziky 2013: zborník príspevkov* [online]. Bratislava: Slovenská fyzikálna spoločnosť, s. 254 – 261 [cit. 2020-04-15]. ISBN 978-80-971450-0-2. Dostupné na:

http://www.scholaludus.sk/new/publikacie/Teplanova_Tvorivy_ucitel_VI_2013.pdf

TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. Čo sa dá vyťažiť z vedeckej hračky? In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka*. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.

TEPLANOVÁ, Katarína a Viera BIZNÁROVÁ, 1997. Prečo vedecko-technologická gramotnosť. In: *Prírodovedné vzdelanie pre 21. storočie: zborník z konferencie DIDFYZ'96* [online]. Nitra: UKF, s. 193 – 200 [cit. 2019-11-19+]. Dostupné na: <http://www.scholaludus.sk/Projektova%20skupina/vb/DIDFYZ96.pdf>

TOMENGOVÁ, Alena, 2012. Konštruktivizmus. In: Alena TOMENGOVÁ. *Aktívne učenie sa žiakov – stratégie a metódy* [online]. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum, s. 8 – 12. [cit. 2019-11-19]. ISBN 978-80-8052-421-0. Dostupné na https://mpc-edu.sk/sites/default/files/publikacie/aktivne_ucenie_tomengova_web.pdf Trends Shaping Education Spotlight 18, 2019. In: *OECD* [online]. [cit. 2019-11-19]. Dostupné na: <http://www.oecd.org/education/ceri/Trends-Shaping-Education-Spotlight-18-Play!.pdf>

TEPLANOVÁ, Katarína, 2020. Kedy je hračka vedeckou a kedy môže byť hra efektívna? In: Beata PUOBIŠOVÁ, ed. *Vedecká hračka v edukácii: zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou, ktorá sa konala 18. – 19. novembra 2019 v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici pri príležitosti 25. výročia občianskeho združenia Vedecká hračka. Banská Bystrica: Štátna vedecká knižnica v Banskej Bystrici, 2020. ISBN 978-80-89388-94-3.*

UCKE, Christian, 1998. Hands-On Experiments in Physics Education: report on the GIREP/ICPE conference: august 23 – 28, 1998, Duisburg/Germany. In: *GIREP newsletter* [online]. November 1998, iss. 39, pp. 5 – 6 [cit. 2019-11-19+]. Dostupné na: <https://girep.org/newsletters/newsletter39.pdf>

UCKE, Christian, 2001. Jumping toys. A topic for interplay between experiment and theory. In: *Developing for malthinking in physics: selected contributions of The First International Girep Seminar 2001**online+. Udine: Forum, pp. 94 – 103. *cit. 2019-11-19+. Dostupné na: <http://www.ucke.de/christian/physik/ftp/lectures/udine2001.PDF>

UCKE, Christian a Hans-Joachim SCHLICHTING, 2011. *Spiel, Physik und Spaß: Physik zum Mitdenken und Nachmachen*. Weinheim: Wiley-VCH-Verl. ISBN 978-3-527-40950-1.

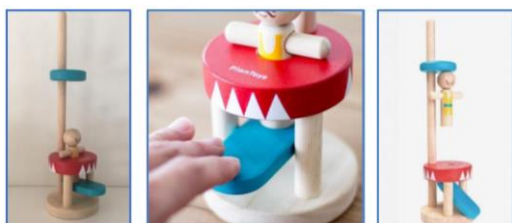
WIEMAN, Carl, 2007. Why not try a Scientific Approach To Science Education? In: *Change: The Magazine of Higher Learning*. 2007, vol. 39, iss. 5, pp. 9 – 15. ISSN 0009-1383.

Dodatok 1

Panáčik na vystreľovacej rampe

Hračka „panáčik na vystreľovacej rampe“ (Obr. 1) vyzerá veľmi jednoducho a jej funkcia je veľmi obmedzená. Hračka je zjavne konštruovaná pre malé deti. Čo už sa dá na tejto hračke učiť? Má vôbec význam baviť sa o tejto hračke ako o vedeckej?

Len veľmi slabo stlačím, panáčik nevyletí. Stlačím primerane silno, vyletí. Keď buchnem veľmi silno, aj tak vyletí. Koľko „veľa-málo-dostatočne-akurát“ stačí na to, aby panáčik vôbec vyletel a koľko práve na to, aby sa len dotkol zarážky? A dopadne panáčik späť do diery?



Obr. 1 Panáčik na vystreľovacej rampe

Hračku možno využiť ako provokáciu. Čo všetko treba vedieť a urobiť, aby vznikla taká jednoduchá a bezpečná hračka pre malé deti. Čo by bolo, keby hračka nemala hornú zarážku? Môže panáčik hornú zarážku aj vyraziť? Môže panáčik, po spätnom dopade na páku, páku preklopiť do počiatočnej polohy? Musí nad pákou pred výstrelom visieť? Ako by vyzeral priebeh akcie, keby bola páka dlhšia, vyššia a panáčik iný? Na všetky nastolené otázky je možné hľadať odpovede realizáciou pokusov a experimentov a začať možno aj s improvizovanou rampou a panáčikom (páku možno „zostrojiť“ trebárs aj z malej kartičky, ktorá sa bude preklápať cez obyčajnú ceruzku).

K didaktike panáčika na vystreľovacej rampe

Akcie s „panáčikom na rampe“ je možné tematizovať a priblížiť si ich kvalitatívne s využitím skúseností a analógií. Napríklad, analógia „panáčik a lopta“. Každý vie, že keď vyhodí loptu do výšky, tak lopta spomaľuje „lebo gravitácia“ a pri „správnom nastavení parametrov hračky a správnom výstrele“ panáčik môže doraziť k zarážke v okamihu s „práve nulovou rýchlosťou“. Podobne aj rýchlosť preklápania páky je najväčšia tesne po údere a panáčik a rampa sú ako ping-pongová loptička a raketa. Rampa je tiež ako preklápacia húpačka-kvargľa na detskom ihrisku, páka je

ako šmyklávka (ak by stál panáček voľne na páke, asi by sa zošmykol a ak by sa predsa vystrelil, tak nie kolmo hore), panáček na rampe vyletí ako strela a pod.

Môžeme prejsť k systematickému opisu. Každý jeden výstrel predstavuje jednu akciu. Akcia sa dá neobmedzene veľa krát opakovať. Jednotlivé akcie sú síce navzájom nezávislé, ale navzájom veľmi podobné. Pozorovaný proces môžeme zovšeobecniť a krok za krokom od štartu strely až po dopad skúsiť živo „animovať“.

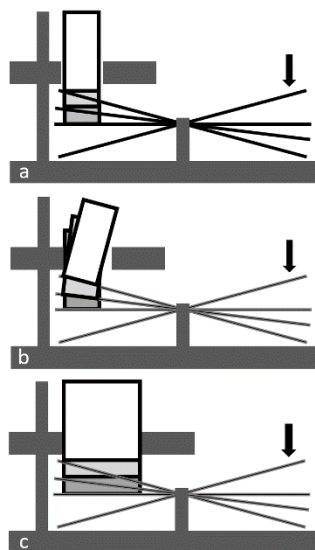
Sledujeme výstrel panáčka. Úderom na páku sa spustí proces, v ktorom vieme na prvý pohľad rozlíšiť fázy: úder – výstrel – výskok po zarážku – interakcia so zarážkou – padanie – dopad. Raz spustený proces sa nedá dodatočne korigovať. Môžeme spraviť „akčnú animáciu“, vývoj procesu rozfázovať sledujúc krok za krokom čo sa udeje, s čím, za akých podmienok, ako a čo z toho vyplynie“. A k „akčnej animácii“ môžeme pridať „animáciu fyzikálnu“. Celkovým cieľom je čo-najvernejšie opísať vývoj procesu: (1) objaviť rozhodujúce momenty procesu a popísať-vysvetliť, čo sa deje vo fázach medzi nimi, (2) zvážiť konkrétne podmienky v jednotlivých fázach a ich vplyv na priebeh celej akcie (procesu), (3) navrhnúť inovácie.

1. Počiatočný stav. Panáček visí nad pákou v skruži, ktorej vnútorný priemer je iba trochu väčší ako priemer panáčka. Panáček je pripravený na odpálenie. Spodok panáčka je vodorovný.
2. Štart sledovaného procesu, impulz zvonka. Úderom prsta na zdvihnuté rameno páky získava páka moment hybnosti a cez páku získava celý systém „odpaľovacia rampa-panáček“ energiu. Pohyb ruky musí byť dostatočne razantný, dotyk krátky.
3. Fáza preklápania páky do vodorovnej polohy. Panáček ešte visí.
4. Okamih dotyku páky a visiaceho panáčka. K dotyku dochádza ideálne v okamihu, keď preklápajúca sa páka dosiahne vodorovnú polohu a dotkne sa vodorovného spodku panáčka. (Obr.2)
5. Fáza interakcie páky a panáčka. Panáček preberá od páky časť energie a hybnosti. Rameno páky nadvihuje panáčka, stena otvoru pohyb panáčka obmedzuje. (Panáček narazí do steny a počas vytláčania sa o stenu šúcha.) Plocha interakcie medzi pákou a panáčkom sa zmenší na minimum. (Obr. 2a)
6. Okamih odpútania. Panáček štartuje nahor s rýchlosťou, ktorú mal v okamihu posledného dotyku s pákou. Smer letu je len o „veľmi málo“ odchýlený od osi otvoru.

7. Fáza pohybu panáčika nahor. Panáčik letí rovnomerne spomaľovaný gravitáciou smerom „temer priamo nahor“. Či doletí až po zarážku, alebo či do nej aj vrazí, závisí od razantnosti úderu (fáza 2).
8. Okamih dotyku panáčika so zarážkou. Alternatívne: ak panáčik dorazí k zarážke s nenulovou kinetickou energiou, nasledujú fázy 9 a 10; ak panáčik dorazí k zarážke práve v okamihu, keď nadobudne maximálnu potenciálnu energiu (a jeho kinetická energia je vtedy nulová), nasleduje fáza 11.
9. Náraz panáčika do zarážky. Kinetická energia a hybnosť panáčika, s ktorými panáčik vrazí do zarážky (akcia panáčika do zarážky), sa prenáša do celej statickej sústavy hračky. Medzi molekulami vo vnútri konštrukcie dochádza k vlneniu, ktoré závisí od materiálu a geometrie konštrukcie, na stenách konštrukcie (rozhranie „tuhé teleso - vzduch“) dochádza k odrazu energie vlnenia späť do panáčika. Uplatňuje sa sila akcie panáčika do zarážky a sila reakcie zarážky do panáčika.
10. Okamih odrazu. Panáčik sa od zarážky odráža s rýchlosťou, ktorej veľkosť je o niečo menšia než s akou do zarážky vrazil (časť energie pohltila konštrukcia).
11. Fáza padania panáčika – voľný pád (ak nedošlo k 9 a 10) alebo zotrvačný pohyb (rýchlosťou z odrazu) plus voľný pád (ak došlo aj k 9 a 10).
12. Okamih dopadu panáčika – dopadne do diery? S ako veľkou energiou dopadne?

Dopracovať sa k dostatočne kompletnému opisu vývoja procesu a k vysvetleniu komplexného dynamického systému je spravidla hrou na pokračovanie. Najprv si uvedomíme „nejaké“ významné okamihy, potom vývojové fázy procesu a postupne, ak o vývoji jednotlivých fáz premýšľame z hľadiska ich významu na celý priebeh procesu, môžeme objaviť skôr nerozpoznané momenty.

Na základe rozpísaného, rozfázovaného vývoja celej akcie môžeme začať systematicky uvažovať o parametroch konštrukcie hračky, o možnostiach hrania, o tvorbe nových „podobných hračiek“ na rovnakom princípe s inými parametrami, alebo o „celkom iných hračkách, ktoré však majú s pôvodnou hračkou predsa len niečo spoločné“ (napríklad, vyskakovacia hračka). O efektívnosti rozhodujú detaily! (Obr. 2a,b,c).



Obr. 2a, b, c Vývoj interakcie páky a panáčika (fáza 2-6) za predpokladu, že preklápajúca sa páka vrazí do panáčika práve v okamihu, keď bude prechádzať vodorovnou polohou. Séria troch náčrtkov - tri rôzne pomery priemeru panáčika a otvoru k tematizácii otázok ako súvisí vývoj procesu s detailmi riešenia hračky, k zabezpečeniu letu nahor, prečo nemusí panáčik dopadnúť späť do otvoru.

Obrázok 2 obsahuje tri náčrty, každý s iným riešením: (a) riešenie realizované v hračke na (Obr. 1), (b) iné riešenie hračky - panáčik nepoletí rovno nahor, zmenený konštrukčný detail ovplyvní ďalšie detaily hračky a spôsob hry (otvor, v ktorom visí panáčik, je vzhľadom na prierez panáčika priveľký, panáčik sa môže pošmyknúť, resp. panáčik môže byť vystrelený našikmo), (c) ťažkopádne riešenie, ale upozorňuje na význam konštrukčných detailov (pre pohyb je nutná vôľa medzi panáčikom a otvorom, ak by aj bolo ťažisko posunuté bližšie k osi otáčania páky a „panáčik“ by bol hmotnejší, na vystrelenie by mohla stačiť rovnaká sila).

Dodatok 2

Hranie sa s panáčikom na rebríčku

Priamo s hračkou sa toho robiť veľa nedá. Potrebne je 1. postaviť panáčika na hornú priečku rebríka do labilnej polohy tak, že priečka zapadne nevzpriečene do jedného z jeho dvoch protiľahlých výrezov, 2. pustiť panáčika tak, aby dostal len veľmi malý impulz a 3. pozorovať, čo sa deje. Priebeh procesu nie je možné presne predvídať. Poznáme len možnosti, ktoré môžu nastať.



Obr.1 Panáčik na rebríčku. Pre pohyb panáčika po rebríčku sú rozhodujúce vzájomné tvary a proporcie panáčika a rebríčka. Aj tvar výrezov a profil priečok, aj rozmery panáčika a vzdialenosti medzi priečkami. Aj dĺžka priečok môže zohrať úlohu. A určite hmotnosť a poloha ťažiska panáčika

Panáčik sa z labilného stavu pretočí okolo priečky a s veľkou pravdepodobnosťou dopadne opačným výrezom na najbližšiu nižšiu priečku. Na tejto priečke pravdepodobne nezastane, ale opäť sa pretočí. A takto „naštartovaný“ môže pokračovať po ďalších priečkach, až z poslednej dopadne na podstavu. Pri „správnom štarte“ sa to podarí, lebo „veď práve tak je táto hračka vymyslená a vyrobená“. Lenže, nie vždy to vyjde!

Prekvapením je, ako hladko môže panáčik po rebríku padaním a otáčaním sa okolo priečok rebríčky prejsť a aj to, keď sa niekedy uprostred procesu zadrhne medzi priečkami, narazí do stojky rebríčka, či z rebríčka vypadne, pričom tieto procesy nedokážeme presne „na povel“ zopakovať. A ak to vyjde, tak je to napriek očakávaniu prekvapivé! A ak to nevyjde, tak je to výzva skúsiť to znovu. A v každom prípade je to výzva kognitívna.

Otázky a odpovede k tomu, ako konštrukcia determinuje pravdepodobnosť

Prečo sa panáčik niekedy prekotúľa celým rebríčkom, niekedy skončí zaseknutý medzi dvoma priečkami, niekedy vrazí do bočnice a niekedy z rebríka vypadne? Existujú optimálne podmienky, za ktorých sa hračka určite prekotúľa celým rebríčkom? V čom spočíva know-how tejto hračky?

Je zrejmé, že panáčik a rebríček sa musia k sebe hodiť, priečky rebríčka musia do výrezov panáčika ľahko zapadať, panáčik sa musí dať okolo priečok otáčať, po pretočení sa musí jeho výrez „ocitnúť“ presne nad nasledujúcou priečkou a v tom okamihu by už nemal mať žiadnu „bočnú hybnosť“, aby sa na tú priečku mohol voľným pádom „navliecť“. Ak sú uvedené podmienky splnené, tak je predpoklad, že to s kotúľmi po celom rebríku vyjde. A prečo to teda vždy nevyjde?

Panáčik sa prekotúľa hladko dolu celým rebríkom len niekedy, lebo (1) panáčik má (musí mať) konštrukčnú vôľu pre voľný, plynulý pohyb po rebríčku, (2) detaily na panáčiku ani rebríčku určite nie sú vyrobené dokonale presne, (3) sotva dokážeme panáčika postaviť a spustiť dva razy za sebou rovnako a optimálne. Tiež, citlivosť počiatočného nastavenia závisí od „typu-modelu“ panáčika a rebríčka.

Panáčik môže byť štíhly, plochý, tlstý, ľahší, ťažší, dlhší, kratší a rebríček môže mať priečky guľaté, hranaté, ploché, vyššie, nižšie, krátke, dlhšie, len treba dbať, aby boli rovnaké, rovnako od seba vzdialené a aby každá priečka pasovala do oboch výrezov panáčika.⁵ A aké tvary profilov priečok a výrezov vyhovujú konkrétnym panáčikom? Existuje tvar výrezu, ktorý bude vyhovovať najlepšie?

⁵ Na Internete je možné nájsť ukážky rôznych riešení a priebehov hračky.

Demonštrácia „prejde/neprejde“: https://www.youtube.com/watch?v=wAczo_bKQ_E

Plochý panáčik: <https://youtu.be/hDKSgSUxMUM>

Pohupujúci sa panáčik:

<https://www.youtube.com/watch?v=Gmh5jeAWSGU&list=PL2BF76F8AD9B827CE>

Nesymetrický panáčik: <https://www.youtube.com/watch?v=unZLBsLw82A>

Aby mohol panáčik zapadnúť, mal by mať každý výrez tvar „vodiaceho kanáliku“. Aby mohol panáčik zapadnúť spoľahlivo, mal by mať na začiatku „tvar lievika“, ktorý zachytí aj „menej presný dopad“. Aby sa panáčik mohol krútiť, musia kanáliky ústiť do „kruhov dier“ (Obr.1) . Hm, nedajú sa optimálne podmienky na hladký prechod panáčika rebríčkom splniť aj v prípade, že panáčik nebude symetrický a len vzdialenosti medzi každou druhou priečkou budú rovnaké? - Zrejme, dajú! Podstatné je, aby protiľahlé výrezy panáčika opakovane zapadali do priečok a aby sa v dierkach mohol hladko krútiť.

Hračka je „plná“ fyziky a techniky. Z hľadiska komplexných dynamických systémov má dobrý význam tematizovať „systém“ (rebríček-panáčik), vplyv štartovacích podmienok na vývoj procesu, možnosti predvídania vývoja procesu. Na základe prejavov systému z opakovaného púšťania je možné rozlíšiť štyri režimy: „hladký periodický“ (rovnaké cykly pohybu), „periodický s nárazom“, „cyklický so zadrhnutím“ (nerovnaké cykly, v každom je malá odchýlka voči predošlému), „výbuch“ (panáčik vyletí počas jazdy z rebríka, systém zložený z panáčika a rebríka ako celku zanikne).

Hračku možno využiť aj ako napínavú spoločenskú hru. Komu sa koľkokrát podarí plynulý pohyb panáčika rebríčkom? Alebo, komu panáčik po n-tej priečke z rebríčka vypadne? Alebo, hm, kto vyrobí na už hotový rebríček najspoľahlivejšieho panáčika? A pod.

Čo by bolo, keby bol rebrík nekonečne dlhý? Mohol by rebríček fungovať ako perpetuum mobile? Mohol by panáčik na rebríčku fungovať medzi Mesiacom a Zemou?

Dodatok 3

PANÁČIK, ktorý môže šplhať po lanku

Potiahnuť-povoliť-potiahnuť-povoliť... Prečo práve táto hračka? – Hračka (Obr. 1) funguje v interaktívnom režime. Dá sa docieľiť plynulé šplhanie. Cez ovládanie pohybu panáčika rukou sa dá režim pohybu panáčika „fyzicky precítiť“.



Obr. 1a, b, c: Klasická vedecká hračka „panáčik, ktorý môže šplhať na lanku“.

Princíp pohybu si možno odskúšať vlastným šplhaním sa po lane! Panáčika si možno pomerne jednoducho vyhotoviť, aj v rámci školských technických prác. Na rovnakom princípe funguje technické istenie na lane, ktoré využívajú hasiči a horolezci, aj bezpečnostné pásy v dopravných prostriedkoch! Pochopiť princíp a komplexnú dynamiku hračky nie je ľahké. Hračka predstavuje provokáciu pre rozvoj vedeckého myslenia!

Dojmy z prvého pozorovania

Paradox: lanko potahujeme dolu a panáčik lezie hore?! Akcia a reakcie, hm, ale čoho s čím?

Trenie: z prvého dojmu je mnohým „jasné“, že ide o „demonštráciu trenia“. Dojem je správny v tom zmysle, že panáčik nie je na lanku nijak napevno upevnený, a možno ho po lanku aj rukou voľne posúvať sem-tam. Avšak len trenie na vysvetlenie a pochopenie princípu hračky nestačí. Chýba pohybový mechanizmus a dynamika panáčika!

Zaujímavá konštrukcia: áno, zaujímavý pohyb umožňuje konštrukcia panáčika! Súčasťou konštrukcie je určite aj gumka a lanko a spôsob ich uchytenia a ich spojenia s panáčikom. (Obr. 2a, b, c) Panáčik s gumičkou a lankom predstavuje mechanickú sústavu, ktorej mechanizmus a všetky pomery sú práve tak dômyselne navrhnuté, aby systém panáčik-gumička-lanko fungoval práve tak ako môžeme pozorovať.

Postrehy z (prvého) pozorovania

Panáčik sa skladá z dvoch pevných častí. Jednou je ruka-hlava-trup, druhou noha, obe sú spojené kĺbom (Obr. 2a). Noha sa v kĺbe nemôže pretočiť, medzi oboma časťami (rukou a nohou) je gumka. (Obr. 2b) Lanko je cez panáčika voľne prevlečené cez tri otvory/osky, kladky. (Obr. 2c)



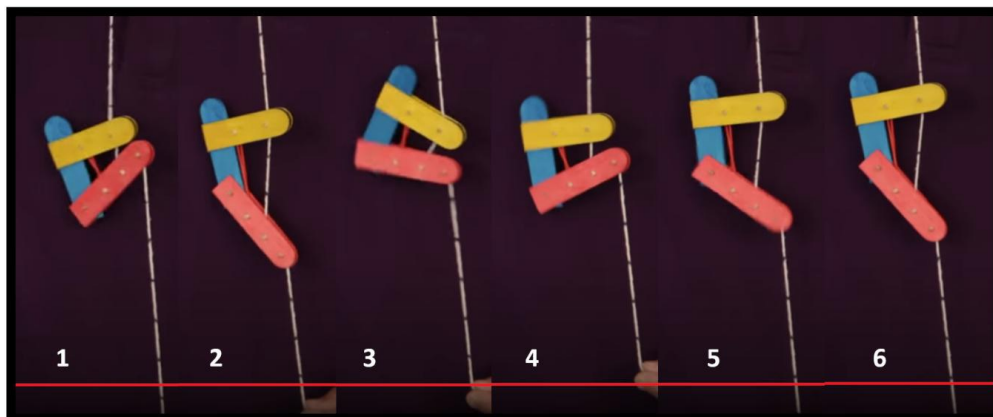
Obr. 2a, b, c: Konštrukcia hračky. a – dve pevné, cez kĺb navzájom pohyblivé časti panáčika, b – gumička upevnená medzi rukou a nohou, c – lanko prevlečené cez otvory panáčika (zhora visí, dolu padá a možno ho potáhať)

Panáčik cvičí. To, že sa panáčik presúva hore, je výsledkom opakovaného „cvičenia“. Na to, aby sa panáčik posunul o kúsok vyššie, sa (zrejme) musí zrealizovať celý cyklus. Pri plynulom šplhaní je jeden cyklus pomerne krátky. Ako presne prebieha sa voľným pozorovaním nedá zistiť.

Názory na to, ako by sa dal pohyb panáčika vysvetliť

Ako proces prebieha sa dá zistiť prerušovaním (rozfázovaním) pohybu. (Obr. 3)

Vymedziť cyklus pohybu znamená určiť krajné stavy cyklu. Od krajných stavov jedného cyklu je možné odvodiť, čo sa deje medzi nimi počas cyklu. Ako dochádza k zmene jedného stavu na druhý a späť do pôvodného stavu.



Obr. 3: Rozfázovaný pohyb jedného cyklu panáčka vytvorený z videozáznamu <https://youtu.be/bFrB8gY39v4> Medzi zobrazenými okamžitými stavmi panáčka nie je rovnaký časový interval, celý cyklus 2 – 6 s týmto konkrétnym panáčik trval približne sekundu.

Ako krajné stavy cyklu sa ponúkajú aj stabilné stavy panáčka. Jeden, keď lanko nie je napínané. Druhý, keď je lanko napínané „tak silno“, že panáčik sa na lanku nepohne.

Otázky

Prečo panáčik z lanka nespadne? Čo ho drží, čím sa drží, v ktorých miestach sa drží? Drží sa počas jedného cyklu stále rovnako? Drží sa snád v za sebou nasledujúcich cykloch v rovnakých miestach rovnako silno?

Ako možno s panáčikom na lanku hýbať? Prečo je potrebné potáhať lanko? S akou frekvenciou (ako často za sebou) treba potáhať lanko, aby panáčik „plynule“ (prískokom) stúpil hore?

Ktoré stavy panáčka je rozumné uvažovať ako krajné stavy cyklu? Sú tieto stavy zachytené aj na Obrázku 3? Aké sily pôsobia na sústavu panáčka v krajných stavoch cyklu (v ktorých bodoch, ktorým smerom a ako sú veľké)?

Ako prebieha jeden celý cyklus? Čo sa deje medzi krajnými stavmi panáčka? Ako sa dá pomocou cyklu vysvetliť posúvanie panáčka? Kde berie panáčik na posun energiu? Kedy nastáva ten okamih? Za akých fyzikálnych podmienok? (Ktoré javy sú pre stúpanie panáčka po lanku významné? Ako sa počas vývoja cyklu mení rozloženie síl

a momentov síl v sústave?) Ktoré parametre konštrukcie sú pre šplhanie panáčika po lanku určujúce a akým spôsobom?

Ako mohol niekto takúto hračku vymyslieť? Z akých skúseností mohol vychádzať? A pod.

Hypotéza 1 „o krajných stabilných stavoch cyklu“

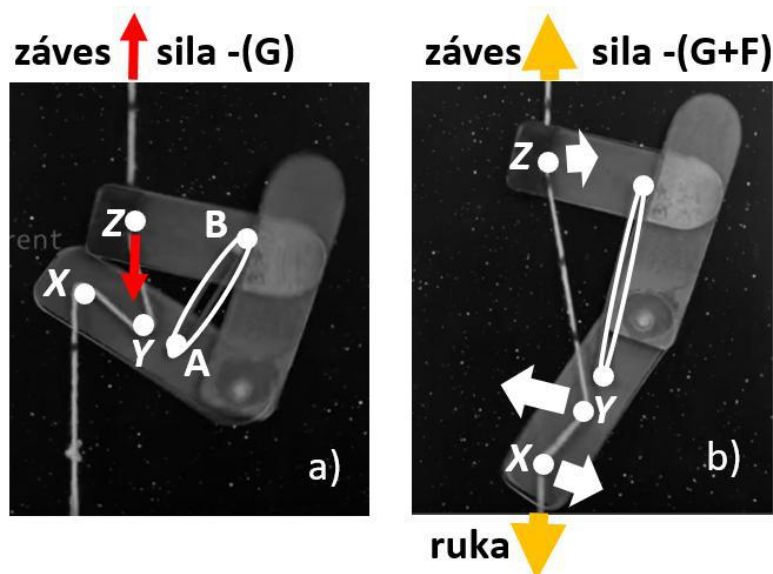
Každý cyklus má dva stabilné stavy:

Stav 1-visenie (Obr. 3.1 a Obr. 5a), okamih, v ktorom maximálne stlačený panáčik na lanku akoby voľne visel. Spodný koniec lanka je voľný. Gumka je maximálne povolená. „Akoby visel“ zodpovedá predpokladu, že lanko je napnuté vlastnou tiažou panáčika G a to jedine v časti medzi závesom lanka a bodom Z. (Obr. 5a) Do závesu pôsobí sila reakcie, ktorej veľkosť sa rovná tiaži panáčika (G).

Uvoľnená gumička len zľahka pridsza nohu panáčika pri trupe, podobne lanko prepletené okolo bodov Y a X.

Stav 2-státie (Obr. 3.2 a 4b), okamih, v ktorom maximálne vystretý panáčik akoby na lanku stál. Lanko je ťahané rukou, gumka je maximálne napnutá.

„Akoby stál“ zodpovedá predpokladu, že v bode X (Obr. 4b) pôsobí tiaž G panáčika aj sila ťahu. Lanko je po celej dĺžke napínané rovnakou silou, ktorá sa prenáša pozdĺž celého lanka až do závesu. Do závesu pôsobí sila reakcie rovná súčtu $-(G) + (-F)$ tiaže panáčika G (a tiaže lanka) a vonkajšej sily, ktorou je lanko ťahané.



Obr. 4a, b: Krajné stavy cyklu panáčika na lanku podľa hypotézy. Body X, Y a Z predstavujú osky, okolo ktorých prechádza lanko. Body A a B (označené sú len v obrázku a), sú osky, na ktoré je uchytená

gumka.

G predstavuje tiaž panáčika, F silu, ktorou pôsobí na lanko ruka. Sily $-(G)$ a $-(G+F)$ predstavujú sily reakcie natiahnutého lanka do závesu.

4a – stav 1 (bez pôsobenia ruky), podľa predpokladu hypotézy pôsobí tiaž G v bode Z, gumka medzi bodmi A a B je uvoľnená.

4b – stav 2 (s pôsobením ruky), podľa predpokladu hypotézy pôsobí tiaž G v bode X, gumka medzi bodmi A a B je napnutá.

Biele šípky reprezentujú normálové sily, ktorými pôsobí lanko do osiek X, Y, Z. (Podľa fyzikálnej definície tretej sily je veľkosť tretej sily v mieste pôsobenia priamo úmerná pôsobiacej normálovej sile.)

Hypotéza 2 „o vývojových fázach cyklu“

Každý cyklus pohybu panáčika má dve fázy. Tieto fázy prebiehajú medzi dvoma krajnými (stabilnými) stavmi panáčika, ktoré sú zobrazené v Obrázkoch 4a a 4b.

Prvá fáza – panáčik prechádza zo „stavu visenia“ (Obr. 4a) do „stavu státia“ (Obr. 4b). Dochádza k prerozdeleniu pôvodnej záťaže do bodov X, Y, Z. Pridáva sa záťaž vyvolaná tlakovou silou ťahaného lanka. Kým sa lanko ťahuje, panáčik sa najprv drží lanka cez bod Z na rovnakom mieste, z ktorého na lanko „visel“.

Doba fázy závisí od rýchlosti ťahovania lanka. (prechodové stavy 4 – 6 v Obr. 3)

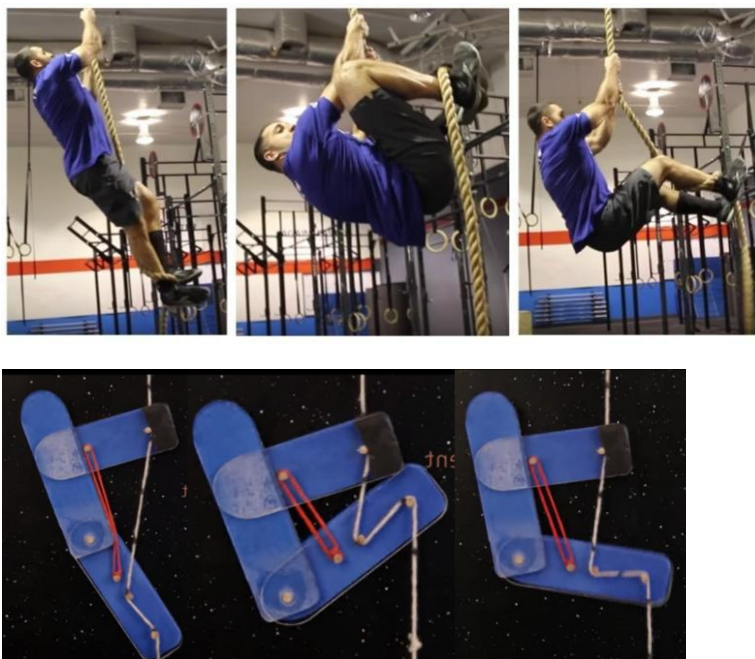
Druhá fáza – panáčik prechádza zo „stavu státia“ (Obr. 4b) do „stavu visenia“ (Obr. 4a). Táto fáza nastáva po náhlom uvoľnení lanka. (prechodové stavy 2 – 4 v Obr. 3)

Energia uložená v gumke sa náhle uvoľní, gumka panáčika stláča a zároveň „vystrelí“ opačným smerom. Lenže panáčik je viazaný na lanko poprepletané cez osky a gumka je viazaná na osky A, B (Obrázok 4b a Obrázok 2). Takže výsledkom výstrelu je len malý priskok. – Už zachytený panáčik sa ešte „o kúsok“ okolo osky Z vyšvihne (Obr. 3.3) a spadne do stavu 1 (Obr. 3.1 a 3.4).

Druhá fáza trvá veľmi krátko a pokiaľ bola gumička napnutá do maxima a lanko celkom pustené, tak zakaždým rovnako dlho (pokiaľ nie je gumička vyťahaná).

Hypotéza 3 „o podobnom šplhaní“

Šplhanie panáčika po lanku sa podobá šplhaniu človeka po lane bez technických pomôcok. Šplhanie človeka po lane možno vysvetliť rovnakým fyzikálnym modelom (hypotézy 1 a 2 vyššie) ako šplhanie panáčika po lanku. (Obr. 5)



Obr. 5: Podobnosť. Šplhanie človeka ako model hračky panáčika na lane. Obrázky 5a hore sú vystrihnuté z videozáznamu „CrossFit rope climbing techniques with Jason Khalipa“.

Zdroj obrázkov v hornom rade: <https://youtu.be/AD0uO7JGdZU>

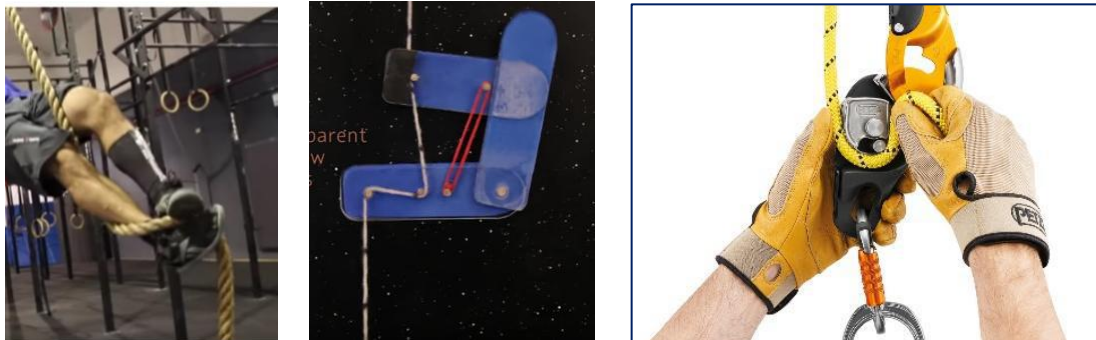
Obrázky 5b dole sú vystrihnuté z videozáznamu <https://youtu.be/bFrB8gY39v4>

Poznámky k vyššie uvedeným hypotézam a pre ďalšie možnosti využitia hračky

Oba uvažované krajné stavy v Hypotéze 1 „len visí“ a „len stojí“ počas cyklu prakticky nenastávajú. Panáčik sa vždy aj „aspoň trochu“ zapiera, či „aspoň trochu“ aj visí. Tiež, výklad vývojových fáz v Hypotéze 2 nepredstavuje „exaktné vysvetlenie“. Tieto skutočnosti neuberajú úvahám na „vedeckosti“ a význame tvrdenia z hľadiska rozvoja fyzikálnych úvah.

Pre efekt stlačenia panáčika a jeho „vystrelenia“ v druhej fáze cyklu (Hypotéza 2), ktorý nastane okamžite, je zrejme dôležitým parametrom umiestnenie bodov, v ktorých je uchytená gumka (body A, B v Obr. 4). Vzdialenosťou bodu A od kĺbu nohy je určený moment sily, ktorým sa noha otáča okolo kĺbu k trupu. (Obr. 2a).

Lezenie človeka po lane a šplhanie panáčika po lanku sa dá vysvetliť aj pomocou kladky (a na rovnakom princípe funguje aj technická pomôcka na istenie pri lezení a zlaňovaní).



Obr. 6 Lezenie s kladkou. Človek stojí na lane „do esíčka“, akoby boli nohy dvojitou kladkou, podobne, ako nesie svoju dvojkladku panáčik (a podobne ako prechádza lano cez istiacu kladku lezca (Obr. 6 a body X, Y v Obr.4), ktorú má lezec upevnenú cez pás. Horný koniec lana je prevlečený cez pevne uchytený kruh. (bod Z v Obr. 4)

Zdroje: <https://youtu.be/AD0uO7JGdZU>, <https://youtu.be/OIFmFMFpBgo>

Panáčika na lanku si možno pomerne jednoducho vlastnoručne zhotoviť a možné sú aj jednoduché pokusy a experimenty. Skúšať možno rôzne lanká, gumičky, rozloženie osiek, iný pomer hmotnosti nohy a trupu. Ďalej možno tematizovať základné fyzikálne a technické javy, sily, procesy, pojmy, metódy (ťah, trenie, pružnosť, rotácia, ťažisko, rovnováha síl, rozklad síl, otáčavý účinok, statika, stabilita, riadenie procesu). Hračka panáčika, ktorý sa môže šplhať po lanku, umožňuje otvoriť veľkú univerzálnu tému „riadenie, kontrola a bezpečnosť systémov“.