

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 Kuschmierz, 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 nejkompaktněji 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., Konemann, 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/>