



Neuropedagogika – neurověda a pedagogika ve společném úsilí

JAN MARŠÁK, SVATAVA JANOUŠKOVÁ

Anotace: Článek shrnuje informace o v současnosti prudce se rozvíjejícím interdisciplinárním oboru poznání nazývaném neuropedagogika (někdy také edukační neurověda, pedagogická neurověda, věda o myšlení, mozku a vzdělávání, neurodidaktika apod.). V článku jsou stručně charakterizovány objekt, předmět a cíle neuropedagogiky, její základní ontologická, epistemologická a etická východiska, problematika (soubor problémů, kterými se zabývá), metodika (používané metody) a uvedeny jsou také některé mezinárodně významné výzkumné instituce, organizace či společnosti zabývající se soustavně tímto oborem poznání. Článek představuje jeden z prvních českých psaných příspěvků dotýkající se problematiky neuropedagogiky, nicméně vzhledem k omezenému publikačnímu prostoru nemůže zacházet do přílišných podrobností, a zaměřuje se proto jen na základní otázky neuropedagogických bádání. Doufáme, že článek iniciuje i v České republice zájem o tuto perspektivní oblast interdisciplinárního výzkumu.

Klíčová slova: neurověda, neuropedagogika, vzdělávání.

ÚVOD – NEUROVĚDA, PSYCHOLOGIE A PEDAGOGIKA SPOLEČNĚ

Učení lidského jedince, jako neoddělitelný a společný základ každého způsobu jeho vzdělávání, není možné bez fungování, resp. aktivity jeho nervového systému, především pak nejdůležitější části tohoto systému, *mozku*. Učení nelze oddělit od živého mozku, stejně jako nelze oddělit proces vzdělávání od vzdělávaných jedinců nebo pohyb od pohyblivého se objektu. Není tudíž nijak překvapivé, že vědecké studium nervového systému, tedy vědecké studium jeho složení, struktury a procesů v něm probíhajících (nazývané

neurověda), je dnes považováno za jeden ze stále relevantnějších prostředků odhalování zákonitostí lidského učení (Stern et al., 2005; Geake, 2009; Howard-Jones, 2010). Celkově pak v odborné literatuře převažuje názor (Goswami, 2008; Tokuhama-Espinosa, 2011; Howard-Jones, 2010; Sousa, 2010; Wolfe, 2010; Sala & Anderson, 2012; Mareschal, Tolmie, & Butterworth, 2013), že bez využívání poznatků neurovědeckého výzkumu není možno hlouběji pronikat do podstaty takových důležitých psychologických faktů spojených učením a ovlivňujících učení lidského jedince (a tím přirozeně i způsoby jeho vzdělávání), jako jsou vnímání,



paměť, pozornost, motivace, vůle, emoční a poznávací (kognitivní) procesy. Všechny tyto aspekty související s lidským učením mají vždy tím či oním způsobem „kořeny“ v různých segmentech nervového systému člověka. Poznání neurálních mechanismů např. u vnímání (paměti, pozornosti atd.) je přirozeně důležité pro jeho vysvětlení, a tím i pro popis možných příčin poruch vnímání při učení, resp. vzdělávání jedince (a tudíž i pro případnou efektivnější kompenzaci či dokonce odstranění těchto poruch).

Je však zapotřebí hned říci, že stále intenzivnější využívání poznatků neurovědy k vysvětlování psychologických a pedagogických procesů (což je také důsledkem neuvěřitelného pokroku a expanze neurovědeckého poznání a jeho metod především v minulé dekádě tohoto století – viz např. Byrnes, 2001; Kraft, Gulyás, & Poppel, 2009; Stern et al., 2005; Tokuhama-Espinosa, 2011; Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 2009; Bear, Connors, & Paradiso, 2007; Weiten, 2010) neznamená, že se psychologie či pedagogika omezují na neurovědu. V literatuře se totiž někdy vyskytují názory (Bruer, 1997; Uttal, 2003 aj.), že snaha vysvětlovat chování jedinců či edukačních systémů, jichž jsou tito jedinci součástí, z neurální úrovně znamená **redukovat** psychologii, resp. pedagogiku na neurovědu, což považují uvedení autoři nepřipustné. My se však domníváme, že to je poněkud zavádějící a v zásadě nesprávné stanovisko. Využívání poznatků z jednoho oboru (oborů) poznání ve druhém k vysvětlení zákonitostí chování komplexnějších („výšeúrovňových“)

systémů, jimiž se zabývá zmíněný druhý obor, neznamená ještě redukci tohoto oboru na první. Za prvé: systémy, jimiž se tento druhý obor zabývá, nepřestávají totiž posledně zmíněným vysvětlením (jako reálné objekty) existovat. Za druhé: k tomu, abychom mohli **testovat** správnost vysvětlení chování komplexnějšího systému (např. chování lidského jedince – psychosystému), musíme nezbytně studovat tento systém jako celek na jeho vlastní úrovni. Jinak bychom totiž neměli žádnou možnost **ověřit**, že vysvětlení chování takového systému, vycházející z popisu složení, struktury a interakcí jeho složek, je správné. Navíc, oproti běžně rozšířenému názoru, ne všechny epistemologické redukce postupují pokaždé jen od výšeúrovňových systémů k nížeúrovňovým (Bunge, 2010, 2012). Důvod pro to je, že každý materiální objekt (s výjimkou vesmíru jako celku) je vždy „vnořen“ do nějakého výšeúrovňového systému, s nímž interaguje. Takže např. chování dítěte je nutno vysvětlovat nejen z úrovně nervového systému dítěte, ale např. i z hlediska sociálně-ekonomického statusu jeho rodiny, charakteru jeho školního prostředí apod.

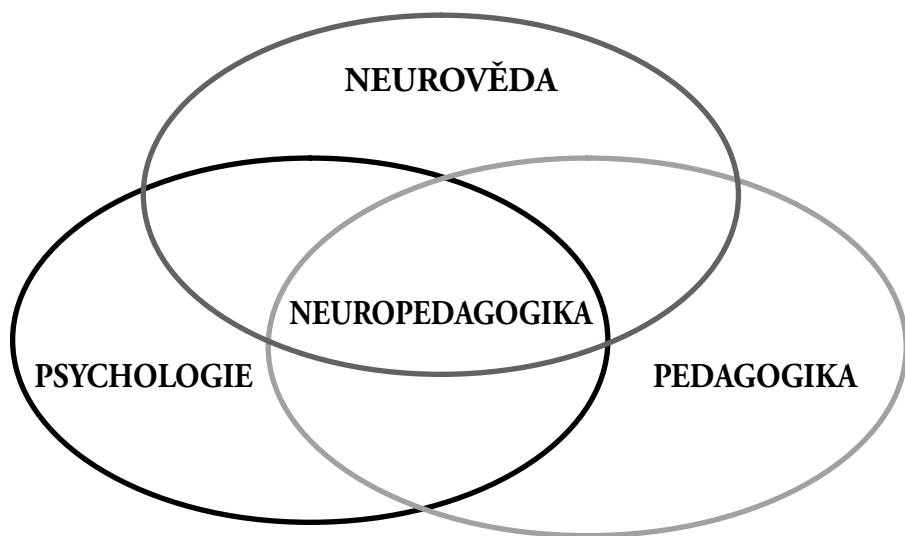
Psychologie a pedagogika se tak v žádném případě neredukují na neurovědu. Neurověda ale hraje důležitou a nepostradatelnou roli při vysvětlování chování entit, jež oba dříve zmíněné obory studují. A to tím, že zkoumá či objevuje neurální mechanismy, konkrétně pak mechanismy v jistých segmentech mozku, které stojí za chováním uvedených entit. Otevírá se tak prostor, a dnes mnohem větší než kdy jindy, nejen pro spolupráci neuro-



vědy, psychologie a pedagogiky, ale přímo pro vznik nového **interdisciplinárního** oboru poznání. V něm se poznatky z uvedených disciplín vzájemně propojují (schematické vyjádření této skutečnosti přináší obrázek 1), a vznikají tak nové výzkumné cíle, problémy, metody a metodologie, které jsou důsledkem interakce „prekursorů“, z nichž nový interdisciplinární obor vyrůstá. Kdybychom chtěli věc lépe přiblížit, lze k objasnění rozdílu mezi pouhou spoluprací různých oborů poznání a vznikem interdisciplíny z nich, použít analogii s rozdílem mezi pouhým smísením látek a jejich sloučením: zatímco ve směsi látek se tyto látky chemicky nemění (i když mohou částečně vzájemně interagovat), při jejich sloučení vzniká nová látka, jejíž chemické vlastnosti se liší od vlastností prekursorů (východících látek). Byť je uvedena analogie samozřejmě

nedokonalá, může snad názorněji osvětlit v oblasti poznání rozdíl mezi interdisciplínou vzniklou z jednotlivých oborů poznání a jejich pouhou spoluprací.

Posledně zmiňovaná interdisciplína, integrující neurovědecké, psychologické a pedagogické poznání, se dnes obvykle nazývá *neuropedagogika* (Posner & Rothbart, 2007). Pravda, úplnější a přesnější název by byl zřejmě *neuropsychopedagogika* (viz např. Suaréz, 2006), který by lépe vyjadřoval skutečnost, že uvedený interdisciplinární obor zahrnuje i psychologické poznání (viz též Bruer, 1997), v první řadě pak poznání z oblasti kognitivní (neuro)psychologie, resp. kognitivně afektivní (neuro)psychologie. (Posledně uvedený název má pak jen reflektovat a zdůraznit fakt, že kognitivní procesy jsou u jedince silně propojeny s procesy afektivními – emočními). Což je ovšem dále dáno





skutečností, že v mozku jsou oblasti zakládající kognitivní aktivity úzce propojeny prostřednictvím tzv. neurálních okruhů s oblastmi, v nichž se vytvářejí procesy afektivní (Bunge, 2012). Ale kvůli jednoduchosti vyjadřování i vzhledem k tomu, že v literatuře se pro tuto interdisciplínu užívá převážně kratší termín *neuropedagogika*, zůstáváme zde u něho. Poznamenejme ale jen ještě pro úplnost, že k důležitým objevům v minulých dvou desetiletích v biologii patří také to, že nervový systém je velmi úzce propojen se systémem endokrinním a imunitním a ty jsou dále silně ovlivňovány sociálním prostředím (Bunge, 2012). V současnosti se tak postupně formuje široký výzkumný interdisciplinární projekt nazývaný pracovně neuroendokrinoimunopsychosociologie (Bunge, 2012) nebo krátce *neurosociologie* (Franks & Turner, 2013) integrující přírodní a sociální vědy, včetně pedagogiky.

Pro *neuropedagogiku* lze v literatuře nalézt také názvy *edukační neurověda* (CERI-OECD, 2007; Geake, 2009; Howard-Jones, 2010; Sala & Anderson, 2012; Patten & Campbell, 2011; Mareschal et al., 2013) či *pedagogická neurověda* (Fawcett & Nicolson, 2007) nebo *věda o myšlení, mozku a vzdělávání* (Tokuhamu-Espinosa, 2011; Sousa, 2010) a některé názvy další. Protože my se zde nechceme pouštět do terminologických otázek a nuancí vztahujících se k názvu výše zmiňovaného interdisciplinárního oboru (o tom blíže viz např. Patten & Campbell, 2011; Tokuhamu-Espinosa, 2011), zůstaneme zde z pragmatických důvodů u názvu *neuro-*

pedagogika, i když jsme si vědomi možného používání i dalších termínů, především pak termínu *edukační neurověda*.

OBJEKT, PŘEDMĚT A CÍLE NEUROPEDAGOGIKY – ZÁJMY A SMĚŘOVÁNÍ

Objektem (neboli referenční třídou) zkoumání v daném oboru poznání se ve filozofii a konkrétně metodologii vědy rozumí třída objektů (které mohou být materiální nebo konceptuální), o nichž daný obor pojednává, resp. které studuje (Bunge, 2003, 2010, 2012). Pokud jde o interdisciplínu, pak jejím objektem zkoumání je přirozeně průnik tříd objektů, o kterých pojednávají obory, jež jsou prekursory interdisciplíny. V případě neuropedagogiky lze tudíž za její objekt zkoumání považovat nervové systémy lidí, lidi jako jedince (psychosystémy) a sociální systémy, v nichž probíhá vzdělávání lidí neboli pedagogické, resp. edukační systémy. Hned je ale zapotřebí zdůraznit, že neuropedagogika tyto druhy systémů nechce studovat jednotlivě (tím se zabývají obory, jež jsou prekursory neuropedagogiky), ale hledá, objevuje, popisuje či vysvětluje vzájemné souvislosti aspektů uvedených systémů a jejich interakce. Poznatky současné neurovědy o struktuře mozku, strukturách jeho různých subsystémů a jejich aktivitách, získávané nyní v první řadě moderními metodami zobrazování mozku (např. Bremner, 2005; Cabeza & Kingstone, 2006; Raichle, 2006; Stern et al., 2005; Kraft et al.,



2009; Bright, 2012), se neuropedagogika snaží např. využít jednak k vysvětlení určitých způsobů chování či dalších projevů jedinců (psychologická úroveň) a jednak k případnému ovlivňování těchto aspektů navrhováním různých vhodných metod učení či vzdělávání jedinců (pedagogická úroveň). Neuropedagogika tak nastoluje nové a nelehké výzkumné problémy, protože posledně uváděné otázky jednotlivé obory poznání, z nichž neuropedagogika vyrůstá, přímo neřeší, v zásadě řešit nemusí a vlastně ani nemohou.

Předmětem zkoumání v určitém oboru poznání je pak jistý aspekt či aspekty příslušného objektu zkoumání, o němž obor pojednává. Takže při dané třídě objektů, kterou obor poznání studuje, může existovat více předmětů zkoumání. Neuropedagogika při výše zmiňované třídě objektů, na kterou se zaměřuje, může objekty zkoumat z různých úhlů pohledu. Může zkoumat jejich různé vlastnosti, procesy v nich probíhající, jejich rozličné interakce, zákonitosti apod.

Cíle neuropedagogiky můžeme rozčlenit na cíle *poznávací* a cíle *praktické*.¹ Hlavním poznávacím cílem neuropedagogiky je porozumění souvislostem mezi vlastnostmi, procesy či zákonitostmi existujícími na úrovni neurálních systémů (či na úrovni složek těchto systémů) a vlastnostmi, procesy či zákonitostmi na úrovni učících se jedinců nebo sociálních skupin, ve kterých probíhá edukace. Přestože tento cíl není nijak nový (James, 1890; Thorndike, 1926), na cestě

k němu to má dnešní neuropedagogika, díky již zmiňovanému bouřlivému rozvoji současné neurovědy způsobenému nyní hlavně dosud nevídaným pokrokem v zobrazování mozku, snadnější než kdy jindy (Sashank, McCandliss, & Schwartz, 2008). K dalšímu důležitému poznávacímu cíli (souvisejícímu ovšem úzce s prvním) patří formulace teorií či teoretických modelů uvedených souvislostí a vypracování postupů a metod, které tyto modely ověřují z hlediska jejich adekvátnosti (Patten & Campbell, 2011; Howard-Jones, 2010; Sashank & Schwartz, 2008; Stern et al., 2005; Battro, Fisher, & Léna, 2008). K praktickým cílům pak přirozeně patří možnosti využití poznatků o výše zmíněných souvislostech např. pro vypracovávání metod efektivnějšího učení i vyučování, pro kompenzaci či odstraňování poruch učení nebo chování žáků, pro vytváření vhodnějších edukačních prostředí.

ONTOLOGICKÁ, EPISTEMOLOGICKÁ A ETICKÁ VÝCHODISKA NEUROPEDAGOGIKY – ČASTO NEVYSLOVENÁ, ALE DŮLEŽITÁ

Tato východiska mají pro každý obor poznání charakter určitých *ontologických*, *epistemologických* a *etických* postulátů. I když se tyto postuláty přímo nevyskytují ve vlastních teoriích příslušných vědeckých disciplín, velmi silně mohou ovlivňovat samotný vědecký výzkum, přístupy k zakládání vědeckých projektů nebo do-

¹ Toto rozdělení však v žádném případě neznamená, že uvedené dva druhy cílů spolu vzájemně nesouvisí.

konce pojetí či interpretace příslušných vědeckých teorií. (Podrobnou analýzu a hodnocení vlivu různých ontologických a epistemologických doktrín na rozličné vědní obory či segmenty vědeckého výzkumu lze nalézt v Bunge, 2012.)

Ontologické postuláty se týkají podstaty či statusu zkoumaných objektů – např. zda se jedná o objekty reálné nebo ideální či o jejich kombinace, zda jsou tyto objekty systémy či nikoli. Epistemologické postuláty se vztahují k významným rysům lidského poznávání – např. zda naše poznávání a jeho metody jsou objektivní, relevantní a validní a mohou vést, byť často jen částečně, k pravdivým poznatkům o zkoumaných objektech, jaký je vztah mezi empirií a teorií ve vědeckém poznání a jaký je jejich status a funkce v tomto poznání, jakou v něm hrají roli *indikátory* (Janoušková & Maršák, 2008a, 2008b; Bunge, 2012). A postuláty etické vymezují určité etické normy, jež je nutno dodržovat při poznávání daných objektů – např. aby jejich poznávání nevedlo k nepřijatelným morálním konsekvencím či porušení jistých hodnotových kódů přijatých v daném sociálním systému.

Pokud jde o ontologické postuláty neuropedagogiky, ty přirozeně vyrůstají z ontologických postulátů oborů, které ji formují (Howard-Jones, 2008), a neliší se nijak od těch, z nichž vycházejí všechny ostatní faktuální vědecké obory poznání (tedy obory studující materiální objekty). Jeden z ontologických postulátů neuropedagogiky můžeme proto formulovat stručně takto: objekty, které neuropedagogika zkoumá, jsou reálné (materiální,

hmotné) objekty, jež se v průběhu času zákonitě mění. (Proměnlivost objektu je znakem jeho reálnosti a univerzální mírou této proměnlivosti je energie. Neboli každý objekt, který má energii, je reálný, materiální objekt.)

Dalším ontologickým postulátem každého faktuálního vědeckého oboru poznání, neuropedagogiku z toho přirozeně nevyjímaje, je podle našeho názoru předpoklad, že vlastnosti či stavy materiálního objektu nebo procesy v něm probíhající nelze oddělit od objektu samotného. Stručně řečeno: neexistují žádné vlastnosti, stavy či procesy samy o sobě, ale jen vlastnosti či stavy objektů nebo procesy v objektech. Toto hraje zásadní roli především v přístupu k řešení filozofického problému o vztahu mozku a myšlení (otázka, jež je součástí širšího ontologického problému, nazývaného obvykle problémem vztahu myšlení a těla – „mind-body problem“). Zde nechceme a ani nemůžeme tento problém podrobně studovat (jeho detailní rozbor viz např. Bunge, 2010; 2012). Řekněme jen, že neuropedagogika jako faktuální a experimentální věda (zabývající se materiálními objekty a jejich různými aspekty a zákonitostmi) studuje např. myšlení vždy jako *funkci* mozku. Tedy jako určitou aktivitu (činnost) mozku, nikoli jako objekt interagující s mozkem či objekt oddělitelný od mozku (stejně jako např. vzdělávání není objekt, který interaguje se vzdělávacím systémem, ale pouze jeho aktivita, jeho funkce, jež je od něho neoddělitelná). Tudíž podle našeho mínění nemůže existovat žádná interakce mezi myšlením a mozkem, neboť



funkce systému nemůže s tímto systémem interagovat. Interagují pouze materiální objekty. Mozek může interagovat s jinými částmi těla (např. s endokrinním či imunitním systémem), ale nikoli s myšlením. A proto např. názor, že pro vysvětlování procesu učení jsou relevantní teorie myšlení a nikoli teorie mozku (Cubelli, 2009), můžeme jen stěží přijmout. Není totiž jasné, jak by bylo možné v reálném vědeckém výzkumu studovat jakékoli myšlenkové procesy u člověka, aniž bychom současně nestudovali samotný jeho mozek, jeho složení, strukturu či jeho různé mechanismy, resp. aktivity.

Poznamenejme ale, že z ontologického hlediska myšlení těž neinterpretujeme jako *produkt* mozku, byť se i s takovým výkladem můžeme někdy setkat. A to z toho důvodu, že produktem nějakého objektu se obecně rozumí jiný objekt (např. produktem jater je žluč), který lze od prvně jmenovaného oddělit. Funkci objektu však od objektu oddělit nelze (s výjimkou v našich představách).

Jiným důležitým ontologickým východiskem platným i pro neuropedagogiku je postulát, který říká, že všechny materiální objekty jsou buď systémy (tedy objekty mající určité složení, strukturu, funkce a okolí), nebo jsou součástí systémů. Dále, že každý systém má alespoň jednu vlastnost, kterou jeho složky nemají (mluví se o jeho tzv. *emergentních* vlastnostech – Bunge, 2010; 2012). A tento postulát je, podle našeho mínění, také ve vědeckém výzkumu dnes a denně potvrzován. Například i mozek je systém o daném složení, struktuře, funkcích, má jisté okolí

a má vlastnosti, které jeho složky nemají (mozek vykazuje např. určité kognitivní funkce, zatímco jednotlivé neurony nikoli). Tato tzv. *systemická ontologie* (soustavně potvrzovaná ve vědeckém výzkumu také experimentálně) řeší i mnohá dilemata či kontroverze, které se právě v neurovědě tak často objevují. Jedná se např. o kontroverzi mezi tzv. *lokalizacionismem* neboli *atomismem* (zastávajícím hledisko, stručně a poněkud zjednodušeně řečeno, že každá jednotlivá mozková funkce je vždy lokalizována ve specifické oblasti mozku) a *holismem* neboli *globalismem* (tvrdícím, že mozkové funkce jsou vždy globálně distribuovány po celém mozku). A právě systemická ontologie dovoluje tuto letitou kontroverzi mezi lokalizacionisty a holisty usmířit a překonat: např. v mozku jako systému existuje v jisté míře *funkční lokalizace* (každý subsystém mozku vykazuje určitou specifickou funkci), ale současně dochází i k *interakci* a *koordinaci* jeho různých subsystémů a v důsledku toho také k *funkční integraci*, kdy v mozku vznikají *neurální okruhy* (neural networks), vykonávající např. velmi komplexní kognitivní, resp. kognitivně afektivní funkce (Bressler, 2003; Bear et al., 2007; Seung, 2012).

Epistemologické postuláty neuropedagogiky jako faktualního oboru poznání velmi úzce souvisejí s ontologickými postuláty. Například systemická ontologie podporuje realistickou epistemologii (metodologii) v tom smyslu, že nás nabádá přistupovat ke studiu materiálních objektů vždy pokud možno jako k systémům a vždy se snažit hledat souvislosti



mezi jednotlivými obory poznání či překračovat nebo odstraňovat zbytečné bariéry mezi nimi. Interdisciplíny podobné neuropedagogice jsou výsledkem těchto snah a ukazují i na to, jak je neúčelné, ba škodlivé vytvářet např. bariéry mezi tzv. přírodními a sociálními vědami: i když je snad vhodné tyto vědy odlišovat, je neúčelné je separovat. Pravda, mezi přírodními a sociálními vědami existují určité bariéry i proto, že se v těchto disciplínách používají různé pojmové prostředky (různé „jazyky“) i metody a že si zřejmě i proto vědci z těchto disciplín nerozumějí. Což není z jedné strany zase tak nepochopitelné, protože v těchto disciplínách se studují systémy rozdílných úrovní reality, a proto se v nich užívají i různé pojmové systémy. Ale právě vytváření interdisciplín může tato nedorozumění odstraňovat, protože prostřednictvím nich se pojmové systémy „výchozích“ disciplín mohou propojovat tzv. *spojovacími formulami* (glue formulae), nazývanými též *formulami překlenovacími* (bridging formulae), v nichž vystupují pojmy z různých výzkumných oborů poznání. Když např. behaviorální poruchy u dítěte vysvětlujeme určitými změnami v jistých neurálních okruzích v mozku dítěte či depresi jedince nebo změnu jeho náladu vysvětlujeme určitými změnami v koncentraci některých neurotransmiterů v neuronových synapsích jeho mozku.

Epistemologická východiska neuropedagogiky určují přirozeně také všechny standardy vědeckého výzkumu, jež musí reflektovat každý obor poznání, chce-li být považován skutečně za odborně důvěryhodný. Jsou to především požadavky

na objektivní, relevantní a validní testování příslušných faktuálních hypotéz či teorií, podrobování metodiky a výsledků příslušného výzkumu pečlivému veřejnému přezkoumání od různých badatelských týmů. Podle našeho názoru tak jakékoli snahy vyhnout se nebo obcházet tyto standardy vědeckého poznávání objektů, které *neuropedagogika* studuje, musí být odmítnuty. Jinak se můžeme snadno dopouštět nejrůznějších chybných či zkreslených interpretací výsledků neurovědeckého výzkumu a následně pak i chybného nebo neadekvátního používání těchto výsledků ve výuce. Nebo také aplikovat ve výuce postupy, které nejsou výsledky neurovědeckého výzkumu nijak podloženy. Důsledkem takových nesprávných interpretací neurovědeckého výzkumu jsou pak tzv. *neuromytologie* a příklady výukových postupů nezaložených na neurovědeckém výzkumu jsou postupy vycházející z netestované *teorie mnohočetných inteligencí*, *teorie učebních stylů*, *teorie Mozartova efektu* apod. (podrobně o těchto posledně jmenovaných otázkách viz např. CERI-OECD, 2007; Tokuhamu & Espinosa, 2011; Howard & Jones, 2010).

A nakonec několik slov k etickým východiskům neuropedagogiky. Ta jsou přirozeně velmi silně ovlivněna faktem, že neuropedagogika přímo studuje lidské jedince a především mentální funkce jejich mozků, tedy metaforicky řečeno jejich „nejintimnější soukromí“ neboli „vlastní já“. To samozřejmě vyvolává obrovská morální či etická dilemata, jak se o tom můžeme přesvědčit pouhým letmým nahlédnutím do literatury. Dnes se mluví



dokonce o *neuroetice* – nově vznikajícím interdisciplinárním oboru, který studuje etické a morální problémy spojené s neurovědeckým výzkumem, hlavně s jeho aplikacemi v praxi, a to v praxi klinické, lékařské, edukační a dokonce právní a soudní (Farah, 2002; Illes 2005, 2007; Farah, 2010; Howard-Jones, 2010; Tokuhama-Espinosa, 2011). Obor se snaží formulovat základní východiska týkající se např. problémů spojených s používáním neurovizuálních metod při studiu člověka (interpretace a využívání jejich výsledků, bezpečnost jejich používání z hlediska fyzické, psychické i sociální ochrany zkoumaných subjektů), problémů souvisejících s možností používání určitých chemických látek pro zlepšování mentálních funkcí lidského mozku. Prostřednictvím expertních skupin jsou zpracovávány pokyny a doporučení, v nichž jsou formulovány zásady, které je nezbytné dodržovat při provádění neurovědeckých a neuropedagogických výzkumů (Howard-Jones, 2010). Základní zásadou, základním etickým východiskem všech neurovědeckých či neuropedagogických výzkumných projektů je reflektovat a minimalizovat všechna rizika, která by mohla nevratně poškodit (ať už fyzicky, psychicky či sociálně) zkoumané subjekty (Koizumi, 2008).

PROBLEMATIKA

NEUROPEDAGOGIKY – VÝZVY

K ŘEŠENÍ

I když neuropedagogika je poměrně nový interdisciplinární obor, její pro-

blematika je velmi široká a lze říci, že se stále rozrůstá, jak je to přirozené u každé „živé“ vědecké disciplíny. Zde se pro nedostatek místa nemůžeme zabývat všemi problémy a otázkami, jež se v současnosti neuropedagogika pokouší řešit, a musíme se omezit ve stručnosti jen na určité vybrané okruhy problémů a otázek. Pro podrobnější přehled odkazujeme čtenáře na některé publikace, jež se věnují tomuto aspektu podrobněji a komplexněji: např. Blakemore & Frith, 2007; Geake, 2009; Cigman & Davis, 2009; Howard-Jones, 2010; Sousa et al., 2010; Tokuhama-Espinosa, 2011; Patten & Campbell, 2011; Marschal et al., 2013.

Prvním takovým okruhem problémů jsou otázky týkající se např. neurální podstaty různých aspektů lidského učení a poznávání, jako je např. paměť, pozornost, osvojování si jazyka, čtení, osvojování si matematických a přírodovědných pojmů, deduktivní zdůvodňování, emoce, motivace, řešení různých druhů problémů (Stern et al., 2005; Blakemore & Frith, 2007; CERI-OECD, 2007; Goswami, 2008; Kraft et al., 2009; Sala & Anderson, 2012) a možné ovlivňování těchto aspektů jednak genetickými předpoklady a jednak prostředím. Tyto problémy jsou v současné fázi rozvoje neuropedagogiky v centru pozornosti, protože se jedná skutečně o zásadní záležitosti z hlediska základního vědeckého výzkumu, ale jejich řešení by mohlo mít velký význam i pro vzdělávání lidí. Nutno však říci, že řešení – i přes velký pokrok hlavně v neurovědě (dosahovaný především aplikací neurovizuálních metod) – je stále v začát-



cích a bude nutný další intenzivní vědecký výzkum.

Další rozsáhlý okruh problémů, na něž se současná neuropedagogika soustřeďuje, je hledání neurálních mechanismů určitých kognitivních, behaviorálních či emočních poruch u dětí i dospělých a jejich případná kompenzace na základě poznání zmiňovaných mechanismů (Blakemore & Frith, 2007). Tyto poruchy (dyslexie, dyskalkulie, porucha pozornosti spojená s hyperaktivitou, autismus) velmi ztěžují vzdělávání jednotlivců. Proto např. jejich možné co nejranější rozpoznání na úrovni určitých změn (neurálních markerů neboli indikátorů) v mozku dítěte, nacházejících se především v prefrontálním kortexu, může usnadnit efektivnější kompenzaci takových poruch a podpořit tak efektivnější vzdělávání jedince a jeho celkový psychomotorický vývoj (Blakemore & Frith, 2007).

Jinou velkou třídou problémů, na které se neuropedagogika též intenzivně zaměřuje, jsou problémy rozpoznání neurálních mechanismů vedoucích např. u daného jedince ke kreativitě různého druhu, vyšší úrovni inteligence či hudebního nebo výtvarného nadání, k vzhledu do problému (tzv. „aha“ efekt), k určitému druhu přesvědčení a ke korelaci příslušných neurálních mechanismů s charakterem edukačního prostředí (Stern et al., 2005; Blakemore & Frith, 2007; Kraft et al., 2009; Geake, 2009).

Značná pozornost je v neuropedagogice věnována rovněž otázkám celoživotního vývoje jedince, v daném případě pak mimo jiné problematice tzv. *kritických ob-*

dobí jeho rozvoje. Nazývají se tak období v rozvoji jedince, kdy vyvíjející se mozek má velkou plasticitu (především do puberty) a je připraven k maximální modifikaci vnějšími vstupy a tím i k maximálně efektivnímu učení, ať už jde např. o učení se jazykům, čtení či matematice (Sousa et al., 2010; Tokuhama-Espinosa, 2011). A pokud se tato kritická období v rozvoji jedince, ať už z jakýchkoli důvodů, nevyužijí, jedinec si určité druhy zkušeností či poznání již neosvojí nebo si je pak osvojuje velmi obtížně. Přirozeně, že co nejpřesnější rozpoznání těchto období u dítěte na základě určitých neurálních indikátorů (jako je např. zprvu silná synaptogeneze, pak synaptické „pročišťování“, myelinace axonů – Bear et al., 2007) by velmi přispělo i k efektivnějšímu vzdělávání. Nutno však říci, že na kritická období není jednotný názor a lze se setkat i s jistým jejich odmítáním, protože určitou plasticitu si podle některých autorů mozek člověka zachovává i v dospělosti (Blakemore & Frith, 2007).

Existují i další okruhy velmi zajímavých problémů, jimiž se současná neuropedagogika zabývá, které zde však z důvodu omezeného publikačního prostoru nemůžeme rozebírat, a odkazujeme čtenáře k uvedené literatuře.

METODY NEUROPEDAGOGIKY – NOVÉ I TRADIČNÍ

Neuropedagogika jako interdisciplinární obor využívá přirozeně jak poznatky a metody neurovědy, tak poznatky a metody psychologického a pedagogic-



kého výzkumu (a dnes i poznatky a metody výzkumu z genetiky, resp. genomiky – Plomin et al., 2008; Grigorenko, 2007; Rutter, 2006). Protože však cílem neuropedagogiky je v první řadě studovat souvislosti mezi vlastnostmi či procesy existujícími na úrovni neurálních systémů (či na úrovni složek těchto systémů) a vlastnostmi či procesy na úrovni učících se jedinců nebo sociálních skupin, ve kterých probíhá edukace, musí i metody neuropedagogiky v první řadě reflektovat tento cíl. Tudíž metody neuropedagogiky nemohou být jen pouhým souhrnem metod užívaných v prekursorech neuropedagogiky, ale tyto metody musí být používány koordinovaně a ve velmi úzké spolupráci výzkumníků z neurovědy, psychologie a pedagogiky. To často vede k novým výzkumným problémům, s nimiž se v jednotlivých disciplínách zakládajících neuropedagogiku přirozeně nesetkáme, a ke vzniku interdisciplinárních pracovních týmů, které takové problémy řeší (Howard-Jones, 2010; Mareschal et al., 2013). V současné době jsou již také vypisovány na univerzitách v zahraničí akademické programy a postgraduální doktorandská studia pro tuto problematiku (viz např. PEN, 2013).

Není pochyb o tom, že k bouřlivému rozvoji neurovědy v posledních třech dekáдах zásadním způsobem přispěl především neuvěřitelný technologický pokrok v neurovizuálních metodách a v metodách zobrazování mozku konkrétně. O těchto metodách se také někdy mluví jako o *neurovizuování* (neuroimaging). Metody umožňují (obecně řeče-

no) studovat nejrůznější vlastnosti živého mozku a procesy, které v něm probíhají v době, kdy je jedinec podroben určitým podmínkám (např. úkolům) nebo jedinec trpí určitými behaviorálními či mentálními poruchami. Lze tak pomocí nich studovat souvislosti mezi různými procesy v mozku jedince a jeho chováním či dalšími psychologickými charakteristikami (psychologickými fakty), vliv edukačního prostředí na rozličné procesy v mozku apod. Nejpoužívanějšími z těchto metod jsou především: *strukturální magnetická rezonance* (structural magnetic resonance – sMR) nazývaná také jen *magnetická rezonance* (MR), dále *funkční magnetická rezonance* (functional magnetic resonance – fMR), *pozitronová emisní tomografie* (positron emission tomography – PET), *magneticko-rezonanční spektroskopie* (magnetic resonance spectroscopy – MRS), *elektroencefalografie* (electroencephalography – EEG), *magnetoencefalografie* (magnetoencephalography – MEG), *blízká infračervená spektroskopie* (near-infrared spectroscopy – NIS), *transkraniální magnetická stimulace* (transcranial magnetic stimulation – TMS) a některé další (o principech těchto metod, způsobech a limitech jejich používání v neurovědě či neuropedagogice, jakož i o interpretacích výsledků, které se pomocí nich získávají, viz podrobněji např. Bremmer, 2005; Raichle, 2006; Stern et al., 2005; Cabeza & Kingstone, 2006; Husing, Jancke, & Tag, 2006; Kraft et al., 2009; Howard-Jones, 2010; Bright, 2012). Použití jednotlivých metod v neurovědeckém či neuropedagogickém výzkumu závisí jednak



na tom, zda daná metoda je *invazivní* či *neinvazivní* (např. metoda PET vyžaduje zavádění určitých radioaktivních sloučenin do organismu jedince, a je tedy invazivní, protože se nehodí např. pro výzkumy, v nichž participují děti). Některé z uvedených metod jsou vhodné pro studium stavby (anatomie) nervového systému či jeho subsystémů (CT, MR), jiné se používají ke studiu funkcí (aktivit) nervového systému (fMR, EEG, MEG, PET). Funkční metody se pak ještě odlišují různým tzv. *prostorovým a časovým rozlišením* (spatial resolution, temporal resolution). Některé z metod mají dobré prostorové rozlišení, tj. rozliší aktivity v malých oblastech (až do jednoho krychlového milimetru) nervového systému (např. mozku), ale horší rozlišení časové, tedy jsou hůře schopny sledovat průběh takových procesů (např. fMR). Jiné metody naopak mají malé prostorové rozlišení, ale můžeme jimi dobře sledovat průběh příslušných aktivit (EEG, MEG). V současnosti se proto v neurovědeckém výzkumu stále více prosazuje trend, že se při zkoumání daného problému neurozobrazovací metody kombinují (např. fMR s EEG, s MEG nebo s NIS). Takováto kombinace (viz např. Kraft et al., 2009; Bright, 2012) umožňuje hlouběji a komplexněji poznat prostorové rozložení i průběh různých aktivit (především pak mentálních aktivit) v nervovém systému. Což má zásadní význam také pro hlubší a komplexnější sledování souvislostí těchto aktivit s behaviorálními charakteristikami či dalšími psychologickými charakteristikami jedince, s jeho edukačními podmínkami, sociálně

ekonomickým statutem apod. Mimo to, koordinované používání více neurozobrazovacích metod současně usnadňuje často také naše rozhodování mezi dvěma „soupeřícími“ hypotézami či teoriemi, jež vysvětlují určitý psychologický fakt (např. dyslexii) z neurální úrovně, protože můžeme lépe určit neurální oblasti či procesy, které za tímto faktem ve skutečnosti stojí.

Oblast technologie a aplikací zobrazení nervového systému je v současné době velmi rozsáhlá a stala se vlastně sama samostatnou disciplínou s vlastní filozofií, teoriemi, modely a problematikou. Dnes bez ní principiálně není možné postupovat dále v hlubším poznávání nervové soustavy ani dále rozvíjet neurovědu a potažmo též neuropedagogiku. Pro hlubší studium těchto nesmírně zajímavých otázek musíme však odkázat čtenáře na zde citovanou literaturu a další prameny, jež jsou v ní uvedeny. Poznamenejme jen, že v současnosti byl navíc zahájen široce založený interdisciplinární výzkumný projekt (financovaný 40 miliony dolarů z amerického National Institutes of Health) s názvem „The Human Connectome Project“, jehož cílem je právě prostřednictvím aplikace moderních neurozobrazovacích technologií (především pomocí tzv. difuzní magnetické rezonance, ale i dalších metod studia nervového systému člověka) zmapovat na různých organizačních úrovních (škálách) mozku všechny jeho neurální propojení a okruhy, aby bylo možno detailněji, než je tomu nyní, popsat složení, strukturu a mechanismy fungování mozku (Perkel, 2013; Seung, 2012). Předpokládá se, že tento projekt pomůže nejen k odhalení



dalších důležitých hlubších zákonitostí fungování nervového systému člověka, ale umožní také studovat lépe souvislosti fungování mozku s behaviorálními charakteristikami člověka a jeho sociálním prostředím, což je i jeden z hlavních cílů neuropedagogiky.

Přirozeně, že neuropedagogika, má-li se rozvíjet, nevystačí pouze s uvedenými metodami neurovědy. Musí využívat současně i metody psychologického a pedagogického výzkumu, protože jako interdisciplinární obor má být schopna propojovat, jak jsme již několikrát zdůraznili, poznání neurovědy, psychologie a pedagogiky. Bez metod psychologie a pedagogiky by navíc nebyl možný ani rozvoj neuropedagogiky a dnes, v jistém smyslu, ani neurovědy. Je nutno si totiž uvědomit, že i neurověda získává od psychologie a pedagogiky určité impulsy a inspiraci. Navíc, jak už jsme uvedli vpředu, epistemologické redukce nepostupují pouze od poznání systémů nižší úrovně k systémům vyšší úrovně, ale i naopak. Znovu tak vidíme, že neurověda, psychologie a pedagogika se vzájemnou interakcí mohou jen obohacovat, a nikoli potlačovat. Rozvoj jedné z těchto disciplín vede k rozvoji ostatních, nikoli k jejich umenšování. Neboli obavy z toho, že vysvětlování psychologických či pedagogických faktů z neurální úrovně znamená redukci psychologie a pedagogiky na neurovědu, je naprosto neodůvodněné.

My se zde ovšem nemůžeme podrobně zabývat metodami a metodologiemi psychologického a pedagogického výzkumu. Tyto „tradiční“ strategie a taktiky jsou navíc dobře a komplexně rozpracovány v li-

teratuře, na niž čtenáře odkazujeme (viz např. Nestor & Schutt, 2012; Gall, Gall, & Borg, 2006).

NEUROPEDAGOGIKA

– INSTITUCIONÁLNÍ ZÁZEMÍ

Neuropedagogika je v současné době již poměrně dobře etablovaný a stále se rozvíjející obor poznání, kterému se intenzivně věnuje mnoho erudovaných odborníků v různých výzkumných institucích i sítích těchto institucí, mezinárodních organizací, společnostech a iniciativách. My se zde zmíníme pouze o některých, jejich podrobnější přehled pak může čtenář nalézt např. v citované publikaci Tokuhama-Espinosa, 2011, kde je uveden také seznam mezinárodně uznávaných výzkumných pracovníků či dalších odborníků z oblasti neuropedagogiky, resp. edukační neurovědy.

Mezi významná akademická výzkumná centra s vysokou mezinárodní prestiží v daném oboru dnes patří např.:

- Centre for Educational Neuroscience London (<http://www.educational-neuroscience.org.uk/>),
- Centre for Neuroscience in Education, University of Cambridge (<http://www.cne.psychol.cam.ac.uk/>),
- Harvard Graduate School of Education (s programem Mind, Brain, and Education – <http://www.gse.harvard.edu/academics/masters/mbe/>),
- Centre for Mind and Brain in Educational and Social Contexts, Graduate School of Education, University of Bristol (<http://www.bristol.ac.uk/education/people/group/centre/3125>),



- Educational Neuroscience Laboratory (ENGRAMMETRON), Faculty of Education, Simon Fraser University (<http://engrammetron.net>).

V rozvoji neuropedagogiky (jako u každého oboru poznání) hrají důležitou roli nejen příslušné výzkumné instituce, ale i různé odborné organizace, společnosti či iniciativy. Ty mohou jednak přispívat k rozvíjení a kontrole výzkumu v tomto oboru, ale mohou i podporovat šíření nezkrácených informací o výsledcích výzkumů, jež v něm byly získány, a bránit tak např. vzniku nejrozumnějších *neuromyologií* (viz výše) a dalších chybných interpretací výsledků, které se pak často přenášejí i do vzdělávání při navrhování výukových metod, vzdělávacího obsahu, cílů vzdělávání apod.

Významné mezinárodní prestižní odborné organizace, společnosti či iniciativy soustřeďující se systematicky na problematiku neuropedagogiky, resp. edukační neurovědy či na další otázky interdisciplinárních vztahů mezi neurovědou, psychologií a pedagogikou (edukogikou) jsou např.:

- Centre for Educational Research and Innovation – CERI (OECD) (<http://www.oecd.org/edu/ceri>),

- The Dana Foundation (The Dana Alliance for Brain Initiatives – <https://www.dana.org/About/DABI/>);

- International Mind, Brain, and Education Society (<http://www.imbes.org>);

- European Association for Research on Learning and Instruction (<http://www.earli.org/home>).

Neméně důležité pro rozvoj každého vědeckého oboru poznání jsou i nejrůznější setkání odborníků z tohoto oboru ve formě seminářů, konferencí, workshopů apod. Tato setkání se nyní v neuropedagogice, respektive v edukační neurovědě konají prakticky každý rok. Přehled o některých z nich (včetně těch, jež se budou konat v roce 2014) viz např.:

- Learning and the Brain (<http://www.learningandthebrain.com/>),

- International Mind, Brain, and Education Society (<http://www.imbes.org/Default.aspx?pagelId=1546385>).

Neuropedagogika má již také specializované časopisy:

- Mind, Brain, and Education (<http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-MBE.html> – vychází od roku 2007),

- Trends in Neuroscience and Education (<http://www.elsevier.com/journals/trends-in-neuroscience-and-education/2211-9493#> – vychází od roku 2012).

ZÁVĚR – A NOVÝ ZAČÁTEK

V tomto článku jsme chtěli podat určitou přehlednou informaci o dnes prudce se rozvíjejícím interdisciplinárním oboru, který vyrůstá z poznatků neurovědy, psychologie a pedagogiky (jakož i genomiky), poznatky z nich koordinované a integrované propojuje a toto propojení pak využívá pro své nové specifické poznávací cíle. Současně jsme článkem chtěli také poukázat na silné kontakty přírodovědných a sociálních oborů poznání a nezbytnost jejich koordinovaného postupu v přípa-



dech, když chceme „atakovat“ takové zásadní psychologické a pedagogické problémy, o nichž jsme se zmínili stručně vpředu.

V článku jsme samozřejmě nebyli schopni dotknout se všech aspektů, kterými se současná neuropedagogika zabývá. Studovaná problematika neuropedagogiky je totiž dnes tak rozsáhlá a mnohohrstvá, že ji nelze přirozeně jedním článkem v časopisu postihnout. Účelem článku však v první řadě bylo vyvolat diskusi odborníků z oblasti neurovědy, psychologie, pedagogiky či genomiky k otázkám zmíněným stručně už výše, především pak k možnostem využití poznatků z neurovědy a genomiky pro rozvoj pedagogiky i pro jejich možná praktická využití v pedagogickém procesu (Sousa et al., 2010; Tokuhama-Espinosa, 2011; Patten & Campbell, 2011; Sala & Anderson, 2012; Mareschal et al., 2013). Podle našeho názoru tato diskuse v současnosti v příslušném odborném prostoru chybí. Česká republika tak v oblasti po-

dobných výzkumů, kde může díky solidní vědecké základně na poli pedagogiky, psychologie, neurovědy a genomiky přijít s mnoha zajímavými výzkumnými projekty, stojí poněkud v pozadí hlavního odborného proudu v dané interdisciplinární oblasti. V oblasti neuropedagogiky (resp. edukační neurovědy) by mohly být též vypisovány na našich univerzitách (případně i ve spolupráci se zahraničními univerzitami) akademické programy a postgraduální doktorandská studia pro tuto problematiku.

Za velmi účelné a žádoucí bychom pak považovali, kdyby se základní platformou pro publikování dalších článků o problematice neuropedagogiky (především pak těch, které by se již zabývaly jejími zcela konkrétními problémy a výsledky) mohl stát časopis *Pedagogika*, jenž má v našich podmínkách nejlepší odborné předpoklady pro publikování článků z dané interdisciplinární oblasti a jeví se nám pro tento účel jako klíčový.

LITERATURA

- Battro, A. M., Fisher, K. W., & Léna, P. (Eds.). (2008). *The educated brain: Essays in neuro-education*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2007). *Neuroscience: Exploring the brain*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Blakemore S.-J., & Frith, U. (2007). *The learning brain: Lessons for education*. Malden: Blackwell Publishing.
- Bremmer, J. D. (2005). *Brain imaging handbook*. New York: W. W. Norton.
- Bressler, S. L. (2003). Cortical coordination dynamics and disorganization syndrome in schizophrenia. *Neuropharmacology*, 28(S1), 35–39.
- Bright, P. (Ed.). (2012). *Neuroimaging: Methods*. Rijeka: InTech.
- Bruer, J. T. (1997). Education and brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8), 4–16.
- Bunge, M. (2012). *Evaluating philosophies*. Dordrecht: Springer.
- Bunge, M. (2010). *Matter and mind: A philosophical inquiry*. Dordrecht: Springer.



- Bunge, M. (2003). *Philosophical dictionary*. New York: Prometheus Books.
- Byrnes, J. P. (2001). *Minds, brains and learning: Understanding the psychological and educational relevance of neuroscientific research*. New York: The Guilford Press.
- Cabeza, R., & Kingstone, A. (Eds.). (2006). *Handbook of functional neuroimaging of cognition*. Cambridge (MA): MIT Press.
- CERI-OECD (2007). *Understanding the brain: The birth of a learning science*. Centre for Educational Research and Innovation – OECD.
- Cigman, R., & Davis, A. (Eds.). (2009). *New philosophies of learning*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Cubelli, R. (2009). Theories on mind, not on brain are relevant for education. *Cortex*, 45(4), 562–564.
- Farah, M. J. (Ed.). (2010). *Neuroethics: An introduction with readings (basic bioethics)*. Massachusetts Institute of Technology.
- Farah, M. J. (2002). Emerging ethical issues in neuroscience. *Nature Neuroscience*, 5(11), 1123–1128.
- Fawcett, A., & Nicolson, R. I. (2007). Dyslexia, learning, and pedagogical neuroscience. *Developmental Medicine and Child*, 49(4), 306–3011.
- Franks, D. D., & Turner, J. H. (Eds.). (2013). *Handbook of neurosociology*. Dordrecht: Springer.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2006). *Educational research: An introduction*. Boston: Allyn and Bacon.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. V., & Mangun, G. R. (2009). *Cognitive neuroscience: The biology of mind*. New York: W. W. Norton.
- Geake, J. G. (2009). *The Brain at School: Educational neuroscience in the classroom*. New York: Open University Press.
- Goswami, U. (2008). *Mental capital and wellbeing: Making the most of ourselves in the 21st century*. State-of-Science Review: Neuroscience and Education. London: The Government Office for Science.
- Grigorenko, E. L. (2007). How can genomics inform education. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 20–27.
- Howard-Jones, P. (2010). *Neuroeducational research: Neuroscience, education and the brain from contexts to practice*. London: Routledge.
- Howard-Jones, P. (2008). Philosophical challenges for researchers at the interface between neuroscience and education. *Journal of Philosophy of Education*, 42(3–4), 361–380.
- Husing, B., Jancke, L., & Tag, B. (2006). *Impact assessment of neuroimaging: Final report*. Zurich: Hochschulverlag AG.
- Illes, J. (Ed.). (2005). *Neuroethics in the 21st century: Defining the issues in theory, practice and policy*. Oxford: Oxford University Press.
- Illes, J. (2007). Empirical neuroethics. *Science and Society*, 8(special issue).
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. New York: Holt.



- Janoušková, S., & Maršák, J. (2008a). Indikátory – významný prostředek našeho poznávání. *Pedagogika*, 63(1), 29–35.
- Janoušková, S., & Maršák, J. (2008b). Indikátory kvality vzdělávání. *Pedagogika*, 63(4), 315–326.
- Koizumi, H. (2008). Developing the brain: A functional imaging approach and educational sciences. In *The Educated Brain: Essays in Neuroeducation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kraft, E., Gulyás, B., & Poppel, E. (2009). *Neural Correlates of Thinking*. Berlin: Springer.
- Mareschal, D., Tolmie, A., & Butterworth, B. (Eds.). (2013). *Educational Neuroscience*. John Wiley and Sons.
- Nestor, P. G., & Schnutt, R. K. (2012). *Research methods in psychology: Investigating human behavior*. Los Angeles: Sage Publications.
- Patten, K. E., & Campbell, S. R. (Eds.). (2011). *Educational neuroscience: Initiatives and emerging issues*. Hoboken: Wiley-Blackwell.
- PEN (2013). *PhD program in educational neuroscience*. Washington DC: Gallaudet University. Dostupné z <https://sites.google.com/site/gallaudetedneuroscience/>
- Perkel, M. J. (2013). *Life science technologies: This is your brain: Mapping the connectome*. Dostupné z http://www.sciencemag.org/site/products/lst_20130118.xhtml
- Plomin, R., DeFries, J. C., McClearn, G. E., & McGuffin, P. (2008). *Behavioral genetics*. New York: Worth Publishers.
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). *Educating the human brain*. Washington DC: American Psychological Association.
- Raichle, M. (2006). *Neuroimaging*. New York: Dana Press.
- Rutter, M. (2006). *Genes and behavior: Nature-nurture interplay explained*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Sala, S. D., & Anderson M. (Eds.). (2012). *Neuroscience in education: The good, the bad and the ugly*. New York: Oxford University Press.
- Sashank, V., & Schwartz, D. L. (2008). How should educational neuroscience conceptualise the relation between cognition and brain function? Mathematical reasoning as a network process. *Educational Research*, 50(2), 149–163.
- Sashank, V., McCandliss, B. D., & Schwartz, D. L. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. In *Educational Research*, 37(3), 140–152.
- Seung, S. (2012). *Connectome: How the brain's wiring makes as who we are*. Boston: Mariner Books.
- Sousa, D. A. et al. (2010). *Mind, brain, and education: Neuroscience implications for the classroom*. Bloomington: Solution Tree Press.
- Stern, E. et al. (2005). *Educational research and neurosciences: Expectations, evidence and research prospects*. Bonn: Bundes Ministerium für Bildung und Forschung.
- Suaréz, J. D. (2006). *Demistificación de la neuropsichopedagogía*. Dostupné z www.utp.edu.co/php/revistas/repes/docsFTP/1632481751neuro.doc
- Thorndike, E. L. (1926). *Educational psychology. Volume 1: The original nature of man* (PhD Thesis). New York: Teachers College.



- Tokuhamu-Espinosa, T. (2011). *Mind, brain, and education science*. New York: W. W. Norton.
- Uttal, W. R. (2003). *The new phrenology: The limits of localizing cognitive processes in the brain*. Cambridge: A Bradford Book.
- Weiten, W. (2010). *Psychology: Themes and variations*. Belmont: Wadworth.
- Wolfe, P. (2010). *Brain matters: Translating research into classroom practice*. Alexandria: ASCD.

RNDr. Svatava Janoušková, Ph.D.,

Centrum pro otázky životního prostředí UK v Praze, José Martího 2/407, 162 00 Praha 6 – Vokovice;
e-mail: svatava.janouskova@czp.cuni.cz

RNDr. Jan Maršák, CSc., nezávislý odborník; e-mail: jmarsak@seznam.cz

MARŠÁK, J., JANOUŠKOVÁ, S. Neuropedagogy – Neuroscience and Education in Collaboration

Abstract: The article is concerned with the rapidly developing interdisciplinary field of knowledge known as neuropedagogy (sometimes also called educational neuroscience, pedagogical neuroscience, science of mind, brain and education, neurodidactics and so on). The article first offers a brief justification of the need to integrate neuroscience, psychology and educational theory (and hence the emergence of neuropedagogy) for a better understanding of the processes of human learning and education. It goes on to characterise the object and subject of neuropedagogical research: the object of neuropedagogy is understood here as human neural systems, people as individuals (psychosystems) and the social systems in which education of individuals take place, or pedagogical or educational systems. The subject of neuropedagogy is then understood as the investigation of the different aspects of these systems. The aims of neuropedagogy are then characterised: in first place this is the understanding of the connection between the properties, processes or laws existing at the level of neural systems (or at the level of components of these systems) and the properties, processes or laws at the level of learning individuals or the social groups in which education takes place. The article does not omit to formulate the basic ontological, epistemological and ethical principles of neuropedagogy (which are often not explicitly expressed, but still strongly influence the orientation of research in the scientific discipline) and characterise the problematic (or set of problems) with which the discipline is concerned (above all the search for the neural foundations of the processes of human learning and behaviour and how social environment affects them). We also briefly survey the methods used in neuropedagogy with an emphasis on imaging methods for the neural system especially the brain. Finally we list several internationally significant research institutions, organisations or societies that are working systematically in this field of knowledge, because without them no scientific research would be possible.

This article is one of the first written in Czech on the theme of neuropedagogics, but restrictions of space mean that we cannot go into much detail and so focus just on the basic questions of neuropedagogical research. We hope that the article will stimulate interest in the Czech Republic in this promising field of interdisciplinary research.

Key words: neuroscience, neuro-pedagogy, education.