

Monitorovanie kognitívneho vývinu vo vzdelávacom programe ExpEdícia: Môže kognitívny vývin odrážať vplyv vzdelávacieho prostredia?

Monitoring of cognitive development in teaching programme ExpEdition: Can cognitive development reflect the influence of the learning environment?

 Dominika Koperová^{1,*}, Ľubomír Held¹

¹ Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave, Priemyselná 4, 918 43 Trnava, Slovensko; domi.koperova@gmail.com

Inovatívny pohľad na vzdelávanie v oblasti prírodných vied predstavuje vzdelávací program *ExpEdícia – skús, skúmaj, spoznaj*. Ponúka možnosť vyučovať prírodovedné predmety cez systematicky aplikované prvky IBSE, priestor na vzdelávanie učiteľov a prípravu vhodných učebných a metodických materiálov. Cieľom príspevku je pri-niesť pohľad na monitorovanie kognitívneho vývinu žiakov dlhodobo sa učiacich vo vzdelávacom programe a zároveň ich porovnanie so žiakmi učiacimi sa tradičným spôsobom, dominantne výkladom. V triedach bol aplikovaný test *Inventary of Piaget's Developmental Tasks* (IPDT), ktorým sa sledovala dosiahnutá kognitívna úroveň žiaka, a bipolárna výroková škála (BSS), ktorou sa sledovala schopnosť uchopiť abstraktný obsah. Výsledky poukazujú na rozdiel medzi žiakmi ZŠ vo veku 14–15 rokov učiacich sa tradične (12 škôl, 14 tried, 287 žiakov) a učiacich sa ExpEdíciou (2 školy, 4 triedy, 83 žiakov) vo všetkých sledovaných parametroch (IPDT o 10 bodov, miskoncep-cie o 2). Vzhľadom na to, že výsledky žiakov zapojených v programe sa javia výrazne lepšie než u tradičných žiakov možno predpokladať, že vzdelávacie prostredie, ktoré sa pre žiakov v rámci programu tvorí, má pozitívny vplyv na dosiahnutie ich výsledkov.

Klíčová slova:
prírodovedné
vzdelávanie, kognitívny
vývin, vzdelávacie
prostredie, IPDT.

Zasláno 1/2022
Revidováno 9/2022
Přijato 11/2022

An innovative view of science education is presented by the teaching programme *ExpEdition – try, explore, discover*. It offers the opportunity to teach science through systematically applied IBSE elements, space for teacher training and the preparation of appropriate teaching and methodological materials. The aim is to provide an insight into the monitoring of the cognitive development of long-term learners in the programme and at the same time to compare them with students learning in the traditional way, mostly by interpretation. *The Inventory of Piaget's Developmental Tasks* (IPDT) test, which monitors the cognitive level attained by the pupil, and the Bipolar Statement Scale (BSS), which monitors the ability to grasp abstract content, were administered in the classroom. The results show a difference between lower secondary school pupils aged 14–15 years learning traditionally (12 schools, 14 classes, 287 pupils) and those learning by *ExpEdition* (2 schools, 4 classes, 83 pupils) in all the parameters studied (IPDT by 10 points, misconceptions by 2 points). Given that the results of the pupils involved in the programme appear to be significantly better than those of traditional pupils, it can be assumed that the learning environment created for the pupils in the project has a positive impact on their achievement.

Key words:
science education,
cognitive development,
learning environment,
IPDT.

Received 1/2022
Revised 9/2022
Accepted 11/2022

1 Úvod

Prírodovedné vzdelávanie a prírodovedná gramotnosť sú v spoločnosti stále rezonujúcim obsahom. Odvo-lávajúc sa na aktuálny stav slovenských žiakov v oblasti prírodovedného vzdelávania, napr. cez dosiahnuté skóre v medzinárodnom meraní PISA, vidíme, že jeho výsledky sú neuspokojivé (OECD, 2019; PISA, 2019), a reagujú na to dlhodobo viacerí autori odborných publikácií a rozličné masmédiá. Neustále sa kladú dva typy otázok – a to, čo robíme nesprávne, keď je trend výsledkov našich žiakov klesajúci, a čo robiť inak, lepšie, aby sa táto tendencia pozmenila. Cieľom prírodovedného vzdelávania by malo byť nielen osvojenie si faktov, zákonov a princípov, ale pochopenie vedy ako procesu získavania poznatkov skúmaním (Rocard et al., 2007). Štátny vzdelávací program a štandardy pre vzdelávanie na Slovensku upriamujú pozornosť smerom k bádatelsky a činnostne orientovanému spôsobu výučby (ŠPÚ, 2014; ŠPÚ, 2015), čiže žiaci majú byť priamo aktérmi vzdelávania a majú byť vtiahnutí do deja, no nie vždy to tak musí byť. Príkladom vzdelávacieho prístupu, ktorý korešponduje s kurikulárnymi dokumentami a nesie v sebe prvky IBSE vzdelávania (z angl. *Inquiry-based Science Education*) je vzdelávací program *ExpEdícia – skús, skúmaj, spoznaj* (Indícia, 2021). Predstavuje vzdelávanie, ktoré v sebe spája poznatky konštruktivismu, teórií učenia a významne sa zakladá na výskumnej činnosti žiaka, kde žiak rieši komplexné otázky, úlohy a problémy prepojené s bežným životom (Held et al., 2019). Proces vzdelávania

tak prebieha nie tradičným, štandardným, výkladovým spôsobom ako v bežných školách, ale ako cyklus na seba nadväzujúcich vzdelávacích situácií (Duran & Duran, 2004). Žiak si tak osvojuje poznatky nie izolovane, ale v kontexte otázok, ktorých riešenie prináša nové poznatky či upravuje mylné koncepcie, nakoľko prírodovedné vzdelávanie je viac než memorovanie (Abd-El-Khalick et al., 2004).

2 Teoretické východiská

Vzdelávacie zázemie a situácie, ktoré sú pre žiakov v školách pri učení pripravené, možno označiť ako typ vzdelávacieho prostredia (z angl. *learning environment, class environment*). Vhodné vzdelávacie prostredie napomáha vyučovaniu, zlepšuje študijné výsledky a úspechy žiakov a zároveň znižuje stres, obavy, frustráciu či záťaž na študentov (Samaresh, 2017). Samo o sebe nemá jednotnú definíciu (Grecmanová, 2008), nakoľko každý autor vzdelávacie prostredie charakterizuje z iného uhla pohľadu. Niektoré zdroje prezentujú vzdelávacie prostredie z pohľadu osoby učiteľa ako prienik jeho charakteristik, skúseností, no i obsahu, ktorý prezentuje, zdrojov, ktoré využíva, podporu a usmernenia, ktoré učiacim sa ponúka, a typ hodnotenia, ktoré využíva (Dorman et al., 2006; Fraser, 1999; Lizzio et al., 2002; Grecmanová et al., 2020; Magnusson & Palincsar, 1995). Manninen et al. (2007) definujú vzdelávacie prostredie cez päť rozdielných hľadísk, ktoré ho tvoria, a Radcliffe (2008) uvažuje o vzdelávacom prostredí ako prieniku pedagogiky, priestoru a prostredia (z angl. *pedagogy-space-technology*), pričom zdôrazňuje súvislosti medzi jednotlivými prvkami vzdelávacieho prostredia. Bates (2016) uvádza, že vzdelávacie prostredie je viac než len materiálne, hmotné prvky a zahŕňa aj charakteristiku vyučujúceho, ciele vzdelávania, aktivity podporujúce učenie či kultúru krajiny. Iní autori sa na vzdelávacie prostredia pozerajú z hľadiska hĺbky osvojeného obsahu, vďaka čomu možno rozlíšiť dva prístupy k vzdelávaniu, a to hĺbkový (z angl. *deep learning approach*) a povrchový (z angl. *surface learning approach*) (Fan & Zhang, 2014; Heikkila et al., 2012; Nelson Laird et al., 2014). Brianzoni a Cardellini (2015) na základe výskumných zistení dopĺňajú, že ak má byť vzdelávacie prostredie zmysluplné, majú byť jeho súčasťou diskusie a debaty, a má sa zameriavať na témy, ktoré sú žiakom známe a spájajú sa im s bežným životom, čím sa podporuje ich záujem o predmet a rozvíja sa prírodovedná gramotnosť. Špecifický typ vzdelávacieho prostredia charakterizuje napr. Ultanir (2012), ktorý opisuje konštruktivistické vzdelávacie prostredie s využitím teórií Deweyho, Piageta a Montessori. Iní autori veľmi podobne opisujú výskumne, bádateľsky orientované prostredie na základe prác Piageta, Vygotského a Ausubela, ktoré vzájomnou kombináciou tvoria základ konštruktivistického prostredia (Minner et al., 2010).

2.1 ExpEdícia ako príklad vzdelávacieho prostredia na výučbu prírodovedných predmetov

Altbach (1991, cit. podľa Maňák & Knecht, 2007) uvádza, že reformy či inovácie vzdelávania nie sú úspešné, pokiaľ sa reformné myšlienky neprenesú do vzdelávacích materiálov, učebníc (Koperová et al., 2020), a možno dodať, že kým „reformou“ neprejdú aj samotní učitelia, a teda neskúsia, že sa dá učiť „inak“ než „štandardným“ spôsobom. Príkladom iného než štandardného prístupu k výučbe prírodovedných predmetov, ktorý spĺňa požiadavky kurikulárnych dokumentov, je vyučovanie prírodovedných predmetov prostredníctvom prístupu zostaveného vo vzdelávacom programe *ExpEdícia – skús, skúmaj, spoznaj* (Indícia, 2021; Kotuláková, 2020). Obsah, ktorý za cieľ vzdelávania kladie kurikulum (ŠPÚ, 2015), je v ExpEdícii naplnený a rozpracovaný pomocou kľúčových tém prírodovedného vzdelávania (z angl. *Big Ideas of Science Education*), ktoré vychádzajú z Harlenovej publikácií (Harlen, 2010; Harlen, 2015), a ktoré by mali byť podľa očakávania autorov súčasťou každého vzdelávacieho systému. V slovenskom znení sú podrobnejšie spracované v Prírodovednom kurikule pre ZŠ 2020 (Held et al., 2019). Vzdelávací program ExpEdícia si kladie za cieľ pomôcť rozvíjať prírodovednú gramotnosť žiakov na 2. stupni ZŠ a ich spôsobilosti vedeckej práce cez aktívnu činnosť. Koncepcia je zastrešená odborníkmi z oblasti vzdelávania budúcich učiteľov a učiteľov z praxe, kladie dôraz najmä na vzdelávanie a vedenie učiteľov, a je pilotovaná v školských triedach spolu s učiteľmi, ktorí sú otvorení učeniu iným spôsobom, než sme štandardne zvyknutí (Indícia, 2021). Vzdelávanie prebieha prostredníctvom aktivít, ktoré kopírujú 5-stupňový cyklus IBSE (Atkin & Karplus, 1962; Bernard et al., 2015; Bybee & Landes, 1990; Bybee et al., 2006; Duran & Duran, 2004). Žiaci vlastnou činnosťou získavajú informácie, ktoré si zapisujú do pracovnej učebnice (Held et al., 2021a, 2021b; Schubertová & Chrenková, 2022; Schubertová et al., 2021; Schubertová et al., 2022a, 2022b; Lapitková et al., 2020; Lapitková et al., 2021; Lapitková et al., 2022a, 2022b, 2022c), ktorej príprava, pilotáž a vydanie sú súčasťou vzdelávacieho programu. Poznatky si žiaci tvoria vedením záznamov o vykonanej činnosti, formulujú závery a zovšeobecnenia, a nie sú vedení k reprodukovaniu odrážok zo (do) zošita. Prístup k výučbe prírodovedných predmetov zostavený vo vzdelávacom programe *ExpEdícia – skús, skúmaj, spoznaj* je založený na myšlienke, že prírodovedné poznatky vychádzajú z det-

ského, často naivného vnímania, nie sú nemenné a časom sa zdokonaľujú. Zároveň nesie v sebe analógiu k projektu FAST (Kollárik, 1997; Lapitková, 1997) či prístup k vzdelávaniu z pohľadu Johna Deweyho (Abd-El-Khalick et al., 2004). Žiaci sú vedení k práci s informáciami, ktoré sú koordinované tak, aby finálne poznanie bolo čo najkomplexnejšie. Medzipredmetové vzťahy sú koordinované cez spôsoby práce vo vedeckých odvetviach. Vďaka tomu žiaci hlbšie pochopia prírodovedné javy a formujú sa aj ich postoje. Snaha (na)učíť sa niečo nové plynie z vnútornej motivácie jednotlivca či skupiny. Hnacím momentom žiackej aktivity je kognitívny konflikt (Škoda & Doulík, 2011), pretože žiak je postavený do situácie, ktorá je preňho nová alebo už známa, no je nútený na ňu nazerať z iného uhla pohľadu než je zvyknutý. Formuluje predpoklady o vysvetleniach predkladaných javov, na ich základe sám navrhuje experiment alebo cielene rieši problém postupmi, pri ktorých získava údaje, ktoré následne analyzuje, interpretuje a tvorí závery či zovšeobecnenia, ktoré sú aplikovateľné aj v novej, neznámej situácii. Pri formulácii záverov a zovšeobecnení do popredia vystupuje vzájomné, rovesnícke učenie a tímová práca na úrovni menšej skupiny či celej triedy. Predpokladá sa, že aj menej zdatný žiak si zmyslupnejšie osvojí základy náročnejších poznatkov, ktoré nie sú odtrhnuté od kontextu, a ten zdatnejší si vie poznatky osvojiť hlbšie, ak má záujem (Indícia, 2021). Do popredia vstupuje moment osvojenia si poznatkov aktívne, nie transmisívne – opisom, formou výkladu a bez dôrazu na praktickú činnosť a vlastné získavanie poznatkov (Koperová et al., 2020). V období informačného smogu je pre žiaka náročné prijímať ďalšie informácie, ku ktorým má prístup, preto je bezprostredná skúsenosť vhodnejšia, dáva zmysel a okrem toho podporuje prirodzenú hravosť detí. Pri „hraní sa“ si žiak neuvedomuje, že sa učí, a to, čo sa naučí v ňom ostáva dlhšie, rovnako ako radosť z (prírodovedných) predmetov, ktoré predtým vnímal ako náročné. Dochádza k decentralizácii nositeľa poznatkov z učiteľa na učiaceho sa (žiaka) ako významnej súčasti procesu učenia. Učiteľ sa stavia skôr do roly sprievodcu pri skúmaní, vzbudzuje žiacku zvedavosť, podnecuje diskusiu a jeho výklad nahrádza vlastné vysvetľovanie žiakov, ich formulácia pojmov a zákonitostí (Constantinou et al., 2018; Held et al., 2011). Nie úplne korektné odpovede a závery učiteľ správnymi otázkami vedie k požadovanému cieľu a poznatkom, ktoré si má žiak odniesť. Tým dochádza k postupnej výmene, modifikácii či zdokonaľovaniu naivnej, nesprávnej koncepcie, čím sleduje progres predstáv žiakov.

Ak sa sústredíme len na chémiu, ako jeden z vyučovacích predmetov, ktorých výučba je zastrešená prostredníctvom ExpEdície, vidíme, že spĺňa kritériá, ktoré na vzdelávanie kladú kurikulárne dokumenty SR (ŠPÚ, 2014; ŠPÚ, 2015). Vyučovanie chémie sa stretáva s úskaliami, pričom nejde len o nedostatok pomôcok, ale o náročnosť a zároveň význam správneho osvojenia poznatku. Jednotlivé vzdelávacie situácie, ktoré sú pre žiakov na hodiny chémie v ExpEdícii pripravené, preto vychádzajú z princípov didaktickej rekonštrukcie (Jelemenská et al., 2003; Knecht, 2007; Škoda & Doulík, 2011). Pripravené vzdelávacie aktivity a situácie sú produktom dôkladnej analýzy žiackeho vnímania v oblasti chémie, najmä miskoncepcií, štúdia historického kontextu daného pojmu či objavu a následnej štruktúry vzdelávacieho obsahu do nového, zmyslupnejšieho modulu. Zároveň je pri príprave vzdelávacích materiálov zohľadnená aj analýza historických, starších i aktuálnych učebníc, čím je možné sledovať zmeny v poznatkoch, na ktoré sa žiaci sústreďujú (Koperová & Held, 2021a). Často vyžadovaná náročnosť na vybavenie škôl nie je momentom, ktorý učiteľov odrádza, nakoľko pomôcky, ktoré sú na hodinách využívané sú voľne dostupné a finančne nenáročné. Hodina chémie tak nie je viazaná na chemické laboratórium a nepôsobí ako nedosiahnuteľná veda, ale ako každodenná súčasť bežného života.

2.2 Teória vzniku poznatkov: vplyv vzdelávacieho prostredia na poznatky

Výskumne ladená koncepcia či IBSE úzko súvisí s konštruktivismom, ktorého základy sú formované z prác Piageta a Vygotského (Bernard et al., 2015; Minner et al., 2010). S ich teóriami sa spája aj vznik poznatkov – a to Piagetova asimilačná teória, Vygotského teória vývoja vedeckých pojmov, no nájdeme aj mnohé iné, pričom teórie stoja na prieniku pojmov didaktiky, psychológie či epistemológie (Rybár, 1997; Ultanir, 2012; Vosniadou, 2014). Najčastejšie sa vznik poznatkov interpretuje cez procesy adaptácie a následnej ekvibrácie podľa Piageta (Čáp & Mareš, 2001). Jeho teória kognitívneho vývinu poukazuje na schémy asimilácie (alebo akomodácie) poznatkov, ktoré sa s vekom prirodzene zdokonaľujú. Opisuje štyri štádiá vývinu myslenia a poukazuje na to, že osvojenie obsahu, ktorý je žiakovi dostupný v bežnom živote, je menej náročné než osvojenie abstraktného obsahu, ktorý vyžaduje posun žiaka v kognitívnej oblasti. O schopnosti pochopiť (utvárať) abstraktné pojmy teória uvažuje u žiaka až vo veku 11–12 rokov, a to vďaka dosiahnutiu štádia formálnych operácií (Rybár, 1997; Škoda & Doulík, 2010), kde sa vnímanie dospelého líši od vnímania detského (Ultanir, 2012). Naproti Piagetovej teórii stojí teória Vygotského, ktorý okrem prirodzeného vývinu dáva do popredia vplyv prostredia, kultúry, historického kontextu či pomoci dospelého – čo v školských podmienkach predstavuje osoba učiteľa (Čáp & Mareš, 2001). Teória pracuje s domnienkou, že učenie má predbiehať vývoj, a dieťa má pod vedením učiteľa (alebo zdatného rovesníka) dosiahnuť komplexnejšie poznatky typické pre svet dospelých. Obe teórie uvažujú o kognitívnom vývine dieťaťa a jeho pripravenosti na pochopenie abstraktných pojmov, no časté nepochopenie

abstraktných, vedeckých pojmov, ktoré prerastajú až do alternatívnych predstáv a miskoncepcií, možno vnímať aj medzi dospelými (Held, 2014; Orolínová & Kotuláková, 2014). Do popredia vystupuje fakt, že nie je možné od žiaka (či dospelého) očakávať kognitívne výsledky (napríklad dostatočné vedomosti), ak nemá adekvátnu kapacitu pre vedomosti a dostatok (základných) vedeckých poznatkov, predkladané informácie sa vymykajú kontextu jeho každodenného uvažovania alebo si poznatky neosvojil v kontexte, ktorý je preňho zmysluplný. Tým sa abstraktné či vedecké pojmy stávajú pre jednotlivca na nižšej ako operačnej úrovni nie pojmom, ale len mechanicky naučeným elementom (Held & Pupala, 1995). Na to poukazuje a pomerne široký výskyt miskoncepcií, alternatívnych koncepcií a predstáv nielen u detí, ale aj dospelých (Griffiths & Preston, 1992; Kubiátko, 2017; Nakhleh, 1992; Othman et al., 2008; Škoda & Doulík, 2010; Taslidere, 2016).

3 Výskumný problém

Je predpoklad, že v prostredí tvorenom prostredníctvom ExpEdície založenom na konštruktivistických a výskumne ladených prvkoch sa rozvíja kognitívna úroveň žiakov vo väčšej miere než v štandardných školských podmienkach. Cieľom je zdokumentovať kognitívny posun žiakov zapojených do ExpEdície v porovnaní so žiakmi v štandardných školských podmienkach. Konkrétne sa zameriavame na:

- úroveň kognitívneho vývinu žiakov oboch sledovaných skupín,
- počet miskoncepcií žiakov oboch sledovaných skupín,
- potvrdenie očakávaného negatívneho vzťahu medzi dosahovaným kognitívnym vývinom a počtom pretrvávajúcimi miskoncepcií u žiakov.

Pokúsime sa odpovedať na nasledujúce výskumné otázky:

- Aký je vzťah medzi dosiahnutou kognitívnou úrovňou a počtom mylných koncepcií, ktorými žiaci disponujú?
- Aké sú rozdiely v kognitívnej oblasti medzi žiakmi učiacimi sa tradičným prístupom a žiakmi učiacimi sa prostredníctvom vzdelávacieho programu ExpEdícia?
- Do akej miery dokážeme vhodne konštruovaným vzdelávacím programom eliminovať vznik miskoncepcií v abstraktných vzdelávacích obsahoch?

4 Metodológia

4.1 Priebeh výskumu

Výskum je zameraný na overenie efektivity a významu tvorby vzdelávacieho prostredia, ktoré sa tvorí na školách vo vzdelávacom programe ExpEdícia – skús, skúmaj, spoznaj. Je riešením parciálneho problému súvisiaceho s overovaním navrhovaných vzdelávacích materiálov (pracovných učebníc) a s nimi súvisiaceho, tvoreného vzdelávacieho prostredia, cez ktoré sme sledovali mieru významu aplikácie konštruktivistického vzdelávania do praxe. Na získanie dát boli použité dva výskumné nástroje – bipolárna výroková škála (*Bipolar Statement Scale*, ďalej ako BSS) a test Piagetových vývinových úloh (*Inventory of Piaget's Developmental Tasks*, ďalej ako IPDT). Výskumné nástroje boli žiakom zadávané v septembri 2020 a septembri 2021, pričom štandardne sa učiace školy (bez experimentálneho zásahu) vrátili testy vyplnené v októbri 2020 a školy zapojené v programe ExpEdícia v októbri 2021. Návratnosť zadávaných testov bola nad 95 %. Testy vyplňali žiaci 9. ročníka ZŠ s retenciou 2–4 mesiace vzhľadom na „obsah o atóme“. Testy boli administrované počas školského vyučovania v papierovej forme. Žiaci vyplňaním testu strávili 55–75 minút (BSS 10–15 minút, IPDT 45–60 minút).

4.2 Výskumná vzorka

Testové položky boli zadané žiakom v 14 školách na Slovensku, z čoho na 12 školách sa učí chémia štandardne – dominantne transmisívnym spôsobom (výklad učiteľa, pokusy skôr výnimočne) a 2 školy sú zapojené vo vzdelávacom programe *ExpEdícia – skús, skúmaj, spoznaj* (Indícia, 2021). Žiaci škôl, ktoré nie sú súčasťou programu ExpEdícia (ďalej označovaní ako NEEEXP), predstavujú dostupný výber a boli vybraní na základe rozhovorov s učiteľmi a mapovania nimi preferovaného, nie výskumne alebo konštruktivisticky ladeného spôsobu výučby. Žiaci učiaci sa chémii ExpEdíciou, ktorí sú súčasťou experimentálnej skupiny (ďalej označovaní ako EXP), sa učia prírodovedné predmety dominantne (alebo dokonca výlučne) prostredníctvom vzdelávacieho programu ExpEdícia, čím sa odfiltroval krátkodobý pozitívny vplyv „iného“ vzdelávania na žiakov. Výskumu sa zúčastnilo 370 žiakov, z toho 42 dievčat a 41 chlapcov v rámci programu ExpEdícia, a 150 dievčat a 137 chlapcov z bežných škôl, všetci vo veku 14–15 rokov.

4.3 Výskumné nástroje

BSS bol navrhnutý a validizovaný na základe konštruktivej validity (Koperová & Held, 2021b). Skladá sa z 25 výrokov. Vzhľadom na zameranie výskumu na kognitívny vývin a jeho vzťah k uchopeniu abstraktného obsahu boli výroky zamerané na obsah o atóme a jeho štruktúre, ktorý predstavuje náročný obsah a je často sprevádzaný miskoncepciami (Härmälä-Braskén et al., 2020). Výroky sú vybrané z rozsiahlej nepublikovanej rešerše príspevkov o miskoncepciách o atóme a mikroskopickej štruktúre látok a z odpovedí žiakov a študentov v nepublikovanom prieskume o miskoncepciách v oblasti atómu. Výroky žiaci označujú odpoveďou „áno“ alebo „nie“ na základe toho, či výrok pokladajú za správny alebo nesprávny. IPDT vytvoril Hans Furth (1970) a pracovali s ním i Patterson a Milakofsky, ktorí potvrdili jeho validitu a reliabilitu vzhľadom na skupinu, ktorá test absolvovala (Patterson & Milakofsky, 1980). V skupine žiakov 9. ročníka dosahuje podľa spomínaných autorov najvyššiu reliabilitu (0,84), preto je vhodným výskumným nástrojom. Na základe jeho použitia vo viacerých výskumoch (napr. Coleman & Gotch, 1998; McCurren & Ganong, 1984; Shibley et al., 2003; Veselský, 2009; Zhang et al., 2011; Zhang et al., 2021) je pokladaný za dostatočne vhodný na monitorovanie kognitívneho vývinu (Kuchta et al., 2007; Shibley et al., 2003). Ako Milakofsky a Patterson (1979) uvádzajú, test je objektívny, štandardizovaný, rýchly, v papierovej forme a vyžaduje minimálnu schopnosť čítať, preto je možné ho použiť už u žiakov vo veku 8 rokov či v minoritných a znevýhodnených skupinách ľudí. Test IPDT do slovenského jazyka preložil K. Kollárik a v slovenčine bol používaný vo viacerých výskumoch v praxi medzi študentami a žiakmi (napr. Benedikovičová, 2013; Kuchta et al., 2007; Míkva, 2013; Priškinová, 2021; Veselský, 2009). Test obsahuje 72 úloh rozdelených do problémových oblastí, tie do subtestov, a každý subtest je zostavený z konkrétnych testových položiek, pričom každý subtest by mal zvládnuť žiak v určitom veku (tab. 1). Jednotlivé úlohy majú obrazový charakter s možnosťou výberu jednej správnej odpovede. Súčasťou každého subtestu je aj príklad riešenia so správnou odpoveďou.

Maximálne možné skóre v prípade IPDT testu je možné dosiahnuť vtedy, ak žiak správne odpovie na každú položku. Maximálne možné skóre v prípade BSS testu je možné dosiahnuť, ak žiak dosahuje maximálny počet miskoncepcií. V teste BBS platí, že čím viac bodov z testu žiak má, tým väčším počtom miskoncepcií disponuje.

4.4 Spracovanie dát

Všetky získané žiacke odpovede boli okódované a vyhodnotené prostredníctvom MS Excel za účelom vyhodnotenia pomocou deskriptívnej štatistiky, t-testu (t-hodnôt a p-hodnôt), korelačných koeficientov (Pearsonov korelačný koeficient) a veľkosti účinku (effect-size). Veľkosť účinku vyhodnocujeme ako stredne veľkú podľa najčastejšie uvádzaných hladín pre rozhodnutie hodnotenia koeficientu ES podľa Cohena (1992, cit. podľa Brodáni, 2005). Úspešnosť IPDT testu možno vyhodnotiť aj cez subtesty, kde v každom subteste mohol žiak získať max. 4 body. Za kritérium zvládnutia subtestu je podľa Pattersona a Milakofského (1980) zvládnutie aspoň 3 otázok zo 4, a teda subtest je pokladaný za zvládnutý, ak žiak dosiahol aspoň 75% úspešnosť. My sme kritérium 75 % uplatnili na problémové oblasti, nie subtesty (tab. 1), nakoľko sme pracovali s mladšími žiakmi a vyhodnotenie je prispôbené ich výkonom v teste.

Tab. 1: Členenie IPDT (Patterson & Milakofsky, 1980)

problémové oblasti testu	subtest		vek, v ktorom žiak zvládne subtest
	názov	číslo	
vzťah	postupnosť	3	7–8
	poradie	10	7–8
	usudzovanie	17	11–12
obrazotvornosť	hladiny	2	9–10
	perspektíva	7	9–10
	pohyb	8	8
	tiene	13	9–10
zachovávanie	množstvo	1	7–8
	hmotnosť	4	7–8
	objem	9	11–12
	veľkosť	15	10
triedenie	matrice	5	7
	znaky	6	7–8
	triedy	14	12–13
	inklúzia	16	11–12
zákony	otáčanie	11	8–9
	uhly odrazu	12	12
	pravdepodobnosť	18	10–11

5 Výsledky

Zistenia výskumu poukazujú na výrazný rozdiel medzi skóre v IPDT teste žiakov učiacich sa ExpEdíciou (ďalej ako EXP žiaci) a žiakov učiacich sa tradične (ďalej ako NEEEXP žiaci) (tab. 2). EXP žiaci získali v priemere 58,4 bodov (medián predstavuje 60 bodov), a NEEEXP žiaci v priemere 50,5 bodov (medián je 53 bodov). Vidíme tak, že rozdiel v skóre žiakov predstavuje približne 7–8 bodov, čo pri maximálnom možnom skóre 72 bodov predstavuje pomerne veľký rozdiel medzi oboma skupinami ($t = 6,64^{***}$, $p < 0,001$, $\alpha = 0,001$, $ES = 0,63$). Rovnako je rozdiel, aj keď menej výrazný, zaznamenaný pri miskoncepciách, a teda pri schopnosti uchopiť abstraktný obsah. EXP žiaci disponujú v priemere 8 miskoncepciami (medián je 8) a NEEEXP žiaci 9,8 miskoncepciami (medián je 10) ($t = 3,77^{***}$, $p < 0,001$, $\alpha = 0,001$, $ES = 0,52$). Získané dáta sú štatisticky významné.

Tab. 2: Štatistické charakteristiky (EXP = žiaci učiaci sa ExpEdíciou, NEEEXP = žiaci učiaci sa štandardne)

	IPDT		BSS	
	EXP	NEEXP	EXP	NEEXP
priemerné skóre	58,40	50,50	8,20	9,80
medián	60	53	8	10
smerodajná odchýlka	8,49	12,56	3,74	3,10
variacioné rozpätie	39	58	16	17
minimum	32	14	0	2
maximum	71	72	16	19
maximálne možné skóre	72	72	25	25
minimálne možné skóre	0	0	0	0
t-test	6,64***		3,77***	
p-hodnota	< 0,001		< 0,001	
effect-size	0,63		0,52	

Celková úspešnosť riešenia IPDT u EXP žiakov dosahuje 81,11 % a u NEEEXP žiakov 70,14 %. Úspešnosť nad 75 % dosiahli NEEEXP žiaci v 2 z 5 problémových oblastí, pričom EXP žiaci zvládli vyriešiť nad 75 % všetky problémové oblasti. NEEEXP žiaci mali najvyššiu úspešnosť v oblasti obrazotvornosti (78,13 %, kde dosiahli EXP žiaci 75,38 %) a najnižšiu v oblasti zákonov (57,17 %, kde dosiahli EXP žiaci 75,76 %). EXP žiaci získali najvyššiu úspešnosť v problémovej oblasti zameranej na vzťahy (87,33 %, kde dosiahli NEEEXP žiaci 75,73 %), a najnižšiu v problémovej oblasti zameranej na zákony (75,76 %). EXP žiaci dosahovali lepšie výsledky než NEEEXP žiaci vo všetkých subtestoch (tab. 3.), pričom spomedzi

Tab. 3: Vyhodnotenie IPDT testu podľa problémových oblastí na základe získaného skóre a relatívnej úspešnosti (EXP = žiaci učiaci sa ExpEdíciou, NEEEXP = žiaci učiaci sa štandardne)

problémová oblasť testu	subtest	EXP		NEEXP	
		získané skóre	úspešnosť v teste	získané skóre	úspešnosť v teste
vzťah		10,48	87,33 %	9,10	75,83 %
	postupnosť	3,77		3,33	
	poradie	3,51		3,12	
	usudzovanie	3,20		2,65	
obrazotvornosť		13,66	85,38 %	12,50	78,13 %
	hladiny	3,89		3,68	
	perspektíva	3,52		3,22	
	pohyb	3,30		2,96	
	tiene	2,95		2,64	
zachovávanie		12,43	77,69 %	10,79	67,44 %
	množstvo	3,48		3,12	
	hmotnosť	3,42		3,32	
	objem	2,30		1,88	
	veľkosť	3,23		2,47	
triedenie		12,81	80,06 %	11,17	69,81 %
	matrice	3,67		3,41	
	znaky	3,65		3,31	
	triedy	2,41		1,84	
	inklúzia	3,08		2,61	
zákony		9,08	75,67 %	6,86	57,17 %
	otáčanie	2,75		2,23	
	uhly odrazu	2,93		2,47	
	pravdepodobnosť	3,40		2,16	

jednotlivých subtestov sme najväčší rozdiel zaznamenali v prípade pravdepodobnosti, kde sa skóre líšilo o 1,24 bodu (EXP žiaci získali z oblasti v priemere 3,4 bodu, NEEEXP len 2,16). V 5 subtestoch z 18 (konkrétne: otáčanie, triedy, veľkosť, usudzovanie, pravdepodobnosť) získali EXP žiaci o minimálne 0,5 bodu na oblasť viac, než NEEEXP žiaci. Naopak najmenší zaznamenaný rozdiel je v subteste zaoberajúcom sa hmotnosťou, kde sa skupiny žiakov líšia len o 0,1 bodu.

Pri skúmaní miskoncepcií prostredníctvom BBS obsahujúcej 25 výrokov, kde bolo 5 výrokov správnych a 20 nesprávnych, sme zaznamenali aj mylné označenie správnych výrokov ako nesprávnych. V 20 prípadoch sme zaznamenali u EXP žiakov menej miskoncepcií než u NEEEXP žiakov. Rozdiel v priemernej úspešnosti väčší než 15 % sme zaznamenali v prípade 9 výrokov z 25, pričom v prípade dvoch z deviatich výrokov mali NEEEXP žiaci lepšie skóre než EXP žiaci, a rozdiel menší než 5 % sme zaznamenali v 7 prípadoch („*Atóm je veľmi malý, ale môžeme ho vidieť bežným mikroskopom.*“ 16 % žiakov EXP, 46 % žiakov NEEEXP; „*Atómy nemôžeme vidieť, môžeme len veriť, že existujú.*“ 53 % žiakov EXP, 29 % žiakov NEEEXP; „*Kvapaliny majú kvapalné atómy.*“ 16 % žiakov EXP, 40 % žiakov NEEEXP; „*Atómy sú farebné.*“ 29 % žiakov EXP, 46 % žiakov NEEEXP; „*Všetky atómy majú rovnakú hmotnosť.*“ 18 % žiakov EXP, 37 % žiakov NEEEXP; „*Elektróny je možné z atómu odtrhnúť.*“ 45 % žiakov EXP, 26 % žiakov NEEEXP; „*Atóm je elektroneutrálny.*“ 19 % žiakov EXP, 46 % žiakov NEEEXP; „*Atómy môžu rásť a deliť sa.*“ 43 % žiakov EXP, 63 % žiakov NEEEXP; „*Atómy sú zložené z buniek.*“ 13 % žiakov EXP, 30 % žiakov NEEEXP).

Ak porovnáme extrémne skupiny výrokov, a teda výroky najčastejšie označované ako miskoncepce a výroky najmenej často označované ako miskoncepce, nájdeme vo väčšej miere zhodné druhy výrokov. V prípade najčastejších miskoncepcií sledujeme výroky „*Atómové jadro kontroluje aktivity atómu.*“ (61 % žiakov EXP, 67 % žiakov NEEEXP), „*Atómy sú guľaté, pevné a tvrdé.*“ (60 % žiakov EXP, 64 % žiakov NEEEXP) a „*Atómová hmotnosť je súčet protónového a elektrónového čísla.*“ (65 % žiakov EXP, 55 % žiakov NEEEXP), ktoré sa objavujú v oboch skupinách. Pri relatívnych vyjadreniach vidíme, že v skupine EXP žiakov sú miskoncepce v percentuálnom pomere menej zastúpené. Ak sa pozrieme na najmenej časté miskoncepce, vidíme, že opätovne sa opakujú tri výroky „*Atóm môžeme vidieť voľným okom.*“ (2 % žiakov EXP, 6 % žiakov NEEEXP), „*Atómy sú ploché.*“ (36 % žiakov EXP, 14 % žiakov NEEEXP) a „*Atómy sú zložené z buniek.*“ (13 % žiakov EXP, 30 % žiakov NEEEXP). V prípade „*extrémnych výrokov*“ vidíme rozdiely v relatívnom zastúpení výrokov medzi žiakmi, pričom EXP žiaci majú miskoncepce zastúpené v menšom pomere než NEEEXP žiaci.

Pri potvrdzovaní vzťahu medzi dosiahnutým stupňom kognitívneho vývinu a počtom miskoncepcií sa potvrdzuje vzťah s negatívnou závislosťou, a teda čím menším počtom miskoncepcií žiak disponuje, tým vyššie skóre dosahuje v IPDT teste. V prípade počtu miskoncepcií a skóre v teste IPDT existuje užší vzťah u EXP žiakov ($-0,491$) než u NEEEXP žiakov ($-0,374$), aj napriek tomu, že podľa Cohena oba koeficienty možno interpretovať ako strednú závislosť.

6 Diskusia

Efektivita podnetného či iného než tradičného vzdelávacieho prístupu či prostredia je predmetom viacerých výskumov. Samaresh (2017) uvádza pozitívny vplyv konštruktivistického modelu 7-E, ktorý je analogický 5-E cyklu IBSE vzdelávania (Pedaste et al., 2015), na žiakov v porovnaní so žiakmi učiacimi sa tradičným spôsobom. Minner et al. (2010) v ich práci poukazujú na pozitívny vplyv výskumne ladeného prístupu a Nelson Laird et al. (2014) opisujú pozitívny vplyv hĺbkového prístupu k vzdelávaniu (z angl. *deep approach to learning*) na dosiahnutie výsledkov. Výskumy teda poukazujú na rozmanité vzťahy, často medzi výsledkami žiakov a vybraným prvkom, rovnako ako aj nami získané dáta. Porovnanie variačného rozpätia skóre IPDT testu EXP žiakov a NEEEXP žiakov poukazuje na posun EXP žiakov v kognitívnej oblasti, rovnako ako aj porovnanie veľkosti variačného rozpätia zastúpených mylných koncepcií medzi EXP a NEEEXP žiakmi. Tento posun možno interpretovať ako posun žiakov s lepším výkonom (maximálnym výkonom v IPDT), ktorí majú minimum alebo žiadne mylné koncepcie o atóme, a zároveň posun slabších žiakov je možné sledovať cez posun v IPDT teste, čo podporuje zistenia o vplyve vzdelávacieho prístupu a prostredia na poznatky a vedomosti (Lizzio et al., 2002; Ryplová & Reháková, 2011; Samaresh, 2017). Zároveň to korešponduje s presvedčením, že žiaci by sa nemali len učiť pojmy, ale mali by svoje vedomosti a poznatky budovať (Brianzoni & Cardellini, 2015). Poznatky vo všeobecnosti sú konštruované na základe významu, ktoré človek pripisuje významu prírody a prostredia, a teda tvorí poznanie vo vzťahoch, v sociálnom prostredí (Minner et al., 2010), k čomu sú žiaci vo vzdelávacom programe ExpEdícia vedení. Z toho plynie interpretácia vybraných myšlienok do praxe a potrebná zmena prístupu k vzdelávaniu – posun od vnímania poznatkov ako produktu k poznávaniu ako procesu. V školách pretrváva snaha žiakom ukázať poznatky, ktoré majú svoje korene v tradičnom poznávaní, pomocou najnovších modelov, avšak tie často prekonávajú žiacke možnosti tým, ako sú komplikované a snažia sa obsiahnuť všetky poznatky v čo najviac zjednodušenej miere, no žiak sa nemôže len namemorovať niečo, čo je mu

vzdialené (Held & Pupala, 1995). Poznatky a vedomosti by mal získavať „riadeným prežívaním“ (Ultanir, 2012). Na školské úspechy študenta rovnako vplyva i presvedčenie učiteľa o význame tvorby vhodného vzdelávacieho prostredia (Bandura, 1993), a teda učiteľ, ktorý je otvorený učiť žiakov induktívne, vidí ovocie svojej práce aj vo výsledkoch svojich žiakov. Do popredia tak čiastočne vystupujú momenty Vygotského práce, kedy vhodná pomoc dospelého (vhodné učebné prostredie a vedenie učiteľa) urýchľuje psychický vývin dieťaťa, a teda vo vhodnom vzdelávacom prostredí dieťa dosahuje lepšie výsledky, než by dosiahlo bez pomoci dospelého, resp. v neštruktúrovanom, inertnom prostredí. Podporujú to aj Puntambekar a Hübscher (2005), ktorí hovoria o dosahovaní zóny proximálneho vývinu ako o prostriedku „konceptuálneho“ rastu žiaka. Narli (2011) uvádza, že žiaci v konštruktivistickom prostredí vykazujú lepšie zachovanie poznatkov aj po zadaní retenčného testu v porovnaní so žiakmi v tradičnom prostredí, čo podporuje zachovanie poznatkov počas dlhšieho obdobia. To podporuje aj zistenia nášho výskumu, nakoľko boli testy zadané s retenciou.

Okrem iného možno poukázať na náročnosť vybraných subtestov či myšlienkových operácií, ktoré jednotlivé testové položky vyžadujú. V oboch skupinách žiakov boli problematické zhodné oblasti (tiene, objem, triedy, otáčanie, uhly odrazu), no v prípade NEEEXP žiakov pridávajú aj niektoré ďalšie (usudzovanie, pohyb, veľkosť, inklúzia a pravdepodobnosť). Žiakom teda robia ťažkosti zhodné otázky, no vhodným usmernením a vedením výučby (vplyvom prostredia) je možné ťažkosti eliminovať až odstrániť. Subtesty svojim zameraním kopírujú dosahované spôsobilosti vedeckej práce (Orolínová & Kotuláková, 2014), ktoré sú obsiahnuté vo vzdelávacích materiáloch a pracovných učebniach, a s ktorými prichádzajú žiaci na hodinách do kontaktu. Pri sledovaní dát pre jednotlivé subtesty v IPDT teste je viditeľný rozdiel medzi skupinami EXP a NEEEXP žiakov, kedy boli EXP žiaci úspešnejší. Z toho možno predpokladať vyššiu dosiahnutú kognitívnu úroveň u žiakov zapojených v programe ExpEdícia v porovnaní s „tradičnými“ žiakmi. U žiakov zároveň do popredia vystupuje aj vnútorná motivácia, čo možno prezentovať ako vhodné predpoklady k úspešnému štúdiu prírodných vied (Veselský, 2009).

Miskoncepce žiakov učiacich sa v rámci programu ExpEdícia sú odlišne zastúpené v porovnaní s miskoncepami NEEEXP žiakov aj napriek tomu, že niektoré miskoncepce EXP žiakov prevažujú nad miskoncepami štandardne sa učiacich žiakov. Miskoncepce EXP žiakov vieme zdôvodniť edukačným materiálom, s ktorým pracovali (Held et al., 2021a; Koperová & Held, 2021a). Niektorým pojmom sa totiž žiaci nevenovali dokonale a pri niektorých pojmoch žiaci predpokladali ich existenciu (napr. elektrónové číslo), čo dodatočnou úpravou vzdelávacích materiálov a pokynov pre učiteľa vieme eliminovať. Avšak v rámci učebnice chémie z edície ExpEdícia pre 8. ročník (Held et al., 2021a; Koperová & Held, 2021a) sa stretli s protónovým a neutrónovým číslom, a analogicky formulovali záver, zovšeobecnenie a predpokladali existenciu elektrónového čísla. Je možné, že výskumom hodnotenia učebníc niektorými z dostupných metód (Vojtíš & Rusek, 2019) by sa dalo predísť takýmto momentom pri aplikácii alternatívnych učebníc do praxe. No aj napriek tomu do popredia vystupuje žiacke logické a tvorivé myslenie, tvorba vlastných pojmov, podobne ako v projekte FAST (Marušincová, 1997). Možno teda predpokladať aj významný rozvoj tvorivosti prostredníctvom učebných situácií v ExpEdícii. Pozoruhodný je rozdiel v extrémnych skupinách miskoncepí, ktoré sme sledovali. V prípade najčastejšie aj najmenej často zastúpených výrokov sledujeme takmer totožné výroky v oboch skupinách, no s rozdielnym percentuálnym zastúpením. Vidíme, že u EXP žiakov sú miskoncepce zastúpené v menšej miere. Vzhľadom na rovnaké zastúpenie miskoncepí možno poukázať na náročnosť abstraktného obsahu, rovnako ako na náročnosť vybraných položiek v IPDT, a teda, že všetci žiaci majú ťažkosti s rovnakými konceptami, avšak žiaci učiaci sa induktívne ich zvládajú o niečo lepšie. Tieto „extrémne miskoncepce“ možno zároveň označiť ako miskoncepce „vývinové“, nakoľko ich mali obe vzorky spoločné a ani zmenou spôsobu vzdelávania sa ich nepodarilo odstrániť. Možno preto predpokladať, že kým psychika žiaka nedozreje, nie je možné miskoncepce správne korigovať, čo podporuje Piagetovu teóriu (Čáp & Mareš, 2001; Rybár, 1997; Škoda & Doulák, 2010). Aj napriek tomu, že ExpEdícia predstavuje programovo zásadný vplyv na spôsob vzdelávania, ktorý vychádza z didaktickej rekonštrukcie (Jelemenská et al., 2003), a vzdelávacie situácie sú nastavené tak, aby sa miskoncepce neobjavili, aj napriek tomu sa objavujú. Niektoré mylné koncepty síce bolo možné eliminovať vplyvom prostredia (Vygotského teória), resp. tradičné prostredie prináša so sebou niektoré mylné koncepty, no je náročné odstrániť ich aj cielene pripravenou vzdelávacou situáciou. Zovšeobecnením ostáva, že niektoré miskoncepce nie sú úplne odstrániteľné a súvisia s vývinom (Gokdere & Calik, 2010; Othman et al., 2008), preto je náročné zhodnotiť, či je „pravda“ na strane Piageta alebo Vygotského, nakoľko obe teórie možno aplikovať na interpretáciu našich dát (Abraham et al., 1992). Najčastejšou prekážkou k bádateľsky, výskumne orientovanému vzdelávaniu je jeho odlišnosť od (našej) skúsenosti a tradičnej kultúry triedy, a je mimo skúseností učiteľov a žiakov (Donnelly et al., 2014; Heinz et al., 2016). Bez zmeny v kultúrnom zakotvení vzdelávania jednotlivca (žiaka, avšak i učiteľa) je náročné zmeny vo vzdelávaní implementovať. Významný krok k vzdelávaniu žiakov preto tkvie v príprave učiteľov – v tvorbe vzdelávacieho prostredia, ktoré podnecuje vývoj a zároveň doplnenie vedomostí z oblasti teórií učenia a rozvoja študentov (Nelson Laird et al., 2014), o čo sa ExpEdícia usiluje.

7 Obmedzenia

Limitáciou výskumu je veľkosť experimentálnej vzorky žiakov, ktorí sa vzdelávajú prostredníctvom programu ExpEdícia, čo súvisí s počtom zapojených škôl a zároveň boli vybraní žiaci, ktorí sa učia v programe chémie dlhodobo. Zároveň nepomer veľkostí vzoriek žiakov zapojených do výskumu je ovplyvnený pandemiou COVID-19 a upravených podmienok v školách vzhľadom na online vzdelávanie. Ďalším limitujúcim momentom našich meraní sa môže javiť nemožnosť zmerať posun „najlepších“ žiakov v IPDT teste, nakoľko nevieme porovnať nimi dosiahnuté skóre so skóre v preteste, nakoľko nebol realizovaný pred začatím iného spôsobu výučby a pravdepodobne zadané výskumné nástroje u niektorých dosahujú tzv. stropný efekt. Možno predpokladať, že žiacke postoje k predmetu sú ovplyvnené typom vzdelávacieho prostredia, no ani posun postojov zároveň nie je možné zmerať pri skupine EXP žiakov, nakoľko sa týmto spôsobom učia dlhodobo. Zároveň nemáme zdokumentované skúsenosti v oblasti zručností, ktoré si žiaci v ExpEdícii osvojujú, a rovnako ani postoje, preto nemožno sledovať posun žiaka vo všetkých oblastiach a vyhodnotiť zmeny v prírodovednej gramotnosti ako celku. Limitáciou je aj sledovanie dvoch vybraných ukazovateľov, pomocou ktorých vyhodnocujeme efektívnosť vzdelávania prostredníctvom vzdelávacieho programu ExpEdícia. Vhodným doplnením by bolo skúmanie prístupu jednotlivých učiteľov, ktorí učili žiakov kontrolnej skupiny, a na základe tohto šetrenia doplniť interpretáciu získaných údajov.

8 Záver

Prezentovaný výskum prináša pohľad na kognitívnu úroveň žiakov a jej súvis so vzdelávacím prostredím. Zameriava sa na sledovanie vplyvu výskumne ladeného vzdelávacieho prostredia (vy)tvoreného v rámci vzdelávacieho programu *ExpEdícia – skús, skúmaj, spoznaj* na kognitívny vývin žiakov. Vplyv vzdelávacieho prostredia sa sleduje cez dosiahnutú úroveň kognitívneho vývinu (pomocou IPDT testu) a schopnosť uchopiť korektne aj obsah tradične považovaný za abstraktný (pomocou bipolárnej výrokovej škály s mylnými konceptami). Výsledky výskumu poukazujú na skutočnosť, že pri vzdelávaní spĺňajúcom indukčné parametre (kam možno zaradiť program *ExpEdícia – skús, skúmaj, spoznaj*) sa tvorí stimulujúce vzdelávacie prostredie, v ktorom sa (aj slabší) žiaci kognitívne posúvajú dopredu v porovnaní s tradične, štandardne sa učiacimi žiakmi. Skutočnosť potvrdzuje zistenie, že žiaci zapojení v programe ExpEdícia dosahujú v sledovaných oblastiach lepšie výsledky, a na existenciu vzťahov medzi dosiahnutým kognitívnym vývinom a počtom miskoncepcií žiakov, a zároveň v skupine žiakov učiacich sa v rámci ExpEdície je vzťah užší než v prípade žiakov učiacich sa tradičným spôsobom. Rovnako výsledky poukazujú na to, že v indukčnom, výskumne ladenom vzdelávacom prostredí (prístup Vygotského) sa posúvajú slabší žiaci, čo vidíme v rozdieloch skóre IPDT testu medzi tradične sa učiacimi žiakmi a žiakmi zapojenými v programe, avšak zároveň sa posúvajú aj lepší žiaci, čo vidíme v rozdieloch v minimálnom počte miskoncepcií, ktorými disponujú. Zistenia poukazujú na skutočnosť, že obsah o atóme je pre žiakov oboch skupín porovnateľne náročný, čo dokazujú extrémne skupiny miskoncepcií. Tie možno označiť ako vývinové, čím sa do popredia dostáva zasa prístup Piageta. Možno teda konštatovať, že typ vzdelávacieho prostredia sa odráža v kognitívnej vyspelosti žiakov a v ich schopnosti uchopiť náročný, abstraktný obsah a rozvíja formálne myslenie žiakov. Nami získané dáta o vplyve vzdelávacieho prostredia na dosahovanie kognitívneho vývinu a poznatkov zároveň otvárajú dvere ďalšiemu smerovaniu výskumu, a to zapojeniu marginalizovaných a sociálne slabších skupín do výskumu.

PodĎakovanie

Príspevok vychádza z projektu APVV (APVV-14-0070) a v súčasnosti je podporený projektom VEGA (VEGA-1/0661/21).

Literatúra

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., & Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419. <https://doi.org/10.1002/sc.10118>
- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understanding and misunderstanding of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105–120. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290203>
- Altbach, P. G. (1991). Introduction. In P. G. Altbach (Eds.), *Textbooks in American Society* (pp. 1–6). State University of New York Press.

- Atkin, J. M., & Karplus, R. (1962). Discovery or invention? *The Science Teacher*, 29(5), 45–51. <https://www.jstor.org/stable/24146536>
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 28(2), 117–148. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2802_3
- Bates, A. W. (2016). What is a learning environment?. In W. A. Bates (Ed.), *Teaching in a digital age*. Pressbooks. <https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/chapter/5-2-what-is-a-learning-environment/>
- Benedikovičová, Z. (2013). *Konstruktivistický prístup k vyučovaniu o chemickej väzbe v podmienkach základného vzdelávania*. [Dizertačná práca, Trnavská univerzita v Trnave].
- Bernard, P., Maciejowska, I., Krzeczowska, M., & Odrowąż, E. (2015). Influence of in-service teacher training on their opinions about IBSE. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 177, 88–99. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.343>
- Brianzoni, V., & Cardellini, L. (2015). Science education in Italy: Critical and desirable aspect of learning environments. *Journal of Baltic Science Education*, 14(5), 1648–3898. <https://doi.org/10.33225/jbse/15.14.685>
- Brodáni, J. (2005). Effect size – veľkosť účinku ako prostriedok posúdenia významnosti rozdielov priemerov skupín. In K. Félix, P. Gles, & J. Kasa, *Adaptácia v tréningovom procese: Elektronický zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie*. STU Bratislava.
- Bybee, R. W., & Landes, N. M. (1990). Science for life and living: An elementary school science program for Biological Sciences Curriculum Study. *The American Biology Teacher*, 52(2), 92–98. <https://doi.org/10.2307/4449042>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., van Scooter, P., Powell, J. C., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5e instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. BSCS. https://media.bsccs.org/bsccmw/5es/bscs_5e_executive_summary.pdf
- Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98–101. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10768783>
- Coleman, S. L., & Gotch, A. J. (1998). Spatial perception skills of chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 75(2), 206–209. <https://doi.org/10.1021/ed075p206>
- Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. E., & Rybska, E. (2018). What is inquiry-based science teaching and learning? In O. Tsivitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca, & C. Constantinou (Eds.), *Professional development for inquiry-based science teaching and learning. Contributions from science education research* (vol. 5, pp. 1–23). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91406-0_1
- Čáp, J., & Mareš, J. (2001). *Psychologie po učitele*. Portál.
- Donnelly, D. F., McGarr, O., & O'Reilly, J. (2014). 'Just be quiet and listen to exactly what he's saying': Conceptualising power relations in inquiry-oriented classrooms. *International Journal of Science Education*, 36(12), 2029–2054. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.889867>
- Dorman, J. P., Aldridge, J. M., & Fraser, B. J. (2006). Using students' assessment of classroom environment to develop a typology of secondary school classrooms. *International Education Journal*, 7(7), 906–915.
- Duran, L. B., & Duran, E. (2004). The 5E Instructional model: A learning cycle approach for inquiry-based science teaching. *The Science Education Review*, 3(2), 49–58.
- Fan, J., & Zhang, L. (2014). The role of learning environments in thinking styles. *Educational Psychology*, 34(2), 252–268. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.817538>
- Fraser, B. J. (1999). Using learning environment assessment to improve classroom and school climates. In H. J. Freiberg (Ed.), *School climate: Measuring, improving and sustaining healthy learning environments* (pp. 65–83). RoutledgeFalmer.
- Furth, H. (1970). *An inventory of Piaget's developmental tasks*. Center for Research in Thinking and Language.
- Gokdere, M., & Calik, M. (2010). A cross-age study of Turkish students' mental models: An atom concept. *Didactica Slovenica – Pedagoška obzorja*, 2, 185–199.
- Grecmanová, H. (2008). *Klíma školy*. Hanex.
- Grecmanová, H., Urbanovská, E., Gonda, D., & Cabanová, V. (2020). Teachers didactic competencies when teaching natural science subject as a learning environment factor. *European Journal of Education Studies*, 6(12), 190–206. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3678834>
- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611–628. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290609>

- Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Ashford Colour Press Ltd.
- Harlen, W. (2015). *Working with big ideas of science education*. Science Education Programme (SEP) of IAP.
- Härmälä-Braskén, A., Hemmi, K., & Kurtén, B. (2020). Misconceptions in chemistry among Finnish prospective primary school teachers – a long-term study. *International Journal of Science Education*, 42(9), 1447–1464. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1765046>
- Heikkilä, A., Lonka, K., Nieminen, J., & Niemvirta, M. (2012). Relations between teacher students' approaches to learning, cognitive and attributional strategies, well-being, and study success. *Higher Education*, 64, 455–471. <https://doi.org/10.1007/s10734-012-9504-9>
- Heinz, J., Enghag, M., Stuchlikova, I., Cakmakci, G., Peleg, R., & Baram-Tsabari, A. (2016). Impact of initiatives to implement science inquiry: A comparative study of the Turkish, Israeli, Swedish and Czech science education systems. *Cultural Studies of Science Education*, 12, 677–708. <https://doi.org/10.1007/s11422-015-9704-6>
- Held, L. (2014). *Induktívno-deduktívna dimenzia prírodovedného vzdelávania*. Typi Universitatis Tyrnaviensis.
- Held, L., & Pupala, B. (1995). *Psychogenéza žiakovho poznávania vo vyučovaní*. PedF UK.
- Held, L., Bronerská, J., Čipková, E., Demkanin, P., Drozdíková, A., Fančovičová, J., Horváth, P., Hlavatá Hudáčková, N., Kotuláková, K., Kováčová, L., Lapitková, V., Michalisková, R., Nagyová, S., Orolínová, M., Prokša, M., Ušáková, K., & Velmovská, K. (2019). *Koncepcia prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020*. Veda.
- Held, L., Bronerská, J., Koperová, D., & Kotuláková, K. (2021a). *ExpEdícia skús, skúmaj, spoznaj – Chémia pre 8. ročník ZŠ a pre terciu osemročných gymnázií. Pilotná verzia*. Indícia.
- Held, L., Bronerská, J., Kotuláková, K., Kováčová, L., & Orolínová, M. (2021b). *ExpEdícia skús, skúmaj, spoznaj – Chémia pre 7. ročník ZŠ a pre sekundu osemročných gymnázií*. Indícia.
- Held, L., Žoldošová, K., Orolínová, M., Juricová, I., & Kotuláková, K. (2011). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnavská univerzita v Trnave.
- Indícia. (2021). *Expedícia – skús, skúmaj, spoznaj*. <https://www.indicia.sk/aktualne-skolenia/expedicia?start=6>
- Jelemenská, P., Sander, E., & Kattmann, U. (2003). Model didaktickej rekonštrukcie. Impulz pre výskum v odborových didaktikách. *Pedagogika*, 53(2), 190–201.
- Knecht, P. (2007). Didaktická transformace aneb od „didaktického zjednodušení“ k „didaktické rekonstrukci“. *Orbis scholae*, 2(1), 67–81.
- Kollárik, K. (1997). Projekt FAST a kognitívny vývin žiakov 8-ročných gymnázií. In V. Lapitková (Ed.), *Zborník z konferencie FAST – DISCO* (s. 95–100). R&D Print.
- Koperová, D., & Held, L. (2021a). Didaktická rekonštrukcia témy atóm a jeho štruktúra. In V. Machková (Ed.), *16. Medzinárodný seminár doktorandů didaktiky chemie a příbuzných doktorských programů* (s. 21–27). Univerzita Hradec Králové.
- Koperová, D., & Held, L. (2021b). K validizácii výrokovej škály pri skúmaní miskoncepcií v oblasti poznatkov o stavbe atómu. In V. Švandová, J. Literák, & B. Pelánková (Eds.), *Sborník konference didaktiky přírodních věd DidSci + 2021* (s. 49–59). MUNI PRESS. <https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-9876-2021-6>
- Koperová, D., Held, L., & Kotuláková, K. (2020). Analysis of the atom and its structure in chemistry textbooks. In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojtíš (Eds.), *Project-based education and other activating strategies in science education, XVII.* (pp. 79–87). Charles University, Faculty of Education.
- Kotuláková, K. (2020). Výučba chémie ako ExpEdícia. *Biológia, ekológia, chémia*, 24(4), 21–21.
- Kubiátko, M. (2017). *Miskoncepce: definície, diagnostika, eliminácia*. Verbum.
- Kuchta, D., Held, L., & Veselský, M. (2007). Zisťovanie úrovne formálneho myslenia vybraných študentov vysokých škôl pomocou IPDT testov. In M. Kuhnová, & J. Miklovičová (Eds.), *Inovačné trendy v prírodovednom vzdelávaní* (s. 65–67). Trnavská univerzita.
- Lapitková, V. (1997). Projekt FAST na Slovensku. In V. Lapitková (Ed.), *Zborník z konferencie FAST – DISCO* (s. 30–39). R&D Print.
- Lapitková, V., Tóthová, R., & Demkanin, P. (2020). *ExpEdícia skús, skúmaj, spoznaj – Fyzika 1 pre 6. ročník ZŠ a primu osemročných gymnázií*. Indícia.
- Lapitková, V., Tóthová, R., & Útla, J. (2021). *ExpEdícia skús, skúmaj, spoznaj – Fyzika 1 pre 7. ročník ZŠ a sekundu osemročných gymnázií*. Indícia.
- Lapitková, V., Tóthová, R., Demkanin, P., Kolesár, J., & Malkin Ondík, I. (2022a). *ExpEdícia skús, skúmaj, spoznaj – Fyzika 2 pre 6. ročník ZŠ a primu osemročných gymnázií*. Indícia.

- Lapitková, V., Tóthová, R., Útla, J., Held, L., & Rošková, E. (2022b). *ExpEdícia skús, skúmaj, spoznaj – Fyzika 2 pre 7. ročník ZŠ a sekundu osemročných gymnázií*. Indícia.
- Lapitková, V., Tóthová, R., Útla, J., Horváth, P., Nociarová, M., & Šromeková, K. (2022c). *Fyzika 1 pre 8. ročník ZŠ a pre terciu osemročných gymnázií*. Indícia.
- Lizzio, A., Wilson, K., & Simons, R. (2002). University students' perceptions of the learning environment and academic outcomes: Implications for theory and practice. *Studies in Higher Education*, 27(1), 27–52. <https://doi.org/10.1080/03075070120099359>
- Magnusson, S. J., & Palincsar, A. S. (1995). The learning environment as a site of science education reform. *Theory into practice*, 34(1), 43–50. <https://doi.org/10.1080/00405849509543656>
- Maňák, J., & Knecht, P. (2007). *Hodnocení učebnic*. PAIDO.
- Manninen, J., Burman, A., Koivunen, A., Kuittinen, E., Luukannel, S., Passi, S., & Särkkä, H. (2007). *Environments supporting learning: Introduction to learning-environment-thinking*. Finnish National Board of Education.
- Marušincová, E. (1997). Projekt FAST a vývin tvorivých schopností žiakov. In V. Lapitková (Ed.), *Zborník z konferencie FAST – DISCO* (s. 87–94). R&D Print.
- McCurren, C. A., & Ganong, L. H. (1984). Assessing cognitive functioning of the elderly with the inventory of Piaget's developmental tasks'. *Journal of Advanced Nursing*, 9(5), 449–456.
- Milakofsky, L., & Patterson, H. O. (1979). Chemical education and Piaget: A new paper-pencil inventory to assess cognitive functioning. *Journal of Chemical Education*, 56(2), 87–90.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based instruction – what is it and does it matter? Results from research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Míkva, M. (2013). *Didaktická rekonštrukcia pojmov z organickej chémie*. [Dizertačná práca, Trnavská univerzita v Trnave].
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191–196. <https://doi.org/10.1021/ed069p191>
- Narli, S. (2011). Is constructivist learning environment really effective on learning and long-term knowledge retention in mathematics? *Educational Research and Reviews*, 6(1), 36–49.
- Nelson Laird, T. F., Seifert, T. A., Pacarella, E. T., Mayhew, M. J., & Blaich, Ch. F. (2014). Deeply affecting first-year student's thinking: deep approaches to learning and three dimensions of cognitive development. *The Journal of Higher Education*, 85(3), 402–432. <https://doi.org/10.1080/00221546.2014.11777333>
- OECD. (2019). *Country note Slovak republic. Programme For International Student Assessment (PISA) Results from PISA 2018*. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_SVK.pdf
- Orolínová, M., & Kotuláková, K. (2014). *Rozvoj spôsobilostí vedeckej práce v podmienkach kontinuálneho vzdelávania učiteľov*. Typi Universitatis Tyrnaviensis.
- Othman, J., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2008). An investigation into the relationship between students' conceptions of the particulate nature of matter and their understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1531–1550. <https://doi.org/10.1080/09500690701459897>
- Patterson, H. O., & Milakofsky, L. (1980). A paper-and-pencil inventory for the assessment of Piaget's tasks. *Applied psychological measurement*, 4(3), 341–353. <https://doi.org/10.1177%2F014662168000400306>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- PISA. (2019). *Národná správa PISA 2018*. https://www2.nucem.sk/dl/4636/Narodna_sprava_PISA_2018.pdf
- Priškinová, N. (2021). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania a hodnotenie žiakov*. [Dizertačná práca, Trnavská univerzita v Trnave].
- Puntambekar, S., & Hübscher, R. (2005). Tools for scaffolding students in a complex learning environment: What have we gained and what have we missed? *Educational Psychologist*, 40(1), 1–12. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4001_1
- Radcliffe, D. (2008). A pedagogy-space-technology (PST) framework for designing and evaluating learning places. In D. Radcliffe, W. Wilson, D. Powell, & B. Tibbetts (Eds.), *Learning spaces in higher education: Positive outcomes by design* (pp. 11–16). The University of Queensland.

- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henrikson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europa*. Brussel, European Commisison (22 p.). <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Rybár, J. (1997). *Úvod do epistemológie Jeana Piageta*. Iris.
- Ryplová, R., & Reháková, J. (2011). Prínos badatelsky orientovaného vyučovania (BOV) pro enviromentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ. *Envigogika*, 6(3), 1–10.
- Samaresh, A. (2017). Effectiveness of constructivist approach on academic achievement in science at secondary level. *Educational Research and Reviews*, 12(22), 1074–1079. <https://doi.org/10.5897/ERR2017.3298>
- Shibley, I. A., Milakofsky, L., Bender, D. S., & Patterson, H. O. (2003). College chemistry and Piaget: An analysis of gender difference, cognitive abilities, and achievement measures seventeen years apart. *Journal of Chemical Education*, 80(5), 569–573.
- Schubertová, R., & Chrenková, M. (2022). *ExpEdícia skús, skúmaj, spoznaj – Biológia pre 6. ročník, pracovná učebnica 1*. Indícia.
- Schubertová, R., Chrenková, M., & Slivková, E. (2022a). *ExpEdícia skús, skúmaj, spoznaj – Biológia pre 6. ročník, pracovná učebnica 2*. Indícia.
- Schubertová, R., Chrenková, M., Škodová, M., Tomčíková, I., & Gregorová, B. (2022b). *ExpEdícia skús, skúmaj, spoznaj – Biológia a geografia 2 pre 5. ročník ZŠ*. Indícia.
- Schubertová, R., Škodová, M., Chrenková, M., & Balážovič, L. (2021). *ExpEdícia skús, skúmaj, spoznaj – Biológia a geografia 1 pre 5. ročník ZŠ*. Indícia.
- Škoda, J., & Doulík, P. (2010). *Prekoncepce a miskoncepce v oborových didaktikách*. Acta Universitatis Purkynianae.
- Škoda, J., & Doulík, P. (2011). *Psychodidaktika. Metody efektívneho a smysluplného učení a vyučovania*. Grada.
- ŠPÚ. (2014). *Inovovaný štátny vzdelávací program pre predmet chémia*. https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/chemia_nsv_2014.pdf
- ŠPÚ. (2015). *Inovovaný štátny vzdelávací program. Oblasť Človek a príroda*. <http://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/inovovany-svp-2.stupen-zs/clovek-priroda/>
- Taslidere, E. (2016). Development and use of a three-tier diagnostic test do assess high school students' misconceptions about the photoelectric effect. *Research in Science & Technological Education*, 34(2), 164–186. <https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1124409>
- Ultanir, E. (2012). An epistemological glance at the constructivist approach: Constructivist learning in Dewey, Piaget, and Montessori. *International Journal of Instruction*, 5(2), 195–212. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED533786.pdf>
- Veselský, M. (2009). Úroveň myšlení studentů vysokých škol a jeho měření pomocí IPDT. *Pedagogika*, 59(1), 71–79.
- Vojříř, K., & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1496–1516. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1613584>
- Vosniadou, S. (2014). Examining cognitive development from conceptual change point of view: The Framework theory approach. *European Journal of Developmental Psychology*, 11(6), 645–661. <https://doi.org/10.1080/17405629.2014.921153>
- Zhang, L. J., Bao, Q., Chen, L., & Liang, Y. (2021). Dynamic adaptation of the inventory of Piaget's developmental tasks (IPDT) and the application for children with low socioeconomic status. *Acta Psychologica Sinica*, 53(9), 960–975. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2021.00960>
- Zhang, L. J., Chen, L., & Fang, F. X. (2011). The adaptation of dynamic test using the inventory of Piaget's developmental task (IPDT): An initial validation and application. *Acta Psychologica Sinica*, 43(9), 1075–1086.