

Obsah

Výzkumné studie

- Radka Marta Dvořáková
Výzkum evolučních znalostí a postojů v České republice a nový standardizovaný nástroj (EEQ)
pro výzkumy v této oblasti 2
- Vanda Janštová, Radka M. Dvořáková, Jan Mourek, Ina Rajsiglová, Petr Novotný
Česká verze dotazníku CLASS určeného k měření profesionality postoje k biologii 9
- Esther Levenson, Ruthi Barkai, Pessia Tsamir, Dina Tirosh
Promoting adults' knowledge for engaging young children with numerical activities 26

Diskuse

- Petr Novotný
Kritika textu Říčan J. et al. – Komparace kvality tzv. teacher made testů s didaktickými testy
a jejich vliv na úspěšnost žáků: případová studie. *Scientia in educatione*, 12(2), 2021 39
- Jaroslav Říčan, Jiří Škoda, Viktorie Hermanová, Barbora Lanková
Reakce na „Kritika textu Říčan J. et al. – Komparace kvality tzv. teacher made testů s didak-
tickými testy a jejich vliv na úspěšnost žáků: případová studie. *Scientia in educatione*, 12(2),
2021“ 42

Výzkum evolučních znalostí a postojů v České republice a nový standardizovaný nástroj (EEQ) pro výzkumy v této oblasti

Research on Evolutionary Knowledge and Attitudes in the Czech Republic and the New Standardized Instrument (EEQ) for Research in this Field of Study

 Radka Marta Dvořáková¹

¹ Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Viničná 7, Praha 2, 128 44 Česká republika; radka.marta@natur.cuni.cz

O evoluci se v moderní biologii uvažuje jako o centrálním jednotícím principu. Porozumění základním evolučním principům je tedy klíčové pro kvalitní biologické vzdělávání. Cílem tohoto textu je za prvé shrnout problematiku v oblasti výzkumu evolučních znalostí a postojů v České republice, v kontextu výzkumů evropských. A za druhé představit nový výzkumný nástroj pro tuto oblast. Výzkumem evolučních znalostí a/nebo postojů k evoluci se v Evropě zabývala a zabývá řada výzkumníků a výzkumných týmů. Výsledky dosud publikovaných studií ale neposkytují příliš prostoru pro další srovnání. Hlavním problémem jsou jednak typově rozdílné skupiny respondentů, a dále především skutečnost, že autoři používají velmi různorodé výzkumné nástroje, často bez patřičně ověřené validity či reliability. Skupina výzkumníků, sdružená v rámci projektu COST 17127, se pokusila výše zmíněné problémy překlenout. Výsledkem jejich úsilí je standardizovaný výzkumný nástroj EEQ (= Evolution Education Questionnaire). Jeho výhodou je nejen široké spektrum využití, ať už jde o typy respondentů, časový rozsah dotazníku nebo evoluční tematiku; dotazník je navíc vhodný pro výzkum evolučních znalostí i postojů. Jeho další unikátní charakteristikou, srovnáme-li ho s jinými standardizovanými nástroji, je existence dvaceti tří jazykových mutací, včetně češtiny, která ho předurčuje k využívání v širokém celoevropském kontextu.

Klíčová slova:
dotazník, EEQ, evoluční znalosti, postoje k evoluci, mezinárodní srovnání.

Zasláno 7/2021
Revidováno 1/2022
Přijato 2/2022

Evolution is the key concept in modern biology. Understanding basic evolutionary principles is, therefore, key to quality biological education. This text firstly aims to summarize the issues in the field of research of evolutionary knowledge and attitudes in the Czech Republic in the European context and, secondly, to introduce a new research tool for this research field. Research on evolutionary knowledge and/or attitudes towards evolution has been and is still being studied by several European researchers and research teams. However, the results of studies published so far do not provide much room for further comparison. The main problems are the different types of respondents and the fact that the authors use very diverse research instruments whose validity or reliability has seldom been firmly established. A group of researchers associated with the project COST 17127 tried to overcome the problems mentioned above. They developed a standardized research instrument EEQ (= Evolution Education Questionnaire). Its advantage is its wide range of applicability (types of respondents, time range of the questionnaire or evolutionary topic; in addition, the questionnaire is suitable for research on evolutionary knowledge as well as attitudes) and the existence of 23 language mutations, including Czech, which predestines it for use throughout Europe.

Key words:
questionnaire, EEQ, knowledge about evolution, attitudes to evolution, cross-country survey.

Received 7/2021
Revised 1/2022
Accepted 2/2022

1 Úvod

O evoluci se v moderní biologii uvažuje jako o centrálním jednotícím principu, který propojuje jednotlivá fakta do smysluplného celku (Alles, 2001, 2005; Dobzhansky, 1973). Elementární porozumění základním evolučním konceptům je tedy klíčové pro kvalitní biologické vzdělávání a obecně pro přírodovědnou gramotnost jako takovou (Alles, 2001). Řada výzkumníků, často didaktiků, po celém světě se proto zabývá výzkumy v této oblasti. Pro výzkum evolučních postojů a znalostí existuje mnoho výzkumných nástrojů, velká část pochází z USA. Jejich podrobný přehled nabízí např. Mead et al. (2019) či Kuszmierz, Meneganzin et al. (2020). Ne všechny existující výzkumné nástroje lze ale použít pro evropský kulturní prostor, nebo je jednoduše pro použití v Evropě transformovat. Cílem tohoto textu je za prvé shrnout problematiku v oblasti výzkumu evolučních znalostí a postojů v České republice v kontextu výzkumů evropských. Druhým cílem je představit nový výzkumný nástroj pro oblast evolučních znalostí a postojů, vyvinutý primárně pro evropské výzkumy – dotazník EEQ, a důvody a okolnosti jeho vzniku.

2 Výzkum evolučních znalostí a postojů v Evropě

Výzkumem evolučních znalostí a postojů k evoluci se v Evropě zabývala a zabývá řada výzkumníků a výzkumných týmů. V letech 2010–2020 vyšlo k tématu více než padesát odborných článků, které prezentují výsledky z 29 Evropských zemí, jak ve své přehledové studii podrobně shrnuje Kuschmierz, Meneganzin et al. (2020). Autorský kolektiv do svého přehledu zahrnul všechny výzkumné studie dohledatelné přes vyhledávač Google Scholar, publikované od února 2010 do března 2020. Jedná se o texty nejen v angličtině, ale i v národních jazycích autorského týmu, tedy v chorvatštině, italštině, makedonštině, nizozemštině, němčině, řečtině, srbštině a slovinštině.

Výzkumy na čistě národní úrovni, které v této oblasti výzkumu převažují, se zaměřují na evoluční problematiku a otázky, které nejvíce rezonují ve vzdělávacím systému, kurikulárních dokumentech, nebo na obecnější společensko-politické situaci daného státu. Výzkumníci jdou proto zpravidla cestou tvorby vlastního výzkumného nástroje. Výsledky studií pak ovšem neposkytují příliš prostoru pro další (mezinárodní) srovnání. Problémem jsou nejen typově rozdílné skupiny respondentů (žáci z 1. i 2. stupně základních škol, středoškoláci a VŠ studenti rozličných studijních oborů, učitelé z praxe různých aprobací), ale hlavně skutečnost, že výzkumníci používají velmi různorodé, často nestandardizované, výzkumné nástroje. Jednotlivé výzkumné nástroje se liší v mnoha ohledech, např. v evolučních tématech, kterými se zabývají (přírodní výběr, evoluce člověka, variabilita atd.), v počtu a typu položek (otevřené otázky, ano–ne otázky, správně–špatné výroky, sudé i liché Likertovy škály) atd. Kuschmierz, Meneganzin et al. (2020) identifikovali v evropském kontextu použití téměř čtyřiceti různých výzkumných nástrojů; z tohoto počtu je jen pět běžně známých z další literatury (konkrétně ACORNS = Assessing contextual reasoning about natural selection, CINS = Concept inventory of natural selection, I-SEA = Inventory of student acceptance of evolution, KEE = Knowledge of evolution exam, MATE = Measure of acceptance of the theory of evolution). U jednotlivých výzkumných nástrojů pak zpracovali podrobný přehled jejich základních charakteristik včetně toho, jakým způsobem je u daného nástroje řešena reliabilita a validita. Kuschmierz, Meneganzin et al. (2020) upozorňují, že jen třetina výzkumných nástrojů, konkrétně se jedná o nástroje použité v těchto studiích: Akyol et al., 2012, Athanasiou & Mavrikaki, 2014, Beniermann, 2019, Clément, 2015a, 2015b, Fiedler et al., 2017, Gefaell et al., 2020, Göransson et al., 2020, Großschedl et al., 2014, Irez & Bakanay, 2011, Keskin & Köse, 2015, Konnemann et al., 2016, Kuschmierz, Beniermann et al., 2021, Pinxten et al., 2020, Stasinakis & Athanasiou, 2016, Tekkaya et al., 2011, má adekvátně ošetřenou reliabilitu a zároveň i validitu. Někteří autoři, např. Arthur (2013), zmíněný handicap svého výzkumného nástroje ani nereflektují.

Necelá čtvrtina analyzovaných evropských výzkumů národní úroveň přesahuje a srovnává respondenty ze dvou či více zemí, konkrétně se jedná o studie: Clément, 2015a, 2015b, Clément et al., 2012, Göransson et al., 2020, Graf & Soran, 2011, Kralj et al., 2018, Nehm et al., 2013 a Šorgo et al., 2014. Celkově ovšem současná evropská scéna představuje spíše izolované a nesouvisející ostrůvky poznání buď v oblasti evolučních znalostí, anebo v oblasti evolučních postojů než dílky z jedné navazující mozaiky.

3 Výzkum evolučních znalostí a postojů v České republice

Z České republiky existuje k tématu několik izolovaných studií. Znalostmi o evoluci člověka se zabývá drobné výzkumné šetření „Comparison of Slovene and Czech Students' Ideas about Human Evolution“ autorské dvojice Bajd a Matyášek (2009), publikované ve sborníku Masarykovy university. Pro srovnání českých ($n = 79$) a slovenských ($n = 82$) studentů prvního VŠ ročníku primární pedagogiky použili autoři dotazník vlastní konstrukce. Dotazník tvoří patnáct otevřených otázek typu „Žili první lidé ve stejné době jako dinosauři?“ a autoři pak jednoduše porovnávají procentuální zastoupení odpovědí ano–ne: „9 % Slovenských a 3 % Českých studentů věří, že první lidé žili ve stejné době jako dinosauři.“ (Bajd & Matyášek, 2009, s. 268). O něco širší záběr má studie autorského kolektivu kolem Andreje Šorga „Cross-cultural Study on Freshmen's Knowledge of Genetics, Evolution, and the Nature of Science“, publikovaná v časopise *Journal of Baltic Science Education*. Výzkum se zabývá srovnáním znalostí z oblasti genetiky, evoluce a metodologie přírodních věd mezi studenty prvního VŠ ročníku z České republiky ($n = 276$), Slovenska ($n = 212$), Slovinska ($n = 217$) a Turecka ($n = 235$) (Šorgo et al., 2014). Použitý výzkumný nástroj je modifikací jiného výzkumného nástroje autorů (Šorgo et al., 2011) a sestává z demografických otázek na věk a pohlaví, patnácti postojových otázek Likertova typu (tříbodové škály: souhlasím – nevím – nesouhlasím) a třiceti znalostních otázek (resp. tvrzení, u nichž respondenti rozhodují, zda výrok je, či není pravdivý). K vyhodnocení používají autoři, na rozdíl od studie autorské dvojice Bajd a Matyášek, standardní statistické postupy a nástroje jako χ^2 test atd. (Šorgo et al., 2014). Tématu evolučních znalostí a postojů k evoluci se v českém prostředí částečně věnovaly také dvě dizertační práce (Dvořáková, 2018; Hlaváčová, 2016a); některé dílčí výsledky pak byly publikovány (viz Dvořáková & Hůla, 2015; Dvořáková & Hůla, 2018; Dvořáková & Hůla, 2020; Hlaváčová, 2015; Hlaváčová, 2016a; Müllerová, 2015). Hlaváčová

(roz. Müllerová) se zaměřuje na evoluci obecně a ve své dizertaci mj. srovnává evoluční znalosti (a velmi okrajově i postoje) žáků základních a středních škol z České republiky ($n = 964$) a z Velké Británie ($n = 97$). Použila výzkumný nástroj vlastní konstrukce, kde se vedle několika demografických otázek (týkajících se typu, ročníku a regionu školy a v AJ mutaci ještě věku) objevuje patnáct uzavřených znalostních otázek a dvě otázky postojové; respondenti buď volí odpovědi z několika nabízených možností, anebo vybírají jednu možnost na čtyřbodové, v jednom případě (otázka č. 10, týkající se biologické zdatnosti) pětibodové, Likertově škále. Osobní vztah k výuce evoluce je pak také jednou z otevřených otázek polostrukturovaného rozhovoru, který autorka realizovala s deseti českými a sedmi britskými učiteli (Hlaváčová, 2016a). Metodu polostrukturovaného rozhovoru použila ke zjišťování postojů českých učitelů ($n = 10$) k výuce evoluce člověka i Dvořáková (2018). Dotazníkem vlastní konstrukce pak zkoumá znalosti (tři otevřené otázky) a postoje (čtyři otázky Likertova typu s pětibodovou škálou) k tématu evoluce člověka čerstvých maturantů ($n = 660$). Postojům k evoluci člověka, jako součásti výukového rámce tématu, se dále věnuje i v dotazníkovém šetření mezi českými učiteli biologie ($n = 217$); výzkumný nástroj je opět dotazník vlastní konstrukce, který se postojům věnuje ve čtyřech otázkách Likertova typu s pětibodovou škálou (Dvořáková & Hůla, 2020). Dvořáková se tedy, na rozdíl od Hlaváčové, zaměřuje pouze na jedno z evolučních témat – evoluci člověka. Řeší komplexněji znalosti a zároveň i postoje, zatímco Hlaváčová se postojů prakticky nezabývá a kromě znalostí se dále zajímá např. o výukové metody. Několik drobnějších dotazníkových šetření vlastního designu (k tématu evolučních znalostí a postojů) bylo realizováno také v rámci bakalářských (Bajerová, 2015; Horáková, 2021; Jaskulková, 2013; Kuchová-Breburdová, 2010; Maňasová, 2019) a diplomových prací (Kuchová-Breburdová, 2015; Müllerová, 2012a; Solařová, 2010; Všetečka, 2012; Zahradníková, 2019). Müllerová jako jediná své výsledky i publikovala (viz Müllerová, 2012b) a téma později rozvinula v dizertační práci, zmíněné výše (viz Hlaváčová, 2016a).

Všech dosud publikovaných výzkumů k tématu evolučních znalostí a postojů z České republiky se týká alespoň jeden z výše zmíněných problémů, především nedostatečně ošetřená validita a reliabilita výzkumného nástroje a také obtížná srovnatelnost s obdobnými výzkumy kvůli použití výzkumného nástroje vlastní konstrukce. Dalším přidruženým problémem většiny textů je použití národního jazyka; u absolventských prací, kdy se autoři s didaktickým výzkumem teprve seznamují a neusilují o prezentaci v mezinárodní komunitě, je použití češtiny pochopitelné. U odborných výzkumných článků ale národní jazyk nepochybně značně omezuje spektrum potenciálních čtenářů.

4 EEQ – standardizovaný nástroj pro výzkum evolučních postojů a znalostí

Autorka textu se v rámci projektu COST (= Cooperation in science and technology) 17127 (Building on scientific literacy in evolution towards scientifically responsible Europeans) zapojila do širší iniciativy, jejímž cílem bylo problémy zmíněné výše, trápící více výzkumníků a izolovaných výzkumných skupin, překlenout a navrhnout pro oblast evolučních znalostí a postojů v Evropě jednotný výzkumný nástroj. Žádný z nejčastěji používaných nástrojů pro evropské výzkumy (ACORNS, CINS, I-SEA, KEE, MATE) není designován pro výzkum evolučních znalostí a zároveň i postojů. Ani není k dispozici ve vícero jazykových mutacích. Vývoj výzkumného nástroje EEQ, včetně jeho ověřování, probíhal v letech 2018–2020. Výchozím bodem se stal dotazník KAEVO 1.0 (= Knowledge About EVolution), vytvořený jako nástroj pro dlouhodobé výzkumy evoluční problematiky v Německu (Beniermann, 2019). Z KAEVO 1.0 vychází KAEVO 2.0, jehož ambicí je pokrýt široké evoluční téma v rámci středoškolské biologie co nejkomplexněji a zároveň být pro výzkum evolučních znalostí nástrojem co nejstručnějším a použitelným pro různé skupiny respondentů (Kuschmierz, Beniermann et al., 2020). Výzkumný nástroj EEQ pak kombinuje skupinu znalostních otázek (KAEVO 2.0) s otázkami postojovými (KAEVO 1.0, oddíl ATEVO = Attitudes Towards EVolution), otázkami zaměřenými na náboženskou víru (KAEVO 1.0, oddíl PERF = the PErsonal Religious Faith) a vědecko-náboženské uvažování (KAEVO 1.0, oddíl SD = Short Dualism). Nedílnou součástí je i set třinácti otázek sociodemografických. KAEVO 2.0 a ATEVO sekci dotazníku EEQ lze použít ve výzkumných šetřeních i samostatně. Totéž platí pro tři jednotlivé části (A, B a C) znalostní sekce KAEVO 2.0. Znalostní otázky pokrývají rozmanité oblasti evoluční biologie (přírodní výběr, biologickou zdatnost, speciaci, dědičnost fenotypu, variabilitu, mutace, fylogenetiku, lidskou evoluci, evoluční/geologické éry). Evoluční témata vycházejí primárně z německých kurikulárních dokumentů, protože původní dotazník KAEVO 1.0, jak je uvedeno výše, byl vytvořen pro německé kulturní prostředí. Formulace otázek odpovídá vyšším kategoriím Bloomovy taxonomie, což se ukázalo jako ideální charakteristika pro univerzální použití i v dalších evropských státech, přestože kurikulární dokumenty jednotlivých zemí se v mnoha ohledech liší. Hodnocení obsahové validity znalostních otázek se účastnili evropští odborníci na evoluční biologii a přírodovědné vzdělávání. Výchozím bodem se stal anglický překlad původního německého dotazníku KAEVO 2.0, který pak rodilí mluvčí překládali do národních

jazyků. Českou mutaci překládala přímo autorka tohoto textu (vycházela z anglického překladu, ale i německého originálu), přičemž výslednou podobu překladu konzultovala s dalším didaktikem a evolučním biologem. Obdobný proces proběhl i v případě dalších národních překladů. Na základě svých jazykových schopností porovnávali překladatelé národní verze s dalšími dostupnými překlady, které postupně vznikaly. Problémy, které vyvstávaly z národně-jazykových specifik, diskutoval užší tým WG1 (= working group 1 = pracovní skupina 1) projektu COST. Výsledkem bylo vyřazení jedné položky a modifikace pěti dalších (podrobnosti viz Beniermann et al., 2021; Kuschmierz, Beniermann et al., 2020; Kuschmierz et al., 2021). Typově se, v případě znalostních otázek, jedná o dvanáct otázek s výběrem možností, dvanáct otázek typu správně/špatně a tři úlohy odhadu na časových osách. Otázky postojové (osm otázek), otázky zaměřené na náboženskou víru (deset otázek) a vědecko-náboženské uvažování (pět otázek) mají jednotný formát: výrok s pětibodovou Likertovou škálou (Beniermann et al., 2021). Primární cílovou skupinou výzkumného nástroje EEQ jsou univerzitní studenti na začátku prvního ročníku studia, kteří čerstvě odmaturovali. Hlavní výzkumné studie se zúčastnilo celkem 11 723 studentů z 84 univerzit a 26 evropských států (Kuschmierz et al., 2021). Z České republiky to bylo 400 respondentů; sběr dat proběhl těsně před začátkem a v prvním týdnu zimního semestru 2018 na Karlově Univerzitě v Praze, na Západočeské univerzitě v Plzni, na Univerzitě Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem a na Univerzitě Palackého v Olomouci. Dotazník byl nicméně validizován i pro další skupiny respondentů, jako jsou středoškolská nebo vysokoškolská studenta, učitelé z praxe nebo široká veřejnost, podrobnosti viz Beniermann, 2019; Kuschmierz, Beniermann et al., 2020; Kuschmierz et al., 2020. EEQ byl testován v papírové podobě, kdy administrace trvá přibližně půl hodiny. Autoři nicméně nevyklučují jeho převedení a použití i v on-line podobě. Kromě části C znalostní sekce KAEVO 2.0, kde bude převedení do on-line formy, kvůli zakreslování časových úseček, náročnější (Beniermann et al., 2021). U všech částí výzkumného nástroje EEQ byla opakovaně testována validita i reliabilita. Konstruktová validita znalostní části byla ověřena konfirmační faktorovou analýzou, pro celý vzorek i pro jednotlivé země, a stejně jako v případě dotazníků KAEVO 1.0 i 2.0 potvrdila čtyřdimensionální strukturu nástroje (podrobnosti k faktorové analýze viz Beniermann, 2019; Kuschmierz, Beniermann et al., 2020). Reliabilita škál (oddíl ATEVO a PERF) byla ověřena pomocí testu vnitřní konzistence. Cronbachovo α bylo spočteno jak pro celý vzorek (ATEVO: $\alpha = 0,739$; PERF: $\alpha = 0,969$), tak pro všechny jednotlivé země (ATEVO Czech Republic: $\alpha = 0,726$; PERF: Czech Republic: $\alpha = 0,943$); podrobný popis a přehledové tabulky viz Beniermann, 2019; Kuschmierz, Beniermann et al., 2020; Kuschmierz et al., 2020. Ambicí týmu bylo sehnat spolupracovníky ve všech evropských zemích a přeložit dotazník do příslušných národních jazyků. Z velké části se cíle podařilo dosáhnout a v únoru 2021 byl výzkumný nástroj zveřejněn ve 23 evropských jazycích: angličtině, bulharštině, češtině, finštině, francouzštině, chorvatštině, italštině, lotyštině, maďarštině, makedonštině, němčině, nizozemštině, polštině, portugalštině, rumunštině, řečtině, slovenštině, slovinštině, srbštině, španělštině, švédštině, turečtině, ukrajinštině (Beniermann et al., 2021).

5 Závěr

Pro budoucí výzkumy evolučních postojů a znalostí (nejen) z České republiky máme nyní k dispozici nový ověřený výzkumný nástroj, který nabízí velmi široké využití, ať už jde o spektrum respondentů, časový rozsah dotazníku nebo evoluční témata. Dotazník lze využít k výzkumu jak evolučních znalostí, tak i postojů, dle záměru výzkumníků obojího zároveň nebo i odděleně. Další jeho unikátní charakteristikou, srovnáme-li ho s jinými standardizovanými nástroji, je existence 23 jazykových mutací, které ho předurčují k využívání v širokém celoevropském kontextu. Výzkumný nástroj EEQ je volně dostupný pro všechny potenciální zájemce na odkaze zde: <https://zenodo.org/record/4554742#.YURh9bgzY2w>. Překlad do zbývajících evropských jazyků by byl do budoucna určitě žádoucím krokem.

Literatura

- Akyol, G., Tekkaya, C., Sungur, S., & Traynor, A. (2012). Modeling the interrelationships among pre-service science teachers' understanding and acceptance of evolution, their views on nature of science and self-efficacy beliefs regarding teaching evolution. *Journal of Science Teacher Education*, 23(8), 937–957. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9296-x>
- Alles, D. L. (2001). Using evolution as the framework for teaching biology. *The American Biology Teacher*, 63(1), 20–23. <https://doi.org/10.2307/4451025>
- Alles, D. L. (2005). The nature of evolution. *The American Biology Teacher*, 67(1), 8–10. <https://doi.org/10.2307/4451774>
- Arthur, S. (2013). Evolution acceptance among pre-service primary teachers. *Evolution: Education and Outreach*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/1936-6434-6-20>

- Athanasiou, K., & Mavrikaki, E. (2014). Conceptual inventory of natural selection as a tool for measuring greek university students' evolution knowledge: Differences between novice and advanced students. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1262–1285. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.856529>
- Bajd, B., & Matyášek, J. (2009). Comparison of Slovene and Czech students' ideas about human evolution. In E. Řehulka (Ed.), *School and Health 21, 2009: Topical Issues in Health Education* (pp. 265–273). Masarykova univerzita Brno.
- Bajerová, M. (2015). *Mylné představy žáků základních škol o evoluci* [Bakalářská práce, Masarykova univerzita]. https://is.muni.cz/th/401790/pedf_b/?so=td
- Beniermann, A. (2019). *Evolution – Von Akzeptanz und Zweifeln*. Springer.
- Beniermann, A., Kuschmierz, P., Pinxten, A., Aivelo, T., Bohlin, G., Brennecke, J. S., Cebesoy, U. B., Cvetković, D., Dordević, M., Dvořáková, R. M., Futo, M., Geamana, N., Korfiatis, K., Lendvai, A., Mogias, A., Paolucci, S., Petersson, M., Pietrzak, B., Porozovs, J., Realdon, G., Savković, U., Sofonea, M. T., Šorgo, A., Stermin, A. N., Torkar, G., Uitto, A., Vázquez-Ben, L., & Graf, D. (2021). *Evolution education questionnaire on acceptance and knowledge (EEQ)*. <https://zenodo.org/record/4554742#.YV2PeFVByUk>
- Clément, P. (2015a). Creationism, science and religion: A survey of teachers' conceptions in 30 countries. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 167, 279–287.
- Clément, P. (2015b). Muslim teachers' conceptions of evolution in several countries. *Public Understanding of Science*, 24(4), 400–421. <https://doi.org/10.1177/0963662513494549>
- Clément, P., Quessada, M.-P., & Castéra, J. (2012). Creationism and innatism of teachers in 26 countries. *Science & Technology Education for Development, Citizenship and Social Justice*, 1, 1–11.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 35(3), 125–129. <https://doi.org/10.2307/4444260>
- Dvořáková, R. M. (2018). *Aktuální vědní poznatky a jejich didaktická transformace na příkladu tématu evoluce hominidů* [Dizertační práce, Univerzita Karlova]. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/102877>
- Dvořáková, R. M., & Hůla, M. (2015). Postoje českých učitelů biologie k výuce evoluce člověka. In *Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference Evropské pedagogické fórum 2015. Přínosy, výzvy, očekávání* (s. 82–88). Hradec Králové: MAGNANIMITAS.
- Dvorakova, R. M., & Hula, M. (2018). Czech high school student's knowledge, understanding and attitude of human evolution. In O. Finlayson, E. McLaughlin, S. Erduran, & P. Childs (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2017 Conference: Research, Practice and Collaboration in Science Education* (pp. 204–211). Dublin City University.
- Dvořáková, R. M., & Hůla, M. (2020). Výukový rámec tématu vznik a vývoj člověka v přírodovědných předmětech v České republice. *Arnica*, 10(1), 1–11.
- Fiedler, D., Tröbst, S., & Harms, U. (2017). University students' conceptual knowledge of randomness and probability in the contexts of evolution and mathematics. *CBE – Life Sciences Education*, 16(2), 1–16. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-07-0230>
- Gefaell, J., Prieto, T., Abdelaziz, M., Álvarez, I., Antón, J., Arroyo, J., Bella, J. L., Botella, M., Bugallo, A., & Claramonte, V. (2020). Acceptance and knowledge of evolutionary theory among third-year university students in Spain. *PLoS One*, 15(9), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238345>
- Göransson, A., Orraryd, D., Fiedler, D., & Tibell, L. A. (2020). Conceptual characterization of threshold concepts in student explanations of evolution by natural selection and effects of item context. *CBE – Life Sciences Education*, 19(1), 1–17. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-03-0056>
- Graf, D. & Soran, H. (2011). Einstellung und Wissen von Lehramtsstudierenden zur Evolution – ein Vergleich zwischen Deutschland und der Türkei. In D. Graf (Ed.), *Evolutionstheorie – Akzeptanz und Vermittlung im Europäischen Vergleich* (s. 141–161). Springer.
- Großschedl, J., Konnemann, C., & Basel, N. (2014). Pre-service biology teachers' acceptance of evolutionary theory and their preference for its teaching. *Evolution: Education and Outreach*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12052-014-0018-z>
- Hlaváčová, L. (2015). Výuka evoluční biologie na základních a středních školách. *Scientia in educatione*, 6(2), 104–120. <https://doi.org/10.14712/18047106.223>
- Hlaváčová, L. (2016a). *Analýza vědomostí žáků základních a středních škol a interpretace evoluční biologie učitelů v České republice, Anglii a Skotsku* [Dizertační práce, Univerzita Karlova]. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/43958>
- Hlaváčová, L. (2016b). Project-based Education Approach to Teaching Evolution. In M. Rusek (Ed.), *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech XIII.* (s. 62–66). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

- Horáková, D. (2021). *Stanovení psychometrických vlastností výzkumného nástroje zaměřeného na vnímání a vědomosti o evoluční teorii* [Bakalářská práce, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem]. <https://theses.cz/id/6kvoml/>
- Irez, S., & Bakanay, C. D. O. (2011). An assessment into pre-service biology teachers' approaches to the theory of evolution and nature of science. *Eğitim ve Bilim*, 36(162), 39–55.
- Jaskulková, K. (2013). *Jak vnímají evoluční teorii studenti středních škol?* [Bakalářská práce, Masarykova univerzita]. <https://is.muni.cz/th/gd1ku/>
- Keskin, B., & Köse, E. Ö. (2015). Understanding adaptation and natural selection: Common misconceptions. *International Journal of Academic Research in Education*, 1(2), 53–63. <https://doi.org/10.17985/ijare.53146>
- Konnemann, C., Asshoff, R., & Hammann, M. (2016). Insights into the diversity of attitudes concerning evolution and creation: A multidimensional approach. *Science Education*, 100(4), 673–705. <https://doi.org/10.1002/sce.21226>
- Kralj, L., Šalamon, T., & Lukša, Ž. (2018). Usporedba znanja hrvatskih i slovenskih osnovnoškolaca te gimnazijalaca o evoluciji čovjeka. *Educatio Biologicae: Časopis Edukacije Biologije*, 4, 22–30. <https://doi.org/10.32633/eb.4.2>
- Kuchová-Brebudová, H. (2010). *Výuka zoologie na gymnáziu a její vliv na formování evolučního myšlení studentů* [Bakalářská práce, Univerzita Karlova]. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/30114>
- Kuchová-Brebudová, H. (2015). *Výchova k evoluční gramotnosti na středních školách* [Diplomová práce, Univerzita Karlova]. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/66059>
- Kuschmierz, P., Beniermann, A., Bergman, A., Pinxten, R., Aivelo, T., Berniak-Wozny, J., Bohlin, G., Bugallo-Rodriguez, A., Cardia, P., ... & Graf, D. (2021). European first-year university students accept evolution but lack substantial knowledge about it: a standardized European cross-country assessment. *Evolution: Education and Outreach*, 14(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s12052-021-00158-8>
- Kuschmierz, P., Beniermann, A., & Graf, D. (2020). Development and evaluation of the knowledge about evolution 2.0 instrument (KAEVO 2.0). *International Journal of Science Education*, 42(15), 2601–2629. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1822561>
- Kuschmierz, P., Meneganzin, A., Pinxten, R., Pievani, T., Cvetković, D., Mavrikaki, E., Graf, D., & Beniermann, A. (2020). Towards common ground in measuring acceptance of evolution and knowledge about evolution across Europe: A systematic review of the state of research. *Evolution: Education and Outreach*, 13(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00132-w>
- Maňasová, L. (2019). *Výuka problematiky mladého paleolitu, mezolitu a neolitu na středních školách* [Bakalářská práce, Ostravská univerzita]. <https://theses.cz/id/u6f2fq/>
- Mead, L. S., Kohn, C., Warwick, A., & Swartz, K. (2019). Applying measurement standards to evolution education assessment instruments. *Evolution: Education and Outreach*, 12(1), 1–14. <https://doi.org/doi.org/10.1186/s12052-019-0097-y>
- Müllerová, L. (2012a). *Pojem evoluce a jeho vnímání u žáků základních a středních škol* [Diplomová práce, Univerzita Karlova]. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/43958>
- Müllerová, L. (2012b). Pojem evoluce a jeho vnímání žáky základních a středních škol. *Scientia in educatione*, 3(2), 33–64. <https://doi.org/10.14712/18047106.36>
- Müllerová, L. (2015). Evoluce organismů jako téma rozvíjející diskuzi žáků základních a středních škol. In *Studentská vědecká konference*. Dostupné z <https://konference.osu.cz/svk/sbornik2015/pdf/budoucnost/didaktika/Mullerova.pdf>
- Nehm, R. H., Ha, M., Großschedl, J., Harms, U., & Roshayanti, F. (2013). American, German, Korean, and Indonesian pre-service teachers' evolutionary acceptance, knowledge, and reasoning patterns. In *The Proceedings of the National Association for Research in Science Teaching (NARST) conference*. Rio Grande, Puerto Rico.
- Pinxten, R., Vandervieren, E., & Janssenswillen, P. (2020). Does integrating natural selection throughout upper secondary biology education result in a better understanding? A cross-national comparison between Flanders, Belgium and the Netherlands. *International Journal of Science Education*, 42(10), 1609–1634. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1773005>
- Solařová, G. (2010). *Současné pohledy na Darwinovu teorii a teorii kreace v rámci výuky přírodovědy* [diplomová práce, Ostravská univerzita]. <https://theses.cz/id/p5xgky/>
- Šorgo, A., Usak, M., Aydogdu, M., Keles, O., & Ambrozic-Dolinsek, J. (2011). Biology teaching in upper secondary schools: Comparative study between Slovenia and Turkey. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 3(3), 305–314.

Šorgo, A., Usak, M., Kubiatio, M., Fancovicova, J., Prokop, P., Puhek, M., Skoda, J., & Bahar, M. (2014). A cross-cultural study on freshmen's knowledge of genetics, evolution, and the nature of science. *Journal of Baltic Science Education*, 13(1), 6–18. <https://doi.org/10.33225/jbse/14.13.06>

Stasinakis, P. K., & Athanasiou, K. (2016). Investigating Greek biology teachers' attitudes towards evolution teaching with respect to their pedagogical content knowledge: suggestions for their professional development. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(6), 1605–1617. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1249a>


Tekkaya, C., Sungur, S., & Akyol, G. (2011). Turkish preservice science teachers' understanding of natural selection: Some preliminary findings. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences (WAJES)*. 2011, 485–490.

Všetečka, J. (2012). *Opodstatněnost evoluční teorie jako primární teorie v rámci vzdělávání české populace* [Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci]. <https://theses.cz/id/48zdw/>

Zahradníková, M. (2019). *Znalosti žáků ZŠ z oblasti evoluční biologie – Tvorba didaktického testu* [Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích]. <https://theses.cz/id/8s9zmy/>

Česká verze dotazníku CLASS určeného k měření profesionality postoje k biologii

Czech version of the CLASS questionnaire designed for measuring novice-to-expert-like perceptions about biology

 Vanda Janštová^{1,*},  Radka M. Dvořáková¹,  Jan Mourek¹,  Ina Rajsiglová¹,
 Petr Novotný¹

¹ Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Viničná 7, Praha 2, Česká republika; e-mail: vanda.janstova@natur.cuni.cz

Jako příspěvek k výzkumným možnostem kvantifikovat posun v postoji žáků a studentů k přírodovědnému oboru, konkrétně biologii, představujeme český překlad dotazníku CLASS-Bio (Colorado Learning Attitudes about Science Survey). Ten vedle analýzy postojů zahrnuje také vyjádření míry profesionality postojů k oboru na škále od začátečníka po odborníka, chápáné jako procentuální shoda odpovědí respondentů s odborníky na danou disciplínu. Původní anglickou verzi jsme po překladu, adaptaci na české prostředí a jeho diskuzi v plénu autorů rozšířeném o rodilou mluvčí pilotně ověřili na souboru 198 respondentů. Upravili jsme dílčí formulační nejasnosti a finální verze byla použita pro sběr dat od dalších 184 respondentů. Dotazník vyplňovali v obou případech online uchazeči o bakalářské studium biologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Míra shody s experty byla stejná u mužů a žen v obou sběrech (cca 78 %). Mezi dosaženým skóre respondentů z pilotního sběru ve znalostním testu z biologie a mírou shody s odborníky byla signifikantní, i když slabá, pozitivní korelace. Konfirmační faktorovou analýzou jsme potvrdili strukturu faktorů v dotazníku i v českém překladu a prostředí. Výsledkem je tak ověřený překlad etablovaného nástroje, jehož užití umožňuje mezinárodně srovnatelné analýzy.

Klíčová slova:
postoj k biologii,
vnímání biologie, míra
profesionality postojů,
CLASS, kvantitativní
výzkum.

Zasláno 11/2021
Revidováno 4/2022
Přijato 6/2022

We contribute to possibilities of quantifying shifts in pupils' and students' attitudes toward the field of science, specifically biology, and present the Czech translation of the Colorado Learning Attitudes about Science Survey modified for biology (CLASS-Bio). In addition to quantifying the attitudes, the survey also includes the expression of the degree of expertise, understood as a percentage of agreement in the answers of a respondent with the answers of experts in the given scientific discipline. Having translated the original English version, adapted it to Czech circumstances and discussed its merits within the group of authors and a native speaker, we piloted the Czech version on 198 respondents. We adjusted partial formulation ambiguities and the final version was used on another 184 respondents. Both surveys were conducted online on applicants for the study of biology at the Faculty of Science, Charles University. The degree of agreement with experts was the same for both genders (approximately 78%), a positive dependence between the achieved score in a biology knowledge test and the degree of agreement with experts was significant, although weak. We confirmed the expected dimensionality of the instrument in the Czech environment by confirmatory factor analysis. The result is a translation of an established tool that enables internationally comparable analyzes.

Key words:
attitude toward biology,
perception of biology,
expert view, CLASS,
quantitative research.

Received 11/2021
Revised 4/2022
Accepted 6/2022

1 Úvod

Vzdělávání může zlepšit koncepční učení, tedy aktivní osvojování si nových poznatků a dovedností praxí za použití kritického myšlení (Maclellan, 2005), nemusí ale nutně zlepšit vhléd studentů směrem k hlubšímu a odbornějšímu vnímání oboru (Adams et al., 2006). Proto je důležité, abychom se dozvěděli, jak vzdělávací postupy ovlivňují postoj studentů ke studovanému oboru. Jeden ze způsobů, jak zkoumat tyto představy a postoje studentů k biologii, je na kontinuu, resp. škále úrovně nováček-odborník (expert). Toto je předmětem série dotazníků CLASS, které jsou v současné době k dispozici pro fyziku (CLASS-Phy; Adams et al., 2006), chemii (CLASS-Che; Barbera et al., 2008) a biologii (CLASS-Bio; Semsar et al., 2011). V tomto příspěvku předkládáme čtenářům český překlad dotazníku CLASS-Bio (Colorado Learning Attitudes about Science Survey for use in Biology), který byl původně vyvinut pro fyziku (Adams et al., 2005, 2006), následně upraven pro chemii (Barbera et al., 2008) a biologii (Semsar et al., 2011). Dotazník CLASS, vedle určení významnosti dílčích faktorů v rámci postoje k předmětu, umožňuje prostřednictvím celkového skóre respondenta klasifikovat míru profesionality postojů k oboru na škále od začátečníka po odborníka (Adams et al., 2006; Barbera et al., 2008; Semsar et al., 2011). Tento nástroj je typicky používán pro měření posunu postojů studentů v průběhu studia, tedy jako pretest-posttest měření u úvodních kurzů v daném oboru, případně pro porovnání postojů posluchačů různých kurzů.

2 Teoretická východiska

2.1 Vymezení pojmů

V průběhu života získávají lidé vědomosti a dovednosti. Formují se také jejich postoje, především vzděláním a sociálními vlivy. Významnou roli sehrává rodina. Pro dospívající je rodina prvním socializačním okruhem, takže rodičovský, případně sourozenecký vliv představuje důležitý formující faktor pro celé spektrum chování a postojů (Darling & Steinberg, 1993; Duarte et al., 2017). Postoje souvisí s hodnotami, které v sociálně psychologickém pojetí představují *hodnoty* subjektivní ocenění nebo míru důležitosti, kterou jedinec přisuzuje určitým věcem, jevům či jiným lidem apod. Hodnoty (hodnotové orientace) jsou osvojovány v procesech socializace a enkulturace. Určité hodnoty (např. morální) mají trvalou platnost, jiné jsou proměnlivé a mají krátkodobé trvání (Mareš et al., 2001, s. 74). Podle Davidova et al. (2008) jsou hodnoty také definovány jako hluboce zakořeněné, abstraktní motivace, které vedou, ospravedlňují nebo vysvětlují postoje, normy, názory a jednání. Postoj je nyní obecně vnímán jako dispozice reagovat příznivým, nebo nepříznivým způsobem na dané objekty (srov. Hayesová, 2013; Nakonečný, 2009 aj.).

2.2 Postoje

Postoje jsou součástí osobnosti, souvisí s chápáním, myšlením a cítěním, indikují pocity ve vztahu k určité záležitosti a většinou vycházejí z hodnotové soustavy člověka (Hayesová, 2013; Nakonečný, 2009). Významné postoje jsou obvykle stabilizované a za normálních podmínek se nemění; ke změně dochází vlivem výrazné korektivní zkušenosti (například psychický otřes, životní krize) nebo vlivem ovlivňování ostatních tím, že změním jejich přesvědčení, hodnoty nebo postoje, ale na rozdíl od manipulace jim toto neškodí, tzv. persvazí (Nakonečný, 2009; Výrost & Slaměnik, 1998). Na formování postojů se mj. podílí školní prostředí, které jedince ovlivňuje především na bázi persvaze. K tomuto ovlivňování dochází prostřednictvím faktů i emocí, ale – a to je zcela zásadní – v atmosféře svobodné volby příjemce (Gálik, 2012). Ve školní výuce sehrává nezastupitelnou roli při formování postojů a hodnot také motivace žáků (Čáp & Mareš, 2001; Hrabal et al., 1984; Lokša & Lokšová, 1992). V dalším textu se blíže zaměřujeme na postoje k biologii v kontextu dalších přírodovědných předmětů.

Výzkumy zaměřené na přírodovědné vzdělávání odhalily, že žáci mají obvykle větší zájem o biologii než o jiné přírodovědné předměty (Fairbrother, 2000; Osborne et al., 2003). Dívky se více zajímají o biologii (Fančovičová & Kubiátko, 2015; Trumper, 2006 aj.) v průměru více než chlapci, kteří před biologii upřednostňují matematiku, fyziku a chemii (Gedrovics et al., 2006; Osborne et al., 2003; Prokop et al., 2007a; Trumper, 2006; Uitto et al., 2006). S přibývajícím věkem žáků míra zájmu o biologii obvykle klesá (Prokop et al., 2007a; Prokop et al., 2007b; Kubiátko & Vlčková, 2011; Vlčkova et al., 2019).

Důležitými prvky, které podmiňují postoje žáků a studentů k přírodovědným oborům, jsou jejich představy o povaze dané vědní disciplíny a o studiu této disciplíny – jaký je obsah a struktura poznání dané vědní disciplíny, co je hlavním zdrojem tohoto poznání, jaký vztah má toto poznání k reálnému světu, které přístupy/strategie řešení problémů daná vědecká disciplína využívá a jaké předpoklady jsou potřebné pro studium této disciplíny (Hammer, 1994; Adams et al., 2006). Různí autoři tento typ představ označují jako názory *epistemological beliefs* nebo *students' beliefs on knowledge and learning* (Hammer, 1994), *beliefs* (beliefs about physics and learning physics; Adams et al., 2006) nebo i vnímání *perceptions* (perceptions about biology and learning biology; Semsar et al., 2011).

Náhled žáků i studentů na povahu studovaného oboru a jejich postoj k oboru se během studia postupně mění a je ovlivněn způsobem i obsahem výuky a přístupem jednotlivých vyučujících, stejně jako rodiči, mimoškolním vzděláváním (Day, 2012; George & Kaplan, 1998; Markowitz, 2004; Prokop et al., 2007b; Randler & Hulde, 2007). Studenta na počátku seznamování s oborem považujeme za začátečníka. Ten studiem oboru, rozvíjením znalostní a dovednostní základny získává oborový vhled, opouští výchozí miskoncepce a akceptuje oborová paradigmatata do své vlastní interpretace okolního světa, tedy používá v rámci uvedené oblasti odborný pohled (*expert-like perceptions*; Adams et al., 2006; Barbera et al., 2008; Semsar et al., 2011). Rozdílné trendy v názorech a postojích začátečníků a odborníků v oblastech obsahu, zdroje znalostí a řešení problémů v oboru na příkladu chemie shrnuje tab. 1 (Barbera et al., 2008).

Začátečníci se obvykle domnívají, že jednotlivé poznatky daného oboru jsou vzájemně izolované, je nutné se je naučit z paměti a řešení úloh se zakládá na zapamatování konkrétních postupů (vzorečků) a jejich aplikaci. Zajímavou výchozí pozicí začátečníků je přesvědčení, že pravdivost oborových poznatků či metod určuje nějaká autorita, resp. jsou určeny autoritativně. *Odborníci* naopak vnímají poznatky dané disciplíny jako vzájemně propojené, založené na hlavních konceptech, které mají širší platnost. Zdrojem poznání dané vědní disciplíny jsou pro ně výsledky experimentů a dalších forem empirického výzkumu a pouze v nich spatřují autoritu pravdivosti poznatků. Odborníci jsou také přesvědčení, že při řešení vědeckých problémů lze s úspěchem využívat strategie založené na obecnějších principech, které lze aplikovat v řadě odlišných situací (Adams et al., 2006; Barbera et al., 2008; Hammer, 1994; Semsar et al., 2011).

Tab. 1: Srovnání typických představ o chemii a o studiu chemie z pohledu nováčků (*novices' characteristic beliefs*) a odborníků (*experts' characteristic beliefs*)

Převzato a volně přeloženo podle Barbera et al. (2008), kteří toto schéma vytvořili na základě myšlenek Hammera (1994).

Pohled typický pro začátečníky		Základní aspekty chemie		Pohled typický pro odborníky
Izolované poznatky	↘	Obsah a struktura poznání v chemii	→	Koherentní rámec konceptů
Poznání stanoveno úřední autoritou; nemá spojitost s reálným světem	↘	Zdroje poznání v chemii	→	Poznání popisuje přírodu; bylo získáno pomocí experimentů.
Aplikace konkrétních postupů a návodů naučených z paměti, bez pochopení, na čem jsou založeny	↘	Způsob řešení problémů v chemii	→	Systematické a široce použitelné strategie založené na znalosti konceptů

2.3 Výzkumné nástroje pro měření postojů žáků k biologii a přírodopisu

K měření postojů žáků a studentů k přírodovědným oborům byla vyvinuta celá řada výzkumných nástrojů. V zahraničí je častější integrovaný model výuky v předmětu „science“, čemuž odpovídá i převaha takto šířeji zaměřených studií a dostupných výzkumných nástrojů (blíže viz Vlckova et al., 2019). Jeden z nich, určený pro věkovou skupinu odpovídající přibližně našemu druhému stupni ZŠ a zaměřený na přírodní vědy (*science*) jako celek, nabízí např. Summers a Abd-El-Khalick (2018). Nástroje pro výzkum postojů žáků k přírodopisu, resp. biologii na druhém stupni ZŠ a na nižším stupni gymnázií, publikovali v českém prostředí např. Kubiátko a Vlčková (2011) a Vlckova et al. (2019). Český nástroj zaměřený na postoje středoškoláků k chemii publikoval Rusek (2011), zahraniční pak např. Xu a Lewis (2011). Reid a Skryabina (2002) nabízejí nástroj zaměřený na postoje žáků a studentů mezi 10. a 20. rokem k fyzice.

Kubiátko a Vlčková (2011) konstatovali, že výzkum postojů žáků k přírodopisu v porovnání s ostatními přírodovědnými předměty zaostává. Tab. 2 přináší přehled studií, jejichž autoři měřili postoj k biologii, jednoznačně popsali dotazník a faktory tvořící postoj respondentů k biologii a studii publikovali v časopise indexovaném v databázi WoS, Scopus, ERIC či Erih+. Některé sledované faktory se v jednotlivých nástrojích částečně obměňují, jiné jsou naopak zastoupeny ve všech.

2.4 Dotazníky CLASS

Původní nástroj CLASS-Phys, který je zatím výzkumníky nejvíce využíván, byl navržen pro studenty bakalářských kurzů fyziky na Coloradské univerzitě a aktuálně existují jeho překlady do řady dalších jazyků: arabštiny, čínštiny, finštiny, japonštiny, němčiny, portugalštiny, španělštiny, švédštiny a turečtiny (Madsen, 2021). Vychází ze starších dotazníků MPEX (Maryland Physics Expectations) (Redish et al., 1998), VASS (Views About Sciences Survey) (Halloun, 1997) a EBAPS (Epistemological Beliefs Assessment for Physical Sciences) (Elby et al., n.d.), které zkoumají názory studentů (zejména) na fyzikální vědy. Prostřednictvím dotazníku MPEX lze měřit postoje, přesvědčení a názory spojené s fyzikou. U dotazníku VASS určeného k měření názorů studentů o přírodních vědách a o jejich studiu se objevuje porovnání s experty, tento dotazník je určen k použití v uspořádání pre-test post-test před výukou a po ní. EBAPS zkoumá epistemologické postoje studentů v úvodu do fyziky, chemie a fyziky.

CLASS-Phys se v porovnání s nimi zaměřuje na širší spektrum fyzikálních témat a také pečlivěji formuluje výroky o fyzice tak, aby je opravdu stejně chápali jak experti v oboru, tak i studenti, kteří ještě žádným kurzem fyziky neprošli (Adams, 2006).

Dotazník CLASS je sestaven ze série tvrzení, u kterých studenti vyjadřují míru svého souhlasu na pětibodové Likertově škále (od „strongly agree“ = „zcela souhlasím“ po „strongly disagree“ = „zcela nesouhlasím“). Jednotlivá tvrzení se týkají postojů ke studovanému vědnímu oboru a vedle poznávací složky dotazník zahrnuje i osobní zájem studentů a úsilí, které považují za smysluplné investovat do jeho studia a řešení problémů (úkolů).

Vyroky jsou formulovány tak, aby je pochopili stejným způsobem nejen studenti na začátku studia, ale i odborníci v daném oboru. Autoři záměrně netestují schopnost respondentů porozumět oborově specifické terminologii tak, aby mohl být dotazník použit pro studenty široké škály začátečnických i pokročilých kurzů. Použití odborných termínů, zejména těch, které mohou nést v laickém a odborném kontextu odlišný význam, se naopak snažili v dotazníku co nejvíce eliminovat. Autoři původního dotazníku CLASS-Phys

Tab. 2: Výzkumy zaměřené na postoje v biologii

Autoři (rok)	typ dotazníku (název) / položek final. dotazníku	Stupeň studia / Počet žáků při ověření nástroje	Faktory postojové části dotazníku	Výsledky výzkumu (hlavní zjištění)
Prokop et al. (2007a)	5 st. dotazník LT (BAQ) / 30	2. st. ZŠ / 655	1. zájem, 2. kariéra, 3. důležitost, 4. učitel, 5. vybavení 6. obtížnost	věk je hlavním faktorem, který ovlivňuje postoj žáků k Bi pro všechny dimenze; pozitivní vztah žáků k hodinám Bi; hodiny Bi nejoblíbenější mezi mladšími žáky a dívkami; s přibývajícím věkem však míra zájmu klesá; U – významná role; vzor při rozhodování o budoucí kariéře;
Zeidan (2010)	5 st. dotazník LT sestávající ze dvou částí / 30 (BAQ) + 32 (LEQ)	SŠ / 190	1. důležitost Bi (importance) 2. praktická cvičení (laboratory) 3. gramotnost (literacy) 4. zájem 5. budoucí kariéra	přiměřeně pozitivní postoje k biologii; nevýznamné rozdíly mezi žáky z vesnic a měst; signifikantní genderové vlivy ve prospěch pozitivních postojů dívek – diskutováno v kontextu sociokulturním a socio-politickém;
Kubiátko a Vlčková (2011)	5 st. dotazník LT / 52	2. st. ZŠ / 75	1. Přírodopis jako vyučovací předmět 2. Neformální vzdělávání 3. Náročnost (ve smyslu porozumění učivu přírodopisu) 4. Zájem 5. Praktické pomůcky a experimenty ve výuce přírodopisu	neutrální postoj žáků k Př; žáci z města vnímali přírodopis pozitivněji než jejich spolužáci z vesnice; rozdíly mezi postoji dívek, které mají přírodopis raději oproti chlapcům, a chlapců; zjištění jsou předběžná, neboť cílem bylo vytvořený výzkumný nástroj ověřit;
Nasr a Soltani (2011)	Dotazník LT / 30 (STAQ-R)	SŠ / 185	1. Motivující hodina Bi 2. sebeřízené úsilí (self-directed efforts) 3. rodinné vzory; 4. Bi mě baví; 5. vrstevnické vzory	v postoji k Bi nebyl mezi dívkami a chlapci signifikantní rozdíl, ačkoli dívky měly lepší výsledky v Bi ve srovnání s chlapci; neexistuje žádný statisticky významný rozdíl mezi postoji k Bi a úspěchy žáků v Bi; mezi pěti dimenzemi postoje k Bi má pouze „Bi mě baví“ smysluplný vztah k úspěchům žáků;
Vlckova et al. (2019)	5 st. dotazník LT (BAQ) / 31	SŠ / 363	1. Biologie jako školní předmět 2. Neformální vzdělávání 3. Obtížnost 4. Zájem o biologii	celkové skóre v postojích k biologii u dané skupiny respondentů neutrální; průměrné skóre se podle tříd snižovalo se zvyšováním náročnosti, ale bez statisticky významného účinku; pozitivnější postoje k Bi pak byly v tomto případě odhaleny u žáků pocházejících z venkova; dívky pak měly k Bi pozitivnější postoje než chlapci;
Acarli a Acarli (2020)	5 st. dotazník LT / 23	SŠ / 1047	1. Postoje k biologii 2. Postoj k hodinám biologie 3. Obavy ze školní biologie	dívky mají kladnější postoj k Bi ve srovnání s chlapci; se zvyšujícím se věkem žáků, klesá jejich postoj k Bi i hodinám Bi; žáci, kteří chovají domácí zvířata, mají kladnější postoj k Bi;

5 st. LT = pětistupňová škála Likertova typu; BAQ = Biology Attitudes Questionnaire; STAQ-R = Simpson-Troost Attitude Questionnaire-revised; U = učitel; Bi = biologie

(Adams et al., 2005; 2006) měli od začátku ambici rozšířit jeho využití i na další přírodovědné předměty – biologii, chemii, matematiku a astronomii. Mezi hlavní přednosti dotazníku CLASS patří jeho stručnost (vyplnění trvá respondentům kolem 10 minut) a dále využitelnost pro široké spektrum respondentů (Adams et al., 2006). CLASS se také ukázal být nástrojem, který je přenositelný do jiného kulturního kontextu (např. de la Garza & Alarcon, 2010; Kontro & Buschhüter, 2020). Aktuálně Martins a Lindsay (2022) analyzovali odpovědi středoškolských žáků na CLASS-Phys a konstatují, že nástroj je použitelný a potenciálně redukovatelný při zachování výpovědní hodnoty. Zkrácení by usnadnilo použití ve školní praxi.

Jednotlivé dimenze (kategorie, faktory), které dotazník CLASS měří, jeho autoři nestanovili *a priori*, ale jsou výsledkem exploračních faktorových analýz získaných dat pro jednotlivé varianty CLASS (Adams et al., 2006; Barbera et al., 2008; Semsar et al., 2011). V tab. 3 uvádíme porovnání struktury dotazníku CLASS pro fyziku, chemii a biologii. Z tabulky je patrné, že se u jednotlivých verzí liší počet položek a mírně se liší i jejich rozřazení do jednotlivých dimenzí. CLASS-Bio je nejkratší a podrobně se na jeho genezi i strukturu zaměříme v následující kapitole.

Tab. 3: Porovnání struktury dotazníku Class pro fyziku, chemii a biologii

Nástroj	Class – Phys	Class – Chem	Class – Bio
Zdroj	Adams et al. (2006)	Barbera et al. (2008)	Semsar et al. (2011)
Celkový počet položek ¹	41 (+1 kontrolní)	49 (+1 kontrolní)	31 (+1 kontrolní)
Kategorie (v závorce počet položek spadajících do dané kategorie) ²	Real World Connection (4)	Real World Connection (4)	Real World Connection (7)
	Personal Interest (6)	Personal Interest (6)	Enjoyment (Personal Interest) (6)
	Sense Making / Effort (7)	Sense Making / Effort (9)	
	Conceptual Connections (6)	Conceptual Connections (7)	Conceptual Connections / Memorization (8)
	Applied Conceptual Understanding (7)	Conceptual Learning (7)	
	Problem Solving General (8)	Problem Solving General (10)	Problem-Solving: Reasoning (5)
	Problem Solving Confidence (4)	Problem Solving Confidence (4)	Problem-Solving: Synthesis & Application (7)
	Problem Solving Sophistication (6)	Problem Solving Sophistication (7)	Problem-Solving: Strategies (4)
			Problem-Solving: Effort (7)
	–	Atomic–Molecular Perspective of Chemistry (6)	–
Not Scored (6)	–	Uncategorized questions (4)	
Počet položek převzatých z Class – Phys (pouze výměna předmětu)		38	10
Počet položek odvozených z Class – Phys změnou formulací			11
Počet nově vytvořených položek		11	10

¹do tohoto počtu nejsou započteny demografické otázky

²Plné znění jednotlivých verzí CLASS je, spolu s dalšími metodickými materiály, dostupné na <https://www.colorado.edu/sei/class>

2.4.1 Dotazník CLASS-Bio

CLASS-Bio (Semsar et al., 2011) tvoří 31 tvrzení a jedna kontrolní položka (č. 28) sloužící ke kontrole, zda respondenti čtou zadání (viz tab. 5). U všech položek respondenti vyjadřují souhlas na pětibodové škále Likertova typu. Položky, které popisují zejména vnímání biologie, zájem o ni či vynaloženou snahu při

studiu biologie, nejdříve revidovali odborní biologové ze dvou severoamerických univerzit (University of Colorado at Boulder a University of British Columbia). Sedm položek z původních dotazníků CLASS-Phys a Class-Chemne nebylo do CLASS-Bio zahrnuto, a to na základě názoru odborníků, že nejsou relevantní pro všechny oblasti biologie. Bylo z nich ale odvozeno jedenáct položek, které jsou do jisté míry analogické. Stejný panel odborníků následně vytvořil deset nově přidaných položek. U zbylých deseti položek byla fyzika ve formulaci nahrazena biologií. Poté následovaly rozhovory se studenty, na základě kterých byly položky také upraveny. Dimenze CLASS-Bio byly určeny explorační faktorovou analýzou na datech sebraných finální verzí nástroje (Semsar et al., 2011). Položky CLASS-Bio tvoří (kromě čtyř nezařazených) následující faktory, jejichž názvy zde orientačně překládáme, ale dále v textu je uvádíme v původním znění, resp. jeho zkratkách, pro snazší porovnatelnost našich výsledků se zahraničními studii: 1) propojení s reálným světem – *Real World Connection* (dále jako RealWorld); 2) osobní uspokojení (osobní zájem) – *Enjoyment* (Personal Interest) (dále jako Enjoyment); 3) způsob uvažování (argumentace) při řešení problémů – *Problem-Solving: Reasoning* (dále jako Reasoning); 4) syntéza a aplikace poznatků při řešení problémů – *Problem-Solving: Synthesis & Application* (dále jako Problem solv Synt&App); 5) strategie při řešení problémů – *Problem-Solving: Strategies* (dále jako Problem solv Strtgs); 6) úsilí věnované řešení problémů – *Problem-Solving: Effort* (dále jako Problem solv Effrt); 7) propojování do konceptů versus memorování izolovaných poznatků *Conceptual Connections / Memorization* (dále jako Conceptual Connec). Čtyři položky spadají mezi nezařazené – *Uncategorized Question*.

Autoři CLASS-Bio uvádějí příklad demografických otázek,¹ ale dodávají, že ty jsou určeny k přetvoření podle potřeb zadávajícího. Další online metodické materiály, včetně skórovací tabulky (MS Excel) a instrukcí k práci s daty, jsou dostupné na stránkách nástroje CLASS (<https://www.colorado.edu/sei/class>). Převažující názor odborníků na jednotlivé položky CLASS-Bio je dostupný v příloze článku Semsar et al. (2011)² a uvádíme jej také tab. 5 v kapitole Výsledky.

CLASS-Bio byl, vedle porovnání postojů studentů v jednotlivých kurzech nebo jejich změny od počátku do konce semestrálního kurzu (Semsar et al., 2011), použit také pro zhodnocení případné změny postoje k biologii v longitudinální studii v rámci vysokoškolského studia biologie. Většina studentů nastoupila do studia biologie se srovnatelnými postoji k biologii. Po čtyřech letech studia se studenti s vynikajícími studijními výsledky výrazně více přiblížili postojům odborníků (ve faktoru *Problem-Solving: Synthesis & Application*, ve kterém byl rozdíl nejvýraznější, dosáhli 90% shody s odborníky) než studenti s horšími studijními výsledky (ve faktoru *Problem-Solving: Synthesis & Application* dosáhli 35% shody s odborníky). Větší posun byl ve faktorech *Enjoyment*, *ConceptualConnections/Memorization* a *Real World Connection* (Hansen & Birol, 2014). CLASS-Bio byl také využit k měření postoje před absolvováním a po absolvování konkrétního kurzu zaměřeného na genetiku, který vedl k přiblížení postojů absolventů k postojům odborníků (Westerlund & Chapman, 2017).

3 Metody

3.1 Překlad otázek

Původní anglická verze CLASS-Bio (Semsar et al., 2011) byla posledním autorem tohoto příspěvku přeložena do češtiny a následně byly vybrány nejvhodnější formulace na základě konsenzu všech dalších autorů příspěvku, formulace byly konzultovány s anglickým rodilým mluvčím ovládajícím i český jazyk. Kromě 32 položek dotazníku CLASS-Bio byly zahrnuty demografické otázky zjišťující pohlaví, současnou školu (nebo práci) a rok maturity. Tyto otázky byly zařazeny vzhledem k okolnostem distribuce dotazníku (viz níže). Autoři CLASS ponechávají demografickou sekci volně k modifikaci dle specifických potřeb zadavatele (Adams et al., 2005).

Po pilotním ověření jsme na základě zpětné vazby respondentů provedli drobné korekce v překladu tří položek (viz poznámky k tab. 5) a ve znění použité škály odpovědí (viz tab. 4).

3.2 Sběr dat

Pilotní verze (dále označujeme jako V0) byla administrována v nástroji Google Forms jako dobrovolná součást online *Přijímacích zkoušek z biologie nanečisto* pořádaných Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy dne 24. dubna 2021. Vedle výsledků nástroje CLASS jsme tak měli pro jednotlivé respondenty k dispozici i informaci o celkovém skóre ve znalostním testu z biologie, jehož maximální skóre je 100 bodů. Jednalo se o modelový test z přijímací zkoušky z biologie, tvořený celkem 30 uzavřenými otázkami s nabídkou čtyř možných odpovědí. Každá otázka měla 1–4 správné odpovědi. Body za jednotlivé otázky byly přiděleny na základě počtu správně vyhodnocených odpovědí. Test zahrnoval vedle faktografických otázek

¹<https://www.colorado.edu/sei/sites/default/files/attached-files/class-bio.pdf>

²https://www.lifescied.org/doi/suppl/10.1187/cbe.10-10-0133/suppl_file/combinedsupmats.pdf

také otázky zaměřené na porozumění a interpretaci informací z grafů, obrázků a krátkých biologických textů.

Celkem byly získány odpovědi 198 respondentů, z nichž 151 bylo zpracováno jako validních. Z dalších analýz bylo vyřazeno 40 respondentů, kteří u položky č. 28 „Zvolte souhlasím (nikoli zcela souhlasím): Tuto otázku používáme k tomu, abychom vyřadili ty, kteří nečtou zadání.“ zvolili jinou než požadovanou odpověď. Daná otázka v CLASS-Bio slouží k vyřazení účastníků, kteří nečtou zadání a vyplňují dotazník nahodile (Adams et al., 2006; Semsar et al., 2011). Tato položka rovněž není zahrnuta do dalších analýz. Z dalších analýz bylo také vyloučeno 7 respondentů, u kterých nebylo možné spárovat dotazník CLASS-Bio se znalostním testem. Z validních respondentů jich 119 (tj. 78,8 %) maturovalo v roce 2021, převažovaly ženy 118 (78,1 %). Všichni tito maturanti byli absolventy gymnázií.

Po úpravách formulací proběhl druhý online sběr dat mezi 22. a 31. srpnem 2021 mezi studenty, kteří nastoupili do prvního ročníku bakaláře biologie na Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy (dále označujeme jako V1). V této fázi byl sběr prováděn již jen pomocí nástroje CLASS-Bio a nebyly testovány znalosti z biologie. Celkem bylo získáno 184 odpovědí, z nichž 182 bylo zpracováno jako validních (viz výše). Z validních respondentů jich 146 (tj. 76 %) maturovalo v roce 2021, převažovaly ženy 127 (66,1 %).

3.3 Zpracování dat

Odpovědi na 32 otázek dotazníku CLASS-Bio byly překódovány podle klíče v tab. 4.

Tab. 4: Bodové hodnocení odpovědí. Škála užitá při pilotním ověření nástroje CLASS-Bio (V0), bodové ohodnocení škály a doporučená škála pro budoucí použití české verze (V1) (viz dále v kapitole Výsledky).

Škála použitá v pilotním ověření (V0)	Bodové hodnocení	Škála doporučená pro další použití (V1)
rozhodně ano	5	zcela souhlasím
spíše ano	4	souhlasím
nevím	3	nevím
spíše ne	2	nesouhlasím
rozhodně ne	1	zcela nesouhlasím

Negativně formulovaná tvrzení byla v souladu s metodikou nástroje CLASS reverzně překódována. Odpovědi na všechny položky byly převedeny z 5-bodové škály na 3-bodovou. Tříbodová škála umožní pracovat s robustnější výpovědí souhlas/nesouhlas a umožní srovnání s experty. Původní studie ukázaly, že zdůvodnění studentů, kteří volili souhlasné (či analogicky nesouhlasné) odpovědi, se nelišila, i když zvolili jinou míru (ne)souhlasu (Adams et al., 2006; Semsar et al., 2011). Konkrétně kladné odpovědi (rozhodně ano / zcela souhlasím 5, spíše ano / souhlasím 4) byly spojeny pod jeden kód “1”, záporné odpovědi (spíše ne / nesouhlasím 2, rozhodně ne / zcela nesouhlasím 1) pod jeden kód “-1” a neutrálním odpovědím (nevím 3) byl přiřazen kód 0.

Reliabilita nástroje byla posouzena koeficientem Cronbachovo alfa.

Porovnání shody s odborníky mezi muži a ženami bylo provedeno Kruskalovým-Wallisovým testem.

Konfirmační faktorovou analýzu jsme provedli za využití balíčku *lavaan* (Rosseel, 2012). Původní pětibodová stupnice by mohla být v souladu s autory Rhemtulla et al. (2012) považována za kvantitativní, jelikož ale metodika CLASS používá zmíněnou redukci na tříbodovou škálu, byla pro výpočet korelační matice použita polychorická korelace. Odhady parametrů modelu byly provedeny metodou DWLS (Diagonally Weighted Least Squares) se vzájemným provázáním faktorů. Test modelu a standardní chyby byly odhadnuty robustní variantou WLSMV, která nevyžaduje normalitu a je vhodná pro ordinální data (Brown, 2006). Konfirmační faktorová analýza byla provedena na sloučeném vzorku z obou sběrů V0 a V1.

Primárním kritériem pro falzifikaci předpokládaného modelu byla signifikantní hodnota ($p < 0,05$) u testové χ^2 statistiky. Pro posouzení míry shody modelu jsme sledovali indexy shody CFI, TLI, RMSEA a SRMR.

U pilotní V0, kde jsme měli k dispozici znalostní skóre, jsme závislost mezi dosaženým výsledkem ve znalostním testu a shodou s odborníky posuzovali lineárním regresním modelem se zpětnou eliminací.

Všechny výpočty byly provedeny v prostředí R v4.4.1 (R Core Team, 2021).

4 Výsledky

Hlavním výsledkem směrem k českému kontextu je pilotně ověřený překlad dotazníku CLASS Bio, znění otázek ukazuje tab. 5. Uvedené zařazení do faktorů tvořících postoje k biologickým vědám pochází z práce Semsar et al. (2011) a staví mj. na původní verzi CLASS pro fyziku (Adams et al., 2006).

Reliabilita nástroje vyjádřena koeficientem Cronbachova alfa byla vyhovující $\alpha_{V0} = 0,74$; resp. $\alpha_{V1} = 0,75$ pro oba sběry. Vypuštění žádné z položek dotazníku by nevedlo k navýšení hodnoty Cronbachova alfa o více než 0,02. U sloučeného vzorku byla $\alpha_{V0+V1} = 0,74$, navýšení alfa při vypuštění položky dosahovalo maximálně 0,04. Reliabilita dílčích faktorů byla nízká, hodnota Cronbachova alfa se pohybovala mezi $\alpha = 0,37$ a $\alpha = 0,57$.

4.1 Úpravy po pilotáži dotazníku

Při pilotním zadání byly zjištěny dva překlepy ve znění tvrzení, které jsme opravili. Také byly upraveny formulace tří položek (původní formulace viz poznámky k tab. 5).

Při zpracování pilotních V0 dat jsme zhodnotili, že zvolená škála položek nebyla plně vyhovující – protože některé položky jsou negativně formulovány, mohlo být pro respondenty obtížné posoudit, který směr škály má zvolit. Modelovým příkladem je položka číslo 6, která na původním překladu škály vykazovala negativní korelaci s celkovým skóre nástroje. Proto jsme upravili formulace popisující odpovědi, finální verze viz tab. 5.

Tab. 5: Česká verze dotazníku CLASS Bio spolu s původním anglickým zněním s uvedením postoje odborníka a příslušnosti položky do jednotlivých faktorů – anglické znění, názor odborníka a členění do faktorů převzato ze Semsar et al. (2011). Odlišné znění tří položek (5., 6., 13.) v pilotní verzi českého překladu je uvedeno pod tabulkou.

číslo položky	převládající odpověď odborníků	Faktor	originální znění položky	český překlad položky
1.	NE	Enjoyment (Personal Interest)	<i>My curiosity about the living world led me to study biology.</i>	Ke studiu biologie mne přivedl můj zájem o živou přírodu.
2.	NE	Enjoyment (Personal Interest) Real World Connection	<i>I think about the biology I experience in everyday life.</i>	Přemýšlím o biologii, se kterou se setkávám ve svém každodenním životě.
3.	ANO	Problem Solving: Synthesis & Application	<i>After I study a topic in biology and feel that I understand it, I have difficulty applying that information to answer questions on the same topic.</i>	Poté, co prostuduji nějaké biologické téma a mám pocit, že mu rozumím, mám potíže použít získané informace k zodpovězení otázek na stejné téma.
4.	ANO	Uncategorized questions	<i>Knowledge in biology consists of many disconnected topics.</i>	Biologické poznání se skládá z mnoha nesouvisejících témat.
5.	ANO	Problem Solving: Synthesis & Application	<i>When I am answering a biology question, I find it difficult to put what I know into my own words.</i>	Je pro mě obtížné odpovídat na otázky z biologie vlastními slovy.
6.	ANO	Problem Solving: Synthesis & Application Conceptual Connections / Memorization	<i>I do not expect the rules of biological principles to help my understanding of the ideas.</i>	Nemyslím si, že informace v biologii mohu snáze pochopit, pokud znám biologické zákonitosti a principy.
7.	NE	Problem Solving: Strategies	<i>To understand biology, I sometimes think about my personal experiences and relate them to the topic being analyzed.</i>	Abych porozuměl/a biologii, někdy přemýšlím o svých osobních zkušenostech a dávám je do souvislosti s řešeným tématem.
8.	NE	Problem Solving: Reasoning Problem Solving: Strategies Problem Solving: Effort Conceptual Connections / Memorization	<i>If I get stuck on answering a biology question on my first try, I usually try to figure out a different way that works.</i>	*Pokud se při hledání odpovědi na biologickou otázku napoprvé “zaseknu”, obvykle se snažím přijít na jiný způsob, jak ji vyřešit.

číslo položky	převládající odpověď odborníků	Faktor	originální znění položky	český překlad položky
9.	NE	Enjoyment (Personal Interest)	<i>I want to study biology because I want to make a contribution to society.</i>	Chci studovat biologii, protože tím chci prospět společnosti.
10.	ANO	Problem Solving: Synthesis & Application	<i>If I don't remember a particular approach needed for a question on an exam, there's nothing much I can do (legally!) to come up with it.</i>	Pokud si nepamatuji konkrétní postup vhodný pro zodpovězení testové úlohy, nemohu (legálně!) udělat skoro nic pro to, abych ji vyřešil/a.
11.	ANO	Problem Solving: Synthesis & Application Conceptual Connections / Memorization	<i>If I want to apply a method or idea used for understanding one biological problem to another problem, the problems must involve very similar situations.</i>	Metodu nebo myšlenku používanou k pochopení jednoho biologického problému mohu použít k řešení jiného problému, jen pokud se oba problémy týkají velmi podobných situací.
12.	NE	Enjoyment (Personal Interest) Real World Connection Problem Solving: Effort	<i>I enjoy figuring out answers to biology questions.</i>	Baví mě řešit biologické otázky.
13.	ANO	Uncategorized questions	<i>It is important for the government to approve new scientific ideas before they can be widely accepted.</i>	Je důležité, aby vláda schválila nové vědecké myšlenky dříve, než budou přijaty veřejností.
14.	NE	Real World Connection Problem Solving: Reasoning	<i>Learning biology changes my ideas about how the natural world works.</i>	Studium biologie mění můj pohled na fungování přírody.
15.	ANO	Conceptual Connections / Memorization	<i>To learn biology, I only need to memorize facts and definitions.</i>	Abych se naučil/a biologii, stačí mi naučit se z paměti fakta a definice.
16.	NE	Real World Connection Problem Solving: Reasoning	<i>Reasoning skills used to understand biology can be helpful to my everyday life.</i>	Způsoby uvažování, které se používají v biologii, mi mohou pomáhat v každodenním životě.
17.	NE	Real World Connection Problem Solving: Reasoning	<i>It is a valuable use of my time to study the fundamental experiments behind biological ideas.</i>	Čas, který vynaložím na prostudování zásadních experimentů podporujících biologické myšlenky, považuji za dobře využitý.
18.	NE	Enjoyment (Personal Interest)	<i>If I had plenty of time, I would take a biology class outside of my major requirements just for fun.</i>	Kdybych měl/a dost času, zapsal/a bych si nepovinný kurz z biologie jen tak pro radost.
19.	ANO	Real World Connection Conceptual Connections / Memorization	<i>The subject of biology has little relation to what I experience in the real world.</i>	To, co se učíme v biologii, moc nespojuje s tím, co zažívám v reálném světě.
20.	NE	Problem Solving: Strategies Problem Solving: Effort	<i>There are times I think about or solve a biology question in more than one way to help my understanding.</i>	Stává se mi, že o biologické úloze přemýšlím z více úhlů pohledu, abych jí lépe porozuměl/a.
21.	ANO	Problem Solving: Synthesis & Application	<i>If I get stuck on a biology question, there is no chance I'll figure it out on my own.</i>	Pokud se zaseknu na biologické otázce, není šance, že na ni přijdu sám/sama.

číslo položky	převládající odpověď odborníků	Faktor	originální znění položky	český překlad položky
22.	NE	Problem Solving: Strategies Problem Solving: Effort	<i>When studying biology, I relate the important information to what I already know rather than just memorizing it the way it is presented.</i>	Při studiu biologie dávám do souvislosti důležité informace s tím, co už vím, a neučím se je jen nazpaměť tak, jak jsou prezentovány.
23.	ANO	Conceptual Connections / Memorization	<i>There is usually only one correct approach to solving a biology problem.</i>	Obvykle je jen jeden správný způsob, jak vyřešit nějaký biologický problém.
24.	NE	Problem Solving: Reasoning Problem Solving: Effort	<i>When I am not pressed for time, I will continue to work on a biology problem until I understand why something works the way it does.</i>	Když mě netlačí čas, pokračuji v řešení biologického problému, dokud nepochopím, proč něco funguje tak, jak to funguje.
25.	ANO	Real World Connection	<i>Learning biology that is not directly relevant to or applicable to human health is not worth my time.</i>	Biologickým tématům, která přímo nesouvisí s lidským zdravím, nevěnuji pozornost.
26.	NE	Uncategorized questions	<i>Mathematical skills are important for understanding biology.</i>	Matematické dovednosti jsou důležité pro pochopení biologie.
27.	NE	Enjoyment (Personal Interest) Problem Solving: Effort	<i>I enjoy explaining biological ideas that I learn about to my friends.</i>	Baví mě vysvětlovat svým přátelům biologické myšlenky, o kterých se učím.
28.		Kontrolní	<i>We use this statement to discard the survey of people who are not reading the questions. Please select agree (not strongly agree) for this question to preserve your answers.</i>	Zvolte souhlasím (nikoli zcela souhlasím). Tuto otázku používáme k tomu, abychom vyřadili účastníky, kteří nečtou zadání.
29.	NE	Uncategorized questions	<i>The general public misunderstands many biological ideas.</i>	Veřejnost chápe mnohé biologické myšlenky mylně.
30.	ANO	Problem Solving: Synthesis & Application Problem Solving: Effort	<i>I do not spend more than a few minutes stuck on a biology question before giving up or seeking help from someone else.</i>	Pokud se na řešení nějaké biologické otázky zaseknu déle než pár minut, vzdám to a raději si nechám od někoho poradit.
31.	ANO	Conceptual Connections / Memorization	<i>Biological principles are just to be memorized.</i>	Biologické principy je prostě potřeba se naučit nazpaměť.
32.	ANO	Conceptual Connections / Memorization	<i>For me, biology is primarily about learning known facts as opposed to investigating the unknown.</i>	Biologie je pro mě spíše o poznávání známých faktů než o zkoumání neznámého.

Odlišné původní znění položek v pilotní verzi českého překladu:

5. Dělá mi problém odpovědět na otázky z biologie vlastními slovy.

6. Neočekávám, že mi znalost biologických principů pomůže pochopit jejich základní myšlenky.

13. Je důležité, aby vláda schválila nové vědecké myšlenky, než budou přijaty veřejností.

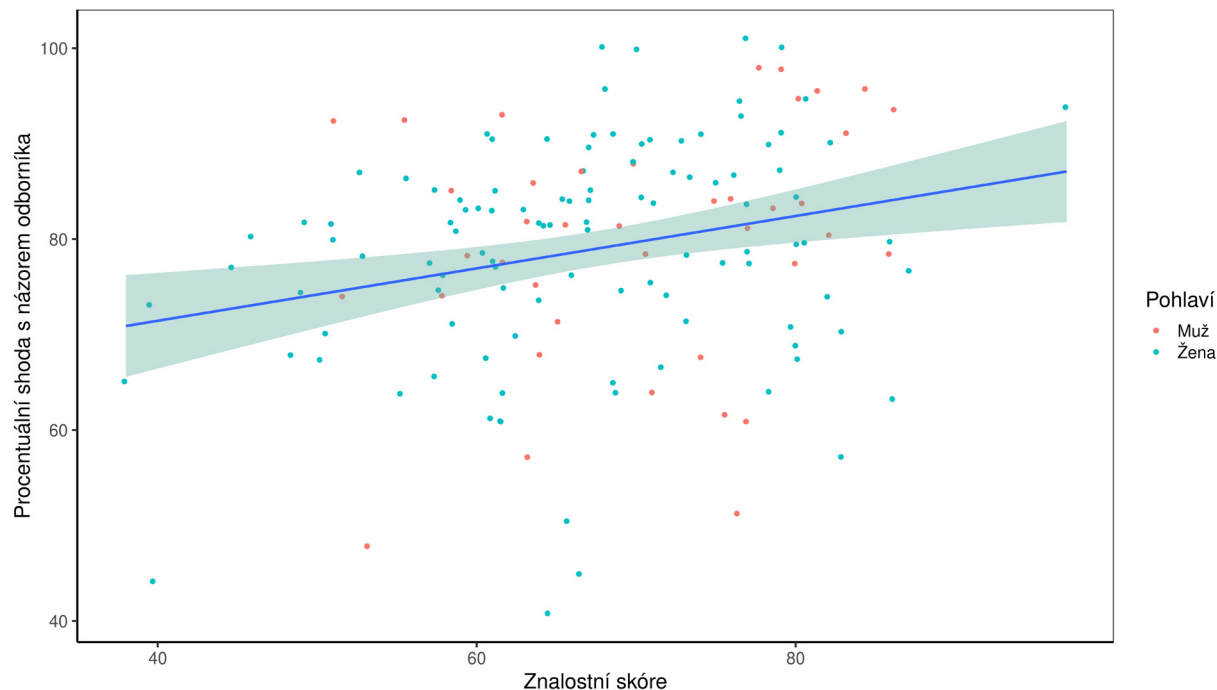
*Tvrzení 8 navrhuje na základě připomínek recenzenta přeformulovat následujícím způsobem: „Pokud si při hledání odpovědi na biologickou otázku napoprvé nevím rady, obvykle se snažím přijít na jiný způsob, jak ji vyřešit.“

4.2 Shoda s odborníky

Mezi muži a ženami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ani v jednom souboru dat ($p_{V0} = 0,55$; resp. $p_{V1} = 0,16$). Průměrná hodnota shody s názory odborníků (dle Semsar et al., 2011) byla v případě V0 79,03 %, minimální hodnota 41,94 %, maximální 100 %; u V1 76,87 %, minimálně 38,71 % a maximálně 100 %.

4.3 Vztah skóre z CLASS-Bio a ze znalostního testu z biologie

Lineární model potvrdil u pilotního sběru V0 závislost mezi dosaženým znalostním skóre z biologie a mírou shody s odborníky ($p = 0,002$), ale vysvětluje pouze 5,9 % celkové variability, viz obr. 1.



Obr. 1: Závislost shody s názorem odborníka a dosaženým znalostním skóre s regresní křivkou výsledného lineárního modelu a vyznačením 95% intervalu spolehlivosti

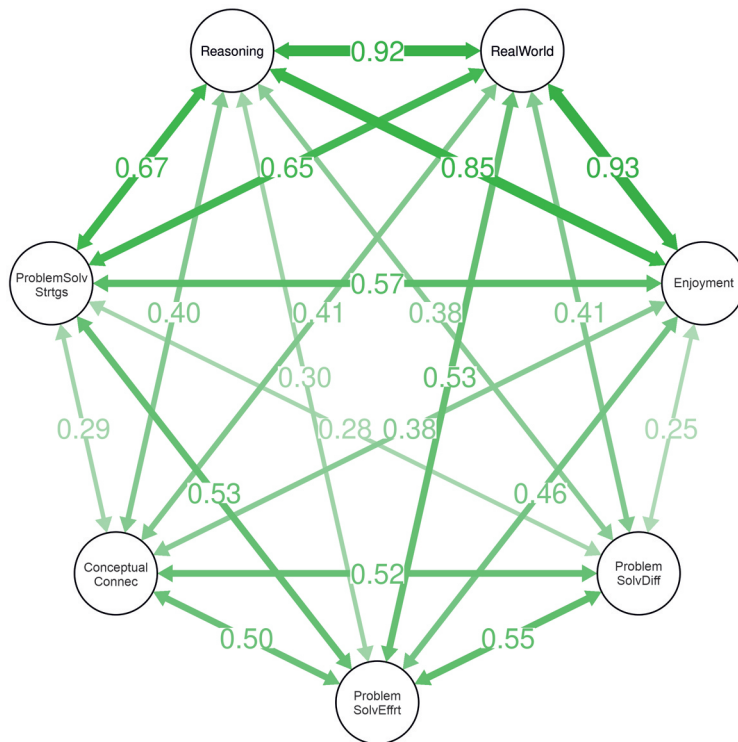
4.4 Konfirmační faktorová analýza

Data získaná při ověřování českého překladu odpovídají modelu faktorů původního CLASS-Bio ve sledovaných metrikách vyjma SRMR. Model jsme přijali na základě testové statistiky $\chi^2(88,7) = 103,0$ se signifikancí $p = 0,14$. Hodnoty indexů shody ukazují tab. 6.

Tab. 6: Test modelu a indexy blízké shody

	standardní	robustní
χ^2	254,63	103,00
<i>Df</i>	286,00	88,70
<i>P</i>	0,91	0,14
<i>CFI</i>	1,00	0,96
<i>TLI</i>	1,02	0,97
<i>RMSEA</i>	0,00	0,02
<i>SRMR</i>	0,09	0,09

Míra kolinearit mezi latentními faktory ověřovaného modelu je značná, u trojice faktorů Problem Solving: Reasoning, Real World Connection a Enjoyment přesahuje $r > 0,8$; zobrazeno na obr. 2. Syčení faktorů měla poměrně nízkou hodnotu, průměrná $\lambda = 0,35$, u třinácti položek přesáhly hodnotu 0,6 a u 8 položek byly negativní. Maximální koeficient determinace $R^2 = 0,87$ nese otázka č. 17, minimální $R^2 = 0,09$ má otázka číslo 6. Průměrná hodnota vysvětlené variability je $R^2 = 0,38$. Standardizované hodnoty pro jednotlivé otázky prezentuje tab. 7.



Obr. 2: Standardizované korelace mezi latentními faktory CFA modelu CLASS-Bio v našich datech

Tab. 7: Standardizované sycení faktorů položkami CFA modelu CLASS-Bio a koeficient determinace R^2

položka	Real World	Enjoyment	Problem solv Synt & App	Problem solv Effrt	Conceptual Connecc	Problem solv Strtgs	Reasoning	R^2
q2	1,862	-1,532	0	0	0	0	0	0,52
q12	-0,927	1,092	0	0,695	0	0	0	0,68
q14	-0,768	0	0	0	0	0	1,180	0,32
q16	0,170	0	0	0	0	0	0,601	0,58
q17	2,168	0	0	0	0	0	-1,613	0,87
q19	0,276	0	0	0	0,757	0	0	0,82
q25	0,473	0	0	0	0	0	0	0,22
q1	0	0,489	0	0	0	0	0	0,24
q9	0	0,429	0	0	0	0	0	0,18
q18	0	0,667	0	0	0	0	0	0,44
q27	0	0,282	0	0,084	0	0	0	0,11
q3	0	0	0,500	0	0	0	0	0,25
q5	0	0	0,628	0	0	0	0	0,39
q6	0	0	0,320	0	-0,050	0	0	0,09
q10	0	0	0,597	0	0	0	0	0,36
q11	0	0	0,364	0	0,118	0	0	0,19
q21	0	0	0,685	0	0	0	0	0,47
q30	0	0	0,086	0,621	0	0	0	0,45
q8	0	0	0	0,583	-0,039	0,052	-0,014	0,35
q20	0	0	0	0,597	0	0,013	0	0,36
q22	0	0	0	0,550	0	-0,150	0	0,24
q24	0	0	0	0,387	0	0	0,423	0,43
q15	0	0	0	0	0,654	0	0	0,43
q23	0	0	0	0	0,560	0	0	0,31
q31	0	0	0	0	0,558	0	0	0,31
q32	0	0	0	0	0,321	0	0	0,10
q7	0	0	0	0	0	0,812	0	0,66

5 Limity studie

Analýza závislosti mezi znalostním skóre a zjištěnou shodou s názorem odborníků v dotazníku CLASS-Bio je pravděpodobně ovlivněna nevhodně zvolenou škálou v pilotním šetření V0. Předpokládáme, že se to projevilo slabší zjištěnou korelací mezi znalostním skóre a procentuální shodou s názory odborníků. Shoda našich dat s modelem CLASS-Bio (Semsar et al., 2011) však ukazuje, že ovlivnění nebylo zásadního charakteru.

Námi zvolená metodika sběru dat neumožnila zjišťování změn vnímání biologie u studentů na začátku a na konci kurzu, což je typické uspořádání při užití dotazníku CLASS. Semsar et al. (2011) tímto způsobem, test-retest, ověřovali reliabilitu nástroje. U české verze jsme se proto přiklonili k hodnotě koeficientu Cronbachova alfa, která byla postačující pro nástroj jako celek, ale nízká pro jednotlivé dimenze. Je proto vhodné použít nástroj jako celek, jako např. ve studii Westerlund a Chapman (2017).

Nemůžeme tedy zatím posoudit citlivost představeného CLASS-Bio v daném uspořádání v českém prostředí.

Po sběru dat jsme na základě návrhu jednoho z recenzentů změnili formulaci položky 8.

Je možné a pravděpodobné, že někteří z respondentů V0 vyplnili i verzi V1. Anonymita při sběru dat nám neumožnila v takovém případě spárovat odpovědi V0 a V1 stejného respondenta. Nedomníváme se, že by tento fakt ovlivnil odpovědi, protože mezi oběma sběry uběhly čtyři měsíce a uchazeči, resp. nastupující studenti, neměli žádný prospěch z vyplnění dotazníku.

6 Diskuze

Hlavním cílem této práce bylo vytvořit ověřený překlad nástroje CLASS-Bio do českého jazyka. Při naší práci se potvrdilo, že i při zdánlivě přímočarém úkolu lze narazit na úskalí, která vzniknou z nepozornosti či přehlédnutí, a pro relevantní převzetí zahraničního nástroje je nezbytná validace na pilotním vzorku doplněná o analýzu výsledků. Výsledný překlad uvádí tab. 5 a zároveň jej čtenáři naleznou ve formě excelového souboru jako přílohu 1 tohoto článku.

Původní verze dotazníku v anglickém jazyce má poměrně bohatou metodickou podporu dostupnou na webových stránkách (<https://www.colorado.edu/sei/class>). Její součástí je tabulka (MS Excel) pro zápis, přípravu a vyhodnocení dat, která by měla usnadňovat práci i uživatelům bez větší praxe se zpracováním dotazníkových dat, zejména z řad učitelů. S tabulkou jsme zkusili pracovat, jeví se nám jako nepřilíš přehledná, místy obsahuje fragmenty po CLASS-Phy, ze které je modifikována pro potřeby CLASS-Bio. Nevyužili jsme ji proto pro vlastní zpracování dat, pouze jako zdroj informací pro lepší porozumění metodice zpracování.

V rámci analýzy dat považujeme za podstatné zdůraznit zejména dva kroky: 1) původní autoři zplošťují hodnoty na Likertově škále, kdy jsou odpovědi „zcela souhlasím“ i „souhlasím“ hodnoceny stejně (hodnotou 1) a analogicky jsou odpovědi „zcela nesouhlasím“ i „nesouhlasím“ obě hodnoceny hodnotou –1. Původní pětibodová škála je tak redukována na tříbodovou. Z pohledu teorie lze s pětibodovými škálami při dodržení kvantity baterií a respondentů pracovat jako se spojitými (Rhemtulla et al., 2012), u menšího počtu stupňů je již nezbytné pracovat se škálou jako ordinálními daty. Není pak možné použít Pearsonovy lineární koeficienty, musíme pracovat s polychorickými, které mohou být určitou překážkou pro uživatele programového balíku SPSS, jenž je podle naší zkušenosti v české didaktické kotlině oblíben. Jak poukazuje Soukup (2021), software AMOS (doplňek strukturního modelování pro SPSS) je nepodporuje.

Argumentace pro tento metodický postup je postavena na příkladech reflexe při tvorbě dotazníku CLASS-Phys, kdy respondenti během rozhovoru po vyplnění dotazníku používali shodné argumenty při vyjádření různé míry (ne)souhlasu na škále. Míra (ne)souhlasu uvedená v dotazníku tedy není mezi jednotlivými respondenty konzistentní a zobecnitelná (Adams et al., 2006; Semsar et al., 2011). Proto autoři dotazníku CLASS včetně varianty CLASS-Bio doporučují v souladu s ordinálním charakterem Likertovy škály spojit obě kategorie (ne)souhlasu v jednu, protože se nejedná o ztrátu informace, ale spíše o odstranění biasu. Zploštěné hodnoty tak poskytují robustnější data pro následnou analýzu. 2) Kontrolní otázka č. 28 „Zvolte souhlasím (nikoli částečně souhlasím)...“, která je určena pro odfiltrování respondentů, jež vyplňují dotazník bezmyšlenkovitě, vyřadila při pilotním sběru dat V0 téměř pětinu respondentů, kteří zvolili jiné odpovědi. I přesto, že byl dotazník administrován v elektronické podobě, nás takto velký podíl překvapil, nicméně ukázal, že zařazení kontrolní otázky má smysl. Odpovědi vyřazených respondentů nevykazovaly žádný nápadný vzor, který by nás jinak vedl k jejich vyloučení z dalšího zpracování. Při druhém sběru dat V1 se jednalo jen o 2 vyřazené respondenty ze 194. Vzhledem k velkému rozdílu vyloučených respondentů mezi sběry V0 a V1 je poměrně pravděpodobné, že u pilotního V0 sehrál roli ne zcela vhodný slovní popis škály, který u otázky č. 28 odpovídal významově, nebyl však zcela přesný.

Validitu překladu i základní předpoklady použitelnosti pro český kontext jsme potvrdili, míra vnitřní konzistence (vyjádřená pomocí koeficientu Cronbachova alfa) odpovídá běžně používaným dotazníkům, žádná z položek nevykazuje významnou odchylku. Konfirmační faktorovou analýzou jsme potvrdili předpokládaný faktorový model nástroje i v českém prostředí. Tři (*Real World Connection*, *Enjoyment*, *Problem-Solving: Reasoning*) z celkových sedmi faktorů vykazují v českých datech velmi vysokou korelaci ($r > 0,8$) a nabízí se ověřit na reprezentativnějším vzorku, zda by realitě lépe odpovídal jednodušší model.

Formulace některých otázek v původním dotazníku nás při vytváření překladu zaskočila (např. Q6, Q13). Ani s pomocí bilingvní kolegyně jsme nebyli schopni najít překlad, který by odpovídal originálnímu znění, a přitom nám v českém znění nepřipadal kostrbatý a nepřirozený. Výsledky u otázky Q6 ukázaly mizivý podíl vysvětlené variability (0,06) a je zřejmé, že respondenti si s odpovědí na ni nevěděli rady. Otázka Q13 není zařazena do faktorového modelu a její výsledek se pouze kumuluje do celkového skóre. Při rozhodování, zda modifikovat otázky formou volného překladu nebo zachovat překlad doslovný, jsme skutečně váhali. Nakonec převážil názor, že základním cílem je pro nás plná porovnatelnost se zahraničními daty, a ponechali jsme tyto, pro nás nezvykle postavené, otázky v co možná nejpřesnějším překladu.

Respondenti obou sběrů se s pohledem expertů shodovali zhruba z 80 %. Jedná se o mírně lepší skóre než u univerzitních studentů biologie z USA z úvodní studie Semsar et al. (2011). Ti vyplňovali CLASS-Bio na začátku semestru v rámci úvodní biologické přednášky, která je určena jak budoucím biologům (*biology majors*), tak těm, kteří mají biologii jako druhý obor (*biology non-major*). Studenti *biology major* dosáhli ve všech faktorech kromě *Problem solving: Synthesis and Application* signifikantně vyšší shody s experty než studenti *biology non-major* (72 vs. 57 %) (Semsar et al., 2011). Čeští uchazeči o studium biologie tedy mají srovnatelně profesionální postoj k biologii jako jejich protějšky z USA. Ve studii autorek Hansen a Birol (2014) byla celková shoda s experty u studentů prvních ročníků 65 %, což bylo dané zejména nižší shodou v oblasti *Problem-Solving: Synthesis & Application*.

Míra shody s experty byla v podstatě stejná u mužů i žen v obou sběrech (cca 78 %) a nevykazovala signifikantní rozdíl, což hodnotíme jako pozitivní rys použitého nástroje.

Vzhledem k okolnostem pilotního sběru V0 jsme měli příležitost porovnat skóre v CLASS-Bio se znalostním testem, bohužel opět s dříve komentovanou zátěží pilotní verze. Vztah je sice průkazný, ale jeho významnost byla malá. Korelaci i vysvětlenou variabilitu by rovněž bylo vhodné ověřit na větším vzorku respondentů s využitím finální verze CLASS-Bio, ideálně v pre/post test uspořádání obdobně jako ve studii autorek Hansen a Birol (2014).

Výsledkem této studie je ověřený překlad etablovaného nástroje, jehož užití umožňuje mezinárodně srovnatelné analýzy.

7 Závěr

Biologická verze mezinárodně používaného nástroje CLASS byla přeložena do češtiny a ověřena při dvou sběrech dat na uchazečích o studium, resp. nastupujících studentech prvního ročníku bakalářského studia biologických oborů na PŘF UK. Česká verze CLASS-Bio umožňuje srovnání postojů českých studentů s mezinárodními výsledky. Je vhodným dotazníkem ke zjištění postoje k biologii a umožňuje porovnání tohoto postoje postojem odborníka a umožňuje měřit případné změny tohoto postoje po absolvování biologicky zaměřených kurzů. Jiným možným využitím je porovnání více skupin respondentů, např. studentů přírodovědně a humanitně zaměřených gymnázií, případně toho, zda nastane u studentů přírodovědně zaměřených škol v průběhu studia větší posun postojů směrem k postojům odborníků.

Vzhledem k návrhu na zlepšení formulace tvrzení 8 by bylo vhodné českou verzi dále použít na větším vzorku respondentů a s některými z nich provést reflexi jejich odpovědí (zdůvodnění míry souhlasu s tvrzeními).

V případě zájmu autoři mohou poskytnout elektronickou verzi českého CLASS-Bio jako GoogleForms.

Poděkování

Tato studie byla podpořena projektem Karlovy Univerzity UNCE/HUM/024 „Centrum didaktického výzkumu v přírodních vědách, matematice a jejich mezioborových souvislostech“. Dr. Andrea Lucky (University of Florida, USA) nám laskavě pomohla s překladem dotazníku.

Literatura

- Acarli, D. S., & Acarli, H. A. (2020). Examination of students' attitudes towards biology and biology course in terms of gender, grade level and pet-keeping. *Problems of Education in the 21st Century*, 78(3), 328–341. <https://doi.org/10.33225/pec/20.78.328>
- Adams, W. K., Perkins, K. K., Dubson, M., Finkelstein, N. D., & Wieman, C. E. (2005). The design and validation of the Colorado learning attitudes about science survey. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 790, No. 1, pp. 45–48). American Institute of Physics.
- Adams, W. K., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Dubson, M., Finkelstein, N. D., & Wieman, C. E. (2006). New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado learning attitudes about science survey. *Physical Review Special Topics-physics Education Research*, 2(1), 010101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010101>
- Barbera, J., Adams, W. K., Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2008). Modifying and validating the Colorado learning attitudes about science survey for use in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1435–1439. <https://doi.org/10.1021/ed085p1435>
- Brown, T. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. Guildford.
- Čáp, J., & Mareš, J. (2001). *Psychologie pro učitele*. Portál.
- Darling, N., & Steinberg, L. (1993). Parenting style as context: An integrative model. *Psychological Bulletin*, 113(3), 487.
- Davidov, E., Schmidt, P., & Schwartz, S. H. (2008). Bringing values back in: The adequacy of the European social survey to measure values in 20 countries. *Public Opinion Quarterly*, 72(3), 420–445. <https://doi.org/10.1093/poq/nfn035>
- Day, C. (2012). Efektivní učitelé a jejich vášnivě zaujetí kvalitou. *Orbis Scholae*, 6(3), 9–26. <https://doi.org/10.14712/23363177.2015.30>
- de la Garza, J., & Alarcon, H. (2010). Assessing students' attitudes in a college physics course in Mexico. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1289, No. 1, pp. 129–132). American Institute of Physics.
- Duarte, R., Escario, J. J., & Sanagustín, M. V. (2017). The influence of the family, the school, and the group on the environmental attitudes of European students. *Environmental Education Research*, 23(1), 23–42. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1074660>
- Elby, A. (n.d.). Epistemological beliefs assessment for physical science. <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?A=EBAPS>
- Fairbrother, R. (2000). Strategies for learning. In M. Monk, & J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say* (pp. 7–22). Open University Press.
- Fančovičová, J., & Kubiátko, M. (2015). Záujem žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania o biologické vedy. *Scientia in educatione*, 6(1), 2–13. <https://doi.org/10.14712/18047106.151>
- Gálik, S. (2012). *Psychologie přesvědčování*. Grada Publishing, a. s.
- Gedrovics, J., Wäreborn, I., & Jeronen, E. (2006). Science subjects choice as a criterion of students' attitudes to science. *Journal of Baltic Science Education*, 1(9), 74–85.
- George, R., & Kaplan, D. (1998). A structural model of parent and teacher influences on science attitudes of eighth graders: Evidence from NELS: 88. *Science Education*, 82(1), 93–109. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199801\)82:1<93::AID-SCE5>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199801)82:1<93::AID-SCE5>3.0.CO;2-W)
- Halloun, I. (1997). Views about science and physics achievement: The VASS story. In *AIP conference Proceedings*, American Institute of Physics, 399(1), 605–614. <https://doi.org/10.1063/1.53156>
- Hammer, D. (1994). Epistemological beliefs in introductory physics. *Cognition and Instruction*, 12(2), 151–183. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1202_4
- Hansen, M. J., & Birol, G. (2014). Longitudinal study of student attitudes in a biology program. *CBE Life Sciences Education*, 13(2), 331–337. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-06-0124>
- Hayesová, N. (2013). *Základy sociální psychologie*. Portál.
- Hrabal, V., Man, F., & Pavelková, I. (1984). *Psychologické otázky motivace ve škole*. SPN.
- Kontro, I., & Buschhüter, D. (2020). Validity of colorado learning attitudes about science survey for a high-achieving, finnish population. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020104. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020104>
- Kubiátko, M., & Vlčková, J. (2011). Návrh výzkumného nástroje na zkoumání postojů žáků 2. stupně ZŠ k přírodopisu. *Scientia in educatione*, 2(1), 49–67. <https://doi.org/10.14712/18047106.15>

- Lokša, J., & Lokšová, I. (1992). Analýza motivácie žiakov k učeniu. *Pedagogická revue*, 44(6), 438–454.
- Madsen, A. (2021). PhysPort implementation guide: Colorado learning attitudes about science survey (CLASS), version 3.
- Maclellan, E. (2005). Conceptual learning: The priority for higher education. *British Journal of Educational Studies*, 53(2), 129–147. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8527.2005.00287.x>
- Mareš, J., Průcha, J., & Walterová, E. (2001). *Pedagogický slovník*. Portál.
- Markowitz, D. G. (2004). Evaluation of the long-term impact of a university high school summer science program on students' interest and perceived abilities in science. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 395–407. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000045467.67907.7b>
- Martins, J. S., & Lindsay, W. E. (2022). Evaluation of high school student responses to the Colorado learning attitudes about science survey. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), 010132. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010132>
- Nakonečný, M. (2009). *Sociální psychologie*. Academia.
- Nasr, A. R., & Soltani, K. (2011). Attitude towards biology and its effects on student's achievement. *International Journal of Biology*, 3, 100–104. <https://doi.org/10.5539/ijb.v3n4p100>
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Prokop, P., Tuncer, G., & Chudá, J. (2007a). Slovakian students' attitudes toward biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(4), 287–295. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75409>
- Prokop, P., Prokop, M., & Tunnicliffe, S. D. (2007b). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42(1), 36–39. <https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656105>
- R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R foundation for statistical computing. <https://www.R-project.org/>
- Randler, C., & Hulde, M. (2007). Hands-on versus teacher-centred experiments in soil ecology. *Research in Science & Technological Education*, 25(3), 329–338. <https://doi.org/10.1080/02635140701535091>
- Redish, E., Saul, J. M., & Steinberg, R. N. (1998). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66(3), 212–224. <https://doi.org/10.1119/1.18847>
- Reid, N., & Skryabina, E. A. (2002). Attitudes towards physics. *Research in Science & Technological Education*, 20(1), 67–81. <https://doi.org/10.1080/02635140220130939>
- Rhemtulla, M., Brosseau-Liard, P. É., & Savalei, V. (2012). When can categorical variables be treated as continuous? A comparison of robust continuous and categorical SEM estimation methods under suboptimal conditions. *Psychological Methods*, 17(3), 354–373. <https://doi.org/10.1037/a0029315>
- Rosseel, Y. (2012). Lavaan: An R package for structural equation modeling and more. Version 0.5–12 (BETA). *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1–36. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Rusek, M. (2011). Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in educatione*, 2(2), 23–37. <https://doi.org/10.14712/18047106.21>
- Semsar, K., Knight, J. K., Birol, G., & Smith, M. K. (2011). The Colorado learning attitudes about science survey (CLASS) for use in biology. *CBE Life Sciences Education*, 10(3), 268–278. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-10-0133>
- Soukup, P. (2021). Faktorová analýza jako známá neznámá (aneb metoda hlavních komponent a varimax nejsou vždy ideální postup). *Sociologický časopis/Czech Sociological Review*, 57(4), 455–484. <https://doi.org/10.13060/csr.2021.021>
- Summers, R., & Abd-El-Khalick, F. (2018). Development and validation of an instrument to assess student attitudes toward science across grades 5 through 10. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(2), 172–205. <https://doi.org/10.1002/tea.21416>
- Trumper, R. (2006). Factors affecting junior high school students' interest in biology. *Science Education International*, 17(1), 31–48. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-0355-6>
- Uitto, A., Juuti, K., Lavonen, J., & Meisalo, V. (2006). Students' interest in biology and their out-of-school experiences. *Journal of Biological Education*, 40(3), 124–129. <https://doi.org/10.1080/00219266.2006.9656029>
- Vlckova, J., Kubiakto, M., & Usak, M. (2019). The perception of biology by Czech lower secondary school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(5), em1714. <https://doi.org/10.29333/ejmste/105277>

Výrost, J., & Slaměník, I. (1998). *Aplikovaná sociální psychologie 1*. Grada.

Westerlund, J. F., & Chapman, C. R. (2017). Active learning in a summer genetics course: Positive shifts in attitudes with CLASS-Bio. *International Journal of Environmental & Science Education*, 12(10), 2195–2211.

Xu, X., & Lewis, J. E. (2011). Refinement of a chemistry attitude measure for college students. *Journal of Chemical Education*, 88(5), 561–568. <https://doi.org/10.1021/ed900071q>

Zeidan, A. (2010). The relationship between grade 11 Palestinian attitudes toward biology and their perceptions of the biology learning environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(5), 783–800. <https://doi.org/10.1007/s10763-009-9185-8>

Promoting adults' knowledge for engaging young children with numerical activities

 Esther Levenson^{1,*}, Ruthi Barkai², Pessia Tsamir¹, Dina Tirosh¹

¹Tel Aviv University, POB 39040, Ramat Aviv 69978, Israel; levenso@tauex.tau.ac.il

²Kibbutzim College of Education, 149 Namir Road, 62509 Tel Aviv, Israel

Considering that young children spend a great deal of time outside of school, there is a need to increase the expertise of adults when it comes to engaging young children with numerical activities. This study presents the Cognitive Affective Mathematics Adult Education framework used to design such a course for interested adults. Focusing on promoting young children's competency for comparing sets, we illustrate how the framework was used to design the course and how the framework was used to analyze the impact of the course on the relevant expertise of the participating adults. The findings indicated that the adults had gained knowledge in the various strategies one can use to compare sets, had become aware of the importance of evaluating those strategies, and had acquired the ability to take the children's ages and abilities into account when tailoring activities that engage them with set comparisons.

Key words:
Adults' numerical
knowledge, set
comparison, young
children.

Received 1/2022

Revised 4/2022

Accepted 6/2022

1 Introduction

This paper describes an intervention conducted with adults who are not preschool teachers, aimed at promoting their knowledge for engaging young children with numerical activities. While several studies have focused on early childhood teachers (e.g., Ginsburg, 2016; Tsamir et al., 2015), young children spend much of their time outside of school, with parents, grandparents, and other responsible adults. Thus, the home environment, along with the responsible adults who care for preschool children, can also have an impact on children's mathematical knowledge. Previous studies (e.g., Missall et al., 2015) have found that most adults believe in the importance of promoting early numerical competencies, but are not always aware of what and how to promote such knowledge (Cannon & Ginsburg, 2008). Thus, providing workshops, courses, and interventions for those adults is important.

In this paper we present part a large research project that aimed to investigate adults' knowledge and beliefs regarding playful mathematics learning during the early years (e.g., Levenson et al., 2022). As part of the project, we planned and implemented an intervention with adults that focused on enhancing adults' knowledge of playful numerical activities. The aim of this study is to explore in what ways an intervention for adults can impact on adults' knowledge for engaging young children with numerical activities.

2 Literature review

2.1 Promoting preschool children's numerical competencies

Early childhood researchers acknowledge that young children naturally engage in several numerical activities, such as counting objects, comparing sets, and number composition (Baroody, 1984). Object counting, also called enumeration, refers to counting objects for the purpose of saying how many and includes the stable-order principle, the one-to-one principle, the cardinality principle, the abstraction principle, and the order-irrelevance principle (Gelman & Gallistel, 1978). The stable order principle, in essence, refers to verbal counting, that is, reciting the conventional number words, producing them in order, and consistently. One-to-one correspondence involves assigning one count word to each object (Sarama & Clements, 2009). At the core of this skill is an understanding that each element in one set can be paired with one, and only one, element in a second set. One-to-one correspondence is not only used in counting. When comparing the number of items in two sets, children may match each item of one set to each item of another set. In one study (Tsamir et al., 2010), for example, children were asked to assess which of two piles of identical bottle caps had more. One pile had 12 bottle caps and the other had nine. One child took the two piles of caps and lined them up in two separate rows, making sure that each cap touched the next, and then compared the length of each row. Researchers also found that one-to-one correspondence between items in two sets comes more naturally to children when the items contextually belong together, such as baby animals to adult animals (Greenfield & Scott, 1986) or straws and cups (Clarke et al., 2006). The cardinal principle refers to knowing that the last number said when counting objects represents the quantity, the abstraction principle is knowing that any set of discrete objects can be counted, and the order-irrelevance principle means that objects can be counted in any order (Gelman & Gallistel, 1978).

Related to enumeration is the process of subitizing (Baroody, 2004). Subitizing refers to the immediate recognition of the number of items in a collection without counting the objects. It involves recognizing that a picture of three dots set up in a triangular pattern has the same number of dots as a row of three dots and that both sets have exactly three dots. As children develop, these conceptions may be mentally operated on, such as mentally decomposing a pattern of five into three and two and combining them back together (Sarama & Clements, 2009). As the number of items in a collection grows, perceptual subitizing may again be helpful.

Recognizing the importance of preschool children's engagement with numerical activities, several educators have suggested ways for enhancing these competencies. For example, playing hide-and-seek, can be a way of practicing verbal counting (Gunderson & Levine, 2011). Body movements can also be used to help children differentiate decades from 1 to 100, such as making funny faces when reciting numbers from 11 till 19 and twisting your body when reciting twenties (Greenes et al., 2004). To encourage different enumeration sub-competencies, researchers have suggested paying attention to the types of items being enumerated, as well as the way they are set up. For example, counting objects that are different in function, color, or size, can help children recognize the abstraction principle and that these other attributes do not affect counting (Greenes et al., 2004). Counting objects in different formations may promote the order-irrelevance principle (Gelman & Gallistel, 1978). In Tsamir et al.'s (2018) study, when 4–5-year-old children were requested to count seven bottle caps placed in a circle, two children who had previously correctly counted the bottle caps when placed in a row, claimed that they did not know what to do and gave up. Setting a table for a meal can be a way for even toddlers to practice one-to-one correspondence, setting one plate for each chair, and for each plate one cup (Tirosh et al., 2020).

Adults' number talk has also been shown to be important when aiming to enhance children's number knowledge. Children whose parents frequently used number words when counting and labeling a set size, had a greater understanding of cardinality than children whose parents hardly used number words (Levine et al., 2010). Labeling the set size emphasizes the cardinality principle. This significant point was stressed by Gunderson and Levine (2011) who further investigated the variation in parents' number talk, whether they labelled the cardinal values of sets, whether the objects counted were present, as well as the set size (up to three objects or more). They found that number talk referring to large sets of present objects contributed to children's cardinal-number knowledge, and that talking mostly about small numbers can delay the development of cardinality.

In Israel, where this study took place, there is a mandatory national mathematics preschool curriculum Israel National Mathematics Preschool Curriculum [INMPC], 2010. The curriculum lists competencies that children should meet before entering first grade, as well as suggested activities for promoting those competencies. Related to this study are counting, enumerating, and set comparison. According to the curriculum, children entering first grade should be able to count verbally till 30, enumerate a set of 20 objects, and compare sets of various amounts. Furthermore, comparing sets, according to the curriculum can be carried out by using one-to-one correspondence, estimation, and enumeration. As for suggested activities, the curriculum relates to the kindergarten setting. For example, when handing out musical instruments during music time, the teacher can ask, "Are there enough tambourines so that each child will have one? How can we know if there are more tambourines or more children?" These questions encourage one-to-one correspondence. The curriculum goes on to state that asking a different question, such as "How many tambourines do we need if each child is to receive one tambourine?" will encourage set comparison by enumeration. Finally, the curriculum notes that we can first ask the child to estimate and then check the estimation by one-to-one correspondence or enumeration. In other words, children should be encouraged to compare sets using various methods.

2.2 Adults' knowledge regarding children's numerical competencies

The current study focuses on adults who are not preschool teachers. Previously, studies related to adults' knowledge of young children's numerical competencies offered adults a list of activities and inquired the frequency of their occurrence in the home. For example, Missall et al. (2015) and Skwarchuk (2009) found that the most frequent activities reported by parents were counting aloud, counting out a number of items from a larger group, and reading numbers. Among the least frequent activities were counting backwards, skip counting, and comparing the number of objects in two sets. Another study found that parents engaged their children with identifying numerals more often than comparing the magnitudes of numbers (Vandermaas-Peeler et al., 2012). In a recent study (Barkai et al., 2022), adults were given open questions and asked which numerical competencies can be promoted in early childhood. Like previous studies, the most frequent competency mentioned was counting, although it was not always clear if participants meant verbal counting, object counting, or both. When asked to describe situations where they observed children engaging in numerical activities, again, the most prevalent competency mentioned was counting.

From participants' descriptions it was evident that participants meant object counting. In a follow-up study (Levenson et al., 2021), adults were requested to suggest tasks that could promote various number competencies among young children. Many of the adults did not differentiate between verbal counting and object counting. Furthermore, when suggesting enumeration activities, less than half of the suggestions paid attention to enumeration principles, such as one-to-one correspondence or cardinality. The authors suggested that workshops for adults could point out why the details of an activity are important, and increase adults' repertoire of activities for furthering children's number skills.

A few studies observed parents in action. When parents were requested to record themselves engaging their young children with mathematics at home, the most prevalent activity recorded was object counting (Anderson & Anderson, 2018). Interestingly, in everyday situations where numerical ideas might be discussed, such as shopping, it was found that parents barely used the opportunity to encourage skills such as counting or addition (Vandermaas-Peeler et al., 2009). Another study (Vandermaas-Peeler et al., 2012) found that when cooking with their children, most parents did not engage their children with numerical skills until they were prompted to do so. However, with guidance and prompting, parents introduced addition and subtraction problems, as well as the notion of cardinality.

Recognizing that children from low-income families enter school with less mathematical knowledge than their peers (Reardon & Portilla, 2016), several studies initiated mathematical interventions for disadvantaged families. Starkey and Klein (2000) investigated the impact of one such intervention. Families received math kits to use at home, and a designated parent attended classes with their pre-kindergarten child at a local center. The kits contained sets of activities with concrete materials that could be used to support children's mathematical development. In the end, children whose parents attended the intervention developed more mathematical knowledge than children in a control group. In another study (Sonnenschein et al., 2016), parents were given instructions of how to use a familiar board game to promote counting competencies. Findings indicated that most parent did not play the game at home according to the suggested instructions. In an effort to increase the success of home interventions, some educators implemented programs that included both parents and preschool teachers (e.g., Marti et al., 2018). However, not all preschool teachers believe in the importance of family involvement (Tirosh et al., 2017). While parents are those who perhaps have the most impact on their children's mathematical growth outside of school, in some cultures, it is the grandparent or aunt, who cares mostly for the young child. Thus, in the current study, we consider an intervention designed for all interested adults, not only those who are parents.

3 Theoretical framework

In this study, we describe an intervention offered to adults who were not preschool teachers. The design of the intervention was based on our previous work with preschool teachers. With preschool teachers, we used the Cognitive Affective Mathematics Teacher Education (CAMTE) framework when investigating and promoting teachers' knowledge and self-efficacy for teaching number, geometry, and pattern concepts (e.g., Tsamir et al., 2014). Expanding on previous studies of teachers' knowledge (e.g., Shulman, 1986), the CAMTE framework differentiated between two aspects of teachers' subject-matter knowledge (SMK): being able to produce solutions, strategies and explanations and being able to evaluate given solutions, strategies, and explanations. The CAMTE framework also differentiated between two aspects of pedagogical content knowledge (PCK): knowledge of content and students (KCS) and knowledge of content and teaching (KCT) (Ball et al., 2008). In our current research, we consider adults who are not professional educators and the mathematics knowledge and beliefs we wish to foster among those adults who might then engage young children, out of school, in mathematical activities (see Tab. 1, Cells 1 and 2).

Because we are considering adults who are not teachers, instead of referring to PCK, we relate to knowledge needed for engaging children with playful mathematics (henceforth, Mathematics Engagement Knowledge) (Cells 3 and 4). Instead of KCS, we focus on knowledge of content and children, such as knowing that children aged three may not yet have acquired the cardinality principle of counting. Instead of KCT, we relate to knowledge of content and playful learning, meaning knowledge of activities that can promote numerical thinking in a playful manner. Our adapted framework for adults who are not preschool teachers, is called the Cognitive Affective Mathematics Adult Education (CAMAE) framework.

Each knowledge cell has a corresponding belief cell. Whereas for teachers we were interested in their self-efficacy for teaching mathematics, in our study with adults, we were interested in their beliefs regarding what mathematics children (and the adults who interact with them) should know, and how children can engage with mathematics. That is, we consider beliefs related to mathematics (Tab. 1, Cells 5 and 6) as well as engagement beliefs, i.e., beliefs related to engaging children with mathematics (Tab. 1, Cells 7 and 8).

Tab. 1: The Cognitive Affective Mathematics Adult Education (CMAAE) Framework

	Mathematics for adults and children		Mathematics Engagement	
	Solving	Evaluating	Children	Playful learning
Knowledge	Cell 1: solving tasks. e.g., count the number of elements in a set using a variety of strategies	Cell 2: evaluating tasks. e.g., evaluate the efficiency of a counting strategy	Cell 3: knowledge of children’s conceptions. e.g., which number symbols do children confuse.	Cell 4: knowledge of content and playful learning. e.g., which activities can foster children’s acceptance of the one-to-one principle.
Beliefs	Cell 5: mathematics beliefs related to solving tasks. e.g., is it important to know several ways to count the number of items in a set.	Cell 6: mathematics beliefs related to evaluating tasks. e.g., is it important to know which solution methods are efficient.	Cell 7: beliefs regarding children and mathematics. e.g., believing that young children enjoy learning number concepts.	Cell 8: beliefs regarding ways of engaging children with playful mathematics. e.g., believing that adult guidance can foster the learning of early number concepts.

In a previous study (Levenson et al., 2021), we reported on adults’ beliefs related to Cells 5, 6, 7, and 8. For example, related to Cells 5 and 6 we asked participants if they believed it was important for children to be able to solve number tasks in various ways, and if they believed children should be able to choose appropriate ways for solving numerical tasks. Related to Cells 7 and 8, we asked adults if they believed children’s number knowledge could be promoted and if interactions between a child and an adult while engaging in an activity/game can increase the child’s knowledge of number. In general, beliefs were very positive. Furthermore, no differences were found between parents, adults who have some other connection with young children, and those who claimed to have no connection with young children. In the current study, we focus on adults’ knowledge, Cells 1–4 of the framework.

4 Methodology

4.1 Sample

The current study took place at our university. As part of the graduate program in mathematics education, we offered students the opportunity to take an elective course entitled, “Numerical Thinking in Early Childhood”. The course aimed to promote participants’ knowledge and awareness of number competencies developed prior to first grade, as well as the tasks that might promote early number knowledge and competencies. Eighteen graduate students participated in the course, none of whom were preschool teachers. Seven participants were parents of young children, eight were aunts or uncles, and three claimed to have no immediate contact with young children. We chose this context for our study, wishing to include at this point in our research only adults who we hypothesized would have a general positive disposition towards mathematics.

4.2 Data collection

The course consisted of 13, 90-minute sessions and focused on three major numerical competencies: counting and enumerating, comparing sets, and number composition and decomposition. In this study, we focus on the second topic, comparing sets. In a previous study (Barkai et al., 2022), only a fifth of the participants mentioned set comparison as a competency that can be promoted among young children. This topic was introduced during the sixth lesson, after participants had discussed counting and enumeration, and had gained some experience analyzing children’s knowledge of counting and enumerating, as well as designing counting and enumerating activities. In general, during the course, participants engaged in a series of activities that were repeated for each competency: (1) read and discuss related research (e.g., Gelman & Galistel, 1978; Tsamir et al., 2015), (2) view YouTube videos of preschool children practicing that competency and/or engage in class with related activities, (3) individually design a task to implement with a young child aimed at promoting that competency, (4) discuss together proposed tasks and agree upon one common task that each participant would implement, (5) implement the agreed upon task with a child while videoing the activity, (6) individually analyze the child’s knowledge and competency when carrying out the task, (7) view and analyze together participants’ videos.

As an explorative study, we take a qualitative approach to the research. Data was collected in a natural setting, and reviewed by the authors of this paper, who also developed the instruments. Some of the instruments used (e.g., see Fig. 1) had been used in previous studies and were shown to be valid. Each course lesson was led by the leading author of this paper, with the second author present as well. The lessons were all recorded and transcribed. Ethical approval was given by the university's institutional review board. In the following section, we present and describe two lessons dealing with the topic of set comparison.

4.3 Data analysis

Using the CAMAE framework as an analysis tool, we investigate how different knowledge elements (Cells 1–4) were advanced in each of the lessons. Thus, although it may be said that the data is interpretive in nature, following a framework for analysis, allows researchers a common lens with which to view the data. The first two authors analyzed the data separately and then compared analysis and interpretations. The third author then validated the final outcomes.

5 Results

5.1 Introducing set comparison – Lesson 6

When dealing with young children, comparing sets most often refers to sets that contain a finite number of physical objects. Thus, not surprisingly, in a previous study with preschool teachers (Tirosh et al., 2011), it was found that when asked to explain how one can know which set has the most elements, nearly all teachers reported that one must count the elements of each set, not mentioning other methods such as using one-to-one correspondence or estimation. Yet the preschool curriculum (INMPC, 2010) specifically stipulates that children should learn more than one method of comparing sets. As an introduction to the topic of set comparison, participants filled out a closed questionnaire (based on Tsamir, 1999) related to set comparisons (see Fig. 1).

<p>1. Here are two sets A and B:</p> $A = \{1; t; a\}, \quad B = \{7; w\}$ <p>Is the number of elements in sets A and B equal? Yes/No Explain</p> <p>2. At a dance party, all the students danced in couples, a boy and a girl in each couple. No pupils were left without a partner.</p> $Z = \{\text{the boys}\}, \quad W = \{\text{the girls}\}$ <p>Is the number of elements in set Z equal to the number of elements in set W? Yes/No Explain.</p> <p>3. Given the sets:</p> $X = \{1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12\} \quad Y = \{a; b; c; d; e\}$ <p>Is the number of elements in set X equal to the number of elements in set Y? Yes/No Explain.</p> <p>4. Given the sets:</p> $P = \{a; b; c; d; e\} \quad V = \{a; b; c\}$ <p>Is the number of elements in set P equal to the number of elements in set V? Yes/No Explain.</p> <p>5. Dan was ill. The doctor prescribed one green tablet every 3 hours for the first week. Then, in the second week, he was ordered to take a red capsule every 3 hours.</p> $G = \{\text{The green tablets}\} \quad R = \{\text{The red capsules}\}$ <p>Is the number of elements in set G equal to the number of elements in set R? Yes/No Explain.</p>
--

Fig. 1: Are the sets equivalent?

The aim of the questionnaire was to raise to the fore the notion that comparing sets need not always be carried out by counting. As can be seen, for some of the sets, the number of elements can be counted (see questions 1,3, 4, and 5), for some, the number of elements can be counted but it is not the most efficient way to compare the sets (see question 5), while for other sets, the elements cannot be counted (see question 2).

Participants' explanations were categorized according to the strategies they indicated: enumeration, one-to-one correspondence, estimation, and other. As can be seen from Tab. 2, some of the questions elicited a nearly unanimous strategy (e.g., one-to-one correspondence for question 2). On the other hand, participants seemed to be split on the strategy used for comparing sets in questions 3 and 4. Responses categorized as 'other' basically just wrote which set was bigger, without explaining how they knew it. For example, for the third question, a participant was categorized as 'other' because she wrote, "There are less elements in set Y."

Tab. 2: Strategies used when comparing sets ($N = 18$)

Question	Enumeration	One-to-one correspondence	Estimation	Other
Q1	14	2	2	–
Q2	2	16	–	–
Q3	8	1	8	1
Q4	8	3	7	–
Q5	–	13	3	2

After all participants filled in the questionnaire, each question was discussed in terms of its potential to elicit different numerical competencies. For example, focusing on the two sets in the first question that contain both letters and numbers, Esther commented, "This problem illustrates one of Gelman and Gallistel's counting principles – the abstraction principle – that all things can be counted." Surprised that so many participants wrote that they counted the elements in each set, Esther asked someone to explain why he or she used this strategy. Levy (all names other than Esther and Ruthi are pseudonyms) replied, "I wanted to be sure. There are open parenthesis and closed parenthesis, and commas and different letters, and so I wanted to be absolutely sure, so I counted, enumerated and that's it." Riva offered a different explanation, "I wrote that I counted but really I subitized, and that's like sort of enumeration because I know the amount, I know that here are two and here are three, so isn't subitizing in a way like enumerating?" As seen by the participants' comments, the set comparison questions led back to the topic of enumeration and the use of subitizing, reinforcing that new competencies, such as comparing sets, lean on previously acquired competencies.

Regarding questions 3 and 4, nearly half of the participants wrote that they estimated and nearly half wrote that they counted the objects. While discussing these options, the following arose:

Leo: From just looking at it (sets X and Y in question 3), I estimated, because I see that the left set is bigger than the right set.

Esther: How do you know that? How is it so clear to you that it's bigger?

Leo: Because you see right away that the row on the left is longer and so it's clear that the left side has more objects.

At this point, Esther takes out some bottle caps and arranges them in two groups, first as seen in Fig. 2a, and then like in Fig. 2b.

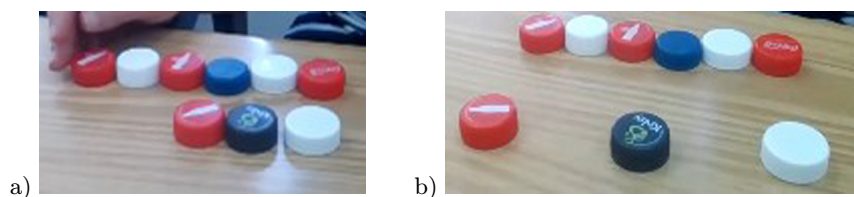


Fig. 2: Which set has more bottle caps?

Esther: Do you still think that your strategy is valid?

Mohammad: She (Esther) stretched the three caps to the length of six caps.

Of course, as an adult, Leo would know that the sets in Fig. 2b are not equivalent. Esther's demonstration was not to test Leo's number conservation ability, but to illustrate why the mere explanation of one row being longer than another row, is not acceptable. This is related to Cell 2 of the framework, knowing how to evaluate strategies. Esther then goes on to demonstrate another situation, where the caps in one row (one set) have a larger surface area than the caps in the second row (second set). Also in that case, Leo's explanation would not be acceptable.

Esther: And what about in this situation? (See Fig. 3a) Can we still know which set has more by comparing the length of the line? Do I need to count? (Esther moves the caps to the position shown in Fig. 3b.) Or can I use one-to-one correspondence?

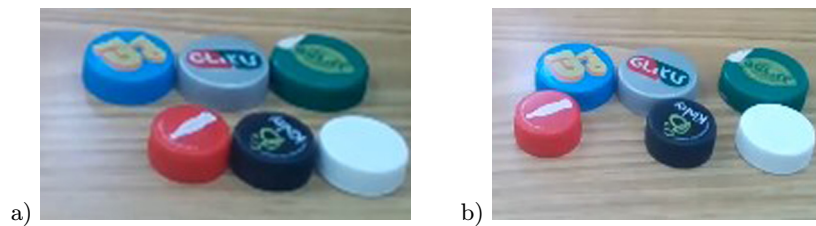


Fig. 3: Which set has more bottle caps?

The above demonstration also raises the importance of the objects being counted. In the first demonstration of bottle caps (see Fig. 2a and 2b) the caps are all the same size, while in the second set the caps are different sizes. This provides an opportunity for discussing critical attributes.

Esther: The fact that the bottle caps are different sizes brings to our attention attributes, such as color and size, that need to be ignored when counting objects.

To summarize, the sets presented on the questionnaire demonstrated, first of all, that there are several ways to compare sets, an application of Cell 1 of the CAMAE Framework. Discussing the ways participants solved the questions, and evaluating different strategies for comparing sets, was an application of Cell 2 of the framework. Finally, the set comparison activity allowed participants to not only review enumerating principles learned during previous sessions, such as one-to-one comparison, but to see how such principles could be applied to other numerical skills, such as comparing sets.

5.2 Designing and analyzing a set comparison activity – Lesson 8

After lesson six described above, participants were given the assignment of designing a playful activity for engaging young children with comparing sets. These activities were then presented and discussed during lesson eight, two weeks later. Below, we describe a discussion that centered around one of the participant's activities, and present the impact of that discussion on adults' knowledge of children's conceptions (Cell 3 of the CAMAE framework) and knowledge of content and playful learning (Cell 4 of the CAMAE framework).

Michelle presented the following activity during the eighth session:

I thought about doing a birthday party, placing the plates nicely on the table. And I thought of using a small number of plates. Around five, or something like that. And then I would put a bunch of items, for example, small prizes like a whistle, a lollipop, a small bag of goodies, all sorts of things like that. Not too big, so you can see with your eyes the amount. And then I would ask the child: Is there enough? Is there not enough? So he would really check if the sets went together, if the amount of plates is equal to the number of items, so that all the children who came to the party could get everything.

Michelle sets her activity in a playful and fun context for children, that of a birthday party. She does not offer many details, nor does she even mention what exactly the child will be comparing. To clarify the activity Esther comments:

Esther: So, we compare the amount of plates to the amount of prizes?

Michelle: Yes. And each time we use a different amount of prizes. I also think that it's a feast for your eyes. Something nice.

Michelle is quite excited about the context, but still does not offer details. Finally, after additional prompting, Michelle suggests that for one of the prizes, the amount could be greater than the number of plates, for a different prize the amount could be equal to the number of plates, and for a different prize, the amount could be smaller than the number of plates. The rest of the participants then begin to comment:

Dave: I think the activity is nice. There is one-to-one correspondence, three different examples, equal, greater than, and less than. It's not too difficult. You don't need complex materials, and the child will be attentive because there are whistles and all sorts of prizes and colors.

Izzie: With these amounts (referring to Michelle's initial statement that she would use five plates), you could just subitize. What age are we talking about? Five years? At that age they could subitize.

Esther: No one said how the items are placed.

Izzie: Four whistles can be subitized regardless of how they are placed.

At this point, the participants have begun to think of the children. Dave considers a young child's attention span and interest in the activity, as well as how a child might solve the problem of where there is more (Cell 3 of the CAMAE framework). This is related to how the birthday table is set up (Cell 4 of the framework) and knowing that the details of an activity can foster different aspects of a child's numerical ability, such as subitizing. This is further elaborated by Tom, who adds another way of comparing sets: "You can disperse part of the items, and then we gain a few things, space and visibility, and also estimation."

In addition to the way the items are set up, the wording of questions we ask children, or the instructions given, can elicit different competencies. This is taken up by Mike.

Mike: I don't see here the need for counting or enumerating because you can just put one candy on each plate and when there are no more, the child will say there aren't enough, and if he has enough, he will say that there is enough. So, he doesn't even know how many plates and candies there are.

Nomi: But that's not the goal here. On the contrary. The goal is not to have the children count or enumerate.

Mike: But where is the set comparison here? He doesn't know in the end how much he has because he didn't need to count.

Ruthi: If I have leftover, if I use one-to-one correspondence, isn't that comparison?

Mike: In the beginning, you just asked, "Are there enough candies so that you can put one on each plate?" And so, he puts one candy on each plate. You should ask, "Are there more plates or candies?" And then there are many ways to compare.

Mike's comment is directed at Michelle's original activity and the question she said she would pose to children – Are there enough candies to put one on each plate? On the one hand, the question is open, and does not specifically direct children to do a particular act. On the other hand, in the wording "Are there enough candies to *put one on each plate*," there is a hint to use one-to-one correspondence. Furthermore, it seems that Mike still considers enumerating as a necessary part of set comparison, which leads both Nomi and Ruthi to remind everyone that the aim is not to know how many, but to know which set is bigger, plates or candies. As Mike relents and agrees that there are many ways to compare sets, he offers a different question ("Are there more plates or candies?"), which in his opinion, would be more open.

To summarize, Cells 3 and 4 of the framework are about knowing how a child might engage with a numerical activity and how an activity might elicit certain competencies. The discussion above revolved around both issues. Participants thought about how children might engage in the task, whether they would use subitizing and/or one-to-one correspondence, and how the setup of the activity might elicit different responses. Furthermore, participants realized how the questions we ask, or the instructions given to a child, might also elicit different competencies.

5.3 Adopting, adapting, and extending the birthday party activity

After discussing Michelle's activity, participants were requested to try out the activity with a young child, video the activity, and analyze the child's knowledge and strategies used to compare the sets. They were then asked to reflect on the activity and what they were still curious about. Below, we offer excerpts from several participants' reports and further investigate elements of adults' knowledge that came to the fore.

All participants, except for two, adopted the birthday party theme, using plates (colored hard plastic plates or paper plates) and some other party related object (candies, biscuits, candles, or chocolates). Regarding the types of objects used in the activity, one participant, Seena, commented, "The child was constantly busy with the candies and wanted to finish quickly so he could eat the candy. Next time, I wouldn't use candies because he wasn't focused on the activity." In other words, while participants

had agreed that the birthday party theme was playful and that it would raise children's motivation to participate in the activity, they were also willing to admit when a change of objects was necessary.

Regarding how objects were laid out, we noted a variety of setups: each group of items was spread out on different sides of the table (see Fig. 4), each group was bunched together in separate piles, or one group was bunched up and one was laid out in a row. Michelle, who used cup and straws, explained how she chose her setup, "I thought about it in advance, to place the cups in a group and the straws in a row. Because my son is comparatively old (he's five), I wanted to raise the level of difficulty and thought about not placing the items one directly in front of the other." Not wanting to make one-to-one correspondence immediately obvious, Michelle considers the layout of the objects. Another participant (Natasha), who had spread out cups and coffee capsules on the table, reported that her child placed one coffee capsule in each cup when deciding which set had more. She was curious and wrote, "I wonder what the child would have done if the cups were placed one inside another." Natasha is also thinking about how the setup might impact on the child's actions" (Cells 3 and 4 of the framework).



Fig. 4: Are there more plates or candles or is there the same amount?

Recall that participants had discussed what exactly to ask the children during the activity. From their written reports it became evident that three variations of the task question were asked: What is there more of? What is there more of, plates or candies (or candles or chocolates)? What is there more of, candies or plates or is there the same amount? Dave, who reported using the third variation of the question commented, "[I wonder] what would happen if I just asked where is there more, or if I asked, is there one group which is bigger?" Dave was referring to the situation where both groups (in his case plates and candies) had the same number of items. He further reflected, "The question is a bit confusing, because it seems like there must be one group which is bigger than the other." Another participant, Aamil, also used the third version of the question. His young niece (three-years old) seemed to just guess, often with incorrect responses. He reflected, "I am interested to know what would happen if *after* I asked her which set had more items, I would ask her how many plates there are and how many candles there are. Maybe then she would count." Both Dave and Aamil show recognition of the importance of questioning when engaging children with numerical activities.

Finally, we note that participants took notice and commented on specific strategies used by children to compare the sets, as well strategies used when enumerating the objects. For example, Izzie wrote, "The girl put each chocolate on a plate and counted as she went along. She understood cardinality, connecting numbers to amounts." Izzie noted both the principle of one-to-one correspondence, as well as the principle of cardinality. Tamar wrote: "During the game, (after the situation where the amounts were equal) I added more plates in front of her eyes, and she still counted each set to find out where there more." Tamar's description, and her use of the term 'still', hints at her amazement at the girl's reaction to a seemingly simple task. Mary noted that the boy she played with knows how to enumerate and compare sets, but "he doesn't know how to estimate at first glance. He asks each time if he can count first." Interestingly, both Tamar and Mary are commenting what the children they played with did not do, in addition to what they did. They are evaluating the children's strategies (Cell 2 of the framework).

Dave was curious about the physical actions taken by the child when enumerating. He wrote, "The child first put all of the candies in his hand, and then counted them as he put each one on the floor (the activity took place while sitting on the floor). After he finished, he started to count the plates; he counted out loud, 1, 2, 3 as he picked up each plate and then he looked at the two left, went to pick up the fourth, stopped and thought (or calculated) a minute and announced, "it's the same." Dave then commented on the boy's actions: "Besides the comparison of sets, it's interesting to note his enumeration technique. With the candies he takes each one out of his hand and with the plates, he picks up each one and holds it in the air. There is also the question of how did he know that there were five plates? Did he add the two to the three or did he count in his head?" The detailed account written by Dave indicates his keen observation, which leads him to ponder what the boy was thinking.

To summarize, each participant engaged a young child with the comparison activity, which allowed them to try out a playful activity and see for themselves how the various details of an activity can impact on what a child does. This is related to Cells 3 and 4 of the CAMAE framework. Their reports

on the activity, as well as their evaluations of the children's strategies, also revealed knowledge regarding enumeration principles as well as comparison strategies (Cells 1 and 2 of the framework).

6 Discussion

The aim of this study was to explore the ways an intervention for adults can impact on adults' knowledge for engaging young children with numerical activities. Using the CAMAE framework, we designed a course for adults interested in supporting early childhood mathematics. To engage children with playful activities that can encourage mathematical growth, adults first need to know what numerical competencies are appropriate for children at different ages, and what prior knowledge is necessary for each competency. Previous studies showed that adults are not aware of the various numerical competencies that can be promoted during early childhood, such as set comparison (Barkai et al., 2022). Thus, a first aim of interventions with adults is to raise their awareness of the various mathematical skills that can be nurtured before first grade.

Yet, raising awareness may not be enough if adults do not know what is involved in those competencies. A challenge working with adults on early mathematical competencies is helping them recognize the complexity of those competencies for children and the sub-competencies necessary for carrying out a numerical procedure. By first presenting them with a set-comparison questionnaire, seemingly not related to young children, we were able to raise their mathematical knowledge in a respectful way.

An important part of the intervention was having participants design activities themselves, instead of just giving them the activities to implement with children, as was done in other interventions (Starkey & Klein, 2000). Designing the activities provoked participants to carefully consider the physical items to be used in an activity, and also allowed them to see how everyday items that are found in nearly every home, can be used to foster numerical competencies. Indeed, one of the participants complimented another's activity because it did not use complex materials. Furthermore, discussing the designed activities led to further inquiry regarding the specific instructions to be given to the child and the specific questions the adult should ask the child during activity. This was an important element as previous studies have shown that merely offering parents activities does not guarantee they will follow the intended instructions (Sonnenschein et al., 2016). Furthermore, discussing the instructions and questions to be asked during an activity stresses the importance of verbalization while playing with numerical activities with children. As previous studies have shown, parents' verbalization during numerical activities can have an impact on children's numerical competencies (Gunderson & Levine, 2011; Levine et al., 2010).

Another significant part of this study was having participants implement activities with children, video themselves, and then analyze children's knowledge. This type of activity has been used in several programs with teachers (e.g., van Es & Sherin, 2021) and has been shown to increase teachers' ability to notice and attend to noteworthy features of interactions. Likewise, in the current study, when watching one of the videos, participants also noticed what items not to use, such as those that children would rather eat than count. As Sullivan and Mousley (2001) suggested, the dilemmas that participants raised as they planned, implemented, and then reflected on their own engagement with children, provided a way for the instructor to address and highlight the complexity of early numerical competencies. A next step would be to investigate if participants carry out at home what was learned in the course.

As with professional development for teachers (e.g., Tsamir et al., 2014), we believe that the interweaving of mathematics knowledge, tasks, and practice may have additional benefits. First, it conveys an expectation that at least part of what is learnt in theory can be implemented in everyday environments. This is especially relevant for courses and workshops aimed at adults who are not professional teachers. Second, sharing ideas and experiences with others has the potential to create a community where additional ideas and experiences might be exchanged. Third, in discussing practical implementations together, adults may increase their repertoire of activities, as well as their motivation for engaging young children with numerical activities.

7 Conclusion

While this study focused on set comparison, the framework may be used to design workshops for interested adults in other content areas. For example, a geometry workshop might focus on shapes and what makes a triangle a triangle. Studies have shown that many young children identify a rounded "triangle" as a triangle (Tsamir et al., 2008). A workshop that offers adults mathematical knowledge, such as being able to differentiate between critical and non-critical attributes of geometric shapes, can help adults reply appropriately to incorrect identifications.

This study also has limitations. First, the intervention was conducted as part of a university course with only 18 participants. This is quite different from a workshop designed for parents and other adults, who may or may not have a mathematical and educational background like those in this study. Regarding the mathematics, while the content was not advanced mathematics, it might be that participants in this study were familiar with notions such as one-to-one correspondence, from other mathematical contexts, such as functions. Using different strategies to compare sets might also be considered akin to solving a mathematical problem using various strategies. Thus, it might be that participants' experiences boosted their acceptance of those issues. Regarding their educational background, teachers are trained in professional noticing (Mason, 2011; Sherin & van Es, 2009). Thus, it may not be surprising that participants in the course described in such detail what they had observed when they engaged children with numerical activities. These limitations may leave one wondering if such a course would have the same impact on adults who do not have a mathematical and educational background. However, as teachers learn to notice, so too can others learn to notice.

Parents are interested in receiving activities to help promote their children's mathematical growth (Sonnenschein et al., 2021). A course such as the one described in this study can build on parents', and other adults', positive attitudes, offering them not simply activities, but the underlying mathematical and engagement knowledge needed for carrying out effective playful mathematical activities with children. On a final note, we believe that the CAMAE framework could be used to design similar workshops for adults in other contexts, such as working with parents from low-socioeconomic backgrounds, although perhaps with adaptations. Studies such as these may not be transferable as is, but they provide the basis for future research.

Acknowledgment

This research was supported by the Israel Science Foundation (Grant No. 1631/18).

References

- Anderson, A., & Anderson, J. (2018). Math-in-context: The types of math preschoolers 'do' at home. In I. Elia, J. Mulligan, A. Anderson, A. Baccaglioni-Frank, & C. Benz (Eds.), *Contemporary research and perspectives on early childhood mathematics education* (pp. 183–202). Springer, Cham.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Barkai, R., Levenson, E., Tsamir, P., & Tirosh, D. (2022). Adults' awareness of number-related ideas raised by young children. *Research in Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1080/14794802.2021.2010238>
- Baroody, A. J. (1984). Children's difficulties in subtraction: Some causes and questions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(3), 203–213. <https://doi.org/10.2307/748349>
- Baroody, A. J. (2004). The developmental bases for early childhood number and operations standards. In D. H. Clements, & J. Sarama (Eds.), *Engaging Young Children in Mathematics Standards for Early Childhood Mathematics Education* (pp. 173–220). Taylor and Francis.
- Cannon, J., & Ginsburg, H. P. (2008). "Doing the math": Maternal beliefs about early mathematics versus language learning. *Early Education and Development*, 19(2), 238–260. <https://doi.org/10.1080/10409280801963913>
- Clarke, B., Cheeseman, J., & Clarke, D. (2006). The mathematical knowledge and understanding young children bring to school. *Mathematics Education Research Journal*, 18(1), 78–103. <https://doi.org/10.1007/BF03217430>
- Gelman, R., & Gallistel, C. (1978). *The child's understanding of number*. Harvard University Press.
- Ginsburg, H. P. (2016). Helping early childhood educators to understand and assess young children's mathematical minds. *ZDM Mathematics Education*, 48(7), 941–946. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-016-0807-7>
- Greenes, C., Ginsburg, H. P., & Balfanz, R. (2004). Big math for little kids. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.jecresq.2004.01.010>
- Greenfield, D. B., & Scott, M. S. (1986). Young children's preference for complementary pairs: Evidence against a shift to a taxonomic preference. *Developmental Psychology*, 22(1), 19–21. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.22.1.19>
- Gunderson, E. A., & Levine, S. C. (2011). Some types of parent number talk count more than others: Relations between parents' input and children's cardinal-number knowledge. *Developmental Science*, 14(5), 1021–1032. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01050.x>

- Israel National Mathematics Preschool Curriculum (INMPC). (2010). Retrieved March 18, 2020 from <https://edu.gov.il/minhalpedagogy/preschool/subject/math/Pages/math-curriculum.aspx>
- Levenson, E., Barkai, R., Tirosh, D., & Tsamir, P. (2021). Studying adults' beliefs related to engaging children with number concepts. In M. Inprasitha, N. Changsri, & N. Boonsena (Eds.), *Proceedings of the 44th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 205–215). PME. https://pme44.kku.ac.th/home/uploads/volumn/pme44_vol3.pdf
- Levenson, E. S., Barkai, R., Tirosh, D., & Tsamir, P. (2022). Exploring adults' awareness of and suggestions for early childhood numerical activities. *Educational Studies in Mathematics*, *109*, 5–21. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10063-y>
- Levine, S. C., Suriyakham, L. W., Rowe, M. L., Huttenlocher, J., & Gunderson, E. A. (2010). What counts in the development of young children's number knowledge? *Developmental Psychology*, *46*(5), 1309–1319. <https://doi.org/10.1037/a0019671>
- Marti, M., Merz, E. C., Repka, K. R., Landers, C., Noble, K. G., & Duch, H. (2018). Parent involvement in the getting ready for school intervention is associated with changes in school readiness skills. *Frontiers in Psychology*, *9*, 759. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00759>
- Mason, J. (2011). Noticing: Roots and branches. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 35–50). Routledge.
- Missall, K., Hojniski, R. L., Caskie, G. I., & Repasky, P. (2015). Home numeracy environments of preschoolers: Examining relations among mathematical activities, parent mathematical beliefs, and early mathematical skills. *Early Education and Development*, *26*(3), 356–376. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.968243>
- Reardon, S. F., & Portilla, X. A. (2016). Recent trends in income, racial, and ethnic school readiness gaps at kindergarten entry. *Aera Open*, *2*(3), 1–18. <https://doi.org/10.1177/2332858416657343>
- Sarama, J., & Clements, D. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203883785>
- Sherin, M. G., & Van Es, E. A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of Teacher Education*, *60*(1), 20–37. <https://doi.org/10.1177/2F0022487108328155>
- Skwarchuk, S. L. (2009). How do parents support preschoolers' numeracy learning experiences at home? *Early Childhood Education Journal*, *37*(3), 189–197. <https://doi.org/10.1007/s10643-009-0340-1>
- Sonnenschein, S., Metzger, S. R., Dowling, R., Gay, B., & Simons, C. L. (2016). Extending an effective classroom-based math board game intervention to preschoolers' homes. *Journal of Applied Research on Children: Informing Policy for Children at Risk*, *7*(2), Article 1. Available at <https://digitalcommons.library.tmc.edu/childrenatrisk/vol7/iss2/1>
- Sonnenschein, S., Stites, M., & Dowling, R. (2021). Learning at home: What preschool children's parents do and what they want to learn from their children's teachers. *Journal of Early Childhood Research*, *19*(3), 309–322. <https://doi.org/10.1177/1476718X20971321>
- Starkey, P., & Klein, A. (2000). Fostering parental support for children's mathematical development: An intervention with Head Start families. *Early Education and Development*, *11*(5), 659–680. https://doi.org/s15566935eed1105_7
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, *15*(2), 4–14. <https://doi.org/10.2307/1175860>
- Sullivan, P., & Mousley, J. (2001). Thinking teaching: Seeing mathematics teachers as active decision makers. In *Making sense of mathematics teacher education* (pp. 147–163). Springer, Dordrecht.
- Tirosh, D., Tsamir, P., Levenson, E., & Tabach, M. (2011). From preschool teachers' professional development to children's knowledge: comparing sets. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *14*(2), 113–131. <https://doi.org/10.1007/s10857-011-9172-1>
- Tirosh, D., Tsamir, P., Levenson, E., & Barkai, R. (2017). Working with parents to promote preschool children's numeracy: Teachers' attitudes and beliefs. In S. Phillipson, P. Sullivan, & A. Gervasoni (Eds.), *Engaging families as the first mathematics educators of children* (pp. 181–198). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2553-2_11
- Tirosh, D., Tsamir, P., Levenson, E. S., & Barkai, R. (2020). Setting the table with toddlers: a playful context for engaging in one-to-one correspondence. *ZDM Mathematics Education*, *52*, 717–728. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01126-9>
- Tsamir, P. (1999). The transition from comparison of finite to the comparison of infinite sets: Teaching prospective teachers. *Educational Studies in Mathematics*, *38*, 209–234. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1584-3_10

- Tsamir, P., Tirosh, D., & Levenson, E. (2008). Intuitive nonexamples: The case of triangles. *Educational Studies in Mathematics*, 69(2), 81–95. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9133-5>
- Tsamir, P., Tirosh, D., & Levenson, E. (2010). Exploring the relationship between justification and monitoring among kindergarten children. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, & F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 6)* (pp. 1891–1901). Institut National de Recherche Pédagogique and ERME. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02182374/file/cerme6_proceedings.pdf
- Tsamir, P., Tirosh, D., Levenson, E., Tabach, M., & Barkai, R. (2014). Employing the CAMTE framework: Focusing on preschool teachers' knowledge and self-efficacy related to students' conceptions. In C. Benz, B. Brandt, U. Kortenkamp, G. Krummheuer, S. Ladel, & R. Vogel (Eds.), *Early Mathematics Learning – Selected Papers from the POEM 2012 Conference* (pp. 291–306). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10857-013-9260-5>
- Tsamir, P., Tirosh, D., Levenson, E., Tabach, M., & Barkai, R. (2015). Analyzing number composition and decomposition activities in kindergarten from a numeracy perspective. *ZDM Mathematics Education*, 47(4), 639–651. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0668-5>
- Tsamir, P., Tirosh, D., Levenson, E., & Barkai, R. (2018). Engaging young children with mathematical activities involving different representations: Triangles, patterns, and counting objects. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 8(2), 9–30. <https://doi.org/10.26529/cepsj.271>
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2021). Expanding on prior conceptualizations of teacher noticing. *ZDM Mathematics Education*, 53(1), 17–27. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01211-4>
- Vandermaas-Peeler, M., Nelson, J., Bumpass, C., & Sassine, B. (2009). Numeracy-related exchanges in joint storybook reading and play. *International Journal of Early Years Education*, 17(1), 67–84. <https://doi.org/10.1080/09669760802699910>
- Vandermaas-Peeler, M., Ferretti, L., & Loving, S. (2012). Playing the ladybug game: Parent guidance of young children's numeracy activities. *Early Child Development and Care*, 182(10), 1289–1307. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/03004430.2011.609617>

Kritika textu Řičan J. et al. – Komparace kvality tzv. teacher made testů s didaktickými testy a jejich vliv na úspěšnost žáků: případová studie. *Scientia in education*, 12(2), 2021

Petr Novotný¹

¹ Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Viničná 7, 128 00 Praha 2; petr.novotny@natur.cuni.cz

Předkládám svůj pohled na nedávno publikovaný článek autorského kolektivu pod vedením Jiřího Řičana. Stavbu článku, jeho obsah i odborné pojetí považuji za vadné, příslušnou argumentaci a jednotlivé námitky uvádím dále. Tyto námitky jsou řazeny v posloupnosti čtenáře textu, nikoli podle jejich vnímané závažnosti. Předem se autorům omlouvám, pokud některá námitka nebude věcně správná, srozumitelně vyargumentována či by byla pouhým přehlédnutím – každý máme své limity. Je-li to možné, odkazuji se na pasáže ve vysázeném textu publikovaném ve webovém archivu¹ číslem stránky ve stránkování celého čísla a číslem odstavce; 18:5 je tedy pátý odstavec (český abstrakt) na straně 18 (titulce článku).

Článek má zavádějící jméno. Článek skutečně porovnává dvě skupiny testů, ale žádným způsobem neprezentuje metody ani data, kterými by bylo možné sledovat vliv získaných výsledků na úspěšnost žáka. Neuvádí ani předchozí či výslednou roční klasifikaci sledovaných žáků, data pouze popisují, jakou známku dostali žáci v jednotlivých testech. Jedinou připomínkou myšlenkové větve „vliv na úspěšnost žáků“ je gradace do dvou rétorických otázek k problematice tvorby závěrečné klasifikace v Závěru.

Článek je slohově slabý. Text je psán z mého pohledu pseudo-odborným jazykem, který přispívá k zastření podstaty sdělení; přebytek cizích synonym vnímám jako zástěrku myšlenkové mělčiny. 18:5 „explorace diskrepancí“ je „zjišťování nesouladu“. Cizí slova vytvářejí dojem exaktních termínů, čímž se text vyhýbá chybějící argumentaci, zde například z jakých příčin autoři předpokládají existenci nesouladu mezi testy, které tvoří učitel či didaktik.

Text je rovněž negativně zatížen užíváním klíše, jež jsou svou vágností obtížně vyvrátitelná či alespoň nesrozumitelná, text znepřehledňují, znejasňují a rozmývají. Například neumím určit, co znamená věta 28:3 „Přes prokázané diference (v mezích míry reliability a validity této případové studie) mezi... [testy]... musíme mít na paměti intervenující proměnné (interní validita šetření) bránící jednoznačné interpretaci výsledků (tak jak je to v neexaktních vědách pravidlem).“ Na straně 28:2 vyúsťuje text v „nejpodstatnější zjištění této studie“. Výsledné sdělení daného odstavce není ale díky užitému jazyku vůbec jasné – připomenu, že autoři navrhli testy s deseti otázkami a asi je chtějí hodnotit jednotným počtem bodů (viz str. 20 – „akceptují binární skórování“, dále str. 27), zároveň pracují s technistním návrhem 5 % = snížení stupně. Rozumím správně danému odstavci, že článek přichází s představou, že žák čtvrté třídy ZŠ, který neodpoví na dvě otázky z deseti, je hodnocen nedostatečně? U kratších testů paní učitelky by toto rozhraní bylo již kolem jedné nesplněné otázky – tento myšlenkový závěr popisované pasáže se mi nejeví jako zamýšlený, ale přesto mne k němu daný text vede. Nejasnost ve formulaci i údajně nejpodstatnějšího zjištění tak blokuje diskusi o zjištění samotném. Text odborné stati musí být srozumitelný, jednoznačný a logicky stavěný, což jsou zásady, které článek podle mého názoru nesplňuje.

Práce s literaturou je špatná. Citační přístup považuji za povrchní, vybírající si dílčí větu či tvrzení, a pomíjející přitom argumentaci, která k danému tvrzení (snad) v originální práci ústí. Příkladem může být 27:5 „Šatánek a Hubalovská... tvrdili, že by každá úloha měla být ohodnocena podle náročnosti. Tím pádem by testové položky měly být hodnoceny jiným počtem bodů...“ Namísto představení argumentace citovaného přístupu, vztahení k tématu či protinázorům je použita pouze jeho zkratka, se kterou je pak nakládáno podle potřeby. Zásadní námitkou je citace na 22:2, kde je nedostatečná velikost vzorku pro kvantitativní metodiku užitou v textu obhajována článkem *Flybvjerg 2006* věnovanému kvalitativnímu (!) výzkumu. Citovaná práce dle mého pročetí žádné sdělení na podporu tohoto tvrzení nepřináší. Konstatování, že z jednoho případu lze někdy získat více informací než z velkých dat, nemůže být chápáno jako omluva pro nedostatečnou velikost dat při kvantitativní analýze. Označení článku za „případovou studii“ rovněž nemá vliv na principiální požadavky užitých kvantitativních metod. Zaujalo mne také, že jsou citována dvě vydání Chráskových *Metod pedagogického výzkumu* – nejedná se nutně o chybu, ale smysl tohoto počínání mi uniká. Značná část teoretického úvodu je založena na studijních textech téhož autorského kolektivu, nikoli na primárních pramenech.

Text nedodrжуje základní členění výzkumné stati. Teoretická kapitola *Kvalita didaktického testu* obsahuje na straně 20 čtyři sekce, které ve skutečnosti popisují použité metody (jak se dělaly testy, jak dlouhé byly a jak byly skórovány, výpočet reliability, zdroj obsahu pro testy). Podobně je nakládáno s limity studie – autoři si stále něco „uvědomují“, ale přesto dál pokračují v myšlenkových

¹ <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/1837/1624>

konstrukcích, které souběžně negují. U popisu *Nástroje, procedura a výzkumný vzorek* rozumím zařazení limitů, byť neobratnému. Limity jsou ale uváděny i v úvodu *Syntézy: komparace testů*. Rozmytí struktury článku je patrné i v absenci kapitoly *Výsledky*. Přestože je text koncipován jako výzkumná studie, jsou výsledky představovány formou volného členění metodické kapitoly *Analýza a zpracování dat*. Studie má přitom poměrně kompaktní metodiku, zpracování dat a snad i výsledky, ale jejich nesystematická prezentace vede společně s již zmíněným slohem opět k zamlžení textu. Podkapitola *Doporučený způsob skórování* je mi včetně přepočtů bodů a procent nesrozumitelná, nevím, kterou pozici autoři obhajují, zda se mají subjektivně skórované úlohy hodnotit binárně, a co vlastně sdělují. Úvahy mi připadají mimořádně technistní, ale jsou formulovány bez tvaru, se kterým by šlo polemizovat.

Didaktické testy nejsou testy tvořené didaktiky. Z textu to mne jako čtenáře číši přesvědčení, že pokud test tvoří pracovník učitelské katedry (jak bych asi já definoval onoho didaktika), jde o didaktický test (a tento je lepší než test zkoumané učitelky). Přestože článek na 21:1 správně uvádí, že „didaktický test... se liší hlavně daným metodologickým přístupem“, nic takového sám nečiní. Použité testy nejsou součástí publikované práce, není ani jasné, které z uvedených témat (uvozeno písmeny) odpovídá kterému testu (uvozeno číslicemi), a těžko si o nich dělat úsudek. V textu je sice poskytnuta informace o subjektivně/objektivně skórovatelných položkách, resp. jejich poměrech, ale „didaktické“ testy nebyly před použitím ve studii validovány o nic více než testy oné paní učitelky. Zde zdůrazňuji významnou námitku – přeci pouze tato (nerealizovaná) validace, která předchází vlastnímu výzkumu, nás opravňuje nazývat dané testy didaktickými! „Sulcovitá“ stavba textu uhýbá každému mému pokusu o jednoznačný závěr a budu rád, pokud mne jiný pozorný čtenář opraví. Já ale text čtu tak, že testy obou typů byly přímo použity pro sběr dat, na didaktických testech byla poté spočítána reliabilita (22:3), a tím „naplněny“ metodické požadavky. Správný postup, tedy validace testů předcházející jejich použití, je v dané situaci asi složitý, ALE – proč nebyla určena reliabilita i pro testy paní učitelky? A znovu – kde vzniká oprávnění nazývat první skupinu jako didaktické testy – není-li možné je předem validovat, nechť studie přizná, že porovnává „testy učitelky a ty, co jsme sami vytvořili podle zápisků ze sešitů dětí“. Jenomže to je úplně jiný příběh, než článek představuje.

V textu 22:3 „...jsme využili tři expertní posudky...“, v tabulce 1 tamtéž je pět expertů spolu s tajemným „Me“.

„Pseudovalidace“ didaktických testů je nejasná. Byla použita EFA pro určení dimenzionality – se kterou rotací, se kterým korelačním koeficientem, na binarizovaných výsledcích? Když byla zjištěna multi-dimenzionalita testů, jak potom byla aplikována split-half metoda?

Není artikulován obsah pojmů subjektivně/objektivně skórovatelné otázky, tedy není jasné, zda nedochází (chybně) k záměně za dvojici termínů otevřené/uzavřené otázky – nicméně text neobsahuje dostatek informací, aby se to dalo posoudit.

Podobně postrádám diskusi, proč je ve 4. třídě ZŠ tak automatický požadavek na větší zastoupení položek s vyšší kognitivní náročností napříč testem (odkaz na skripta není odborná odpověď) – trochu laicky se domnívám, že prostě v raném školním věku pracujeme pouze s nejnižšími cíli a vyšší mety přicházejí postupně – proto situaci, kdy test u malých dětí cílí převážně na spodní úroveň, *a priori* neodmítám a v textu marně hledám zdůvodnění, je-li tomu jinak.

Zpracování dat je chybné. Článek neobsahuje informaci o přístupu k odlehlým nebo neúplným hodnotám, zato čtenáři nabízí (23:2) vzorec na výpočet procent z celku (!). Víím, že určité detaily mohou vždy proklouznout pozorností redakčního procesu, ale když najdeme u obrázku č. 1 osy procentuálního výkonu žáků na škále od 20(30) % do 110 % (společně s chybějícími jednotkami či vizuálním nepoměrem osy x a y u bodového grafu, přestože obě osy mají stejný rozsah), nevím, jak s tím mám jako čtenář naložit.

Podívejme se na mechanismus výpočtu sumárního skóre k porovnání obou skupin testů. Předpokládám, že snad v průběhu recenzního řízení někdo poukázal na fakt, že postup průměrování procent různých testů je vadný (a bylo by namísto skóre k sobě některou metodou standardizovat), což si autoři v publikovaném textu „uvědomují“ (23:10), nicméně ignorují, neboť „studie odráží problematiku praxe“. Bohužel zde se text nezastavuje a nespokojeně komentuje výslednou korelaci „... očekávali [bychom] spíše vysokou až absolutní korelaci“, později 27:8 navazuje „potvrzení této hypotézy se samozřejmě dalo předpokládat, naše pozornost ale směřovala k hodnotě... [korelačního koeficientu]“. Připomínám, že obě skupiny se liší poměrem subjektivně skórovatelných úloh, a tak by stálo možná za diskusi vliv testu versus vliv hodnotitele. Nejpodstatnější je ale uvědomit si, že testové skóre měří latentní proměnou (znalost nějakého výukového tématu, zde spíše několika faktorů bez bližší specifikace), a toto se děje s poměrně značnou chybou; i u mnohem delších a metodicky sofistikovanějších testů třeba kolem jedné směrodatné odchylky; a extrémní hodnoty jsou měřeny z principu ještě více nepřesně. Netroufám si hodnotit, co vypovídá zjištěná korelace, neznáme odhad chyby měření a upřímně taková otázka přesahuje můj obzor statistické simulace – očekávat plnou korelaci (velkou chybou zatížených měření různých témat různými nástroji zprůměrovaných přes sebe) je ale nemožné. Závěrem pak připomenu problémy s výpočtem reliability

uvedené již dříve a velikost vzorku, kterou vidíme na straně 25 – dvacet sedm žáků v pěti testech vedlo ke dvěma proměnným – průměr z jedné skupiny testů, průměr ze druhé skupiny testů – obě v kvantitě $n = 27$. Takováto velikost vzorku neumožňuje kvantitativní přístup ani zobecnění, jaké je stavěno ve vzletných formulacích výzkumných problémů, předpokladů a hypotéz, které jsou svou povahou „útočné“ 21:5–8 „teacher made tests neodpovídají současnému paradigmatu...“. Docházím tak k závěru, že ani po trojím prostudování článku nevím, jak kvalitní testy používá ona učitelka, ale o tom, jak se článek blíží k paradigmatu vědy, jsem si obrázek udělal dostatečný.

Jakkoli je nepříjemné psát i číst takovouto kritiku, musím závěrem shrnout – vysoká míra formálních chyb, nízká odborná a metodologická úroveň článku zahrnující zjevně chybné postupy – to vše nás staví před věčnou otázku, jaké charakteristiky má mít kvalitní didaktický výzkum. Tato definice nevzniká dílem jednotlivce, nýbrž dynamickým balancováním komunity: co se píše, co se tiskne, co se čte a co diskutuje – předmětný článek dosáhl všech těchto met. *Zaslouženě?*

Reakce na „Kritika textu Říčan J. et al. – Komparace kvality tzv. teacher made testů s didaktickými testy a jejich vliv na úspěšnost žáků: případová studie. *Scientia in education*, 12(2), 2021“

Jaroslav Říčan^{1,*}, Jiří Škoda¹, Viktorie Hermanová¹, Barbora Lanková¹

¹ Pedagogická fakulta, Univerzita J. E. Purkyně, Hoření 13, 400 96 Ústí nad Labem; jaroslav.rican@ujep.cz

Článek má zavádějící jméno... neuvádí ani předchozí či výslednou roční klasifikaci sledovaných žáků, data pouze popisují, jakou známku dostali žáci v jednotlivých testech...

Zde došlo k nepochopení záměru autorů ze strany kritika. „Vlivem“ jsme neměli na mysli záležitosti kauzálního charakteru typické pro experimentální šetření (tj. kauzální výzkumný problém, následkové hypotézy). Školní úspěšností byla míněna úspěšnost v příslušných testech (testy vytvořené učitelkou a testy vytvořené autory). Jedná se o ústřední podstatu příspěvku – chtěli jsme poukázat na skutečnost v rozdílech úspěšnosti žáků (škórování) v závislosti na tom, zda se jednalo o testy vytvořené učitelkou nebo testy vytvořené autory. Jestliže bychom uváděli známky žáků (roční klasifikace), tak to nijak danou hodnotu nezvyšuje. Nevíme, jak s nimi daná pedagožka pracovala. Co by nám tedy informace o klasifikaci poskytly v návaznosti na porovnání dvou typů testů? Nešlo nám o výsledky žáků v daném předmětu, ale o výsledky žáků v návaznosti na daný typ testu. Poukazujeme tak na odlišnost v úspěšnosti žáků, která se odráží v konstruování daného testu, přičemž se jedná o stejnou tematiku/tematický celek. „Školní úspěšnost“ (academic success) je „definována jako úroveň výsledků žáků a studentů v závislosti na jejich učebních (učících) zkušenostech v jakékoliv disciplíně“ (Kanadli, 2016, s. 2062). V žádném případě nebylo zapotřebí uvádět výslednou roční klasifikaci – uchopované proměnné podléhají záměru–cíli šetření, nikoliv obráceně.

Kanadli, S. (2016). A meta-analysis on the effect of instructional designs based on the learning styles models on academic achievement, attitude and retention. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16(6), 2057–2086.

... Proč je ve 4. třídě ZŠ tak automatický požadavek na větší zastoupení položek s vyšší kognitivní náročností napříč testem (odkaz na skripta není odborná odpověď) – trochu laicky se domnívám, že prostě v raném školním věku pracujeme pouze s nejnižšími cíli a vyšší mety přicházejí postupně – proto situaci, kdy test u malých dětí cílí převážně na spodní úroveň, a priori neodmítám a v textu marně hledám zdůvodnění, je-li tomu jinak.

Domníváme se, že analýzou a diskuzí každého výroku by neúměrně narostl obsah studie. V textu rovněž nikde explicitně neodmítáme testy/úkoly na nižší myšlenkové operace. Nicméně nemůžeme souhlasit se situací, kdy jsou testové položky za celé jedno pololetí dominantně tvořeny položkami vyžadujícími nižší myšlenkové operace. V kontextu např. porozumění čtenému, což vnímáme jako zcela esenciální kompetenci pro úspěšné „zvládnutí“ dalších předmětů (Piercy & Piercy, 2011), se hovoří o „fourth grade slump“ (Chall, 1996) jako přístupu, kdy přibližně v daném ročníku by mělo docházet ke specifickým intervencím (úkolovým situacím zaměřeným na „higher order thinking“). Nicméně takový přístup je podporován i v začátcích školní docházky, jelikož může být benefitní (Ford-Connors et al., 2015). Přístup, kdy do rozvoje formálních operací není možné pracovat se žáky na úkolech vyššího řádu (a tedy ani testovat), vychází z Piagetovské tradice (v mnohém ohledu v tomto kontextu překonané), což dokládají empirické studie i u žáků před vstupem do základního vzdělávání (Urban & Urban, 2019).

Chall, J. S. (1996). American reading achievement: Should we worry? *Research in the Teaching of English*, 30(3), 303–310.

Ford-Connors, E., Robertson, D. A., Leighton, C. M., Paratore, J. R., Proctor, C. P., & Carney, M. (2015). Comprehension instruction within the context of the common core standards. In S. Parris, & K. Headley (Eds), *Comprehension instruction: Research-based practices* (pp. 105–122). Guilford Press.

Piercy, T. D., & Piercy, W. (2011). *Disciplinary literacy: Redefining deep understanding and leadership for 21st-century demands*. Lead & Learn Press.

Urban, K., & Urban, M. (2018). Influence of fluid intelligence on accuracy of metacognitive monitoring in preschool children fades with calibration feedback. *Studia Psychologica*, 60(2), 123–136.

Článek je slohově slabý. Text je psán z mého pohledu pseudo-odborným jazykem . . . přebytek cizích synonym vnímám jako zástěrku myšlenkové mělčiny. 18:5 „*explorace diskrepancí*“ je „zjišťování nesouladu“ . . . Text je rovněž negativně zatížen užíváním klišé, jež jsou svou vágností . . .

Z našeho pohledu subjektivní pohled autora kritiky. Nebylo záměrem autorského kolektivu „maskovat“ slovy autora „myšlenkovou mělčinu“. Rozumíme tomu, že autoři textu mají formulovat své myšlenky tak, aby byly čtivé, pochopitelné, jasné. Každý autor má svůj „jazyk“, a je tedy možné, že se mu nepodaří vždy své myšlenky adekvátně a adresně formulovat.

Práce s literaturou je špatná. . . Příkladem může být 27:5 „Šatálek a Hubalovská. . .“

Šatálek a Hubalovská (1972) hovoří v příspěvku o objektivitě v rámci hodnocení. Poukazují i na využívání analýzy chyb v rámci hodnocení jednotlivých položek. Každá položka je bodována jiným počtem bodů, dle obtížnosti. Nevnímáme danou větu za „vytrženou z kontextu“, jak uvádí kritik, tedy jakousi zkratku, vnímáme tuto myšlenku za podstatu příspěvku! Proč by měla být tedy považována za využitou dle potřeb autorů?! Zkratka by to za nás byla v případě, že ji vytrhneme z diskuse a opomeneme/neuvedeme uváděné protiargumenty v původním zdroji, ale v tomto případě o dané skutečnosti pojednává celý příspěvek.

. . . v textu obhajována článkem Flybvjerg 2006 věnovanému kvalitativnímu (!) výzkumu. . .

Proč by daný zdroj nemohl být využit? Ano, jedná se o kvalitativní výzkum, ale není dáno, že případová studie nemůže být založena na kvantitativním šetření. Autoři nikterak neomlouvají velikost vzorku, od začátku pracují s tím, že menší výzkumný vzorek i tak poukazuje na odlišnosti v rámci edukační praxe a že i z výzkumného pohledu tady tato možnost existuje.

Sedláček (2014) konstatuje, že „případová studie je skutečnou výzkumnou strategií, a nikoli jednotlivou technikou, neboť badatel kromě **více informačních zdrojů** využívá veškeré dostupné metody sběru dat. . . Apriorně vyloučeny však nebývají ani metody uplatňované tradičně v kvantitativních šetřeních. Vhodnost použití je posuzována vždy s ohledem na výzkumnou otázku a charakteristiku případu“ (s. 99). Podobně Walterová a Starý (2006) upozorňují na „možnost výhradně kvantitativních případových studií, využívajících baterií testů a souboru **deskriptivních proměnných**. . . upozorňují však na smíšený typ případových studií, frekventovaně využívaných“ (s. 85).

Walterová, E., & Starý, K. (2006). Potenciál změny v realitě školy: Strategie případové studie. *Orbis scholae*, 1(1), 77–97.

Sedláček, M. (2014). Případová studie. In R. Švaříček, K. Šedová et al. (Eds.), *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách* (s. 96–112). Portál.

Dále k předpokladu ohledně existence nesouladu mezi testy: V kontextu uvedené výhrady autora ohledně vyhýbání se argumentací (což platí i pro některé další texty autora).

V jaký moment je argumentace dostatečná a kdy nikoliv? Má empirická stať obsahovat rozbor „každého“ zdroje, o který se opírá? Zcela souhlasíme s filosofií nutné argumentace, avšak v určitém bodu by samotný podrobný (detailní) rozbor odváděl pozornost od hlavní linie textu.

V textu 22:3 „. . . jsme využili tři expertní posudky. . .“, v tab. 1 tamtéž je pět expertů.

Ano, to je chyba, mělo být uvedeno „pět expertních posudků“.

„Pseudovalidace“ didaktických testů je nejasná. Byla použita EFA pro určení dimenzionality – se kterou rotací, se kterým korelačním koeficientem, na binarizovaných výsledcích? Když byla zjištěna multidimenzionalita testů, jak potom byla aplikována split-half metoda?

Ano, souhlasíme, není v textu rozebrán detailní popis.

Na straně 28:2 vyúsťuje text v „nejpodstatnější zjištění této studie“ . . . zároveň pracují s technistním návrhem 5 % = snížení stupně. Rozumím správně dotčenému odstavci, že článek přichází s představou, že žák čtvrté třídy ZŠ, který neodpoví na dvě otázky z deseti, je hodnocen nedostatečně?

Článek nepřichází s výše uvedenou „představou“ – článek pouze poukazuje na fakt, jak by vypadalo hodnocení žáka v situaci, kdy by se přijal navrhovaný způsob hodnocení Sedláčkovou (1993).

Didaktické testy nejsou testy tvořené didaktiky.

Nikde v textu neuvádíme, že „pokud test tvoří pracovník učitelské katedry. . .“ jedná se o didaktický test. Expert v kontextu posouzení konstruktové validity byl pregnantně definován, což je typické i v dalších

studiích (např. Neuenhaus, 2011; vymezení pojmu „expert“ v příslušném kontextu, účelu studie). Dále: „Nic takového sám nečiní“ – co tím má kritik konkrétně na mysli? Že tvorba vytvořených testů autorským kolektivem nesleduje zákonitosti tvorby didaktických testů? S tím nesouhlasíme – viz kapitola č. 3 *Kvalita didaktického testu* (primárně objektivita, reliabilita, obsahová validita, konstruktová validita). Snažili jsme se maximálně držet daného protokolu s tím, že zejména v kontextu expertního hodnocení nedošlo k naplnění konstruktové validity v intencích doporučení (poměr úloh na vyšší × nižší myšlenkové operace).

Neuenhaus, N. (2011). *Metakognition und Leistung: Eine Längsschnittuntersuchung in den Bereichen Lesen und Englisch bei Schülerinnen und Schülern der fünften und sechsten Jahrgangsstufe* [Doctoral dissertation, Universität Otto-Friedrich, Bamberg, Germany].

Kritik dodává: přeci pouze tato (nerealizovaná) validace, která předchází vlastnímu výzkumu, nás opravňuje nazývat dané testy didaktickými.

Rozumíme tomu dobře, že didaktický test je možné označit „didaktickým testem“ pouze v momentě, kdy byl použit v předchozím šetření (je k dispozici zdroj)? Doplníme, že v příspěvku nepíšeme, že testy autorů sledující protokol pro tvorbu didaktických testů jsou jednoznačně lepší/vhodnější ve všech sledovaných aspektech, ale zkoumáme, jestli se liší a jaký vliv v případě jejich užití (vůči testům používaných pedagožkou) mají na skóre žáků.

A znovu – kde vzniká oprávnění nazývat první skupinu jako didaktické testy – není-li možné je předem validovat, nechť studie přizná, že porovnává „testy učitelky a ty, co jsme sami vytvořili podle zápisků ze sešitů dětí“.

Proč by autoři studie nemohli dané testy označit za „didaktické testy“? Zormanová (2017) přímo uvádí, že od běžné zkoušky se didaktický test liší tím, že je navrhován, hodnocen, ověřován a interpretován podle určitých pravidel. Pravidel – protokolu pro tvorbu didaktických testů – jsme se snažili maximálně držet.

Zormanová, L. (2017). *Didaktika dospělých*. Grada.

Použité testy nejsou součástí publikované práce.

Podle našeho názoru se v tomto bodu nemůže jednat o objektivní výhradu. V řadě článků (včetně J_{imp}) nejsou mnohdy použité nástroje k dispozici (důvodem je i fakt ohledně omezeného množství znaků při publikování studie).

Kritika ve vztahu k velikosti vzorku:

Autoři explicitně uvádějí: „Záměrem této práce je vzbudit pozornost.“ Jsme si vědomi toho, že není možná generalizace, a na tuto skutečnost v textu upozorňujeme: „Design celého výzkumného směřování (dostupný výběr, jedna třída, nízký počet žáků, pět teacher made testů) neumožňuje generalizaci výsledků.“

Kritika „Podkapitola Doporučený způsob skórování“

Kritik píše: „Doporučený způsob skórování je mi včetně přepočtů bodů a procent nesrozumitelný, nevím, kterou pozici autoři obhajují, zda se mají subjektivně skórované úlohy hodnotit binárně, a co vlastně sdělují.“ Kapitola se nejmenuje Doporučený způsob skórování, ale **Doporučovaný** způsob skórování, a představuje tedy syntézu názorů odlišných autorů. Vlastní kritika je tedy dána chybným čtením nadpisu ze strany kritika. V oddíle jsou připomenuty podstatné informace z teoretické části (podle kterých autorů je v jakém případě doporučováno hodnotit úlohy rozdílným počtem bodů). Dále k části „způsob skórování, která je mi včetně přepočtů bodů a procent nesrozumitelná, nevím, kterou pozici autoři obhajují“ – zde autoři nic neobhajují. Přepočet bodů/procenta souvisí právě s paradoxní situací, kdy v některých testech vytvořených pedagožkou žák řeší větší % úloh, avšak vzhledem k rozdílnému bodování úloh získává (paradoxně) horší známku.

Kritika: Zpracování dat je chybné

Skutečnost, že není v textu zmíněna práce s odlehlými hodnotami, neznamená chybu. Doplníme, že „neparametrické postupy (například použitý Spearmanův korelační koeficient) typicky převádějí původní kvantitativní hodnoty proměnných na pořadí („rank“), a tím se od vlivu odlehlých hodnot oprošťují“ (Dušek et al., 2019). Stejně problematice se věnují také další autoři (např. Caruso & Cliff, 1997).

Caruso, J. C., & Cliff, N. (1997). Empirical size, coverage, and power of confidence intervals for Spearman's Rho. *Educational and Psychological Measurement*, 57(4), 637–654.

Dušek, L., Pavlík, T., Jarkovský, J., & Koptíková, J. (2019). Analýza dat v neurologii LXXIV. – Neparаметrický Spearmanův koeficient korelace. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 82(2), 236–239.

Kritika: Zpracování dat je chybné – obrázek č. 1

S kritikem je možné souhlasit ve výtce týkající se způsobu vizualizace (nepoměr osy x a y u bodového grafu), což ovšem neznačí explicitní chybu. Ano, jsme si vědomi toho, že procenta jsou pouze do 100 a v grafu osa pokračuje chybně do 110. Tato skutečnost byla dána snahou autorů o lepší vizualizaci dat (maximum tak není „nalepené“ na horní části grafu). Jsme přesvědčeni, že čtenář si je schopný s tímto poradit (umí s grafem naložit).

Kritika: Mechanismus výpočtu sumárního skóre k porovnání obou skupin testů

K této části se autoři doznávají přímo v textu článku, netřeba tedy opětovně reagovat. Hodnota korelačního koeficientu a jeho sledovaný význam jsou v textu také zmíněny.

Kritika – velikost vzorku

Autoři sami v textu udávají: „Dalším limitem této studie je malý výzkumný vzorek (1 pedagog, 5 teacher made testů a didaktických testů, 27 dětí jedné 4. třídy ZŠ) a jeho dostupný výběr znemožňující generalizaci výsledků.“

Autoři se nesnaží o to, aby článek suploval nebo plně naplňoval paradigma vědy (o kterém si kritik obrázek udělal), a proto přímo v textu píše: „Design celého výzkumného směřování (dostupný výběr, jedna třída, nízký počet žáků, pět teacher made testů) neumožňuje generalizaci výsledků (externí validita) a existuje řada intervenujících proměnných potenciálně zkreslujících jednoznačnou interpretaci výsledků (interní validita), včetně uvažování nad vyhotovenými pěti didaktickými testy badateli jako potenciálního vztahového kritéria kvality vůči teacher made testům pedagožky. Záměrem této práce je vzbudit pozornost odborné (akademiků, praktikujících učitelů) i laické (municipalita, rodiče) veřejnosti k této problematice, jelikož se podle našeho mínění jedná o zcela zásadní téma, a zároveň nabídnout badatelům na tomto poli potenciální způsob při realizaci podobné studie.“

Úvahy mi připadají mimořádně technistní, ale jsou formulovány bez tvaru, se kterým by šlo polemizovat.

Bohužel, na takto obecně posuzované konstatování nemůžeme reagovat.

Takováto velikost vzorku neumožňuje kvantitativní přístup ani zobecnění, jaké je stavěno ve vzletných formulacích výzkumných problémů, předpokladů a hypotéz, které jsou svou povahou „útočné“ 21:5–8 „teacher made testy neodpovídají současnému paradigmatu. . .“.

Nikde autoři nehovoří o generalizaci výsledků, jelikož v souvislosti s výběrem vzorku nešlo o náhodný výběr; dále – proč „útočné“? Formulovali jsme předpoklad, to je celé.

Závěrem

Řadu komentářů od kritika shledáváme za ryze subjektivní. Chápeme i vyjádření autora kritiky „Předem se autorům omlouvám, pokud některá námitka nebude věcně správná, srozumitelně vyargumentována či by byla pouhým přehlédnutím – každý máme své limity.“ Osobně však zastáváme stanovisko, že má-li se jednat o věcnou kritiku či diskuzi, měla by být kritika objektivní, ideálně opřena o zdroje. Text má jistě objektivní nedostatky (není rozebrána EFA, reliabilita testů pedagožky aj.), avšak řadu dalších nedostatků ve studii explicitně pojmenováváme a přiznáváme.

Scientia in educatione

*Vědecký recenzovaný časopis pro oborové didaktiky
přirodovědných předmětů a matematiky
Scientific Journal for Science and Mathematics Educational Research*

Vydává nakladatelství Karolinum – <http://www.scied.cz>

Vedoucí redaktorka (Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova)

prof. RNDr. Naďa Vondrová, Ph.D.

Redakce (Univerzita Karlova)

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

RNDr. Martina Kekule, Ph.D.

prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

RNDr. Lenka Pavlasová, Ph.D.

Mezinárodní redakční rada

Dr. John Carroll (Nottingham Trent University, Great Britain)

assoc. prof. Robert Harry Evans (University of Copenhagen, Denmark)

RNDr. Eva Hejnová, Ph.D. (Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem)

doc. PhDr. Alena Hošpesová, Ph.D. (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích)

Dr. Paola Iannone (University of East Anglia, Norwich, Great Britain)

prof. Dr. Rainer Kaenders (Rheinische Friedrich-Wilhelms-Uni. Bonn, Germany)

RNDr. Alena Kopáčková, Ph.D. (Technická univerzita v Liberci)

PhDr. Magdalena Krátká, Ph.D. (Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem)

PaedDr. Svatava Kubicová, CSc. (Ostravská univerzita v Ostravě)

prof. RNDr. Ladislav Kvasz, DSc. (Univerzita Karlova)

prof. Dr. Martin Lindner (Martin Luther University Halle-Wittenberg, Germany)

dr. hab. Małgorzata Nodzyńska (Uniwersytet Pedagogiczny, Krakow, Poland)

prof. Dr. Gorazd Planinšič, Ph.D. (Univerza v Ljubljani, Slovinsko)

doc. RNDr. Jarmila Robová, CSc. (Univerzita Karlova)

prof. Bernard Sarrazy (Université Bordeaux, France)

dr. hab. prof. UR Ewa Swoboda (Uniwersytet Rzeszowski, Poland)

doc. Dr. Andrej Šorgo (University in Maribor, Slovenia)

doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D. (Univerzita Karlova)

Adresa redakce

Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1

e-mail: scied@pedf.cuni.cz

Pokyny pro autory jsou uvedeny na

<http://ojs.pedf.cuni.cz/index.php/scied/about/submissions#authorGuidelines>.

Sazbu v systému L^AT_EX zpracoval Ing. Miloš Brejcha, Vydavatelský servis, Plzeň.

Logo navrhl Ivan Špírk.

Redaktorka a jazyková korektorka Mgr. Zdeňka Janušová