

DEVELOPMENT OF NONVERBAL CREATIVITY IN THE AREA OF SPATIAL IMAGINATION IN HIGH SCHOOL STUDENTS

Tomáš SOSNA*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta,
Česká republika

Bedřich VESELÝ, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta,
Česká republika

Michal ŠERÝ, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta,
Česká republika

Pavel KRÍŽ, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Česká republika

Přijato: 22. 5. 2026 / Akceptováno: 30. 7. 2026

Typ článku: Teoretická studie

DOI: 10.5507/jtie.2026.008

Abstract: This paper addresses the issue of developing nonverbal creativity in the area of spatial imagination among secondary school students in the context of technical education. The aim of the study is to verify the effectiveness of a teaching intervention based on solving divergent tasks focused on working with inclined and non-planar surfaces within the framework of technical drawing. The research was conducted as a quasi-experimental study using a pretest-posttest design on a sample of 200 secondary technical school students. The results show a statistically significant improvement in specific creativity in the area of spatial imagination and a concurrent reduction in the manifestation of functional fixation among students in the experimental group, while the intervention's effect on the level of non-specific creativity was not demonstrated. The findings point to the effectiveness of divergent tasks as a didactic tool for developing technical creativity, with their effect manifesting primarily at the domain-specific level.

Key words: specific and non-specific creativity, spatial imagination, divergent tasks, high school

*Autor pro korespondenci: tsosna@pf.jcu.cz

ROZVOJ NONVERBÁLNÍ TVOŘIVOSTI V OBLASTI PROSTOROVÉ PŘEDSTAVIVOSTI ŽÁKŮ SŠ

Abstrakt: Příspěvek se zabývá problematikou rozvoje nonverbální tvořivosti v oblasti prostorové představivosti žáků středních škol v kontextu technického vzdělávání. Cílem studie je ověřit efektivitu výukové intervence založené na řešení divergentních úloh zaměřených na práci se šikmými a nerovinnými plochami v rámci technického zobrazování. Výzkum byl realizován jako kvazi-experimentální šetření s využitím pre-test-posttest designu na vzorku 200 žáků středních technických škol. Výsledky ukazují statisticky významné zlepšení specifické tvořivosti v oblasti prostorové představivosti a současné snížení projevu funkční fixace u žáků experimentální skupiny, zatímco vliv intervence na úroveň nespecifické tvořivosti prokázán nebyl. Zjištění poukazují na efektivitu divergentních úloh jako didaktického nástroje pro rozvoj technické tvořivosti, přičemž jejich účinek se projevuje především v doménově specifické rovině.

Klíčová slova: specifická a nespecifická tvořivost, prostorová představivost, divergentní úlohy, střední škola

1 Úvod

Rozvoj tvořivosti je ve vzdělávání důležitý zejména tam, kde žáci řeší otevřené problémy a musí hledat více možných postupů (Runco & Jaeger, 2012). V technickém vzdělávání se tato schopnost propojuje s divergentním myšlením a prostorovou představivostí, která zahrnuje mentální manipulaci s objekty, jejich transformaci a orientaci v prostoru, přičemž tyto kognitivní procesy jsou považovány za klíčové pro učení a řešení problémů ve STEM oblastech (Gagnier et al., 2022; Hawes et al., 2022). V technickém zobrazování proto nabývají významu úlohy, které vedou žáky k hledání více řešení a k aktivní práci s vizuálně-prostorovými vztahy (del Cerro Velázquez & Morales Méndez, 2021).

2 Cíle

Cílem článku je představit a popsat využití divergentních úloh založených na práci se šikmými a nerovinnými plochami při výuce zaměřené na rozvoj prostorové představivosti a tvořivosti žáků středních škol a prezentovat výsledky jejich implementace do výuky. Výzkum se zaměřuje na aplikaci této výukové metodiky

v praxi, konkrétně na vybraných tématech ze základů technického zobrazování v kontextu rozvíjení prostorové představivosti a tvořivosti.

3 Tvořivost

Kreativita (tvořivost) je chápána jako kognitivní schopnost produkovat nové (originální) a současně užitečné myšlenky či řešení problémů. Tento široce akceptovaný pohled spojuje klasické definice, podle nichž tvořivost zahrnuje jak generování originálních nápadů (Torrance, 1969; Sternberg, 2002), tak jejich praktické ověření (Torrance, 1969). Guilford (1956) a Torrance (1974) zdůrazňují čtyři klíčové dimenze hodnocení – plynulost (fluency), flexibilitu, originalitu a elaboraci, které reflektují schopnost vyprodukovat velké množství nápadů, adaptovat se na různé stimuly, nabídnout nová řešení a zpracovat detaily vybraných myšlenek. Sternberg & Lubart (1996) rozšiřují tuto perspektivu o kvalitu výsledků, kdy kreativní produkt musí být nejen nový, ale i hodnotný pro daný kontext.

V kontextu vzdělávání je rozvoj kreativity považován za klíčovou součást přípravy studentů na dynamické změny trhu práce a společnosti. Studie Runco & Jaeger (2012), Sawyer (2012) či Kim (2022) dokumentují, že žáci, kteří jsou vystaveni kreativitě podporujícím aktivitám a projektům, lépe adaptují své portfolio dovedností na požadavky současného světa. Toto propojení tvořivosti s dalšími kompetencemi, jako je kritické myšlení či digitální gramotnost (van Laar et al., 2017; Novotná & Kuříková, 2020), vykazuje pozitivní vliv na dlouhodobou akademickou i profesní úspěšnost. Nejnovější pohledy pak ukazují, že tvořivost zahrnuje schopnost generovat různorodé odpovědi, propojovat kategorie myšlenek a inovativně je zpracovávat (Weiss & Wilhelm, 2021), což podtrhuje interdisciplinární a celoživotní charakter tohoto fenoménu.

3.1 Technická tvořivost

Technická tvořivost je specifický typ kreativity zaměřený na navrhování a realizaci funkčních řešení technických problémů. Byvalkevych et al. (2020) ji definují jako „schopnost měnit okolní svět prostřednictvím inovativního navrhování a realizace technických řešení“. Na rozdíl od estetické tvořivosti (zpravidla pojmově vymezené spíše jako tvorba, ne tvořivost), se klade důraz na účelnost (funkčnost), optimální využití materiálních a fyzikálních principů a na přenos výsledků do praktické aplikace.

Del Cerro Velázquez a Morales Méndez (2021) zdůrazňují, že technická tvořivost stojí na pomezí divergentního myšlení (generování velkého množství nápadů) a hlubokých technických znalostí, jež postupně vedou ke konvergentnímu výběru a realizaci nejvhodnějšího řešení. Didakticky se proto rozvíjí prostřednictvím projektově orientovaných úloh např. od konstrukčních skic a CAD modelování, přes 3D tisk až po řešení logicko-technických hlavolamů (Lee, Park & Kim, 2021; Byvalkevych et al., 2020).

Empirické výzkumy ukazují, že projektové učení, které integruje práce s fyzickými modely, digitální prototypování a interaktivní simulace, vede k výraznému zlepšení jak prostorových dovedností, tak tvůrčí produkce (Uttal et al., 2013; Hawes et al., 2022). Částková et al. (2024) rovněž identifikují, že podpora technické tvořivosti by měla zahrnovat systematické vzdělávání učitelů, zejména v pregraduální přípravě a dalším profesním rozvoji, aby pedagogové dokázali efektivně navrhovat zadání vytvářející prostor pro rozmanitost ve výsledcích, inovativní řešení a relevantní zpětnou vazbu žákům. Zároveň výzkum zdůrazňuje význam reflexivního hodnocení, které podporuje studenty v kreativním procesu a rozvoji sebevědomí.

Z pedagogicko-psychologického hlediska je klíčové vytvořit autentické kontexty učení (Piaget, 1952; Vygotsky, 1978), ve kterých studenti při řešení reálných technických výzev současně procvičují prostorové operace i divergentní generování nápadů. Maker spaces, AR/VR prostředí, CAD a 3D tiskárny se tak stávají efektivními nástroji, jež podporují přenos získaných dovedností mezi perceptuálními, motorickými a kognitivními systémy (del Cerro Velázquez & Morales Méndez, 2021; Lee, Park & Kim, 2021).

3.2 Divergentní myšlení

Divergentní a konvergentní myšlení představují dva vzájemně se doplňující kognitivní procesy, jejichž společné působení považuje Guilford (1956) za základní dimenze lidského intelektu. Divergentní myšlení („rozbíhavé“), charakterizované schopností rychle generovat širokou škálu originálních a neotřelých nápadů, je klíčové pro podporu kreativity (Guilford, 1956; Torrance, 1969) a je považováno za přirozený předstupeň inovativního řešení problémů (Cromptley, 2006; Runco & Acar, 2012). Naproti tomu konvergentní myšlení „sbírá“ tyto množiny variant a cíleně vybírá jeden optimální výstup na základě logické analýzy a aplikace osvědčených postupů (Guilford, 1956; Yoruk & Runco, 2014). Přesto konvergentní

myšlení nevede jen k výběru nejvhodnějšího řešení, ale zpravidla a častěji k výběru kombinace více dílčích, vhodných řešení. Řešení tvoří pak celý komplex řešení dílčích (Almaatouq, 2021). Ve vzdělávacím kontextu se proto doporučuje nejprve trénovat fázi rozšíření možností, aby žáci mohli „rozhýbat“ myšlenky ve všech možných směrech, a poté je vést ke kritickému hodnocení a výběru nejvhodnějších řešení (Yoruk & Runco, 2014). Empirické studie potvrzují, že tyto dva způsoby myšlení nejsou izolované. Lundsteen (1986) a Cropley (2006) ukázali, že efektivní kreativní proces vyžaduje plynulý přechod od generování variant k jejich selekci.

Divergentní myšlení se často hodnotí pomocí Torranceových testů (Torrance, 1974), které mapují schopnost fluence (množství nápadů), flexibility (rozmanitost přístupů), originality (neobvyklost řešení) a elaborace (hloubka zpracování), jež vycházejí z původního Guilfordova modelu (Torrance, 1969; Guilford, 1967; Lewis, 2008; Godart et al., 2020). Konvergentní složku naopak zkoumaly studie Clark, Veldman & Thorpe (1965), které poukázaly na její význam pro akademické výsledky u nadaných adolescentů, a práce Hommela, Colzaty & Fischera (2011), jež naznačuje, že bilingvismus může posílit tento typ myšlení, byť za možného kompromisu ve schopnosti produkovat nové myšlenky.

Osobnostní proměnné rovněž ovlivňují rovnováhu mezi oběma režimy, otevřenost k novým zkušenostem a extroverze významně korelují s divergentním myšlením (McCrae, 1992; Chamorro-Premuzic & Reichenbacher, 2008), zatímco motivace a odborné znalosti jsou klíčové pro uplatnění konvergentního přístupu (Sternberg & Lubart, 1996; Amabile, 1996). Lokša & Lokšová (1999) doplňují, že citlivost na kontext a schopnost reorganizovat stávající informace umožňují jedinci dosahovat originálních a funkčních řešení. Dacey & Lennon (2000) dále ukazují, že tolerance k nejistotě, ochota riskovat a schopnost „přeprogramovat“ stereotypní myšlení jsou charakteristikami, které podporují divergentní generování myšlenek. Společně tyto poznatky potvrzují, že pro komplexní rozvoj kreativních schopností je třeba systematicky rozvíjet jak divergentní, tak konvergentní myšlení, přičemž klíčovou roli hraje cílená pedagogická podpora obou fází procesu.

4 Prostorová představivost

Prostorová představivost zahrnuje soubor kognitivních mechanismů, které umožňují mentálně vnímat, transformovat a rekonstruovat objekty v rovině i trojrozměrném prostoru, přičemž klíčovými složkami jsou mentální rotace, prostorová

vizualizace, percepce prostorových konfigurací a prostorová orientace (Linn & Petersen, 1985; Newcombe, 2010; Uttal et al., 2013). Mentální rotace se týká představ otáčení objektů v mysli, zatímco prostorová vizualizace zahrnuje složitější skládání a rozkládání interních obrazů. Percepce prostorových konfigurací umožňuje rozpoznat vzájemné uspořádání prvků bez ohledu na perspektivu, a prostorová orientace pak určuje vlastní polohu a směr vůči prostředí. Tento vícerozměrný konstrukt je vysoce plastický a ukazuje výraznou odezvu na cílený trénink, což potvrzují meta-analýzy zaměřené na strukturované intervence i AR/VR technologie (del Cerro Velázquez & Morales Méndez, 2021; Hawes et al., 2022).

Rada studií spojuje zlepšení prostorové představivosti se zvýšeným výkonem v technických a přírodovědných oborech, např. lepší prostorová vizualizace koreluje s výsledky v matematice a fyzice (Zhu et al., 2023; Uttal et al., 2013). U žáků středních škol se tyto dovednosti projevují ve zvládání geometrických modelů, technických výkresů, schémat či 3D datových vizualizací (Suprafort, 2024). Embodied-cognition výzkum ukazuje, že fyzické pohyby, jako otáčení trupu či rukou, podporují mentální rotaci a tím zvyšují přesnost prostorových úsudků (De Sá Teixeira et al., 2024). Prostorová představivost rovněž přispívá k rozvoji kreativity a vizuální pracovní paměti, což je patrné i u předškolních dětí, kde hra s 3D stavebnicemi či VR aplikacemi významně posiluje vizuálně-prostorovou pracovní paměť (Cheng & Mix, 2020).

Vzdělávací intervence, zaměřené na jednotlivé komponenty prostorové představivosti, používají vše od fyzických modelů přes interaktivní softwarové nástroje až po plně imerzivní VR simulace, které umožňují „nahlédnout“ do trojrozměrných struktur v multisenzorickém prostředí (Burte et al., 2017; Hajder & Bjelica, 2025; Quaiser-Pohl & Lehmann, 2002). Integrované projekty v hodinách matematiky, fyziky a techniky, jež kombinují konstrukci, vizualizační cvičení a digitální rozšíření reality (AR), zajišťují vysokou přenositelnost nabytých dovedností do reálných problémů (Lowrie et al., 2017; del Cerro Velázquez & Morales Méndez, 2021). Doplněním formální výuky o mimoškolní aktivity, např. logické hry, puzzle, robotické kroužky či 3D tisk, se rozšiřuje prostor pro praktickou aplikaci a kreativitou obohacené učení, čímž se maximalizuje rozvoj prostorové představivosti napříč věkovými skupinami i disciplínami (Levine et al., 2012; Quaiser-Pohl & Lehmann, 2002).

5 Tvořivost a prostorová představivost

Společné působení prostorové představivosti a divergentního myšlení spočívá ve sdílených kognitivních procesech, které podporují tvorbu inovativních řešení. Neurokognitivní studie ukazují, že při úlohách vyžadujících mentální rotaci i divergentní generování nápadů se aktivují propojené okruhy zadních a předních mozkových oblastí, jež zajišťují jak „otočení“ mentálních obrazů, tak organizaci nově vznikajících myšlenek (Kozhevnikov, Motes & Hegarty, 2005; Thompson-Schill, Ramscar & Chrysikou, 2009). Meta-analýzy dále potvrzují vysokou plastickou odezvu prostorových schopností na cílený trénink, přičemž zlepšení se často přenáší i do širšího spektra tvůrčích výkonů (Uttal et al., 2013; Hawes et al., 2022). Intervence, které paralelně zahrnují prostorové úlohy a cvičení podporující divergentní myšlení, vykazují synergické efekty, tj. zvedají technologickou tvořivost a zároveň zvyšují obecnou schopnost generovat originální myšlenky (Silvia et al., 2008; Lee, Park & Kim, 2021).

Z psychopedagogického hlediska je klíčové navrhovat autentické, projektově orientované aktivity, jež propojují prostorové operace a inovativní řešení problémů. Školní výzkumy ukazují, že prostorová vizualizace predikuje jak flexibilitu, tak originalitu odpovědí, přičemž schopnost „doplnit“ neúplné tvary (closure flexibility) koreluje se všemi hlavními složkami kreativity (Gridos et al., 2021). Rámec PAI (action-based imagination) poukazuje na to, že aktivní manipulace s modely podporuje vznik nekonvenčních technických řešení (Stocco, 2022). Moderní technologie AR/VR a makerspace prostředí navíc umožňují simulaci multisenzorického kontaktu s trojrozměrnými objekty, což maximálně obohacuje informační toky mezi percepčními, motorickými a kognitivními systémy a přináší největší přírůstky jak v přesnosti prostorových operací, tak v množství tvořivých nápadů (del Cerro Velázquez & Morales Méndez, 2021; Lee, Park & Kim, 2021). Integrativní přístupy, inspirované Piagetovým a Vygotského konstruktivismem (Piaget, 1952; Vygotsky, 1978), tak poskytují robustní rámec pro rozvoj dovedností napříč STEM disciplínami i mimoškolními aktivitami.

6 Příklady navržených divergentních úloh

V rámci přípravy experimentální části výzkumu bylo nezbytné vytvořit, nebo adaptovat úlohy, které by splňovaly kritéria divergentního myšlení a současně korespondovaly s rozvojem prostorové představivosti žáků na úrovni středních škol. Po důkladném prostudování literatury zaměřené na technickou tvořivost a prostorovou představivost (Byvalkevych et al., 2020; del Cerro Velázquez & Morales Méndez, 2021; Uttal et al., 2013) se ukázalo, že navržené úlohy jsou často kombinací, či jen inspirací již někde publikovaných tvořivých úloh. Tyto úlohy byly upraveny pro práci s prostorovými objekty a doplněny původními úlohami, které vycházejí z požadavků základů technického zobrazování.

Všechny navržené úlohy byly koncipovány tak, aby:

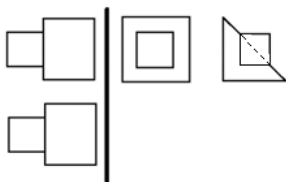
- umožňovaly více správných řešení (divergentní charakter),
- rozvíjely různé složky prostorové představivosti při užití šikmých rovin vzhledem k průmětnám a nerovinných ploch (což dělá studentům při čtení výkresů největší potíže),
- korespondovaly s učivem technického zobrazování na středních školách,
- byly realizovatelné v běžných podmínkách školní výuky.

Sada výše popsaných úloh byla použita během experimentální fáze výzkumu. Ukázky žákovských řešení dokumentují různorodost přístupů k jednotlivým zadáním a potvrzují vhodnost navržené metodiky pro rozvoj prostorové představivosti prostřednictvím divergentních úloh (Hawes et al., 2022).

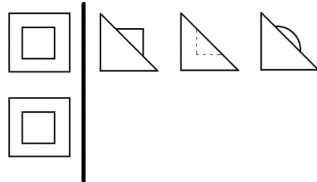
Všechny níže uvedené obrázky úloh představují výsledky práce žáků experimentální skupiny. Zadání a řešení žáků je vždy odděleno vvislou, tučnou čarou.

Sada úloh: Variace pohledu zleva

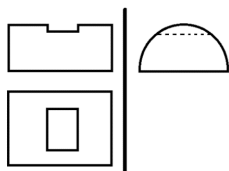
Žákům byl předložen pohled zepředu (nárys) a shora (půdorys) jednoduchého tělesa. Úkolem bylo navrhnout co nejvíce různých variant pohledu zleva (levého bokorysu), které by korespondovaly se zadanými pohledy. Příklady těchto úloh jsou na obrázcích 1–4.



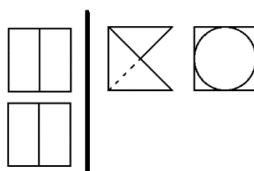
Obrázek 1 Zadání a řešení žáka



Obrázek 2 Zadání a řešení žáka



Obrázek 3 Zadání a řešení žáka



Obrázek 4 Zadání a řešení žáka

Tyto úlohy přímo navazují na klasické úlohy technického zobrazování, ale jejich divergentní charakter spočívá v požadavku na generování množství alternativních řešení (Torrance, 1974).

7 Metodologie

V rámci výzkumu byl použit kvazi-experimentální design typu pretest–interven-
ce–posttest, realizovaný na vybraných středních technických školách za účelem
zjištění dopadu navržené pedagogické intervence na rozvoj tvořivosti. Kvazi-ex-
perimentální část využívala třídy jako shlukové jednotky v uspořádání paralelních
tříd (experimentální vs. kontrolní), přičemž výběr vzorku kombinoval záměrný
výběr škol s náhodným výběrem žáků v rámci vybraných škol za účelem zvýšení
reprezentativnosti. Výzkum byl zaměřen na tři hlavní oblasti měření:

- specifickou tvořivost v oblasti prostorové představivosti (hodnoceno úlohami
prostorové představivosti v pretestu a posttestu),
- projevy funkční fixace (hodnoceno úlohami citlivými na funkční fixaci),
- nespecifickou (obecnou) tvořivost (měřeno standardizovanými testy tvoři-
vosti).

Na základě těchto hlavních oblastí byly testovány následující hypotézy:

H1: Implementace navržené experimentální výuky povede ke statisticky významnému zlepšení výsledků v testu specifické tvořivosti v oblasti zaměřené na prostorovou představivost.

H2: Navržená cvičení redukuje projev funkční fixace na pravoúhlá tělesa s konvergentním řešením při řešení úloh prostorové představivosti v experimentální skupině ve srovnání s kontrolní skupinou.

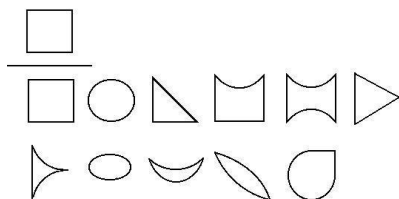
H3: Cvičení zaměřená na nonverbální prostorovou tvořivost, povedou k lepšímu výsledku v testu nespecifické (obecné) tvořivosti žáků v experimentální skupině ve srovnání s kontrolní skupinou.

7.1 Výběr vzorku

Do studie byli zařazeni žáci pěti středních průmyslových škol v Jihočeském kraji o celkovém počtu 200 žáků. Pro kvazi-experimentální část byly třídy rozděleny do experimentální a kontrolní skupiny na úrovni celé třídy. Vzorek zahrnoval různé technické školy tak, aby byl zohledněn socio-demografický rozptyl populace studovaných škol (Hendl, 2005; Honzíková, 2011).

7.2 Nástroje měření a sběr dat

Pro měření obecné (nespecifické) tvořivosti byla použita standardizovaná figurální forma Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT), lokalizovaná verze s hodnocením dimenzí fluence, flexibility, originality a elaborace dle manuálu TTCT (Torrance, 1969, 1974; Kim, 2006). Pro měření specifické (prostorové/technické) tvořivosti byly využity standardizované prostorové úlohy a tvarové testy (Pattern Assembly) a autorovy divergentní prostorové úlohy (doplnění pohledů, konstrukční návrhy apod.), příklad takové úlohy můžeme vidět na obrázku 5. Všechny instrumenty měly popsané hodnotící klíče a normy pro skórování (Honzíková, 2008; Torrance, 1969).



Obrázek 5 Příklad autorovy divergentní úlohy – doplnění možných variant pohledu shora (půdorysu)

Testování nástrojů pro sběr dat a samotný sběr probíhaly v několika fázích: pilotáž, terénní sběr a digitalizace/datová kontrola. Pilotní studie ověřila administrativní postupy, čitelnost instrukcí a časovou náročnost úloh na 50 žácích, kteří nebyli zařazeni do hlavního výzkumu. Podle výsledků pilotování byly provedeny drobné korekce procedur. Terénní sběr zahrnoval standardizovanou administraci pretestů, následnou intervenční fázi (v experimentální skupině) a opět standardizovanou administraci posttestů po ukončení zásahu. Intervence v rámci experimentální výuky probíhala v časovém horizontu 3 měsíců, a to 2 hodiny týdně na každé škole. Intervenční fáze obsahovala cvičení zaměřená na rozvoj prostorového myšlení a divergentního uvažování (moderovaný brainstorming, konstruování modelů, řízené úlohy, úlohy na promítání). Data byla po každém kole převedena do elektronické podoby a kontrolována na chyby a chybějící hodnoty. Časový rámec terénních aplikací v části projektu odpovídal období posledních dvou let (2024–2025).

7.3 Standardizace a analýza dat

Testy byly administrovány podle příslušných manuálů. Jednotné verbální instrukce, pevně stanovené časové limity a standardní pracovní prostředí. Administraci prováděli vyškolení výzkumní asistenti pod odhledem odborníka z řad psychologů. Všichni hodnotitelé byli tzv. „blind“ k vyhodnocení testů (experimentální vs. kontrolní skupina). Skórování se řídilo hodnotícími klíči a normami uvedenými v technických manuálech (TTCT, Pattern Assembly), aby byla zajištěna objektivita a reprodukovatelnost výsledků (Torrance, 1969; Hendl, 2005).

Zpracování dat zahrnovalo deskriptivní statistiky (průměry, směrodatné odchylky). K porovnání souborů výzkumu v rámci zpracování výsledků výzkumu, byl použit neparametrický Mann-Whitney U-test, který není tak náročný

na spojitost vstupních dat a normalitu jejich rozložení. Hladina významnosti byla stanovena na $\alpha = 0,05$. Analýzy byly prováděny v běžně dostupném statistickém programu R (Field, 2018; Howell, 2012).

Studie dodržovala etické zásady výzkumu s lidskými účastníky: informovaný souhlas zákonných zástupců (u nezletilých účastníků), anonymizace dat, právo účastníků odstoupit z výzkumu bez postihu a bezpečné uložení citlivých dat.

8 Výsledky

V tabulce 1 máme uvedeny popisné statistiky k datovému souboru ze všech zkoumaných parametrů a skupin.

Statistické charakteristiky	Posttest PA		Pretest TTCT		Posttest TTCT	
	Kon. sk.	Exp. sk.	Kon. sk.	Exp. sk.	Kon. sk.	Exp. sk.
Počet	80	96	80	96	80	96
Min	1	0	1	0	1	0
Max	16	27	13	13	14	12
Range	15	27	12	13	13	12
Mean	5,325	9,167	5,3	4,76	5,388	4,823
Median	4,5	8	5	4	5	4,5
SD	2,907	5,247	2,538	2,578	2,822	2,546
SE	0,325	0,5355	0,2837	0,2631	0,3155	0,2599
Skew	1,369	0,9448	0,7219	0,4195	0,7662	0,4005
Kurtosis	1,959	0,7279	0,2389	-0,4057	0,2161	-0,5877

Tabulka 1 Tabulka popisné statistiky k datovému souboru

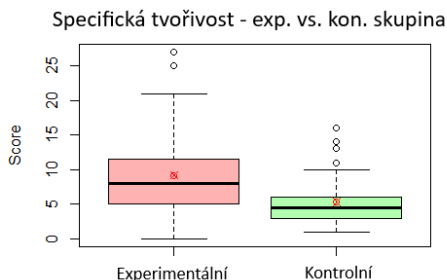
8.1 Hypotéza H1

Hypotéza H1 stanovila, že implementace navržené experimentální výuky povede ke statisticky významnému zlepšení výsledků testu specifické tvořivosti v oblasti zaměřené na prostorovou představivost.

Na grafu 1 můžeme vidět grafické znázornění celkového rozdílu ve specifické tvořivosti u experimentální a kontrolní skupiny. Graf ukazuje celkové rozdíly mezi výsledky v posttestu specifické tvořivosti, včetně chybové úsečky. Na ose x máme vynesenu experimentální a kontrolní skupinu, na ose y máme výsledky

dosaženého bodového skóre. U pretestu nedošlo k žádnému statisticky významnému rozdílu mezi kontrolní a experimentální skupinou.

Jak je z pozice boxů patrné, došlo u experimentální skupiny ve srovnání se skupinou kontrolní k výraznému navýšení skóre. Byl prokázán statisticky významný rozdíl ($W = 1964,5$, $p < 0,001$).



Graf 1 Porovnání výsledků posttestu specifické tvořivosti zkoumaného vzorku

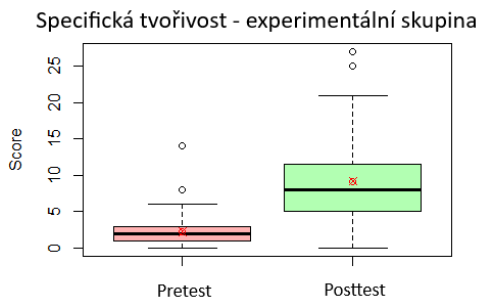
Na základě vyhodnocení statistických i grafických výsledků a porovnání posttestů u experimentální a kontrolní skupiny, můžeme konstatovat, že žáci v experimentální skupině dosáhli lepších výsledků v oblasti specifické tvořivosti než žáci v kontrolní skupině. Vzhledem k stejnému vyučujícímu a zároveň téměř stejným výsledkům pretestů i posttestů v kontrolní skupině, můžeme konstatovat, že námi navržená experimentální výuka podporuje specifickou tvořivost. Výsledky statistické analýzy vedly k přijetí hypotézy H1.

8.2 Hypotéza H2

Hypotéza H2 stanovila, že navržená cvičení redukuje projev funkční fixace na pravoúhlá tělesa s konvergentním řešením při řešení úloh prostorové představivosti v experimentální skupině ve srovnání s kontrolní skupinou.

Na grafu 2 můžeme vidět grafické znázornění celkového rozdílu v pretestu a posttestu u experimentální skupiny. Graf ukazuje celkové rozdíly mezi výsledky v pretestu a posttestu specifické tvořivosti, včetně chybové úsečky. Na ose x máme vyneseny pretest a posttest, na ose y máme výsledky dosaženého bodového skóre. U kontrolní skupiny nedošlo k žádnému statisticky významnému rozdílu, tudíž není potřeba graf znázorňovat.

Jak je z pozice boxů patrné, došlo u experimentální skupiny ve srovnání se skupinou kontrolní k výraznému navýšení skóre. Byl prokázán statisticky významný rozdíl ($W = 3,5$, $p < 0,001$).



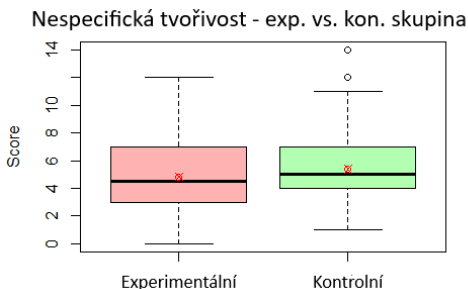
Graf 2 Porovnání výsledků pretestu a posttestu v experimentální skupině

Na základě vyhodnocení statistických i grafických výsledků a porovnání pretestů a posttestů v experimentální skupině, je patrné, že žáci po absolvování navržených cvičení dosahují lepších výsledků. Vzhledem k tomu můžeme konstatovat, že námi navržená cvičení redukuje projev funkční fixace na pravouhlá tělesa s konvergentním řešením. Výsledky statistické analýzy vedly k přijetí hypotézy H2.

8.3 Hypotéza H3

Hypotéza H3 stanovila, že cvičení zaměřená na nonverbální prostorovou tvořivost, povedou k lepšímu výsledku v testu nespecifické (obecné) tvořivosti žáků v experimentální skupině ve srovnání s kontrolní skupinou.

Na grafu 3 můžeme vidět grafické znázornění shody výsledků mezi experimentální a kontrolní skupinou. Graf ukazuje celkovou shodu mezi výsledky v posttestu nespecifické tvořivosti, včetně chybové úsečky. Na ose x máme vynesenu experimentální a kontrolní skupinu, na ose y máme výsledky dosaženého bodového skóre. Jak je z pozice boxů patrné, nedošlo u posttestu, ve srovnání experimentální a kontrolní skupiny, k výraznému navýšení skóre. Nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ($W = 4250,5$, $p > 0,05$).



Graf 3 Porovnání výsledků posttestu nespecifické tvořivosti zkoumaného vzorku

Na základě vyhodnocení statistických i grafických výsledků a porovnání posttestů u experimentální a kontrolní skupiny, můžeme konstatovat, že u výsledků žáků v experimentální skupině nedošlo k lepším výsledkům v oblasti nespecifické tvořivosti. Vzhledem k naprosto stejné výuce v obou skupinách, vedené stejným vyučujícím a zároveň téměř stejným výsledkům pretestu i posttestu v kontrolní skupině, můžeme konstatovat, že námi navržená cvičení nezvyšují úroveň nespecifické tvořivosti. Výsledky statistické analýzy vedly k odmítnutí hypotézy H3.

9 Diskuze

Získané výsledky ukazují, že výuková intervence založená na divergentních úlohách v oblasti technického zobrazování s šikmými a nerovinnými tvary naplnila očekávaný přínos. Tato výuková intervence vedla především k rozvoji specifické tvořivosti v oblasti prostorové představivosti a současně k omezení projevu funkční fixace vázané pouze na pravoúhlé útvary. Potvrzení hypotéz H1 a H2 je v souladu s charakterem intervence, která byla cíleně zaměřena na práci s prostorovými tělesy, alternativními konstrukčními řešeními a mentální manipulací s objekty. Tento výsledek odpovídá širším empirickým zjištěním, podle nichž jsou prostorové schopnosti významně „trénovatelné“ a jejich rozvoj se přenáší zejména do obsahově příbuzných oblastí (Uttal et al., 2013; Hawes et al., 2022).

Z pedagogického hlediska lze tento efekt interpretovat jako důsledek systematického zařazování otevřených úloh, které vyžadují generování více řešení a vedou žáky k překonávání stereotypních postupů. Tento závěr podporují i výzkumy v oblasti kreativního a designového vzdělávání, které ukazují, že podobné typy

aktivit posilují především divergentní myšlení, tedy schopnost produkovat více různorodých řešení (Xia et al., 2021). Současně bylo prokázáno, že efekt těchto intervencí je silnější tehdy, pokud jsou pevně ukotveny v konkrétní oblasti (Sun et al., 2020). V tomto ohledu je možné interpretovat pozitivní výsledky experimentální skupiny jako důsledek propojení prostorového tréninku s obsahem technického zobrazování.

Naopak nebyla potvrzena hypotéza H3, tedy předpoklad zlepšení nespecifické (obecné) tvořivosti. Tento výsledek naznačuje, že dosažený efekt intervence měl převážně oborově specifický charakter. Podobné závěry uvádějí i další studie zaměřené na kreativní trénink, podle nichž jsou pozitivní efekty často omezeny na úlohy blízké trénovanému obsahu a nelze je automaticky zobecňovat na celkovou kreativitu (Sio & Lortie-Forgues, 2024). Tyto práce zároveň upozorňují na metodologickou variabilitu výzkumů a na možnost nadhodnocení efektů kreativity v některých studiích. Výsledky této práce tak odpovídají současnému poznání, že přenos mezi specifickou a obecnou tvořivostí není samozřejmý.

Významnou roli zde hraje také vztah mezi prostorovou představivostí a tvořivostí v technických a geometrických úlohách. Výzkumy ukazují, že vyšší úroveň prostorových schopností souvisí s vyšší mírou kreativity při řešení geometrických problémů (Guzel & Sener, 2009). Tento vztah podporuje interpretaci výsledků studie, podle níž cílený rozvoj prostorové představivosti vede k posílení technické tvořivosti, nikoli však nutně obecné kreativity.

Z metodologického hlediska je třeba zmínit, že studie byla realizována jako kvazi-experiment, což sice umožňuje sledovat změny v reálném prostředí školní výuky, avšak zároveň omezuje možnost plné kontroly všech proměnných. Na druhou stranu využití standardizovaných nástrojů a relativně rozsáhlý výzkumný soubor zvyšují validitu zjištění. Celkově lze proto konstatovat, že výsledky studie podporují zařazování divergentních úloh do výuky technických předmětů, zejména tam, kde je cílem rozvoj prostorového myšlení, flexibility a schopnosti generovat alternativní řešení.

10 Závěr

Cílem studie bylo ověřit účinnost výukové intervence založené na divergentních úlohách při rozvoji nonverbální tvořivosti v oblasti prostorové představivosti žáků středních škol. Výsledky kvazi-experimentálního šetření prokázaly, že intervence vedla ke statisticky významnému zlepšení specifické tvořivosti a současně

k omezení funkční fixace, zatímco vliv na nespécifickou tvořivost potvrzen nebyl. Intervence tak představuje efektivní nástroj pro rozvoj technické tvořivosti, avšak její dopad je třeba chápat především jako doménově specifický.

Z didaktického hlediska lze doporučit systematické zařazování otevřených, variabilních a prostorově orientovaných úloh do výuky technického zobrazování. Tyto úlohy podporují nejen správnost řešení, ale i flexibilitu, originalitu a schopnost pracovat s alternativami. Pro další výzkum se nabízí ověřit dlouhodobý efekt intervence, její aplikaci i v jiných vzdělávacích oblastech a podmínky, za nichž může docházet k přenosu do obecné tvořivosti.

Prohlášení o generativní AI a technologiích asistovaných AI. Pro počáteční rešerši byl využit nástroj ChatGPT; abstrakt byl přeložen pomocí nástroje DeepL a překlad byl následně zkontrolován autorem článku.

11 Literatura

- Almaatouq, A., Alsobay, M., Yin, M., & Watts, D. J. (2021). *Task complexity moderates group synergy*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 118(36), e2101062118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2101062118>
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in Context: Update to the Social Psychology of Creativity*. Boulder, CO: Westview Press.
- Beaty, R. E., Cortes, R. A., Merseal, H. M., Hardiman, M. M., Green, A. E. (2023). Brain networks supporting scientific creative thinking. *Psychol. Aesthet. Creat. Arts*. doi: 10.1037/aca0000603
- Burte, H., Gardony, A. L., Taylor, H., Bruny, T. T., & Taylor, H. A. (2017). Hands-on spatial thinking: Effects of physical materials on geometry learning. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 23(1), 35–48.
- Byvalkevych, L., Moroz, O., & Petrenko, Y. (2020). Developing technical creativity in future engineering educators. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 12(1), 162–175.
- Clark, C. M., Veldman, D. J., Thorpe, J. S. (1965). Convergent and divergent thinking abilities of talented adolescents. *Journal of Educational Psychology*, 56(3), 157–163.
- Cropley, A. (2006). In Praise of Convergent Thinking. *Creativity Research Journal*. 2006-07-01, s. 391–404. doi: 10.1207/s15326934crj1803_13
- Částková, P., Stolinská, D. P., Kavková, V., & Dostál, J. (2024). Technická tvořivost na 1. stupni základní školy jako nadstandard. *Pedagogická orientace*, 34(1-2), 158-185.
- Dacey, J. S., Lennon, K. H. (2000). *Kreativita*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-903-9
- del Cerro Velázquez, F., & Morales Méndez, G. (2021). Systematic review of the development of spatial intelligence through augmented reality in STEM knowledge areas. *Mathematics*, 9(23), 3067. <https://doi.org/10.3390/math9233067>
- De Sá Teixeira, N. A., Freitas, R. R., Silva, S., Taliscas, T., Mateus, P., Gomes, A., Lima, J. (2024). Representational horizon and visual space orientation: An investigation into the role of visual contextual cues on spatial mislocalisations. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 86(4), 1222–1236.

- Ebersole, P., Hess, P. A. (1998). Toward healthy aging: Human needs and nursing response.
- Eckhoff, A. (2011). Creativity in the Early Childhood Classroom: Perspectives of Preservice Teachers. *Journal of Early Childhood Teacher Education*.
- Field, A. P. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). Sage.
- Gagnier, K. M., et al. (2022). Spatial thinking in STEM education: A review of the role of spatial skills in learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*.
- Ghosh, S. (2003). Triggering creativity in science and engineering: reflection as a catalyst. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, vol. 38, 255–275.
- Godart, F., Seong, S., Phillips, J.D. (2020). The Sociology of Creativity: Elements, Structures, and Audiences. *Annu. Rev. Sociol.* 46, 489–510.
- Guilford, J. P. (1956). The structure of intellect. *Psychol. Bull.* 53, 267–293. doi: 10.1037/h0040755
- Guzel, N., & Sener, E. (2009). High school students' spatial ability and creativity in geometry. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1763–1766. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.312>
- Hajder, D., Bjelica, B., Bubanj, S., Aksović, N., Marković, M., Arsenijević, R., Sava, M. A. (2025). A Systematic Review and Meta-Analysis of Virtual and Traditional Physical Activity Programs: Effects on Physical, Health, and Cognitive Outcomes. In *Healthcare* (Vol. 13, No. 7, p. 711). MDPI.
- Hawes, Z., Gilligan, L., Mix, K. S., Thomas, M. (2022). Transfer of spatial training to mathematics: A meta-analysis of intervention studies. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s41235-022-00362-0>
- Hendl, J. (2005). *Metody pedagogického výzkumu: Základy kvantitativního výzkumu* (2., aktualizované vydání). Grada.
- Hlavsa, J. (1985). *Psychologické metody výchovy k tvořivosti*. Praha: SPN.
- Hommel, B., Colzato, L. S., Fischer, R. (2011). Bilingualism and creativity: Benefits in convergent thinking come with losses in divergent thinking. *Frontiers in Psychology*, 2, 273.
- Honzíková, J. (2008). Testování nonverbální tvořivosti. *Trendy ve vzdělávání*, 2008(1), 89–91.
- Honzíková, J. (2011). Transverzální výzkum tvořivých schopností na základní škole: Subjektivní předpoklady a objektivní podmínky rozvoje dětské tvořivosti. *Arnica*, 1(1), 15–24.
- Howell, D. C. (2012). *Statistical Methods for Psychology* (8th ed.). Cengage.
- Chamorro-Premuzic, T., Reichenbacher, L. (2008). Effects of personality and threat of evaluation on divergent and convergent thinking. *Journal of Research in Personality*, 42(4), 1095–1101.
- Cheng, Y.-L., & Mix, K. S. (2020). Spatial training improves early math skills. *Child Development*, 91(2), e44–e59.
- Jackson, N., Shaw, M. (2020). *Creativity and Education: A Pedagogical Perspective*. Springer.
- Kim, K. H. (2006). The Creativity Crisis: The Decrease in Creative Thinking Scores on the Torrance Tests of Creative Thinking. *Creativity Research Journal*, 18(4), 319–321.
- Kozhevnikov, M., Motes, M., & Hegarty, M. (2005). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Processing*, 6(3), 100–112. <https://doi.org/10.1007/s10339-005-0011-x>
- Kučerová, H., Švecová, H. (2020). Kreativita a podnikavost ve vzdělávání z pohledu kariérového poradenství. *Pedagogika*, 70(4), 345–360.
- Levine, S. C., Ratliff, K. R., Huttenlocher, J., Cannon, J. (2012). Early puzzle play: Spatial transformation skill and the relation to mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 113(2), 178–196. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.04.005>
- Lewis, T. (2008). Creativity in technology education: providing children with glimpses of their inventive potential. *International Journal of Technology and Design Education*.

- Linn, M. C., Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479–1498. <https://doi.org/10.2307/1130467>
- Lokšová, I., Lokša, J. (1999). *Pozornost, motivácia, relaxácia a kreativita detí v škole*. Praha: Portal. ISBN 80-7178-205-X.
- Lowrie, T., Logan, T., Diezmann, C., Bragg, L. (2017). The impact of spatial reasoning tools on early mathematics learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15 (Suppl 1), 41–58. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9770-0>
- Lundsteen, S., W. (1986). *Critical Thinking in Problem Solving: A Perspective for the Language Arts Teacher*.
- McCrae, R. R. (1992). Creativity, divergent thinking, and openness to experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(6), 1258–1265.
- Newcombe, N. S. (2010). Picture this: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American Educator*, 34(2), 29–35.
- Novotná, M., Kuřiková, M. (2020). Modely kreativity a jejich význam ve vzdělávání. *Acta Universitatis Carolinae. Educationis Researches*, 26(1), 5–22.
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.
- Quaiser-Pohl, C., Lehmann, W. (2002). Development of spatial abilities with age and their impact on curriculum choice based on empirical data. In *Proceedings of the EARLI Conference*.
- Robinson, K., a kol. (1999). *All Our Futures: Creativity, Culture and Education*. NACCCE report, National Advisory Committee on Creative and Cultural Education: London. [cit. 2022-06-16].
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92–96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>
- Sawyer, R. K. (2012). *Explaining creativity: The science of human innovation*. Oxford University Press.
- Silvia, P. J., Winterstein, B. P., Willse, J. T., Barona, C. M., Cram, J. T., Hess, K. I., Martinez, J. L., & Richard, C. A. H. (2008). Assessing creativity with divergent thinking tasks: Exploring the reliability and validity of new subjective scoring methods. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2(2), 68–85. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.2.2.68>
- Sio, U. N., & Lortie-Forgues, H. (2024). The impact of creativity training on creative performance: A meta-analytic review and critical evaluation of five decades of creativity training studies. *Psychological Bulletin*, 150(5), 554–585. <https://doi.org/10.1037/bul0000432>
- Sternberg, J. (2002). *Cognitive psychology*. Portál. ISBN 80-7178-632-2.
- Sternberg, R. J. and Lubart, T. I. (1996). The concept of creativity: Prospects and Paradigms. In R. J. Sternberg (ed.) *Handbook of Creativity* (3-16). London: Cambridge University Press.
- Sun, M., Wang, M., & Wegerif, R. (2020). Effects of divergent thinking training on students' scientific creativity: The impact of individual creative potential and domain knowledge. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100682. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100682>
- Suprafort. (2024). *Prostorová představivost u dětí a jak ji rozvíjet*. Suprafort.
- Thèse, J. (2021). *The relationship between creative hobbies and visual spatial ability (Undergraduate Honor's Thesis)*. University of Central Florida.
- Thompson-Schill, S. L., Ramsar, M., & Chrysikou, E. G. (2009). Cognition without control: When a little frontal lobe goes a long way. *Current Directions in Psychological Science*, 18(5), 259–263. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01654.x>
- Torrance, E., P. (1969). *Creativity*. Dimensions Publishing Company.
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance Tests of Creative Thinking*. Scholastic Testing Service.

- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352–402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: a systematic literature review. *Comput. Hum. Behav.* 72, 577–588. doi: 10.1016/j.chb.2017.03.010
- Vidláková, I. (2008). Imaginativní schopnosti a tvořivost. *E-psychologie*, 2(4), 45–58.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Weiss, S., and Wilhelm, O. (2021). Coda: creativity in psychological research versus in linguistics-same but different? *Cognitive Semiotics* 13:20202029. doi: 10.1515/cogsem-2020-2029
- Wigert, B., Murugavel, V., and Reiter-Palmon, R. (2022). The utility of divergent and convergent thinking in the problem construction processes during creative problem-solving. *Psychol. Aesthet. Creat. Arts*. doi: 10.1037/aca0000513
- Xia, T., Kang, M., Chen, M., Ouyang, J., & Hu, F. (2021). Design training and creativity: Students develop stronger divergent but not convergent thinking. *Frontiers in Psychology*, 12, 695002. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.695002>
- Yoruk, S., Runco, M. A. (2014). The Neuroscience of Divergent Thinking. *Activitas Nervosa Superior*, 56(1/2), 1-16.
- Zhu, C., Leung, C. O.-Y., Lagoudaki, E., Velho, M., Segura-Caballero, N., Jolles, D., Duffy, G., Maresch, G., Pagkratidou, M., Klapwijk, R. (2023). Fostering spatial ability development in and for authentic STEM learning. *Frontiers in Education*, 8, 1138607. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1138607>