

## USING MEMES, 3D PRINTING AND HEURISTIC METHODS TO REMOVE MISCONCEPTION IN PHYSICS

**Vladimír VOCHOZKA\***, Katedra fyziky, techniky a chemie, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Česká republika

**Tomáš SOSNA**, Katedra fyziky, techniky a chemie, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Česká republika

Vloženo: 23. 2. 2024 / Přijato: 5. 11. 2024

Typ článku: Teoretická studie

DOI: 10.5507/jtie.2024.010

**Abstract:** Study explores an innovative approach to physics education that combines the popularity of internet memes with the effectiveness of heuristic teaching methods. Specifically, it focuses on utilizing the “magnet car” meme to address common misconceptions among students regarding fundamental physics principles. Through a series of experiments and active student engagement, the study found that this approach significantly improves students’ understanding of physical phenomena. The research was conducted using an action research design involving four cycles, with each cycle increasing the complexity of tasks. Methods such as interviews and pedagogical observations were employed. The results demonstrate that connecting popular culture with scientific concepts can be an effective tool for motivating students and improving their outcomes in physics education.

**Key words:** physics, meme, heuristic method, teaching, Newton’s laws, magnetism, 3D modeling, action research.

## VYUŽITÍ MEMU, 3D TISKU A HEURISTICKÉ METODY K ODSTRANĚNÍ MISKONCEPCIE VE FYZICE

**Abstrakt:** Studie zkoumá přístup k výuce fyziky, který kombinuje popularitu internetových memů s účinností heuristických výukových metod. Konkrétně se zaměřuje na využití meme „magnetické auto“ k odstranění běžných miskoncepcí u žáků ohledně základních fyzikálních principů. Prostřednictvím série experimentů a aktivního zapo-

---

\*Autor pro korespondenci: vvochozka@pf.jcu.cz

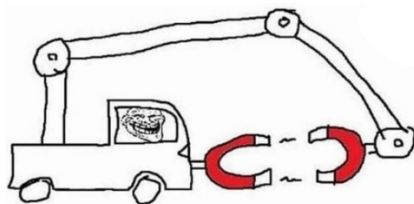
jení studentů do výukového procesu bylo zjištěno, že tento přístup výrazně zlepšuje porozumění fyzikálním jevům. Výzkum probíhal formou akčního výzkumu zahrnujícího čtyři cykly, ve kterých se postupně zvyšovala komplexita úkolů. Byly použity metody jako rozhovory a pedagogické pozorování. Výsledky studie ukazují, že propojení populární kultury s vědeckými koncepty může být účinným nástrojem pro zlepšení jejich výsledků ve výuce fyziky.

**Klíčová slova:** fyzika, mem, heuristická metoda, výuka, Newtonovy zákony, magnetismus, 3D modelování, akční výzkum.

## 1 Úvod

Fenomén memů je typický pro generaci Z, mladou populaci narozenou přibližně v letech 1997–2012 (Mijatovic, 2020; Ding et al., 2017). V kontextu internetové kultury a sociálních médií je mem definován jako vizuální, textový nebo multi-mediální obsah, který se rychle šíří a často získává značnou popularitu (Arnold & Reichelt, 2013). Kultura memů má v rámci generace Z významný vliv na komunikaci, humor, politiku a sociální sdílení (Yalçın İncik, 2022).

V rámci memové kultury, která se stala nedílnou součástí online prostoru, se často objevují memy založené na parodování fyzikálních jevů (Roche et al., 2016). Jedním z takových příkladů je fenomén „magnet car“ (obr. 1), který ironicky a vtipně zobrazuje nepochopení základních principů magnetismu a Newtonových pohybových zákonů.



**Obr. č. 1:** Nejběžnější podoba memu „magnet car“ (Magnet car meme, 2020).

Využití memů ve výuce není novinkou (Brown, 2020). Hlavním přínosem memů by mělo být zvýšení zájmu žáků díky jejich atraktivitě pro generaci Z (Greenhow & Lewin, 2015). Měly by být aktivizujícím prvkem (Wells, 2018).

Při použití modelu inspirovaného memem „magnet car“ ve výuce bylo zjištěno, že jej žáci znají, označují jej za nejznámější, ale nedokážou adekvátně vysvětlit jeho fyzikální podstatu. Toto zjištění bylo motivací k navržení konceptu heuristické výuky spolu s modelem. Cílem článku je poukázat na pozitivní účinek zařazení memu a jeho využití v heuristicky vedené výuce k dosažení kvalitních vzdělávacích výstupů – pochopení vybrané fyzikální problematiky spojené s memem.

## 2 Metody a materiály

Pro tvorbu výukové pomůcky založené na principu memu bylo zvoleno 3D modelování a 3D tisk. Výtisk byl doplněn běžně dostupnými díly ze železářství a rybářských potřeb. K demonstračním pokusům byly využity klasické pomůcky ze školního fyzikálního kabinetu: tyčové magenty, laboratorní stativy, provázek, a skateboard s longboardem.

Pro ověření přínosu použití výukové pomůcky ve výuce byl zvolen akční výzkum. V jednotlivých cyklech akčního výzkumu byla použita metoda rozhovoru a pedagogického pozorování. Po analýze odpovědí na otázku Q1 („*Kterým směrem se pohne auto z memu?*“) v rámci prvního cyklu, které dosahovaly velmi nízké úspěšnosti a na základě reflexe pedagogického pozorování byla navržena výuka vedená heuristickou metodou v rámci níž byly vytvořeny další ilustrace, otázky a doplňující demonstrační pokusy.

### 2.1 Akční výzkum

Akční výzkum byl zvolen jako vhodná metoda pro ověření efektivity vytvořené výukové pomůcky. Akční výzkum se jeví jako ideální nástroj pro zkoumání vzdělávacích intervencí v reálném prostředí, neboť umožňuje systematické sbírání dat, jejich analýzu a následné úpravy výukových postupů. Důvodem pro výběr této metody je její cyklická povaha, která umožňuje průběžně reagovat na zjištěné potřeby žáků a upravovat výukové strategie. Tímto způsobem jsme mohli dosáhnout co nejvyšší míry relevance výzkumu pro konkrétní vzdělávací situaci.

„Akční výzkum je srovnávací výzkum podmínek a účinků různých forem sociálního jednání, výzkum vedoucí k jednání“ (Lewin, 1946). Definice bližší školnímu prostředí pochází od dvojice Kemmis a McTaggart. „Akční výzkum je forma kolektivního introspektivního výzkumu, který probíhá v reálném prostředí a jehož

*cílem je zajistit lepší a spravedlivější sociální a vzdělávací podmínky a porozumět probíhajícím procesům*“ (Kemmis & MacTaggart, 1992). Akční výzkum je chápán jako reflexivní, systematický, kontrolovaný a kritický projekt, jehož cílem je zkoumat konkrétní aspekty reality související s řešeným problémem (McNiff, 1993; McNiff & Whitehead, 2002).

Akční výzkum je založen na jednoduchém cyklickém modelu, který obsahuje čtyři kroky: plánování, akci, pozorování a reflexi (Kemmis & MacTaggart, 1992). Jednotlivé fáze se opakují ve spirále. Na konci každého cyklu musí dojít k reflexi, na jejímž základě se reviduje akční plán. S každou iterací se objevují nové problémy a je třeba řešit nové problémy (Nezvalová, 2003).

## 2.2 Rozhovory v pedagogickém výzkumu

Rozhovory představují klíčový nástroj pro sběr kvalitativních dat v pedagogickém výzkumu. Důvodem pro výběr rozhovorů je možnost získat hlubší porozumění žákům, jejich myšlení a jejich postojům k dané problematice. Prostřednictvím rozhovorů bylo možné zjistit, jak žáci vnímají výukovou pomůcku a jakým způsobem ovlivňuje jejich porozumění fyzikálním jevům.

*„Rozhovor je metoda sběru dat o pedagogické realitě, která zahrnuje přímou verbální komunikaci mezi výzkumníkem a respondentem“* (Chráska, 2016). Využito bylo především polostrukturovaných skupinových rozhovorů a polostrukturovaných rozhovorů s jednotlivci.

## 2.3 Pedagogické pozorování

Pedagogické pozorování umožňuje získat přímý vhled do průběhu výuky a interakcí mezi učitelem a žáky. Důvodem pro zařazení pozorování do výzkumného designu je možnost identifikovat silné stránky a slabé stránky výukových postupů a získat tak cenné informace pro další úpravy.

*„Pedagogické pozorování je pozorování smyslově vnímatelných jevů, zejména chování osob, průběhu událostí apod.“* (Průcha et al., 2013). Někteří autoři považují pozorování za nejdůležitější a nenahraditelný způsob sběru materiálu při studiu pedagogické reality (Chráska, 2016).

V pedagogickém pozorování jsou vyžadovány určité požadavky: specifikace předmětu pozorování (odpověď na otázku *„co se má pozorovat?“*); cílové zaměření pozorování (odpověď na otázku *„co se má zjistit?“*); organizace pozorování

(odpověď na otázku „*jak toho dosáhnout?*“); přesný záznam pozorování (odpověď na otázku „*jak to zachytit?*“). Pozorování musí být dostatečně validní a spolehlivé (Chráška, 2016). Pozorování bylo zvoleno jako vhodná metoda k vyhodnocení navržené pomůcky a způsobu práce s ní.

## 2.4 Heuristická metoda výuky

Heuristická metoda výuky se jeví jako slibná alternativa k tradičním výukovým metodám, neboť podporuje aktivní zapojení žáků do učení a rozvíjí jejich kritické myšlení. Důvodem pro výběr této metody je její potenciál pro zvýšení efektivity výuky fyziky.

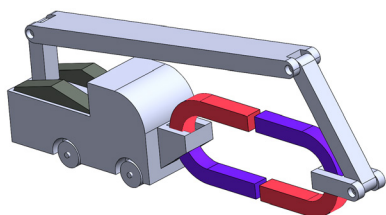
Heuristická metoda výuky je pedagogická strategie, která se zaměřuje na rozvoj kritického myšlení a řešení problémů u žáků (Petty, 2013). V kontextu výuky klade heuristická metoda důraz na aktivní účast žáků v procesu učení a podporuje jejich schopnost samostatně myslet a nacházet řešení (Petty, 2013). Tato metoda obvykle zahrnuje následující prvky (Petty, 2013; Reif & Heller, 2009):

1. Problémové situace: Žákům jsou předkládány reálné problémy nebo situace, které vyžadují analýzu a řešení.
2. Vedení myšlení: Učitelé kladou otázky a poskytují podněty, které žákům pomáhají rozvíjet myšlení a uplatňovat příslušné znalosti a dovednosti.
3. Experimentování: Žáci jsou povzbuzováni k experimentování, hledání alternativních přístupů a testování různých řešení.
4. Reflexe a diskuse: Po vyřešení problému žáci reflektují své zkušenosti a diskutují o různých přístupech a strategiích.

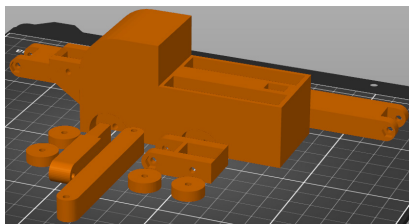
Cílem heuristické metody výuky je rozvíjet kreativitu žáků, flexibilitu jejich myšlení a schopnost překonávat překážky. Tímto způsobem se snaží připravit žáky na složité problémy a situace, s nimiž se mohou setkat v životě a v profesním prostředí (Petty, 2013; Reif & Heller, 2009).

## 2.5 Učební pomůcka „magnet car“

Model „magnet car“ byl vytvořen podle obrázku memu (obr. č. 1) v programu pro počítačem podporované projektování (CAD) SolidWorks. Rozměry jednotlivých částí byly zvoleny s ohledem na to, že model bude sloužit jako demonstrační pomůcka. Jednotlivé díly byly vloženy do sestavy (obr. č. 2) a poté exportovány.



**Obr. č. 2:** Vizualizace sestavení dílů modelu "magnet car" navrženého v SolidWorks. Díly určené k tisku jsou světle šedé. Závaží jsou tmavě šedá. Magnety jsou červeno-modré.



**Obr. č. 3:** Vizualizace rozložení dílů v ideálním natočení na tiskové ploše 3D tiskárny Prusa i3 MK3S+ v programu PrusaSlicer.

3D tisk byl připraven v PrusaSlicer (Obr. č. 3). Všechny díly byly vyrobeny najednou na 3D tiskárně Prusa i3 MK3S+ podle parametrů uvedených v tabulce 1.

| Filament | Výška vrstvy (mm) | Doba tisku (min) | Hmotnost výtisků (g) |
|----------|-------------------|------------------|----------------------|
| PLA      | 0,30              | 237              | 77                   |

**Tab. č. 1:** Nastavení a hodnoty tisku pro Prusa i3 MK3S+.

Vytištěné díly byly doplněny netisknutelnými díly (tabulka 2) a sestaveny do modelu (obrázek 4).

| Množství | Jméno              | Specifikace              |
|----------|--------------------|--------------------------|
| 5        | matice             | M3n                      |
| 2        | šroub              | M3×10                    |
| 3        | šroub              | M3×18                    |
| 2        | osa                | délka 35 mm; průměr 2 mm |
| 2        | podkovovitý magnet | 59 × 49 × 9 mma          |
| 1        | podkovovitý magnet | 42 × 36 × 6 mma          |
| 2        | závaží             | 100 gb                   |

**Tab. č. 2:** Seznam a parametry netisknutelných komponent.

<sup>a</sup> Nebo podobných rozměrů.

<sup>b</sup> Skutečná hmotnost 105–106 g.



**Obr. č. 4:** Kompletní model.

Sestavený model má přibližné rozměry  $250 \times 40 \times 90$  mm. Model musí být opatřen závažím (obr. č. 5), aby se vyrovnal moment síly způsobený dlouhým ramenem (obr. č. 4).



**Obr. č. 5:** Detail rybářských olověných závaží.



**Obr. č. 6:** Detail uchycení magnetu.

Magnety jsou drženy na místě šroubem, který se pohybuje v zalisované matici (obr. č. 6).

## 2.6 Metodika akčního výzkumu

Výzkumný vzorek tvořila heterogenní skupina 174 žáků druhého stupně, kteří se již učili Newtonovy zákony a magnetismus. Data byla sbírána v 8 třídách 5 různých základních škol od března do června školního roku 2022/23. Ověření probíhalo ve školách v České republice. V České republice není striktně stanoveno, v jakém věku (ročníku) musí učitel učit určité téma (Newtonovy zákony nebo magnetismus). Ministerstvo školství od roku 2021 netrvá na výuce Newtonových zákonů. Ve vybraných školách jsou témata Newtonových zákonů a magnetismu stále běžnou součástí učebních osnov. Žáci, kteří se zúčastnili ověřování, byli ve věku 13–15 let.

Ověřování ve třídě (jeden cyklus) trvalo vždy jednu vyučovací jednotku a bylo nezávislé na předchozí výuce. Jedinou podmínkou bylo, že žáci se již učili Newtonovy zákony a magnetismus. Pro každý cyklus byla zvolena nová jiná skupina (třída), nedocházelo k opakování rozhovorů se stejnými respondenty.

Akcční výzkum probíhal ve čtyřech samostatných cyklech. V prvním cyklu byla žákům nastolena pouze problémová situace. Ve zbylých cyklech (2.–4.) již byli žáci konfrontováni prvky heuristické výuky: problémové situaci (odhad chování memu), vedení myšlení (série otázek doplněná ilustračními obrázky), experimentování (sada demonstračních pokusů) a reflexi s diskusí (rozhovory).

### 2.6.1 Nultý cyklus

V nultém (přípravném) cyklu byl zjištěn pro žáky nejznámější fyzikální mem. Na základě polostrukturovaných skupinových rozhovorů a ankety se 198 žáky základních škol byl vybrán mem „magnet car“. V první třídě (24 žáků) byli žáci dotázáni, zda znají nějaké memy s fyzikální tematikou, a ty byly zaznamenány včetně četnosti opakování v této skupině. Tato třída nebyla zahrnuta do dalšího šetření. V dalších dvou třídách (26 a 19 žáků) již byly nejznámější memy představeny a byla provedena anketa, která zjišťovala jejich známost mezi žáky s možností zmínit nějaký další mem, který se v seznamu neobjevil. Ve zbývajících třídách (6 tříd; 129 žáků) již byla provedena anketa s jednou možností výběru nejznámějšího memu s fyzikální tematikou a největší četnosti dosáhl mem „magnet car“.

### 2.6.2 První cyklus

V prvním cyklu bylo zjišťováno, zda žáci (2 třídy: 26 a 19 žáků) pochopili význam memu a zda jej dokázali vysvětlit. Společně s obrázkem 1 byla položena na první pohled jednoduchá otázka Q1 („*Kterým směrem se pohne auto z memu?*“). Cílem bylo zjistit, jaké odpovědi se objeví. Odpovědi pak byly rozděleny do skupin: doprava, doleva, nikam, nahoru a nevím. Následně byly provedeny polostrukturované rozhovory, jejichž cílem bylo zjistit, jaké miskoncepce žáci ve svých odpovědích a vysvětleních použili. Na základě výsledků z rozhovorů byl navržen další cyklus vedený heuristickou metodou výuky.



### 2.6.3 Druhý cyklus

Ve druhém cyklu bylo zjišťováno, zda žáci (2 třídy: 22 a 16 žáků) změní svůj první odhad o pohybu auta po přidání jednoduchých otázek a pokusů, které se řídily heuristickou metodou. Nejprve jim byl ukázán obrázek 1 a položena otázka Q1, stejně jako v prvním cyklu. Následně byl žákům představen obrázek 7 s otázkou Q2 („Jak se budou chovat dva stejné magnety orientované stejnými magnetickými póly? Neuvažujte tření.“) a obrázek 8 s otázkou Q3 („Jak se budou chovat dva stejné magnety orientované opačnými magnetickými póly? Neuvažujte tření.“).

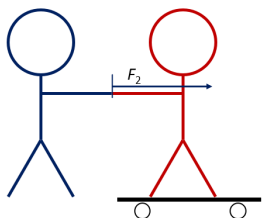


**Obr. č. 7:** Dva stejné magnety orientované stejnými magnetickými póly.

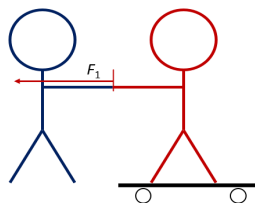


**Obr. č. 8:** Dva stejné magnety orientované opačnými magnetickými póly.

Dále byl cyklus doplněn o obrázek 9 s otázkou Q6 („Kterým směrem se bude pohybovat osoba na skateboardu?“) a obrázek 10 s totožnou otázkou Q7 („Kterým směrem se bude pohybovat osoba na skateboardu?“).

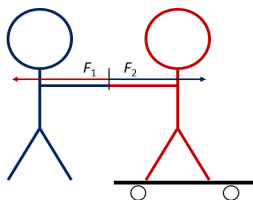


**Obr. č. 9:** Dvě osoby stejné hmotnosti se dotýkají rukama. Osoba vlevo stojí na zemi. Osoba vpravo je na skateboardu. Osoba vlevo působí silou  $F_2$ .

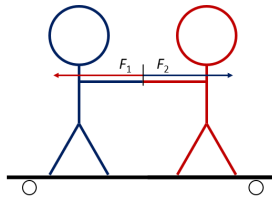


**Obr. č. 10:** Stejná situace jako na obrázku 9 s tím rozdílem, že nyní osoba vpravo působí silou  $F_1$ .

A jako poslední v tomto cyklu byl představen obrázek 11 s otázkou Q8 („Kterým směrem se bude pohybovat osoba na skateboardu?“) a obrázek 12 s otázkou Q10 („Kterým směrem se bude skateboard pohybovat?“).



**Obr. č. 11:** Stejná situace jako na obrázku 9 a 10 s tím rozdílem, že nyní působí obě osoby současně (osoba vpravo  $F_1$  a osoba vlevo  $F_2$ ).

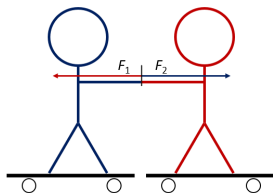


**Obr. č. 12:** Dvě osoby stejné hmotnosti se dotýkají rukama. Obě stojí na jednom velkém skateboardu. Obě současně tlačí silou proti druhé osobě.

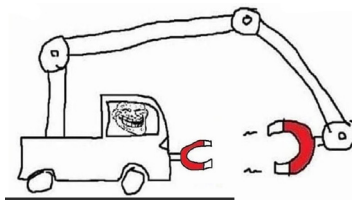
Po položení otázky k obrázku byl proveden experiment, který demonstroval odpověď, a zároveň byl vysvětlen výsledek experimentu. Stejným způsobem se pokračovalo k dalšímu obrázku s otázkou, po odpovědi byl opět proveden pokus a podáno jeho vysvětlení. Byly tedy vyřešeny všechny otázky, znovu byl zobrazen obrázek 1 a znovu byla položena otázka Q1/Q11 (otázka je totožná). Po zapsání odpovědi byl předveden a vysvětlen pokus s navrženým modelem „magnet car“.

## 2.6.4 Třetí cyklus

Ve třetím cyklu (2 třídy: 22 a 21 žáků) byl postup téměř stejný jako v předchozím cyklu. Změna spočívala v tom, že byl přidán obrázek 12 s otázkou Q9 („*Jakými směry se budou skateboardisté pohybovat?*“) a obrázek 13 s otázkou Q12 („*Kterým směrem se bude pohybovat auto z memu?*“).



**Obr. č. 12:** Dvě osoby stejné hmotnosti se dotýkají rukama. Oba stojí na svých skateboardech. Oba současně tlačí silou proti druhé osobě.



**Obr. č. 13:** Upravený mem pracující s mylnou představou o různých velikostech vzájemně působících sil pro magnety různých velikostí.

Opět byly otázky následně doplněny o pokusy a vysvětlení.

### 2.6.5 Čtvrtý cyklus

Ve čtvrtém cyklu (2 třídy: 19 a 29 žáků) byla přidána heuristická otázka Q4 („*Jak velkou silou na sebe budou působit dva stejné magnety s opačnými magnetickými póly? Neuvažujte tření.*“), a k ní byl použit obrázek 8, tento obrázek se tedy v sérii otázek zobrazil žákům dvakrát se dvěma různými otázkami. Poslední doplnění spočívalo v obrázku 14 s otázkou Q5 („*Jak velkou silou na sebe budou působit dva magnety o různých hmotnostech orientované opačnými magnetickými póly?*“).



**Obr. č. 14:** Dva magnety o rozdílných hmotnostech orientované opačnými magnetickými póly.

## 3 Výsledky a diskuse

Po provedení všech čtyřech cyklů byla vyhodnocena shromážděná data. Protože jsou skupiny v jednotlivých cyklech akčního výzkumu různě velké, jsou pro srovnání uvedena procenta úspěšných odpovědí. Přehled je uveden v tabulce 3.

| Cyklus | Q1                | Q5 <sup>a</sup> | Q6   | Q7   | Q8   | Q9   | Q10  | Q11  | Q12  | n <sup>b</sup> |
|--------|-------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| 1      | 31 % <sup>c</sup> | <sup>d</sup>    |      |      |      |      |      |      |      | 45             |
| 2      | 34 %              |                 | 94 % | 89 % | 78 % |      | 94 % | 83 % |      | 38             |
| 3      | 33 %              |                 | 91 % | 90 % | 64 % | 69 % | 91 % | 78 % | 56 % | 43             |
| 4      | 31 %              | 39 %            | 96 % | 89 % | 60 % | 72 % | 97 % | 82 % | 75 % | 48             |

**Tab. č. 3:** Výsledné hodnoty správných odpovědí pro všechny cykly akčního výzkumu

<sup>a</sup> Otázky 2–4 jsou vynechány pro lepší přehlednost a proto, že úspěšnost jejich odpovědí se mezi sebou již od prvního cyklu příliš nelišila. Jednalo se o typické otázky v učebnicích, proto dosahovaly vysoké úspěšnosti okolo 91–93 %.

<sup>b</sup> *n* je celkový počet respondentů.

<sup>c</sup> Hodnota v procentech udává počet správných odpovědí, hodnoty jsou zaokrouhleny na jednotky.

<sup>d</sup> Prázdná políčka znamenají, že otázka ještě nebyla do tohoto cyklu zahrnuta.

První otázka (Q1) týkající se memu „magnet car“ má ve všech cyklech velmi nízkou hodnotu správných odpovědí. Jedná se o nejznámější mem, který kombinuje základy mechaniky a magnetismu. I přes svou jednoduchost je odpověď pro žáky složitá, přestože je například v zásadním rozporu s konceptem perpe-

tuum mobile. Z výsledků je možné konstatovat, že žáci znají Newtonovy zákony pouze formálně a nedokáží je aplikovat na praktický příklad (Alias & Ibrahim, 2016; Fratiwi et al., 2020). V polostrukturovaných rozhovorech bylo zjištěno, že žáci na situaci uplatňují pouze omezený pohled, ale nedokážou si představit většinu fyzikálních jevů, které do situace vstupují. Například se domnívají, že dva magnety se vždy přitahují, že magnetická síla je nekonečným zdrojem energie a mnoho dalších mylných dojmů. Představa o silových účincích magnetického pole je komplikovaná a u žáků je možné ji označit za formální (Borges & Gilbert, 2007). Na základě této nízké úspěšnosti byly ve druhém cyklu přidány další heuristické otázky. Po zamyšlení nad jednoduššími podotázkami žáci nakonec lépe odpovídali na závěrečnou kontrolní otázku Q11. Ve všech cyklech 2, 3 a 4 byl zaznamenán pozitivní trend v celkovém počtu správných odpovědí na otázku Q11. Otázka Q11 je stejná jako otázka Q1, s tím rozdílem, že žáci před druhou odpovědí prošli heuristickou metodou.

Jako klíčová se ukázala otázka a předvedený experiment u otázky Q10, kde jsou dvě osoby na jednom velkém skateboardu. U této otázky bylo opakovaně dosaženo nejvyššího podílu správných odpovědí. Žáci si nejen dokázali situaci dobře představit, ale dokázali ji také rozložit na známé dílčí problémy. U memu bylo pro žáky nejobtížnější pracovat s tím, že silové působení dvou magnetů působí na jedno těleso, jehož jsou magnety součástí.

U otázky Q8 žáci nedokážou aplikovat třetí Newtonův zákon. Přestože je tato otázka pouze upravenou verzí dvou předchozích (Q6 a Q7).

Velmi překvapivé bylo přidání upraveného memu (Obrázek 7) na závěr série otázek a demonstračních experimentů. Přestože v případech stejně velkých magnetů (Obrázek 1) dokázali žáci správně odpovědět na začátku na otázku Q1 nebo po heuristické výuce, a tedy správně pouze na otázku Q11, otázka Q12 jim dělala velké potíže, a to opět z důvodu nepochopení třetího Newtonova zákona. Na základě tohoto negativního výsledku byla do čtvrtého cyklu přidána otázka Q5, která pracovala se dvěma magnety o různých hmotnostech.

## 4 Závěr

Použití memu „magnet car“ je příkladem aplikace znalostí z několika oblastí fyziky, které se vyučují odděleně, a v daném příkladu jsou propojeny, stejně jako při popisu reálných jevů. Výsledky akčního výzkumu potvrzují dřívější hodnocení heuristické výukové metody jako přínosné a rozvíjící (Holubová, 2010; Leach,

1999). Byl prokázán pozitivní účinek zařazení memu a jeho propojením s heuristickou metodou výuky.

## 5 Zdroje

- Alias, S. N., & Ibrahim, F. (2016). A preliminary study of students' problems on Newton's law. *International Journal of Business and Social Science*, 7(4), 133–139.
- Magnet car meme. (2020). Youtube. Retrieved June 14, 2023, from <https://i.ytimg.com/vi/i5CJBa3iy8M/maxresdefault.jpg>
- Arnold, O., & Reichelt, V. (2013). Meme Media Technology in Higher Education: The Recursive Function Theory Case Study. *Webble Technology*, 110–118. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-38836-1\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38836-1_9)
- Borges, A. T., & Gilbert, J. K. (2007). Models of magnetism. *International Journal of Science Education*, 20(3), 361–378. <https://doi.org/10.1080/0950069980200308>
- Brown, J. D. (2020). What Do You Meme, Professor? An Experiment Using “Memes” in Pharmacy Education. *Pharmacy*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/pharmacy8040202>
- Chráška, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu* (2., aktualizované vydání). Grada.
- Ding, D., Guan, C., & Yu, Y. (2017). Game-Based Learning in Tertiary Education: A New Learning Experience for the Generation Z. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(2), 148–152. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.2.857>
- Fratiwi, N. J., Samsudin, A., Ramalis, T. R., Saregar, A., Diani, R., & Ravanis, K. (2020). Developing MeMoRI on Newton's Laws: For Identifying Students' Mental Models. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 699–708.
- Greenhow, C., & Lewin, C. (2015). Social media and education: reconceptualizing the boundaries of formal and informal learning. *Learning, Media and Technology*, 41(1), 6–30. <https://doi.org/10.1080/17439884.2015.1064954>
- Holubová, R. (2010). Improving the quality of teaching by modern teaching methods. *Problems of Education in the 21st Century*, 25, 58.
- Kemmis, S., & MacTaggart, R. (1992). *Como planificar la investigación – acción* (1st ed.). Laertes.
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34–46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- Leach, J. (1999). Students' understanding of the co-ordination of theory and evidence in science. *International Journal of Science Education*, 21(8), 789–806.
- McNiff, J. (1993). *Teaching as learning: an action research approach* (1st ed.). Routledge.
- McNiff, J., & Whitehead, J. (2002). *Action Research: Principles and Practice* (1st ed.). Routledge Falmer.
- Mijatovic, I. (2020). Teaching Standardization to Generation Z-Learning Outcomes Define Teaching Methods. *Sustainable Development*, 1, 191–208. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-28715-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-28715-3_12)
- Nezvalová, D. (2003). Akční výzkum ve škole. *Pedagogika*, 2003(3), 300–308. <https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/>
- Petty, G. (2013). *Moderní vyučování* (6., rozš. a přeprac. vyd). Portál.
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2013). *Pedagogický slovník* (7., aktualiz. a rozš. vyd). Portál.
- Reif, F., & Heller, J. I. (2009). Knowledge structure and problem solving in physics. *Educational Psychologist*, 17(2), 102–127. <https://doi.org/10.1080/00461528209529248>

- Roche, J., Stanley, J., & Davis, N. (2016). Engagement with physics across diverse festival audiences. *Physics Education*, 51(4). <https://doi.org/10.1088/0031-9120/51/4/045007>
- Wells, D. D. (2018). You All Made Dank Memes: Using Internet Memes to Promote Critical Thinking. *Journal of Political Science Education*, 14(2), 240–248. <https://doi.org/10.1080/15512169.2017.1406363>
- Yalçın İncik, E. (2022). Generation Z Students' Views on Technology in Education: What They Want What They Get. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 10(2), 109–124. <https://doi.org/10.52380/mojet.2022.10.2.275>