

MOŽNOSTI POUŽITIA BÁDATEĽSKÝCH VYUČOVACÍCH METÓD VO FYZIKE

POSSIBILITIES OF USING INQUIRY-BASED TEACHING METHODS IN PHYSICS

Martin Šechný

Abstrakt

Fyzika je kľúčový školský predmet pre budúcnosť mladého človeka. Fyzika na základnej škole ovplyvňuje záujem žiaka o prírodovedné alebo technické predmety a výber študijného alebo učebného odboru na strednej škole. Potom, na strednej škole, fyzika formuje prírodovedné alebo technické myslenie. Je predpokladom pre výber ďalšieho štúdia na vysokej škole a pre výber povolania v príbuznom odbore. Vyučovacia metóda zvolená učiteľom, spolu s osobnosťou učiteľa, môže byť zdrojom záujmu žiakov o predmet. Aktivizačné vyučovacie metódy prinášajú výhody v podobe rôznych podnetov pre aktivitu žiaka. Bádateľské vyučovacie metódy sú výbornou voľbou pre fyziku a iné prírodovedné predmety. Viaceré typy bádateľských metód a ich kombinácií s inými metódami sa hodia na široké spektrum tém a situácií.

Kľúčové slová: *bádateľské vyučovanie, fázy vyučovacieho procesu, fyzika, konceptuálne porozumenie, pokus, riešenie fyzikálnych úloh, školský fyzikálny experiment, vyučovacia metóda*

Abstract

Physics is a key school subject for a young person's future. Physics at primary school influences a pupil's interest in natural science or technology subjects and the choice of field of study at secondary school. Then, at the secondary school, physics shapes science or technology thinking. This is a prerequisite for the selection of further studies at the university and for the selection of a profession in a related field. A teaching method chosen by a teacher, together with teacher's personality, can be a source of pupil's interest in the subject. Activation teaching methods bring benefits in the form of various stimuli for student activity. Inquiry-based teaching methods are an excellent choice for physics and other natural science subjects. Several types of inquiry-based methods and combinations with other methods are suitable for a wide range of topics and situations.

Key words: *conceptual understanding, experiment, inquiry-based teaching, phases of teaching process, physical problem solving, physics, school physics experiment, teaching method*

1 FYZIKA PRE BUDÚCNOSŤ MLADÉHO ČLOVEKA

Budúcnosť celej spoločnosti závisí na úspechu jednotlivcov. Budúcnosť jednotlivca je do značnej miery predurčená rokmi strávenými v škole. Nie všetko, čo sa v škole učí, prinesie úžitok do života a vždy sa v živote vyskytne niečo, na čo sa v škole nemyslelo. Fyzika je kľúčový predmet pre budúcnosť mladého človeka, popri matematike a iných predmetoch. Fyzika na základnej škole ovplyvňuje záujem žiaka o prírodovedné alebo technické predmety a výber študijného alebo učebného odboru na strednej škole. Potom, na strednej škole, fyzika

formuje prírodovedné alebo technické myslenie. Je predpokladom pre výber ďalšieho štúdia na vysokej škole a pre výber povolania v príbuznom odbore.

1.1 Ciele vzdelávania vo fyzike

Vzdelávanie je špecifikované predmetom vzdelávania a cieľmi vzdelávania. Obsah vzdelávania vo fyzike má osobitnú štruktúru, rozdelenú do niekoľkých kategórií. Krathwohl¹ kategorizoval poznanie do štyroch kategórií (usporiadaných od najnižších po najvyššie):

4. Znalosti – osvojené a aplikované poznatky: fyzikálne pojmy a fyzikálne koncepty použité pomocou fyzikálnych metód v danom fyzikálnom probléme.
3. Postupy – metódy riešenia fyzikálnej úlohy alebo fyzikálneho problému.
2. Koncepty – fyzikálny jav, fyzikálny stav, fyzikálny dej, proces, fyzikálny zákon, fyzikálny princíp, fyzikálny postulát.
1. Poznatky – fyzikálne pojmy a jednoduché fakty.

Fyzikálne poznanie je súhrn fyzikálnych pojmov, fyzikálnych konceptov, fyzikálnych metód a z nich odvodených znalostí. Príloha 1 graficky znázorňuje kategórie fyzikálneho poznania.

Pojem je základný prvok obsahu vzdelávania, skúmaného didaktikou. [4] Fyzikálne pojmy sú základom učiva fyziky. Osvojovanie pojmov je postupná aktívna cieľavedomá činnosť žiaka. Pojmovým učením sa žiak učí kategorizovať pojmy – pod ktorý pojem možno zahrnúť objekty, fakty, javy, stavy. [5]

Ciele vzdelávania, sledujúce obsah vzdelávania, sú systematicky usporiadané v taxonómiách, do niekoľkých úrovní podľa abstraktnosti a komplexnosti. Taxonómie dávajú práci učiteľa precíznejšiu metodiku. Taxonómií je viacero, pri dostatočnom nadhľade sú si podobné, podstata je spoločná pre všetky. Pre tento článok sa hodí Andersonova-Krathwohlova (revidovaná Bloomova) taxonómia poznávacích cieľov²:

6. Vytvoriť (spojiť časti do nového celku, usporiadať časti do nového vzoru).
5. Hodnotiť (kriticky posúdiť).
4. Analyzovať (rozpoznať vzťahy).
3. Aplikovať (znalosť).
2. Porozumieť/pochopiť (vedomosť).
1. Zapamätať/rozpoznať (poznatok).

Vzdelávacie ciele opisujú výsledok poznávania (činnosti), mali by byť vyjadrené slovesom v neurčitku, opisujúcim želanú činnosť alebo schopnosť.

1.2 Konceptuálne porozumenie

Didaktika fyziky v súčasnosti často pracuje s vyučovacími metódami zameranými na konceptuálne porozumenie. Zameranie na konceptuálne porozumenie predstavuje posun k vyšším úrovniam od zamerania na zapamätanie poznatkov (memorovania). Porozumenie je stále ešte nízka (v poradí druhá) úroveň poznávacích cieľov.

Fyzikálne pojmy a fyzikálne koncepty tvoria základ fyziky. Vyučovacie metódy zamerané na konceptuálne porozumenie sú vhodné pre základnú školu, kde postačujú. Fyzika pre strednú školu by mala pokrývať okrem fyzikálnych konceptov aj fyzikálne postupy (metódy).

1 https://en.wikipedia.org/wiki/David_Krathwohl

2 https://en.wikipedia.org/wiki/Bloom's_taxonomy

1.3 Prehľad vhodných vyučovacích metód pre fyziku

Vyučovacia metóda je zámerný postup práce učiteľa vo vyučovaní. [4] Vyučovacia metóda, spolu s osobnosťou učiteľa, môže byť dobrým zdrojom podnetov pre záujem žiakov o predmet. Vyučovacích metód je veľa. Niektoré z nich sú viac vhodné pre vyučovanie fyziky, niektoré menej. Nasleduje stručný prehľad niektorých vyučovacích metód pre fyziku, najmä aktivizačných, tie by mali byť preferované. [3] Grafický prehľad je v prílohe 2.

Motivačné rozprávanie (monológ) je aktivitou učiteľa s cieľom zaujať žiaka, podporiť jeho motiváciu, odovzdať mu emóciu. **Motivačný rozhovor** (dialóg) je interaktívnou aktivitou učiteľa a žiaka/žiakov. Podobne: motivačná otázka, motivačný problém, motivačná výzva.

Motivačná demonštrácia je aktivitou učiteľa, ktorou predvádza žiakom nejaký fyzikálny jav. Táto metóda je obľúbenou vo fyzike, pretože fyzika má veľké množstvo fyzikálnych javov, ktoré sa dajú vnímať všetkými zmyslami a emočný efekt je potom výrazný. Kvalitná motivačná demonštrácia by mala byť krátka a intenzívna.

Demonštrácia a pozorovanie sú podobné metódy z opačného konca pohľadu (činiteľa a pozorovateľa). Obvykle učiteľ demonštruje a žiak pozoruje – učiteľ je aktívny a žiak pasívny. Aj keď táto metóda je na prvý pohľad zaujímavá, nie je vo vyučovaní efektívna. Žiak potrebuje aktívnu činnosť, aby jeho poznávanie bolo dostatočne intenzívne.

Pokus alebo laboratórna práca je užitočnou metódou pre prírodovedné predmety, lebo simuluje prácu v experimentálnej vede. Pokus je názorný, hmatateľný (vnímateľný zmyslami), čo podporuje poznávací proces žiaka.

Problémové vyučovanie patrí medzi aktivizačné metódy. Žiak dostáva zadanie menšieho problému, ktorý má vyriešiť. **Projekt** (projektová metóda) je podobná aktivizačná metóda, pri ktorej žiak dostáva komplexný problém, ktorý má vyriešiť. Riešenie pozostáva z viacerých krokov. Táto metóda je náročná na čas, prináša divergentné riešenia žiakov. Problémové vyučovanie je možné použiť viackrát na danom predmete v školskom roku, ale projekt kvôli časovej náročnosti len jednorazovo.

Montáž a demontáž je aktivizačná metóda, predstavuje konštruktivistický alebo konštrukcionistický prístup k obsahu vzdelávania, so zameraním na manuálnu zručnosť.

Hra (gamifikácia) je vyučovacou metódou, ktorá v sebe spája poznávací proces a zábavu, čo udržuje motiváciu. Komenského „škola hrou“ by sa ale mala používať primerane veku.

Riešenie výpočtových úloh na papieri alebo na tabuli je užitočná vyučovacia metóda vo fyzike, ktorá trénuje fyzikálne myslenie, použitie matematického aparátu, matematickú zručnosť, písomnú zručnosť, estetiku, pevnú vôľu. **Riešenie výpočtových úloh pomocou počítača** (*computing*) je vyučovacia metóda, ktorá pôvodne patrí do informatiky a vo fyzike je nová. Základné digitálne zručnosti patria ku kľúčovým spôsobilostiam.

Písomné skúšanie a test sú efektívne a objektívne diagnostické metódy, ale so slabým sociálnym kontaktom.

Formatívne hodnotenie dáva žiakovi spätnú väzbu na konci vyučovacej jednotky a nemusí byť spojené so známkuou.

2 BÁDATEĽSKÉ VYUČOVACIE METÓDY

V bádateľskom vyučovaní je dôležitá aktivita žiaka. Môžeme využiť znalosti a zručnosti z iných predmetov. Bádateľské vyučovacie metódy sú výbornou voľbou pre fyziku a ďalšie prírodovedné predmety. Viaceré typy bádateľských metód a ich kombinácií s inými metódami sa hodia na široké spektrum tém a situácií. Bádateľské vyučovanie vychádza pôvodne z konštruktivismu, vlastnej tvorby riešenia problému alebo úlohy a tiež z konštrukcionizmu, vlastného formovania znalostí. [2] Predpokladá sa, že žiak je prirodzene zvedavý. Učiteľ vytvára vhodné podmienky a sprevádza žiaka v poznávaní.

Fyzika je prírodovedný predmet, ktorý formuje prírodovedné alebo technické myslenie žiaka. Kľúčom k úspešnosti vyučovania fyziky je motivácia žiaka. Bádateľské vyučovanie simuluje prácu vedca pri skúmaní, objavovaní (bádaní). Bádateľské zručnosti tvoria odlišný pohľad na vzdelávacie ciele, vymenované v taxonómiách – integrujú viaceré úrovne do konkrétnych činností, zámerne a racionálne usporiadaných. Príloha 3 obsahuje nasledujúce prehľady.

Bádateľské zručnosti (spôsobilosti vedeckej práce) usporiadané do postupnosti:

1. Formulácia hypotézy.
2. Návrh postupu riešenia (metóda).
3. Realizácia experimentu.
4. Meranie, zapísanie hodnôt.
5. Analýza hodnôt (výpočty vzorcov, tabuľky, grafy, štatistické spracovanie).
6. Diskusia.
7. Prezentácia výsledkov (zverejnenie dát).
8. Zovšeobecnenie, aplikácia výsledkov.

Úrovne bádania kategorizujú bádateľské vyučovacie metódy:

1. Interaktívna demonštrácia.
2. Potvrdzujúce bádanie (overovanie).
3. Riadené bádanie (experimentovanie).
4. Nasmerované bádanie (učiteľ zadáva úlohu).
5. Otvorené bádanie (žiak si zadáva úlohu).

Niektorým vyučovacím metódam uvedeným v kapitole 1.3 sa dá priradiť charakteristika jednej z piatich úrovní bádania. Demonštrácia alebo motivačná demonštrácia môže byť na 1. úrovni (interaktívna demonštrácia). Pokus, laboratórna práca, problémové vyučovanie môžu byť na 2. až 4. úrovni bádania. Projekt je obvyčajne na 4. alebo 5. úrovni bádania.

Bádateľských vyučovacích metód je viac aj preto, že môžu mať rôznu organizačnú formu a štruktúru vyučovacej jednotky. Najčastejšie sa používa model 5E alebo rozšírený 7E.

Bádateľský cyklus 5E určuje postupnosť etáp vyučovacej jednotky:

1. Zapojenie (motivácia, aktivizácia).
2. Skúmanie (samostatná práca, skupinová práca žiakov).
3. Vysvetlenie (skupinová diskusia).
4. Rozšírenie (zovšeobecnenie).
5. Vyhodnotenie (formatívne hodnotenie, sumatívne hodnotenie).

3 VÝSKUMNÝ PROJEKT

Vplyv bádateľských vyučovacích metód na záujem žiakov o fyziku možno overiť v pedagogickej praxi pomocou výskumného projektu. Viaceré pracoviská sa zaoberajú bádateľskými metódami, obyčajne vo vyučovaní jedného predmetu. Ojedinele sú riešené kombinácie tém dvoch alebo viacerých predmetov pomocou bádateľských metód, spravidla chápané ako motivačné témy pre jeden z predmetov.

Zámerom výskumného projektu ku prezentovanej téme v tomto článku je podpora záujmu žiakov o fyziku pomocou vhodnej metodiky a efektívne využitie IT nástrojov vo vyučovaní fyziky. Projekt je plánovaný s predpokladom, že kombinácia bádateľskej metódy, konštruktivistickej metódy a riešenia fyzikálnych úloh počas série vyučovacích hodín s jednou témou je optimálnou voľbou. Bádateľské vyučovanie má pozitívny vplyv na motiváciu žiakov a záujem žiakov o fyziku. Ale má aj nevýhody: väčšiu časovú náročnosť; zanedbanie rozvíjania iných znalostí a zručností, ktoré nesúvisia s bádáním, ale patria do cieľov predmetu alebo študijného odboru. Konštruktivistická vyučovacia metóda je vhodnejšia pre informatiku a technické predmety, pretože simuluje prácu konštruktéra, technika, programátora – pomocou vytvárania (konštruovania) riešenia problémov, úloh. Rôzne praktické aktivity sú užitočné pre STEM³ predmety. [1]

Tiež sa môže preukázať, že aplikovaná informatika (digitálne zručnosti, algoritimizácia, programovanie a dátová veda) v stredoškolskej fyzike môže byť novým trendom v didaktike fyziky, ktorý pomôže zvýšiť motiváciu žiakov a praktické využitie znalostí a zručností, čo sa spätne môže preniesť do didaktiky informatiky, aj didaktík iných predmetov.

Použitá literatúra

1. BOUQUET, F., DAUPHIN, C., BERNARD, F., BOBROFF, J. *Low-Cost Experiments for Homework Assignments*. 2018. arXiv:1807.03203 [physics.ed-ph], <https://arxiv.org/abs/1807.03203>
2. KIREŠ, M., JEŠKOVÁ, Z., GANAJOVÁ, M., KIMÁKOVÁ, K. *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní, časť A*. Bratislava: ŠPÚ, 2016. ISBN 978-80-8118-155-9.
3. LAGUBEAU, G., TECPAN, S., HERNANDEZ, C. *Active Learning reduces academic risk of students with non-formal reasoning skills. Evidence from an introductory physics massive course in a Chilean public university*. 2019. arXiv:1909.01235 [physics.ed-ph], <https://arxiv.org/abs/1909.01235>
4. PETLÁK, E., *Všeobecná didaktika*. Bratislava: IRIS, 1997. ISBN 80-88778-49-2.
5. VENDEL, Š., *Pedagogická psychológia*. Bratislava: epos, 2007. ISBN 978-80-8057-710-0.

Kontaktné údaje

Mgr. Martin Šechný

Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied

17. novembra 1, 080 01 Prešov, Slovenská republika

e-mail: martin.sechny@shenk.sk



3 https://en.wikipedia.org/wiki/Science,_technology,_engineering,_and_mathematics

PRÍLOHA 1: KATEGÓRIE FYZIKÁLNEHO POZNANIA

KATEGÓRIE FYZIKÁLNEHO POZNANIA

ZNALOSTI	FYZIKÁLNE POJMY A KONCEPTY POUŽITÉ POMOCOU FYZIKÁLNYCH METÓD
POSTUPY	FYZIKÁLNE METÓDY METÓDY RIEŠENIA FYZIKÁLNYCH ÚLOH
KONCEPTY	FYZIKÁLNE JAVY, STAVY, DEJE, PROCESY FYZIKÁLNE ZÁKONY, PRINCÍPY FYZIKÁLNE POSTULÁTY
POZNATKY	FYZIKÁLNE POJMY

TAXONÓMIA POZNÁVACÍCH CIEĽOV

KONCEPTY →	VYTVORIŤ HODNOTIŤ ANALYZOVAŤ APLIKOVAŤ (ZNALOSŤ) POROZUMIEŤ/POCHOPIŤ (VEDOMOSŤ) ZAPAMÄTAŤ/ROZPOZNAŤ (POZNATOK)
-------------------	---

KONCEPTUÁLNE POROZUMENIE

PRÍLOHA 2: PREHĽAD VYUČOVACÍCH METÓD PRE FYZIKU

PREHĽAD VYUČOVACÍCH METÓD PRE FYZIKU

MOTIVAČNÁ FÁZA	MOTIVAČNÉ ROZPRÁVANIE MOTIVAČNÝ ROZHOVOR MOTIVAČNÁ DEMONŠTRÁCIA
EXPOZIČNÁ FÁZA	DEMONŠTRÁCIA, POZOROVANIE POKUS, LABORATÓRNA PRÁCA PROBLÉMOVÉ VYUČOVANIE PROJEKT MONTÁŽ, DEMONTÁŽ HRA
FIXAČNÁ FÁZA	RIEŠENIE VÝPOČTOVÝCH ÚLOH
DIAGNOSTICKÁ FÁZA	PÍ SOMNÉ SKÚŠANIE, TEST FORMATÍVNE HODNOTENIE

KONŠTRUKTIVIZMUS
KONŠTRUKCIONIZMUS

BÁDATEĽSKÉ VYUČOVANIE

PRÍLOHA 3: BÁDATELSKÉ VYUČOVANIE

BÁDATELSKÉ VYUČOVANIE

BÁDATELSKÉ ZRUČNOSTI

FORMULÁCIA HYPOTÉZY
NÁVRH POSTUPU RIEŠENIA (METÓDA)
REALIZÁCIA EXPERIMENTU
MERANIE, ZAPÍSANIE HODNÔT
ANALÝZA HODNÔT
DISKUSIA
PREZENTÁCIA VÝSLEDKOV
ZOVŠEOBECNENIE, APLIKÁCIA

ÚROVNE BÁDANIA

INTERAKTÍVNA DEMONŠTRÁCIA
POTVRDZUJÚCE BÁDANIE
RIADENÉ BÁDANIE
NASMEROVANÉ BÁDANIE
OTVORENÉ BÁDANIE

BÁDATELSKÝ CYKLUS 5E

ZAPOJENIE
SKÚMANIE
VYSVETLENIE
ROZŠÍRENIE
VYHODNOTENIE

DIAGNOSTICKÉ NÁSTROJE BÁDATELSKÝCH METODÍK

ÚROVEŇ BÁDATELSKÝCH ZRUČNOSTÍ
ÚROVEŇ KONCEPTUÁLNEHO
POROZUMENIA
ÚROVNE VZDELÁVACÍCH CIEĽOV
ÚROVEŇ BÁDANIA UČITEĽA