



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Dizertační práce

Hodnocení badatelsky orientované výuky biologie

Assessment of inquiry-based teaching in biology

Vypracoval: Mgr. Lukáš Rokos

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Radka Závodská, Ph.D.

České Budějovice

2017

Rokos, L. (2017). *Hodnocení badatelsky orientované výuky biologie* (Dizertační práce). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.

Vedoucí dizertační práce: doc. PaedDr. Radka Závodská, Ph.D.

Finanční podpora: Tato dizertační práce vznikla s grantovou podporou Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích GAJU 078/2014/S, GAJU 075/2014/S-Rokos a GAJU 118/2014/S.

Rokos, L. (2017). *Assessment of inquiry-based teaching in biology* (PhD thesis). České Budějovice: University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Education.

Supervisor: doc. PaedDr. Radka Závodská, Ph.D.

Financial support: This PhD thesis was supported by Grant Agency of the University of South Bohemia in České Budějovice GAJU 078/2014/S, GAJU 075/2014/S-Rokos a GAJU 118/2014/S.

ANOTACE

Cílem dizertační práce je zhodnotit efektivitu badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie (IBSE, z angl. *inquiry-based science education*) a její srovnání s efektivitou vyučování, jež využívá tradičních vyučovacích metod, při výuce vybraných témat fyziologie člověka na různých vzdělávacích stupních v České republice. Za účelem sledování efektivity obou vyučovacích přístupů byly sestaveny pretesty a posttesty, s jejichž pomocí byla měřena úroveň znalostí obsahu a dovedností zapojených žáků a studentů před aplikací badatelských úloh do laboratorních cvičení a následně po jejich ukončení. Pro účely výzkumu byla vytvořena škála badatelských úloh, které naplňovaly principy IBSE, zaměřovaly se na vybrané oblasti fyziologie člověka a odpovídaly věku a znalostem cílových skupin.

Výzkum byl realizován u žáků základní školy a gymnázia a u studentů vysoké školy. Celkem bylo do výzkumu zapojeno 145 žáků ze základních škol a gymnázií a 168 vysokoškolských studentů. Žáci a studenti byli rozděleni do experimentálních skupin, ve kterých řešili úlohy s prvky IBSE, a skupin s tradiční výukou.

Závěry studií založených na porovnání úspěšnosti žáků a studentů v pretestech a posttestech ukázaly, že IBSE vedlo k lepšímu osvojení znalostí, ale v porovnání s výsledky žáků a studentů ze skupin s tradiční výukou nebylo toto zlepšení statisticky významné. Bylo zjištěno, že IBSE vede k signifikantně efektivnějšímu osvojení vědeckých dovedností (např. vyhodnocení a navržení přírodovědného výzkumu, navržení vědeckovýzkumných otázek, interpretování dat a stanovení odpovídající závěrů). Efektivita IBSE byla ovlivněna vzdělávacím stupněm (tzn. věkem zapojených žáků a studentů a typem školy), nejúčinnější byl tento přístup na gymnáziu.

Předložený výzkum prokazuje, že aplikace IBSE do výuky fyziologie člověka představuje vhodnou inovaci přírodovědného vzdělávání, jelikož vede ke shodnému či lepšímu osvojení znalostí a velmi významně rozvíjí vědecké dovednosti žáků a studentů.

Klíčová slova: badatelsky orientované vyučování, fyziologie člověka, efektivita vyučování přírodopisu a biologie

ABSTRACT

The aim of this doctoral thesis is to appraise the efficiency of inquiry-based education in biology (IBSE, *inquiry-based science education*) and to compare this efficiency with the efficiency of the tuition that uses traditional teaching methods, during the schooling of chosen themes from the human physiology, on different educational levels in the Czech Republic. For the purpose of monitoring the efficiency of both educational attitudes, there were drawn up pretests and posttests. Thanks to them, the level of involved pupils' and students' knowledge of contents and skills, was measured before and subsequently after the application of inquiry based tasks to the laboratory classes. The variety of inquiry based tasks that met the requirements of IBSE, that focused on chosen topics from the human physiology and that complied with the knowledge and age of the given group, was made for the research purpose.

The research was realized with elementary school pupils, grammar school pupils and university students. In the lump, there were 145 pupils from the elementary school and grammar school and 168 university students. Pupils and students were divided into the experimental groups, where they solved task with the elements of IBSE, and to the groups with traditional teaching.

Conclusions of the researches that were based on the comparing of pupils and students success rate in pretests and posttest showed, the IBSE led to the better knowledge acquirement. But in the comparison with the results of pupils and students from the traditional teaching groups, the improvement was not statistically significant. It was discovered that IBSE leads to the significantly more effective acquirement of science skills (e.g. assessment and suggestion of the science research, design of the scientific and research questions, data interpretation and making of appropriate conclusions). The efficiency was influenced by the educational level (i.e. by the age of involved pupils and students and by the type of school) this approach was the most effective in grammar schools.

Given research proves that the application of the IBSE to the teaching of human physiology presents felicitous innovation in the science education. In view of the fact that it leads to the identical or better knowledge adoption and it also significantly develops pupils' and students' scientific skills.

Key words: inquiry based education, human physiology, efficiency of the biology teaching

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji dizertační práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své dizertační práce elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce.

V Českých Budějovicích, dne 28. 2. 2017

Lukáš Rokos

PODĚKOVÁNÍ

Hlavní poděkování patří vedoucí dizertační práce doc. PaedDr. Radce Závodské, Ph.D. za její čas, cenné a konstruktivní rady a podnětné a trpělivé vedení práce.

Děkuji členům katedry biologie Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích za výzkumnou spolupráci a přátelskou podporu. Zvláštní poděkování patří RNDr. Tomáši Ditrichovi za pomoc při statistickém zpracování dat. Děkuji také všem učitelům z praxe, žákům základních a středních škol a vysokoškolským studentům, kteří se do výzkumu zapojili.

OBSAH

ÚVOD A CÍLE DIZERTAČNÍ PRÁCE	1
1. TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	2
1.1. Problémy a výzvy přírodovědného vzdělávání v České republice	2
1.2. Konstruktivistické přístupy ve výuce přírodovědných předmětů	4
1.3. Badatelsky orientované vyučování.....	6
1.3.1. Úrovně bádání.....	8
1.3.2. Překážky pro zavádění IBSE do praxe.....	11
1.3.3. Laboratorní práce jako forma výuky a IBSE.....	12
1.4. Efektivita výukových přístupů ve vzdělávání a její měření.....	13
1.5. Efektivita badatelského vyučování v přírodovědných předmětech.....	15
1.5.1. Efektivita IBSE ve výuce přírodopisu a biologie v České republice	18
2. METODIKA	
2.1. Design výzkumu.....	
2.1.1. Úvodní sonda.....	
2.1.2. Studie sledující efektivitu IBSE	
2.2. Pretest a posttest	
2.3. Jednotlivé studie	
2.3.1. Studie 1: Výzkum sledující efektivitu IBSE u studentů biologického zaměření na PF JU	
2.3.2. Studie 2: Výzkum sledující efektivitu IBSE u studentů nebiologického zaměření na PF JU	
2.3.3. Studie 3: Výzkum sledující efektivitu IBSE u žáků na základní škole a gymnáziu.....	
2.3.4. Studie 4: Výzkum provedený na Biskupském gymnáziu v Českých Budějovicích	
2.4. Zpracování a vyhodnocení dat	
2.5. Badatelské úlohy	

2.5.1. Studie 1 a 2: úlohy pro studenty vysoké školy	
2.5.2. Studie 3: úlohy pro 2. stupeň základní školy a nižší cyklus víceletého gymnázia	
2.5.3. Studie 4: úlohy pro žáky gymnázia	
3. VÝSLEDKY	
3.1. Studie 1: Výzkum sledující efektivitu IBSE u studentů biologického zaměření na PF JU ..	
3.2. Studie 2: Výzkum sledující efektivitu IBSE u studentů nebiologického zaměření na PF JU ..	
3.3. Studie 3: Výzkum sledující efektivitu IBSE u žáků na základní škole a gymnáziu	
3.4. Studie 4: Výzkum provedený na Biskupském gymnáziu v Českých Budějovicích	
3.5. Souhrnná analýza	
4. DISKUZE	
5. ZÁVĚRY	20
6. POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE	23
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A POZNÁMKY	37
8. SEZNAM PŘÍLOH	38

ÚVOD A CÍLE DIZERTAČNÍ PRÁCE

Badatelsky orientované vyučování přírodopisu a biologie (IBSE, z angl. *inquiry-based science education*) představuje moderní přístup ve výuce těchto předmětů, zejména při použití vyučovacích metod zaměřených na přímé studium přírody. Tento přístup poskytuje žákům a studentům vyšší autonomii při provádění nejrůznějších pokusů a pozorování, při nichž se seznamují s postupy a zásadami vědecké práce a vžívají se tak do role skutečných vědců. V České republice však chybí výzkumy, které by prokazovaly, že IBSE skutečně představuje vhodný aktivizující přístup v přírodovědném vzdělávání, který žákům a studentům pomáhá osvojit si nové znalosti a dovednosti.

Hlavním cílem předkládané práce bylo zhodnotit efektivitu IBSE a porovnat ji s efektivitou výuky, jež využívá tradičních vyučovacích metod, při výuce vybraných témat fyziologie člověka na různých edukačních stupních. Pro sledování efektivity obou vyučovacích přístupů byly sestaveny pretesty, respektive posttesty, s jejichž pomocí byla měřena úroveň znalostí obsahu a dovedností žáků a studentů před zahájením experimentu, respektive po jeho ukončení. Znalostmi se rozuměly poznatky z oblasti fyziologie člověka, tj. porozumění pojmům a souvislostem mezi nimi, které odpovídaly znalostní úrovni cílových skupin žáků na základní a střední škole a vysokoškolských studentů. Sledované dovednosti představovaly úkony jako například vyhodnocení a navržení přírodovědného výzkumu, navržení vědeckovýzkumných otázek, interpretování dat a stanovení odpovídající závěrů. Takto vymezené znalosti a dovednosti odpovídají současnému pojetí přírodovědné gramotnosti, jak je chápána Českou školní inspekcí a odbornou veřejností zabývající se didaktikou přírodovědných předmětů. Dílčím cílem bylo vytvoření škály badatelských úloh, které naplňovaly principy badatelsky orientovaného vyučování fyziologii člověka a odpovídaly věku a znalostem cílových skupin.

Řešení stanovených cílů bylo základem pro stanovení následujících hypotéz, které byly ověřeny výzkumnými studii prezentovanými v této práci.

1. IBSE vede k výrazně lepším výsledkům žáků a studentů než tradiční vyučování.
 - a. IBSE vede k výrazně lepšímu osvojení si nových znalostí než tradiční vyučování.
 - b. IBSE vede k výrazně lepšímu osvojení si nových dovedností než tradiční vyučování.
2. Edukační stupeň nemá vliv na efektivitu IBSE ve vztahu k osvojení si nových znalostí a dovedností.

1. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

1.1. Problémy a výzvy přírodovědného vzdělávání v České republice

Evropské přírodovědné vzdělávání se potýkalo s významnými problémy v podobě klesajícího zájmu žáků a studentů¹ o přírodovědné obory, genderové nevyrovnanosti a celkově negativními postoji žáků k poznatkům, které jsou jim přírodovědnými předměty předávány (Rocard et al., 2007; Osborne & Dillon, 2008). Agentura Eurydice provedla v letech 2010 až 2011 analýzu studijních programů učitelství, národních kurikulárních dokumentů pro základní a středoškolské vzdělávání, vzdělávacích programů vybraných škol a výsledků žáků ve standardizovaných testováních PISA (*Programme for International Student Assessment*) a TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) ve vybraných 30 evropských zemích, včetně České republiky. Při této analýze bylo zjištěno, že ve většině zapojených zemí neexistovala iniciativa, která by se plošně snažila podpořit výuku přírodovědných předmětů. Dalším zjištěním byl upadající zájem žáků o přírodovědné předměty a nedostatečná motivace žáků k dalšímu studiu v této oblasti. Východiskem z této situace podle Eurydice (2011) mělo být zatraktivnění výuky pomocí praktických činností žáků, učení se souvislostem mezi přírodními jevy a nezaměřování se jen na znalost pojmů a faktů. Žáci si často neuvědomovali závažnost učiva, zejména z důvodu nedostatečné vazby na svůj každodenní život (Osborne & Dillon, 2008). Vhodně připravené praktické úlohy mohou žákům zprostředkovat zajímavé informace, které mohou spojit s praktickým životem, lépe jim tak porozumět a snáze je aplikovat v budoucím životě (Maršák & Janoušková, 2006; Trna, 2014; Škoda et al., 2015; Vohra; 2000).

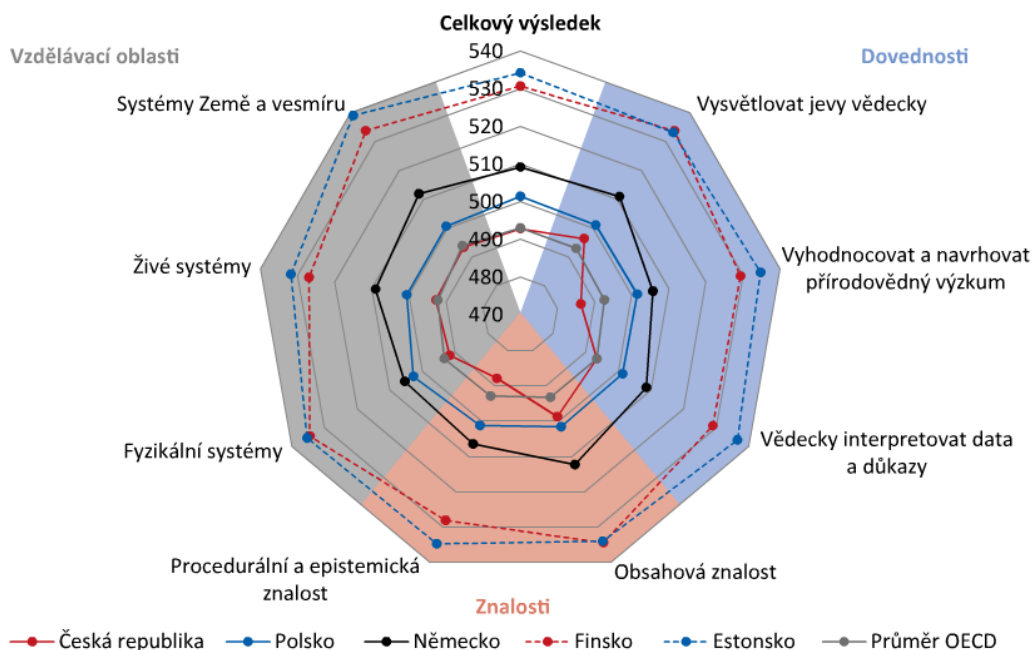
Stejný trend klesajícího zájmu o přírodovědné předměty byl patrný i v českých edukačních podmínkách. Čížková (2006, 2013) považovala za příčinu poklesu zájmu o přírodovědné předměty a zhoršení výsledků žáků v těchto předmětech velký nárůst objemu poznatků, který vedl k předimenzování osnov, a stále přetrvávající důraz na teoretické znalosti žáků. Škoda a Doulík (2009) spatřovali jako možnou příčinu nižšího zájmu o přírodovědné předměty přetrvávající rysy tzv. scientistického paradigmatu, které je typické zejména silným akcentem na memorování, mechanickým učením se faktům bez hlubší znalosti souvislostí

¹ Pojem „žák“ označuje žáka základní a střední školy do 19 let (dle RVP ZV a RVP G), zatímco pojem „student“ charakterizuje studenta vysoké školy.

(Papáček et al., 2015; Škoda, 2005), nedostatečným rozlišením individuality žáka a hodnocením omezeným jen na několik velice hrubých škál (Škoda & Doulík, 2009).

Negativní postoje žáků vůči přírodovědným předmětům a klesající úroveň znalostí a dovedností absolventů středních škol mohou být příčinou nízkého zájmu o studium přírodovědných oborů na vysokých školách, což potvrdila Národní ekonomická rada vlády České republiky v závěrečné zprávě týkající se vzdělanosti v České republice (kolektiv, 2011).

Z výsledků mezinárodních šetření PISA a TIMSS je patrné, že přírodovědná gramotnost žáků základních a středních škol se od roku 2006 nezlepšila. Testování PISA v roce 2015 se zúčastnilo 72 zemí a v České republice bylo do studie zapojeno 7000 žáků z 345 škol (Blažek & Příhodová, 2016). Při srovnání výsledků z roku 2015 s rokem 2006 došlo k signifikantnímu zhoršení, protože se čeští žáci přesunuli ze skupiny zemí s nadprůměrnými výsledky do skupiny zemí s výsledky na úrovni průměru zemí OECD (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj, z angl. *Organisation for Economic Co-operation and Development*) (Blažek & Příhodová, 2016). Ačkoliv po zlepšení v roce 2012 došlo opět k poklesu v roce 2015, čeští žáci mají stále dobrou znalost obsahu přírodních věd a zvládají vědecky vysvětlovat prezentované jevy. Hůře ale vyhodnocují výsledky a navrhují přírodovědný výzkum. Výsledky českých žáků v jednotlivých oblastech testování jsou znázorněny na obrázku 1, kde jsou prezentovány dílčí škály společně s bodovým ziskem žáků.



Obrázek 1: Výsledky vybraných zemí v testování PISA 2015: přírodovědná gramotnost – dílčí škály (zdroj: Blažek & Příhodová, 2016)

Čeští patnáctiletí chlapci dosáhli ve studii PISA 2015 statisticky lepších výsledků než dívky. Toto zjištění se liší od výsledku testování z roku 2012, kdy sice chlapci měli lepší výsledky než dívky, ale nejednalo se o staticky významný rozdíl (Palečková, Tomášek & Blažek, 2014). Na druhou stranu však lepší výsledky českých chlapců v testování PISA 2015 korelují se zjištěními výzkumu TIMSS, který byl proveden ve vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět (v přírodovědě) u žáků 4. ročníku. Čeští devítiletí chlapci se výrazně zlepšili oproti výsledkům z roku 2007, ale došlo u nich ke zhoršení proti roku 2011. Dívky se naopak zlepšily výrazně oproti roku 2007 a proti roku 2011 je jejich zlepšení nepatrné. Obecně však mají devítileté dívky v České republice horší výsledky než chlapci a tento rozdíl je statisticky významný (Tomášek, Basl & Janoušková, 2016). Z těchto výsledků je patrné, že genderová nevyrovnanost v přírodovědné gramotnosti je stále aktuálním problémem přírodovědného vzdělávání v České republice. PISA 2015 ukázala, že chlapci dosáhli lepších výsledků ve 24 zapojených zemích, zatímco v dalších 22 zemích měly lepší výsledky dívky než chlapci (Blažek & Příhodová, 2016).

Už 10 let si učitelé a odborná veřejnost v České republice kladou otázku, jak zlepšit přírodovědnou gramotnost žáků. Podobné problémy řeší i další evropské státy, které u svých patnáctiletých žáků zaznamenaly nižší výsledky v úlohách zaměřených na přírodovědnou gramotnost (cf PISA 2015, PISA 2012, PISA 2009). Jako jedna z možných cest zásadní inovace přírodovědného vzdělávání začal být v evropských zemích podporován konstruktivistický přístup (Rocard et al. 2007).

1.2. Konstruktivistické přístupy ve výuce přírodovědných předmětů

Pedagogický konstruktivismus je široký pojem, obsahuje několik proudů a jako celek se neustále vyvíjí (Stehlíková & Cachová, 2006). V psychologických a sociálních vědách se rozvinul ve druhé polovině 20. století a soustředil se zejména na aktivní úlohu člověka, který se učí, a kladl důraz na jeho vztah k prostředí a společnosti (Bruner, 1960; Cobb, 1994; Edwards & Marcer, 1987; Hartl & Hartlová, 2000; Kiemer et al., 2015; Shulman & Keislar, 1966; Taylor, 2015). Důvodem pro rozvoj konstruktivistických přístupů ve výuce přírodovědných oborů byla zejména nutnost multioborového propojení přírodovědných předmětů, moderních technologií a ekonomických oborů (Latour, 1987).

Pedagogický konstruktivismus se liší od transmisivního vyučování, které je chápáno jako „předávání poznatků od toho, kdo ví (učitele), tomu, kdo neví (žákovi) (Štech, 1992, s. 130). Nejčastěji jsou při transmisi užívány monologické slovní metody výuky a způsob předávání poznatků je přizpůsobený tak, aby žáci nové informace postupně přijímali a v případě potřeby je dokázali reprodukovat (Bílek, Rychtera & Slabý, 2008). Význam a smysl předávaného vzdělávacího obsahu však nelze žákům předat pouhou učitelovou transmisí, ale je vhodné, aby si je žáci samostatně konstruovali na základě vlastní aktivní činnosti s předloženými informacemi a vlastními zkušenostmi. Tato činnost se skládá z fyzické aktivity (např. práce s modelem nebo přírodninou) a poté, když má žák již jistou představu o dané problematice, také z mentálních operací v mysli žáka (Kalhous & Obst, 2002). Konstruktivistické pojetí umožňuje také individualizaci výuky a výuka přírodovědných předmětů poskytuje mnoho příležitostí pro aplikaci přístupů a metod, které respektují individuální charakteristiky jednotlivých žáků (Škoda & Doulík, 2009; Škoda, Pečivová & Doulík, 2003). Ve výzkumech zaměřených na pochopení principů ve výuce přírodovědných předmětů z pohledu žáků i učitelů je patrné, že respondenti kladou důraz na užitečnost nových informací a jejich vztah ke každodennímu životu, porozumění souvislostem, vytváření si nových konceptů na základě předchozích zkušeností žáka a intelektuální a morální rozvoj osobnosti žáka (Driver et al., 1996; Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Grandy, 1997 aj.).

V odborné literatuře jsou rozlišována různá pojetí konstruktivismu, která kladou důraz na odlišné způsoby poznání. Někteří autoři (např. Kaščák, 2002; Škoda, 2005) srovnávají pouze dvě pojetí (radikální a sociální konstruktivismus), jiní (např. Stehlíková & Cachová, 2006) dodávají další dvě pojetí (kognitivní a realistický konstruktivismus). Radikální konstruktivismus zcela odsuzuje pouhé předávání poznatků učitelem a zavrhuje vše, co je mimo svět zkušeností jedince. Von Glasersfeld (1995), který je zastáncem tohoto pojetí, uvádí, že žák na základě vlastní zkušenosti samostatně určuje význam, obsah a smysl okolního prostředí. Při radikálním konstruktivismu je velký důraz kladen právě na propojení myšlenek žáka a jeho životních zkušeností. Sociální konstruktivismus odvozený od myšlenek sovětského psychologa Lva Vygotského zdůrazňuje významnou roli sociálních interakcí při konstruování poznatků (Vygotskij, 1970, 1976). Poznávání, vnímání a myšlení je považováno za společenský výkon, při kterém jsou s pomocí učitele a ve spolupráci s ostatními účastníky vzdělávacího procesu aktivně konstruovány a rekonstruovány na základě vlastních dosavadních zkušeností nejen

poznatky, ale i dovednosti a hodnoty (Kaščák, 2002; Škoda, 2005). Kognitivní konstruktivismus propagovaný hlavně švýcarským filosofem a psychologem Jeanem Piagetem je charakteristický tím, že si žák spojuje dílčí informace, které obdržel z vnějšího prostředí, do logických struktur a nadále s nimi pracuje na odpovídající úrovni svého kognitivního rozvoje (Průcha, Walterová & Mareš, 2001). Realistický konstruktivismus na rozdíl od radikálního konstruktivismu označuje učitelovo předávání poznatků za žádoucí součást osvojování si nových faktů, avšak zdůrazňuje, že důraz má být stále kladen na základní principy konstruktivistického směru (Kuřina, 2002).

Jedním z konstruktivistických přístupů vhodných pro implementaci do přírodovědného vzdělávání je, jak uvádí Stuchlíková a Janík s kolektivem (2015), badatelsky orientované vyučování, neboť obsahuje prvky kritického myšlení a samostatné řešení problémů. Učitel učivo nepředává studentům v hotové podobě svým výkladem, ale snaží se vytvořit nové znalosti žáků pomocí řešení problému a heuristickým rozhovorem založeným na systému promyšleně kladených otázek (Papáček, 2010a). Žáci jsou aktivní složkou výuky a učitel má funkci rádce, který se snaží žáky vést tak, aby poznatky objevovali podobným způsobem jako skuteční vědci při reálném výzkumu (Papáček, 2010a).

1.3. Badatelsky orientované vyučování

Badatelsky orientované vyučování (z anglického *inquiry-based education*, IBE, případně *inquiry-based science education*, IBSE) je v domácí i zahraniční literatuře chápáno často velmi rozdílně (Dostál, 2015). Anglický pojem „inquiry“ je značně obsáhlý a jak uvádějí někteří autoři, je těžké ho zcela konkrétně vymezit (Abd-El-Khalick et al., 2004; Anderson, 2002; Rönnebeck, Bernholt & Ropohl, 2016; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004). Kirschner, Sweller a Clark (2006) ve své studii uvádějí, že přístupy s minimální podporou žáka ze strany učitele jsou v literatuře pojmenovány různě a jako příklady uvádějí objevující učení (cf Anthony, 1973; Bruner, 1961), učení se řešením problémů (cf Barrows & Tamblyn, 1980; Schmidt, 1983), konstruktivistické učení (cf Jonassen, 1991; Steffe & Gale, 1995), zkušenostní učení (cf Boud, Keogh & Walker, 1985; Kolb & Fry, 1975), projektové vyučování (cf Krajcik, Czerniak & Berger, 1999; Tinker, 1996) a již zmíněné badatelské vyučování (cf Papert, 1980; Rutherford, 1964). Lerner (1986) neužívá pojem badatelsky orientované vyučování, ale hovoří o problémovém výkladu, heuristické metodě a výzkumné metodě, při kterých lze uplatnit různé úrovně bádání.

Kirschner, Sweller a Clark (2006) dodávají, že výše zmíněné přístupy jsou sice odlišně nazývány, ale z pedagogického hlediska je jejich hlavní podstata zcela shodná. IBSE je tedy v současné době chápáno jako komplexní výukový přístup, který zahrnuje takové vyučovací metody, které podporují aktivní přístup žáků k hledání řešení problému.

Při bližším studiu charakteristiky uvedených přístupů je patrné, že IBSE není zcela novým přístupem a jeho charakteristické rysy je možné nalézt v některých vyučovacích metodách uvedených ve starších učebnicích obecné didaktiky i didaktiky biologie. Například v českých učebnicích didaktiky biologie se Altmann (1975) věnuje heuristickému rozhovoru, který je užíván k odvození pojmů, jejich zobecnění, ale také k vyvození vztahů mezi jednotlivými termíny a jevy. Uvádí specifický typ heuristického rozhovoru, volný pracovní rozhovor, při kterém žáci hledají odpovědi na složitější biologické srovnávací a úvahové otázky. Učitel položí otázku ve vztahu k širšímu a obtížnému biologickému problému, kterou žáci sledem na sebe navazujících odpovědí mají zodpovědět. Od žáků je očekávána vysoká aktivita, kontrola odpovědí jejich vrstevníků a vyšší samostatnost při řešení daného problému (Altmann, 1975). Mojžíšek (1988) zmiňuje komplexní problémové metody, které řadí do metod heuristické povahy. Jako konkrétní příklady těchto metod uvádí problémovou a projektovou metodu, které usilují o zdůraznění individuality žáků, jejich samostatnosti a prakticismu. První ze zmíněných metod obsahuje typické rysy badatelsky orientovaného vyučování, protože otázka předložená žákům učitelem nebo vyvozená žáky z dané situace vede k řešení komplexních, často i dlouhodobých a organizačně náročných úkolů. Mojžíšek (1988) zdůrazňuje, že problémová metoda odmítá přístupy, při kterých je žák pouze poučován učitelem a poznatky a závěry jsou mu sděleny v hotové podobě. S charakteristikou problémové výuky, při níž musí žáci řešit problémy související s jejich praktickým životem, se lze setkat také v didaktických pracích od Maňáka (1994). Více rozpracována je problémová výuka a metoda řešení problémů v publikaci Maňáka a Švece (2003), kteří ji považují za nejefektivnější a nejpropracovanější heuristickou výukovou strategii. Dodávají, že žáci se učí postupem pokus – omyl, při kterém mají možnost se ponaučit z vlastních úspěchů, ale i neúspěchů. Ve své publikaci *Výukové metody* prezentují také průběh řešení problému, který je téměř identický s jednotlivými kroky bádání při IBSE. Další metodou výuky, která obsahuje charakteristické prvky IBSE, jsou situační metody, které řeší případy ze života a od žáků vyžadují vyšší úsilí k řešení a vysvětlení specifických a obtížných jevů (Maňák & Švec, 2003).

Právě rozmanité vymezení IBSE, jeho komplexnost a mnohoznačná pojmenování vedou k nejasnému pochopení tohoto výukového přístupu v různých národních publikacích a zejména k nejednoznačné terminologii (Eurydice, 2011), která následně způsobuje, že učitelé samotní si nejsou v naplňování tohoto přístupu zcela jistí (Wallace & Kang, 2004).

V českých podmínkách se nejčastěji pracuje s definicí IBSE, kterou převzala Stuchlíková (2010) z Linn, Davis a Bell (2004, s. 15): „*Bádání je cílevědomý proces formulování problémů, kritického experimentování, posuzování alternativ, plánování zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, vytváření modelů studovaných dějů, rozpravy s ostatními a formování koherentních argumentů*“. Tato definice se shoduje s tím, jak bádání vymežil Anderson (2002), který jej označuje za aktivitu, při které se žáci aktivně zapojují do procesu vlastního vzdělávání prostřednictvím bádání; kladou a formulují výzkumné otázky, popř. hypotézy, hledají relevantní zdroje informací, samostatně vedou pozorování nebo experimenty, shromažďují data a interpretují je. Součástí IBSE jsou operace s problémy a aplikace zjištěných výsledků do každodenního života. Duschl, Schweingruber & Shouse (2007) zdůrazňují, že ústředním prvkem IBSE je aktivní zapojení žáků do bádání, ve kterém si mohou samostatně odpovědět na vědecké otázky pomocí běžných vědeckých metod. Pomocí badatelských úloh se žáci učí spolupracovat, sdílí vzájemně nové nápady a zapojují do svých aktivit nejen své spolužáky, ale často i dospělé osoby mimo proces vyučování (Krajcik et al., 2000). National Research Council (NRC, 2000, 2012) shrnuje základní prvky „bádání“ ve výuce přírodovědných předmětů v pěti bodech, které jsou totožné s kompetencemi, které by si žáci měli pomocí IBSE osvojit: 1. Žák se zapojuje do formulace vědecky zaměřených otázek; 2. Žák dává přednost vědeckým důkazům při odpovídání na dané otázky; 3. Žák formuluje vysvětlení založené na důkazech; 4. Žák propojuje vysvětlení s vědeckými poznatky daného oboru; 5. Žák je schopen diskutovat a zdůvodnit své závěry.

1.3.1. Úrovně bádání

Ačkoliv je pojem „inquiry“ definován rozmanitě, většina výzkumníků shodně užívá rozlišení několika úrovní bádání, které jsou charakteristické mírou informací, které žákům učitel předem poskytne, a intenzitou učitelovy pomoci (cf Banchi & Bell, 2008; Bell, Smetana & Binns, 2005; Buck, Bretz & Towns, 2008; Colburn, 2000; Edelson, Gordin & Pea, 1999; Martin-Hansen, 2002; Melville, 2015). V české literatuře se nejčastěji užívá vymezení dle

Stuchlíkové (2010), které je založeno na rozlišení čtyř úrovní bádání, jak je uvádí Eastwell (2009) či Bell, Smetana a Binns (2005): 1. Potvrzující bádání („confirmation“), 2. Strukturované bádání („structured inquiry“), 3. Nasměrované bádání („guided inquiry“) a 4. Otevřené bádání („open inquiry“).

Nejnižší úrovní je potvrzující bádání, při kterém mají žáci většinu informací k dispozici od učitele a pouze ověřují předem známé závěry. Učitel je v roli vedoucího a žáci pracují dle jeho pokynů. Ačkoliv je tato úroveň bádání z kognitivního hlediska nejjednodušší, má zásadní význam pro rozvinutí pozorovacích, experimentálních a analytických dovedností žáků (Dostál, 2015). Žáci si během těchto aktivit mohou rozvinout specifické vědecké dovednosti (např. příprava a realizace experimentu, sběr dat a jejich vyhodnocení, práce s různými pomůckami). Učitel je stále ústřední složkou výukového procesu i při strukturovaném bádání, kdy žákům sdělí výzkumnou otázku a metodiku, ale celkové řešení problému již není žákům předem zcela známé. Pomocí bádání se žáci snaží dojít k vlastním důkazům a učitel žáky vede pomocí návodných otázek tak, aby získali správné výsledky. Pokud učitel chce, aby žáci postupně řešili sofistikovanější badatelské úlohy, tak si musí žáci tyto dvě nejnižší úrovně osvojit, protože se při nich naučí dovednostem nezbytným pro zvládnutí obtížnějších badatelských úkolů (Akerson & Hanuscin, 2007; Cuevas et al., 2005; Edelson, Gordin & Pea, 1999; Lee, 2012). Toto potvrzuje i Melville (2015), který dodává, že vhodně navržený postup, při kterém se žáci posouvají od jednodušších badatelských úloh ke komplexnějším úkolům, má pro proces učení žáků a jejich úspěšnost zcela zásadní význam.

Složitější úroveň badatelských činností představuje tzv. nasměrované bádání. Učitel se posouvá do role průvodce žákova učení, ale stále mu předává informace nutné pro provedení dané úlohy. Výzkumná otázka je žákům sdělena nebo si ji mohou žáci stanovit při společné diskuzi s učitelem. Poté pracují podle předem poskytnutého návodu a učitel může žákům radit při realizaci experimentu a sběru dat. Žáci se takto učí svá data sbírat komplexněji a více je vztahovat k abstraktním poznatkům za užití nejrůznějších grafů či pojmových map (Lunsford & Herzog, 1997).

Nejvyšší a z kognitivního hlediska nejobtížnější úrovní je otevřené bádání, kdy si žáci samostatně pokládají výzkumnou otázku, stanovují předběžné hypotézy, sestavují vlastní postup práce a metodiku, kterou využijí ke sběru dat. Následně žáci pokus samostatně realizují a na základě zjištěných výsledků stanovují závěry ve vztahu k předem definovaným hypotézám (Dostál, 2015; Stuchlíková, 2010). Odlišně vymezené otevřené bádání uvádí Buck, Bretz

a Towns (2008), kteří diferencují pět úrovní bádání (tab. I). V případě otevřeného bádání žáci vycházejí z teoretických znalostí a výzkumnou otázku předem stanoví učitel. Nejvyšší úroveň bádání v tomto přehledu představuje autentické bádání, v němž jsou pro žáky otevřené všechny kroky badatelského cyklu, tzn. stanovení výzkumné otázky, sestavení postupu práce a sběru dat, analýza výsledků, jejich diskuze a stanovení závěrů. Otevřené bádání a autentické bádání vyžadují od žáků složité myšlenkové operace, ale také kladou vyšší nároky na práci učitele, který musí své žáky motivovat k hledání vhodné výzkumné otázky a jejímu následnému řešení (Chin & Chia, 2004). Zapojení samotných žáků je klíčovým aspektem nejvyšších úrovní bádání, jelikož učitel je pouze v pozici rádce pro případ, že by žáci potřebovali jeho pomoc či potvrzení správnosti dalších kroků.

Tabulka I: Pětistupňové vymezení jednotlivých úrovní bádání v kontextu tradičních metod výuky a IBSE (přeloženo a upraveno z Buck, Bretz & Towns, 2008)

	Tradiční výuka – laboratorní práce			IBSE	
	Potvrzující bádání	Strukturované bádání	Nasměřované bádání	Otevřené bádání	Autentické bádání
Výzkumný problém/otázka	poskytnuto	poskytnuto	poskytnuto	poskytnuto	neposkytnuto
Teoretické znalosti	poskytnuto	poskytnuto	poskytnuto	poskytnuto	neposkytnuto
Postup práce	poskytnuto	poskytnuto	poskytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto
Analýza výsledků	poskytnuto	poskytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto
Diskuze výsledků	poskytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto
Závěry	poskytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto

Dáme-li do kontextu tradiční vyučovací metody a IBSE (tab. 1), je patrné, že první tři úrovně bádání (potvrzující, strukturované a nasměřované bádání) odpovídají tradičním metodám přímého studia přírody, jak je definoval již Řehák (1967). Pozorování a pokusy mají v přírodovědném kurikulu zcela zásadní pozici a jsou považovány za nedílnou součást výuky, jelikož umožňují aktivní zapojení žáků, lépe identifikovat významné jevy, učit se fakta, vytvářet vlastní představy a teorie nebo lépe chápat souvislosti, o čemž pojednává řada zahraničních studií (cf Bybee, 2011; Hofstein, 2004; Hofstein & Lunetta, 2004; Hofstein & Mamlok-Naaman,

2007; Millar, 2004; Lunetta, 1998; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007), ale i domácí autoři zabývající se didaktikou biologie, například Altmann (1975), Maňák a Švec (2003) nebo Mojžíšek (1988). Nasměřované bádání, kdy učitel žákům poskytne návod pro laboratorní cvičení a žáci doplňují výsledky a závěry, představuje v praxi nejčastěji užívanou úroveň (Furtak, 2006). Otevřené a autentické bádání je možné označit jako IBSE v užším slova smyslu. Z hlediska typologie laboratorních prací uváděné Mojžíškem (1988) by IBSE odpovídalo tzv. objevnému typu laboratorních prací, při kterém se žáci snaží experimentovat, formulovat a ověřovat vlastní hypotézy, objevovat a samostatně zjišťovat nová fakta. Významem laboratorního pokusu jako vyučovací metody založené na praktické činnosti se zabývá také Altmann (1975), který staví pokus na úroveň hlavních metod výuky a zároveň propaguje jeho propojení s metodou heuristického rozhovoru, což by vedlo k naplnění podstaty IBSE.

1.3.2. Překážky pro zavádění IBSE do praxe

Ačkoliv existují důkazy, že IBSE má pozitivní dopad na učení žáků (viz kapitola 5), stále se tento přístup potýká se značnými problémy při implementaci do výuky. Papáček (2010a) vymezil několik rovin charakterizujících limity pro zavádění IBSE do praxe. Jednou ze zásadních překážek v rovině obsahu pedagogiky, didaktiky a metodiky přírodopisu a biologie je nedostatečné definování IBSE v kurikulárních dokumentech. Tento problém byl ve většině západních států již vyřešen. Česká sféra byla v tomto ohledu trochu opožděna, ale v současné době je badatelsky orientované vyučování považováno za vhodný alternativní přístup pro výuku předmětů ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda a Člověk a jeho svět (viz Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, cf Jeřábek & Tupý, 2016) a nepřímo jsou jeho charakteristické rysy uvedeny i v rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (Jeřábek, Krčková & Hučínová, 2007). Určitou překážku představovala připravenost učitelů, ať budoucích, studujících na univerzitách, nebo těch již působících v praxi (Roehrig, 2004; Shedletsky & Zion, 2005). Učitelé se v IBSE cítili nejistě z důvodu nedostatečných zkušeností, což může negativně ovlivnit výsledky žáků (Bhattacharyya, Volk & Lumpe, 2009) a nepřímo i vnímání užití tohoto přístupu samotnými učiteli. To potvrdil i výzkum Petra a kolektivu (2015), jehož výsledky ukázaly, že ani po dlouhodobé snaze o postupné zavádění a propagování IBSE v České republice není mnoha aktérům vzdělávání stále zcela jasný jeho hlavní princip. Učitelé se také často obávali ztráty kontroly nad organizací ve třídě (Deters, 2004) nebo i frustrace samotných žáků z neúspěchu v případě, že se jim nebude zadaný úkol dařit (Trautmann,

Makinster & Avery, 2004). Kirschner, Sweller a Clark (2006) nebo Aulls (2002) uvedli, že někteří učitelé, kteří se pokusili implementovat prvky IBSE do své výuky, nakonec museli žákům stejně poskytnout návod na jeho realizaci, což negativně ovlivnilo postoj učitelů vůči tomuto přístupu.

Nejčastěji diskutovanou překážkou pro intenzivnější uplatňování IBSE ve výuce je nedostatek času potřebný pro realizaci badatelských aktivit a nedostatečné materiální vybavení škol v podobě specializovaných učeben či laboratoří pro výuku biologie a přírodopisu, nedostatek pomůcek potřebných pro samotné bádání, preparátů či multiplikátů přírodnin. Z těchto důvodů je vhodné vytvářet namísto komplexních badatelských úkolů, jejichž řešení může žákům zabrat i několik vyučovacích hodin, jednodušší úlohy, které však stále odpovídají potřebám obsahu daného předmětu, úrovni kognitivních schopností žáků a zároveň zachycují klíčové složky vědeckého uvažování (Chinn & Malhotra, 2002). Jak dodává Petr (2014), řadu badatelských úloh je možné realizovat i v běžné učebně a s minimem pomůcek, případně s pomůckami, které jsou zcela běžně dostupné.

1.3.3. Laboratorní práce jako forma výuky a IBSE

Laboratorní práce jsou vhodnou formou výuky pro aplikaci IBSE (Hofstein et al., 2005; Krajcik, Mamlok & Hug, 2001; Millar & Abrahams, 2009), protože propojení badatelských úkolů s praktickými činnostmi žáků má velký potenciál k rozvíjení nových dovedností a schopností žáků, ale také osvojení si vědeckého uvažování.

Současné přírodovědné kurikulum v České republice je zaměřeno na kompetence žáků a na praktické práce je kladen důraz v rámcovém vzdělávacím plánu pro základní vzdělávání i v rámcovém vzdělávacím plánu pro gymnázia. V rámcovém programu pro základní vzdělávání je ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda zdůrazněno praktické poznávání přírody a základní laboratorní postupy jsou implementovány do vzdělávací oblasti Člověk a svět práce. V rámcovém vzdělávacím plánu pro gymnázia jsou laboratorní práce zmíněny ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda.

Činnost žáků v rámci hodin laboratorních prací může být organizována několika způsoby, které specifikuje například Řehák (1967) nebo Pavlasová (2013). Žáci mohou pracovat individuálně, v párech nebo malých skupinkách. Skupiny řeší shodný úkol nebo různé úkoly na stanovištích, na nichž se žáci postupně střídají. Skupiny žáků mohou řešit i komplexní úkol, kdy každá skupina je zodpovědná za dílčí část.

Žáci se při práci ve skupině učí mezi sebou komunikovat, být zodpovědní za vlastní práci a navzájem si kontrolovat svou činnost, včetně poskytování zpětné vazby spolužákům v neformální a často příjemné atmosféře (Cangelosi, 2006; Petty, 2013). Při skupinových pracích se mohou zapojit žáci, kteří by normálně před celou třídou nebyli tak aktivní. U skupinových prací může učitel ustoupit do pozadí a nechat žáky pracovat více samostatně (Kyriacou, 2005), ale stále musí kontrolovat, zda všichni žáci vědí, co mají dělat. Na druhou stranu by vyučující neměl trávit se skupinou příliš mnoho času, aby rušivě nepůsobil na diskuzi ve skupině. Je vhodné, aby působil jako rádce, který se pohybuje mezi jednotlivými skupinami (Kyriacou, 1991). Tento způsob řízení práce žáků je shodný s principy činnosti učitele při badatelských aktivitách.

Způsob organizace hodin laboratorních prací je nutné volit podle věku žáků a také jejich schopnosti samostatné práce (Pavlasová, 2013; Řehák, 1967; Trna, 2014). Doporučuje se, aby se žáci laboratorním dovednostem učili postupně. Nejprve sledují kroky postupu demonstrované učitelem a následně postup opakují. Postupně se dopracují k tomu, že pokus provádějí samostatně podle písemných instrukcí od učitele. Nejvyšší úrovní představují badatelské laboratorní práce, kde žáci mají volnost při návrhu postupu práce i provedení experimentu.

1.4. Efektivita výukových přístupů ve vzdělávání a její měření

Vzhledem k tomu, že IBSE je v současné době propagovaným a často diskutovaným výukovým přístupem, je nutné sledovat jeho efektivitu, což vyplynulo i ze syntézy studií zaměřených na efektivitu výuky v zahraničí (Seidel & Shavelson, 2007; Scheerens, 2004). Obecně je efektivita celého vzdělávacího procesu přetrvávajícím tématem pedagogických výzkumů.

Na sledování efektivitě vzdělávání se v českých podmínkách zaměřovali autoři již v 80. letech (např. Kulič, 1980). Průcha (1996) ve své monografii vymezil efektivitu vzdělávání z pohledu různých oborů a zaměřil se také na srovnání pojmů efektivita a kvalita výuky. Podle Průchy (1996) nejsou tyto dva pojmy zcela přesně vymezeny a často se jejich význam překrývá, což potvrzují Starý a Chvál (2009), kteří dodávají, že jsou v pedagogické sféře tyto pojmy často zaměňovány. Efektivita by měla být chápána jako obecné vyjádření vztahu mezi zjištěným výsledkem a tím, co vedlo k tomuto výsledku, co jej zapříčinilo či ovlivnilo (Starý & Chvál, 2009). V procesu výuky je tento výsledek představován určitými výstupy

(např. žákovými znalostmi či dovednostmi). Ve výzkumech je efektivita metod většinou určována z dopadu na úroveň osvojených znalostí či dovedností nebo rozvoje poznávacích schopností žáků (Kulič, 1980), ale sledován může být i vliv dalších faktorů, například užití učebních pomůcek, vliv motivace žáků či organizace výukové jednotky (Einsiedler, 2000; Janík et al., 2016; Petty, 2013).

Starý a Chvál (2009) uvádějí, že většina výzkumů zaměřených na efektivitu výuky je kvantitativního typu a až v posledních letech jsou výzkumy doplňovány kvalitativními metodami. Ačkoliv bylo publikováno několik výzkumů a studií na toto téma, jedinou více propracovanou monografií v České republice vztahující se k této problematice je *Kvalita (ve) vzdělávání: obsahově zaměřený přístup ke zkoumání a zlepšování výuky* (viz Janík et al., 2016). Autoři se věnují nejen vymezení jednotlivých pojmů spojených s kvalitou výuky a jejím hodnocením, ale popisují různé modely kvality ve vzdělávání či metodologii k jejímu zjišťování. Uvádí také zjištění vyplývající z provedených studií a příklady didaktických kazuistik, které jsou zaměřeny na různé školní předměty, včetně biologie.

Průcha (1996) rozdělil výzkumy sledující efektivitu výuky do třech skupin. První skupinou jsou výzkumy zaměřené na reálný efekt výuky a sledující, co se žáci skutečně naučili. Druhou skupinu představují výzkumy, které porovnávají efekt dvou odlišných výukových metod, a třetí skupinou jsou analytické výzkumy, které objasňují efektivnost na základě analýzy vlastností a podmínek procesu, který vedl k daným výsledkům. Průcha (1996) dále uvádí dva konkrétní typy měření efektivnosti vzdělávacího procesu. Prvním typem je hodnocení efektivnosti na základě výpovědí posuzovatelů. Data jsou získávána na základě rozhovorů se žáky či učiteli nebo dotazníkových šetření (s využitím různých posuzovacích škál), pozorování a analýzy výuky či pedagogické dokumentace. Druhým typem je hodnocení efektivnosti vzdělávacího procesu z jeho produktů. Průcha (1996) rozumí „produktem“ výsledky učení (ať již okamžité či dlouhodobé), které se projevují změnami v úrovni vědomostí, dovedností či postojů a názorů. Využívaným nástrojem jsou v tomto případě didaktické testy, například různé typy pretestů zadaných před samotnou výukou a posttestů zadaných po ukončení výuky. Následné porovnání výsledků v obou zmíněných testech poskytuje základní data pro posouzení efektivity vyučovacího přístupu či metody.

1.5. Efektivita badatelského vyučování v přírodovědných předmětech

Efektivita badatelsky orientovaného vyučování tvoří významnou výzkumnou otázku od 80. let minulého století. Meta-analýzy z tohoto období prokázaly, že IBSE má pozitivní vliv na vědomostní výsledky žáků (cf Lott, 1983; Shymansky, Hedges & Woodworth, 1990; Weinstein, Boulanger & Walberg, 1982), jejich kreativitu a vědecké dovednosti (Bredderman, 1983) a kognitivní rozvoj (Wise & Okey, 1983). Pozdější studie však tento fakt nepotvrzovaly a přinášely rozdílné výsledky, kdy většinou nebylo možné tvrdit, že by IBSE mělo signifikantní vliv na učení žáků a jejich vědomostní výsledky (Chang & Mao, 1999; Schneider et al., 2002; Von Secker & Lissitz, 1999), zlepšilo jejich porozumění přírodovědným jevům (Khisfe & Abd-El-Khalick, 2002) či zvýšilo úsilí žáků v procesu učení se a vedlo k většímu pochopení vědeckých postupů (Berg et al., 2003; Klahr & Nigam, 2004). Z těchto důvodů je účinnost IBSE ve vztahu k osvojení si nových znalostí a dovedností stále diskutovaným tématem nejen v akademických kruzích a mezi pedagogy, ale i u širší veřejnosti.

Příčinou nejednoznačných výsledků studií, které srovnávaly IBSE oproti jinému přístupu ve vyučování, byl fakt, že často chyběla kontrolní skupina nebo byla výuka v kontrolní skupině nejasně definována a označena pouze jako „tradiční výuka“ bez bližší specifikace (Levy, Minner & Jablonski, 2007). Z těchto důvodů jsou výsledky srovnávacích studií často neprůkazné nebo je není možné generalizovat. Jak vyplývá ze syntézy Minner, Levy & Century (2010), polovina ze 138 sledovaných studií zaměřených na IBSE v přírodovědném vzdělávání vykazovala pozitivní vliv IBSE na proces učení žáků a zapamatování si nových informací. Ve 42 studiích měli žáci, kteří absolvovali výuku s prvky IBSE, signifikantně lepší vědomostní výsledky než jejich vrstevníci, kteří absolvovali výuku s menším či žádným podílem IBSE.

Chang a Mao (1999) porovnávali efektivitu IBSE s tradiční metodou výuky, kterou představoval frontální výklad učitele bez badatelských prvků. Do výzkumu bylo celkem zapojeno 16 skupin žáků taiwanských středních škol. Autoři zjistili, že experimentální skupina pracující s prvky IBSE dosáhla signifikantně lepšího skóre ve vědomostním testu než žáci z kontrolní skupiny, kteří absolvovali pouze hodiny s výkladem učitele. U žáků z experimentální skupiny byl po skončení výzkumu zjištěn i lepší postoj k přírodovědným předmětům (Chang & Mao, 1999). Podobné srovnání IBSE a výuky bez prvků bádání zajímalo i Schneidera s kolektivem (2002), kteří se zaměřili na výsledky amerických žáků v celostátním testování. Při porovnání výsledků žáků navštěvujících vzdělávací program s prvky IBSE a žáků bez zkušeností s tímto přístupem bylo zjištěno, že žáci z kurzů s badatelskými úlohami

dosahovali stejných či nepatrně vyšších výsledků než ostatní žáci, kteří navštěvovali vzdělávací programy bez badatelských úloh. Jak autoři dodávají, není tedy nutné, aby se učitelé báli snížení efektivity své výuky po implementování prvků IBSE (Schneider et al., 2002).

Cobern s kolektivem (2010) sledovali v rámci laboratorních prací vliv otevřeného bádání, potvrzujícího a nasměrovaného bádání na úroveň znalostí a dovedností amerických středoškoláků. Po absolvování dvoutýdenního programu nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi experimentální skupinou, která řešila otevřené badatelské úlohy, a kontrolní skupinou, v níž žáci řešili potvrzující a nasměrované badatelské úlohy. Celkem byly sledovány jen dva tematické celky, takže není možné zjištěné závěry zcela generalizovat. Jak uvádí autoři studie, může mít volba jiných tematických okruhů vliv na to, zda je daná výuka efektivní (Cobern et al., 2010). Sledována byla i doba zpracování úlohy, kde se ukázalo, že žáci z kontrolní skupiny pracovali přibližně o 5 až 10 minut kratší dobu než žáci z experimentální skupiny. Tento výsledek mohl být způsoben faktem, že žáci z experimentální skupiny neměli žádné zkušenosti s badatelským vyučováním, takže se v daných úkolech museli nejdříve zorientovat (Cobern et al., 2010).

Sadeh a Zion (2009) porovnávali efektivitu otevřeného (IBSE) a nasměrovaného bádání při výuce biologie ve dvou skupinách izraelských středoškoláků. Zjistili, že skupina žáků, kteří se učili s prvky IBSE vykazovala lepší porozumění biologickým procesům i vědeckým postupům než jejich vrstevníci, kteří se výuky s prvky IBSE nezúčastnili. Chatterjee a kolektiv (2009) sledovali postoje amerických univerzitních studentů vůči nasměrovanému a otevřenému bádání v rámci semestrálního kurzu chemie. Na rozdíl od předchozích výsledků (např. Chang & Mao, 1999) studenti více preferovali úlohy s nasměrovaným bádáním, kde znali postup práce předem, oproti zcela otevřeným úlohám.

Blanchard a kolektiv (2010) provedli srovnání vlivu nasměrovaného a potvrzujícího bádání na úroveň znalostí 1700 žáků ze sedmi různých amerických středních škol. Výsledky ukázaly signifikantně lepší výsledky v posttestu u těch žáků, kteří navštěvovali skupinu s výukou s nasměrovaným bádáním, než u žáků ze skupiny, v níž pracovali s úlohami založenými na potvrzujícím bádání. Bunterm s kolektivem (2014) porovnávali vliv strukturovaného a nasměrovaného bádání na učení středoškolských žáků ve třech školách v severovýchodním Thajsku. Žáci celkem absolvovali 14 až 15 hodin výuky, ve kterých řešili badatelské úlohy. Z analýzy výsledků didaktického testu bylo prokázáno, že skupina, kde žáci řešili úlohy odpovídající úrovni nasměrovaného bádání, dosáhla lepších výsledků ve vztahu

k porozumění obsahu i k dovednostem spojených s vědeckou prací než žáci pracující s úlohami, které představovaly úroveň potvrzujícího bádání.

Z těchto závěrů je možné usoudit, že IBSE, které obsahuje více otevřené úlohy, je efektivnější pro rozvoj porozumění vědeckému obsahu a osvojení si nových dovedností v porovnání s výukou využívající potvrzující typy badatelských úloh (cf Blanchard et al., 2010; Chang & Mao, 1999; Sadeh & Zion, 2009).

Lederman, Abell a Akerson (2008) na základě spolupráce s učiteli ve Švédsku a Spojených státech propagují kombinaci potvrzujícího a nasměrovaného bádání. Učitelé učili stejné téma v rámci výukové jednotky tradičním přístupem (potvrzující bádání), nasměrovaným bádáním či kombinací obou metod a následně označili jako nejúčinnější právě kombinaci obou přístupů. Nicméně, ze statistického hlediska nebyl rozdíl v efektivitě jednotlivých přístupů statisticky významný (Lederman, Abell & Akerson, 2008).

Ačkoliv některé studie (Blanchard et al., 2010; Cobern et al., 2010; Furtak et al., 2012; Minner, Levy & Century, 2010; Schroeder et al., 2007) přinášely důkazy o tom, že IBSE pozitivně ovlivňuje proces učení žáků, např. kognitivní znalosti, porozumění obsahu, osvojení si nových dovedností, kritické myšlení a postoje k přírodovědným vědám, kritici tohoto přístupu ho označili za méně efektivní než výuku, při které je kladen důraz na zcela detailní odborné vedení při procesu učení se (cf Chall, 2000; Kirschner, Sweller & Clark, 2006; Klahr & Nigam, 2004; Moreno, 2004). Zdůvodnili to tím, že žáci jsou začátečníky v procesu učení se, takže by měli mít zpočátku k dispozici přímé návody, které by jim ujasnily koncepty a postupy práce, které jsou vyžadovány daným předmětem, a nikoliv objevovat postupy práce samostatně (cf Cronbach & Snow, 1977; Klahr & Nigam, 2004; Mayer 2004; Sweller, 2003). Brown a Campione (1994) nebo Kalyuga s kolektivem (2003) v tomto ohledu uvedli, že pokud žáci objevují metodiku práce samostatně s minimem instrukcí, tak se často v postupu ztratí, což vede nejen k negativnímu postoji vůči aktivitě či celému předmětu, ale také k vytvoření miskonceptů ve vztahu k dané tématice. Kirschner, Sweller a Clark (2006) zdůraznili, že kromě rozvoje miskonceptů může docházet k tomu, že žáci získávají vědomosti bez znalosti souvislostí. Klahr a Nigam (2004) provedli studii se 112 žáky třetího a čtvrtého ročníku na čtyřech vybraných amerických základních školách, při které sledovali jejich postoj k potvrzujícímu bádání a otevřenému bádání. Z rozhovorů se žáky po ukončení experimentu zjistili, že žáci upřednostňovali přímé vedení před úlohami, kde samostatně objevovali správný postup.

Z výše uvedeného přehledu vyplývá, že některé studie prokazují pozitivní dopad IBSE na různé aspekty výchovně-vzdělávacího procesu, nejen na vědomostní výsledky žáků v přírodovědných předmětech, ale i na jejich kognitivní rozvoj, osvojení laboratorních dovedností a porozumění vědeckým termínům i práci samotných vědců. IBSE může vést také k lepším postojům vůči přírodovědným předmětům (cf Gibson 1998; Chang & Mao, 1999; Matthews, Adams & Goos, 2010; Shrigley, 1990).

1.5.1. Efektivita IBSE ve výuce přírodopisu a biologie v České republice

Pokusy o efektivní implementaci IBSE do výuky přírodopisu a biologie v České republice probíhají posledních 7 let, ale počet publikovaných výzkumů, které by sledovaly hodnocení tohoto vyučovacího přístupu, je poměrně malý.

Efektivitou IBSE a její závislosti na typu motivace žáka se zabývali Škoda a kolektiv (2015), kteří provedli studii u patnáctiletých žáků na patnácti vybraných českých školách. Při tomto výzkumu zařadili prvky IBSE do pětiměsíčního období výuky přírodopisu na základní škole. Testovali znalosti žáků před zahájením výuky (pretestem), poté ihned po jejím ukončení (posttestem 1) a následně s odstupem čtyř měsíců (posttestem 2). Sledovali, jak se liší efektivita IBSE v závislosti na čtyřech motivačních typech žáka (vymezené Plamínkem (2008): objevovatel, usměrňovatel, sladčovatel a zpřesňovatel). Výsledky potvrdily, že motivace je jedním z klíčových faktorů pro efektivitu IBSE a efektivita tohoto přístupu se liší u jednotlivých motivačních typů. Okamžitě po skončení výzkumu, v posttestu 1, bylo IBSE prokázáno jako nejefektivnější u žáků usměrňovatelského a objevovatelského typu. Při sledování dlouhodobého efektu se IBSE ukázalo nejefektivnější u žáků s usměrňovatelským motivačním typem (Škoda et al., 2015).

Vácha a Ditrich (2016) sledovali efektivitu IBSE ve vztahu k osvojení si nových znalostí u žáků čtvrtého ročníku na čtyřech vybraných základních školách. Do výzkumu byly vždy zapojeny dvě paralelní třídy. V jedné třídě probíhal pouze výklad učitele (kontrolní skupina), ve druhé třídě výuka obsahovala pokusy s prvky IBSE a přímou práci žáků s přírodninami (experimentální skupina). Efektivita IBSE byla měřena pomocí pretestu před výukou a posttestu po jejím skončení. Autoři zjistili, že výuka s prvky IBSE měla statisticky prokazatelný vliv na osvojování nových znalostí v obou skupinách. Výraznější zlepšení bylo ale vždy zjištěno v experimentální skupině. Vácha a Ditrich (2016) dodávají, že užití IBSE přístupu by mohlo vést

k pozitivnějšímu vztahu žáků k přírodovědným předmětům a vyzdvihují nutnost častější aplikace prvků IBSE do výuky již na prvním stupni základní školy.

Ke stejnému pozitivnímu vlivu IBSE na znalosti žáků dospěly ve své studii Ryplová a Reháková (2011). Pro žáky 7. ročníku základní školy byl připraven environmentální výukový program na interaktivní tabuli, který obsahoval prvky IBSE. Celkem se výzkumu zúčastnilo 57 žáků ze tří vybraných základních škol, kteří byli rozděleni do experimentální skupiny s IBSE výukou a kontrolní skupiny, která absolvovala výuku bez badatelských prvků. Po srovnání výsledků žáků v pretestu před zahájením výzkumu a posttestu (zadaným týden po skončení výuky) bylo zjištěno, že žáci, kteří absolvovali program s prvky IBSE, dosahovali v posttestu lepších výsledků než žáci ze skupiny s výukou bez badatelských prvků.

Další části dizertační práce jsou dostupné pouze v tištěné verzi. Kapitoly věnované metodice, výsledkům a diskuzi budou zveřejněny až po obhajobě této dizertační práce.

5. ZÁVĚRY

Předložená dizertační práce zhodnotila efektivitu badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie (IBSE) a porovнала ji s efektivitou výuky, která využívala tradičních vyučovacích metod, při výuce vybraných témat fyziologie člověka na různých vzdělávacích stupních.

V úvodní části dizertační práce jsou uvedeny teoretické poznatky o problematice konstruktivistických přístupů v přírodovědném vzdělávání s důrazem na badatelsky orientované vyučování přírodopisu a biologie. V teoretickém přehledu jsou popsány způsoby měření efektivit vyučovacích přístupů a prezentovány nejdůležitější výsledky českých a zahraničních výzkumů sledujících efektivitu IBSE ve výuce přírodovědných předmětů, se zřetelem na výuku přírodopisu a biologie.

Empirická část představuje design a výsledky výzkumu, který byl realizován u žáků základní školy, žáků gymnázia a vysokoškolských studentů a sledoval efektivitu IBSE ve vztahu k úrovním osvojení znalostí a vědeckých dovedností.

Hypotéza, že IBSE vede k lepšímu osvojení znalostí, než tradiční metody přímého studia přírody, nebyla potvrzena. Žáci a studenti v experimentálních skupinách pracujících podle zásad IBSE dosáhli lepších výsledků než žáci a studenti ve skupinách s tradiční výukou, ale nejednalo se o statisticky významný rozdíl.

Hypotéza, že IBSE vede k lepšímu osvojení vědeckých dovedností (např. vyhodnocení a navržení přírodovědného výzkumu, navržení vědeckovýzkumných otázek, interpretování dat a stanovení odpovídající závěrů) byla potvrzena. Žáci a studenti v experimentálních skupinách dosáhli statisticky významně lepších výsledků. U žáků gymnázia byla zjištěna vysoká úroveň osvojených dovedností i rok po provedení experimentu, což ukazuje dlouhodobý účinek IBSE na osvojené dovednosti.

Hypotéza, že edukační stupeň nemá vliv na efektivitu IBSE, nebyla potvrzena. Výzkum ukázal, že efektivita IBSE byla vzdělávacím stupněm ovlivněna a bylo zjištěno, že IBSE je nejúčinnější na gymnáziu, kde žáci udělali největší pokrok při osvojení si znalostí z fyziologie člověka a vědeckých dovedností.

Ověření souboru badatelských úloh vytvořených pro účely výzkumu, ukázalo, že takto koncipované úlohy jsou vhodné pro zařazení do hodin laboratorních prací zaměřených na témata z fyziologie člověka, která odpovídají kurikulu přírodopisu na druhém stupni

základní školy, kurikulu biologie na gymnáziu a náplni kurzů z fyziologie člověka pro vysokoškolské studenty.

Zjištěné výsledky a závěry není možné zcela zobecnit či generalizovat, protože ke sledování efektivity IBSE byl využit dostupný vzorek žáků základních škol, gymnázií a vysokoškolských studentů. Výsledky výzkumu jsou však srovnatelné s vybranými českými či zahraničními studiemi, které se zaměřují na stejnou problematiku.

IBSE je vhodnou inovací výuky přírodovědných předmětů. Žáci a studenti si pomocí tohoto přístupu osvojí některé klíčové kompetence, například kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní a pracovní, které jsou součástí rámcových vzdělávacích programů pro základní vzdělávání a gymnázia.

6. POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

- ABD-EL-KHALICK, F., BOUJAOUDE, S., DUSCHL, R., LEDERMAN, N. G., MAMLOK-NAAMAN, R., HOFSTEIN, A., NIAZ, M., TREAGUST, D. & TUAN, H-L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Culture and Comparative Studies*, 88(3), 397 – 419.
- AKERSON, V. L. & HANUSCIN, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Education*, 44(5), 653 – 680.
- ALTMANN, A. (1975). *Metody a zásady ve výuce biologie*. Praha: SPN.
- ANDERSON, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1 – 12.
- ANTHONY, W. S. (1973). Learning to discover rules by discovery. *Journal of Educational Psychology*, 64, 325 – 328.
- AULLS, M. W. (2002). The contributions of co-occurring forms of classroom discourse and academic activities to curriculum events and instruction. *Journal of Educational Psychology*, 94, 520 – 538.
- BANCHI, H. & BELL, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26 – 29.
- BARROWS, H. S. & TAMBLYN, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer.
- BELL, R. L., SMETANA, L. & BINNS, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30 – 33.
- BERG, C. A. R., BERGENDAHL, V. C. B., LUNDBERG, B. K. S. & TIBELL, L. (2003). Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, 25(3), 351 – 372.
- BHATTACHARYYA, S., VOLK, T. & LUMPE, A. (2009). The influence of the extensive inquiry-based field experience on pre-service elementary student teachers' science teaching beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 199 – 218.
- BÍLEK, M., RYCHTERA, J. & SLABÝ, A. (2008). *Konstruktivismus ve výuce přírodovědných předmětů* [cit. 11. 6. 2016]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z <http://esfmoduly.upol.cz/publikace/bilek1.pdf>

- BLANCHARD, M., SOUTHERLAND, S. A., OSBORNE, J. W., SAMPSON, V. D., ANNETTA, L. A. & GRANGER, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577 – 616.
- BLAŽEK, R. & PŘÍHODOVÁ, S. (2016). *Mezinárodní šetření PISA 2015: Národní zpráva – přírodovědná gramotnost*. Praha: Česká školní inspekce.
- BOUD, D., KEOGH, R. & WALKER, D. (1985). *Reflection: Turning experience into learning*. London: Kogan Page.
- BREDDERMAN, T. (1983). Effects of activity-based elementary science on student outcomes: A quantitative synthesis. *Review of Educational Research*, 53(4), 499 – 518.
- BROWN, A. & CAMPIONE, J. (1994). Guided discovery in a community of learners. In: K. McGilly (Ed.), *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice* (229 - 270). Cambridge, MA: MIT Press.
- BRUDER, R. & PRESCOTT, A. (2013). Research evidence on the benefits of IBL. *ZDM Mathematics Education*, 45, 811 – 822.
- BRUNER, J. S. (1960). *The proces of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- BRUNER, J. S. (1961). The art of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21 – 32.
- BUCK, B. L., BRETZ, S. L. & TOWNS, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52 – 58.
- BUNTERM, T., LEE, K., NG, J., KONG, L., SRIKOON, S., VANGPOOMYAI, P., RATTANAVONGSA, J. & RACHAHOON, G. (2014). Do different levels of inquiry lead to different learning outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1937 – 1959.
- BYBEE, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding a framework for K-12 science education. *Science Teaching*, 78(9), 34 – 40.
- CANGELOSI, J. S. (2006). *Strategie řízení třídy: Jak získat a udržet spolupráci žáků při výuce*. Praha: Portál.
- COBB, P. (1994). Constructivism in mathematics and science education. *Educational Researcher*, 23(7), 4.
- COBERN, W. W., SCHUSTER, D., ADAMS, B., APPLGATE, B., SKJOLD, B., UNDREIU, A., LOVING, C. C. & GOBERT, J. D. (2010). Experimental comparison of inquiry and direct instruction in science. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 81 – 96.

- COLBURN, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42 – 44.
- CRONBACH, L. J. & SNOW, R. E. (1977). *Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions*. New York, NY: Irvington.
- CUEVAS, P., LEE, O., HART, J. & DEAKTOR, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 327 – 357.
- ČÍŽKOVÁ, V. (2006, září). Experimentální metoda v oborových didaktikách – možnosti a omezení [cit. 20. 7. 2016]. Příspěvek na konferenci *Současné metodologické přístupy a strategie pedagogického výzkumu*, 5. – 7. září 2006, Plzeň: ZČU v Plzni a Česká asociace pedagogického výzkumu. Dostupné z <http://www.kpg.zcu.cz/capv/HTML/127/default.htm>
- ČÍŽKOVÁ, V. (2013). Biologické vědomosti a dovednosti ve výzkumu PISA. *Biologie, chemie, zeměpis*, 21(3), 113 – 117.
- ČÍŽKOVÁ, V., BULANTOVÁ, J., HOLCOVÁ, K., KÖHLEROVÁ V., TYLOVÁ, E. & VOTÝPKA, J. (2014). *Poznáváme přírodu v našem okolí*. Praha: Nakladatelství P3K.
- DAWSON, Ch. (2000). *Upper primary boys' and parents' views of the school science curriculum*. London: King's College London.
- DETERS, K. (2004). Inquiry in the chemistry classroom. *The Science Teacher*, 71(10), 42 – 45.
- DOBIÁŠ, V. (2013). *Klinická propedeutika v urgentní medicíně*. Praha: Grada.
- DOMIN, D. S. (1999). A review of laboratory teaching styles. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 543 – 547.
- DOSTÁL, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka: Pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- DRIVER, R., LEACH, J., MILLAR, R. & SCOTT, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- DUSCHL, R. A., SCHWEINGRUBER, H. & SHOUSE, A. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- DYLEVSKÝ, I., ŠTASTNÝ, F. & TROJAN, S. (1984). *Praktická cvičení ze somatologie*. Praha: Avicenum.
- EASTWELL, P. (2009). Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. *The American Biology Teacher*, 71(5), 263 – 264.
- EDELSON, D. C., GORDIN, D. N. & PEA, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 391 – 450.

- EDWARDS, D. & MERCER, N. (1987). *Common knowledge: The development of understanding in the classroom*. London: Routledge.
- EINSIEDLER, W. (2000). Von Erziehungs- und Unterrichtsstilen zur Unterrichtsqualität. In M. K. W. Schweer (Eds.), *Lehrer-Schüler-Interaktion* (109 – 128). Opladen: Leske + Budrich.
- EURYDICE (2011). *Science education in Europe: National practices, policies and research*. Brussels: European Commission.
- FITZPATRICK, K. A. (2004). An investigative laboratory course in human physiology using computer technology and collaborative writing. *Advances in Physiology Education*, 28, 112 – 119.
- FURTAK, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90(3), 453 – 467.
- FURTAK, E. M., SEIDEL, T., IVERSON, H. & BRIGGS, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82, 300 – 329.
- GAVORA, P. (2010). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido.
- GIBSON, H. L. (1998, duben). Case studies of an inquiry-based science programs' impact on students' attitudes towards science and interest in science careers. *Paper presented at annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, 19. – 22. 4. 1998, San Diego, CA.
- GRANDY, R. E. (1997). Constructivism and objectivity: Disentangling metaphysics from pedagogy. *Science & Education*, 6(1-2), 42 – 53.
- HARTL, P. & HARTLOVÁ, H. (2000). *Psychologický slovník*. Praha: Portál.
- HOFSTEIN, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation and evaluation. *Chemistry Education Research and Practice*, 5, 247 – 264.
- HOFSTEIN, A. & LUNETTA, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88, 28 – 54.
- HOFSTEIN, A. & MAMLOK-NAAMAN, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105 – 107.
- HOFSTEIN, A., NAVON, O., KIPNIS, M. & MAMLOK-NAAMAN, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 791 – 806.

- CHALL, J. S. (2000). *The academic achievement challenge*. New York: Guilford.
- CHANG, C.-Y. & MAO, S.-L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *Journal of Educational Research*, 92(6), 340 – 346.
- CHATTERJEE, S., WILLIAMSON, V. M., MCCANN, K. & PECK, M. L. (2009). Surveying students' attitudes and perceptions toward guided-inquiry and open-inquiry laboratories. *Journal of Chemical Education*, 86(12), 1427 – 1432.
- CHIN, Ch. & CHIA, L-G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88(5), 707 – 727.
- CHINN, C. A. & MALHOTRA, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175 – 218.
- CHRÁSKA, M. (2011). *Metody pedagogického výzkumu: Základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada.
- IGELSRUD, D. & LEONARD, W. H. (1988). Labs: What research says about biology laboratory instruction. *The American Biology Teacher*, 50(5), 303 – 306.
- JANÍK, T. et al. (2013). *Kvalita (ve) vzdělávání: obsahově zaměřený přístup ke zkoumání a zlepšování výuky*. Brno: Masarykova univerzita.
- JEŘÁBEK, J., KRČKOVÁ, S. & HUČÍNOVÁ, L. (2007). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze.
- JEŘÁBEK, J. & TUPÝ, J. (2016). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.
- JONASSEN, D. (1991). Objectivism vs. constructivism. *Educational Technology Research and Development*, 39(3), 5 – 14.
- KALHOUS, Z. & OBST, O. (2002). *Školní didaktika*. Praha: Portál.
- KALYUGA, S., AYRES, P., CHANDLER, P. & SWELLER, J. (2003). Expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38, 23–31.
- KAŠČÁK, O. (2002). Je pedagogika připravená na změny perspektiv? Rekontextualizace pohledu na výchovně-vzdělávací proces pod vlivem radikálního individuálního konstruktivismu a postmoderního sociálního konstruktivismu. *Pedagogika*, 52(4), 388 – 414.

- KETELHUT, D. J. (2007). The impact of student self-efficacy on scientific inquiry skills: An exploratory investigation in River City, a multi-user virtual environment. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 99 – 111.
- KHISHFE, R. & ABD-AL-KHALICK, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551 – 578.
- KIEMER, K., GROESCHNER, A., PEHMER, A. K. & SEIDEL, T. (2015). Effects of a classroom discourse intervention on teachers' practice and students' motivation to learn mathematics and science. *Learning and Instruction*, 35, 94 – 103.
- KIRSCHNER, P. A., SWELLER, J. & CLARK, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75 – 86.
- KLAHR, D. & NIGAM, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15, 661 – 667.
- KOLB, D. A. & FRY, R. (1975). Toward an applied theory of experiential learning. In C. Cooper (Ed.), *Studies of group process* (33 – 57). New York: Wiley.
- KOLEKTIV (2011). *Závěrečná zpráva podskupin Národní ekonomické rady vlády pro konkurenceschopnost a podporu podnikání: Kapitola III – Vzdělanost* [cit. 1. 8. 2016]. Dostupné z https://www.vlada.cz/assets/media-centrum/aktualne/NERV_kap03.pdf
- KRAJCIK, J. S., BLUMENFELD, P. C., MARX, R. W. & SOLOWAY, E. (2000). Instructional curricular, and technological supports for inquiry in science classrooms. In: J. Minstrell & E. van Zee (Eds.), *Inquiry into Inquiry Learning and Teaching Science* (283 – 315). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- KRAJCIK, J. S., CZERNIAK, C. M. & BERGER, C. (1999). *Teaching children science: A project-based approach*. Boston, MA: McGraw-Hill.
- KRAJCIK, J. S., MAMLOK, R. & HUG, B. (2001). Modern content and the enterprise of science: Science education in the 20th century. In L. Corno (Ed.), *Education across a Century: the Centennial Volume* (205 – 238). Chicago, IL: National Society for the Study of Education.
- KULIČ, V. (1980). Některá kritéria efektivity učení a vyučování a metody jejího zjišťování. *Pedagogika*, 30(6), 677 – 698.
- KUŘINA, F. (2002). O matematice a jejím vyučování. *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*, 31(1), 1 – 8.

- KYRIACOU, Ch. (2005). *Klíčové dovednosti učitele: Cesty k lepšímu vyučování*. Praha: Portál.
- LATOUR, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Milton Keynes: Open University Press.
- LEDERMAN, N. G., ABELL, S. & AKERSON, V. (2008). Students' knowledge and skills with inquiry. In E. Abrams, S. A. Southerland & P. Silva (Eds.), *Inquiry in the classroom: Realities and opportunities* (3 – 38). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- LEE, V. S. (2012). What is inquiry-guided learning? *New Directions for Teaching and Learning*, 129, 5 – 14.
- LERNER, I. J. (1986). *Didaktické zásady metod výuky*. Praha: SPN.
- LEVY, A. J., MINNER, D. D. & JABLONSKI, E. S. (2007, duben). Inquiry-based science instruction and students' science content knowledge: A research synthesis. *Paper presented at annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, 15. – 18. 4. 2007, New Orleans, LA, USA.
- LINN, M. C., DAVIS, E. A. & BELL, P. (2004). *Internet environments for science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- LORD, T. & ORKWISZEWSKI, T. (2006). Moving from didactic to inquiry-based instruction in a science laboratory. *The American Biology Teacher*, 68(6), 342 – 345.
- LOTT, G. W. (1983). The effect of inquiry teaching and advance organizers upon student outcomes in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 437 – 451.
- LUNETTA, V. N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and centers for contemporary teaching. In P. Fensham (Ed.), *Developments and Dilemmas in Science Education* (169 – 188). London: Falmer Press.
- LUNETTA, V. N., HOFSTEIN, A. & CLOUGH, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In N. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (393 – 441). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- LUNSFORD, B. E. & HERZOG, M. J. R. (1997). Active learning in anatomy & physiology: Student reactions & outcomes in a nontraditional A&P course. *The American Biology Teacher*, 59(2), 80 – 84.
- MAŇÁK, J. (1994). *Nárys didaktiky*. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta.
- MAŇÁK, J. & ŠVEC, V. (2003). *Výukové metody*. Brno: Paido.

- MARŠÁK, J. & JANOUŠKOVÁ, S. (2006). Trendy v přírodovědném vzdělávání [cit. 11. 5. 2016].
Portál RVP. Dostupné z <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/1055/trendy-v-prirodovednem-vzdelavani.html>
- MARTIN-HANSEN, L. (2002). Defining inquiry: Exploring the many types of inquiry in the science classroom. *Science Teacher*, 69(2), 34 – 37.
- MATTHEIS, F. E. & NAKAYAMA, G. (1988). *Effects of a laboratory-centered inquiry program on laboratory skills, science process skills, and understanding of science knowledge in middle grades students* [cit. 1. 8. 2016].
Dostupné z <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED307148.pdf>
- MATTHEWS, K. E., ADAMS, P. & GOOS, M. (2010). Using the principles of BIO2010 to develop an introductory, interdisciplinary course for biology students. *CBE-Life Science Education*, 9, 290 – 297.
- MAYER, R. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59, 14 – 19.
- MELVILLE, W. (2015). Inquiry as a teaching strategy. In R. Gunstone (2015), *Encyclopedia of science education* (507 – 510). New York, NY: Springer.
- MICHAEL, J. (2007). What makes physiology hard for students to learn? Results of a faculty survey. *Advances in Physiology Education*, 31, 34 – 40.
- MILLAR, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. York: University of York.
- MILLAR, R. & ABRAHAMS, I. (2009). *Practical work: Making it more effective* [cit. 11. 6. 2016].
Dostupné z <http://www.gettingpractical.org.uk/documents/RobinSSR.pdf>
- MINNER, D. D., LEVY, A. J. & CENTURY, J. (2010). Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474 – 496.
- MOJŽIŠEK, L. (1988). *Vyučovací metody*. Praha: SPN.
- MORENO, R. (2004). Decreasing cognitive load in novice students: Effects of explanatory versus corrective feedback in discovery-based multimedia. *Instructional Science*, 32, 99 – 113.
- NRC (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academies Press, Washington, DC.

- NRC (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- OSBORNE, J. F., SIMON, S. & COLLINS, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, 1049 – 1079.
- OSBORNE, J. F. & DILLON, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections* [cit. 11. 6. 2016]. Dostupné z <http://www.nuffieldfoundation.org/science-educationeurope>
- OSBORNE, J. F. & COLLINS, S. (2000). *Pupils' and parents' views of the school science curriculum*. London: King's College London.
- PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V. & BLAŽEK, R. (2014). *Mezinárodní šetření PISA 2012 – schopnost patnáctiletých žáků řešit problémy*. Praha: Česká školní inspekce.
- PAPÁČEK, M. (2010a, březen). Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování* (145 – 162). DiBi 2010. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Pedagogická fakulta.
- PAPÁČEK, M. (2010b). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in Education*, 1(1), 33 – 49.
- PAPÁČEK, M., ČÍŽKOVÁ, V., KUBIATKO, M., PETR, J. & ZÁVODSKÁ, R. (2015). Didaktika biologie: didaktika v rekonstrukci. In I. Stuchlíková & T. Janík (Eds.), *Oborové didaktiky: vývoj – stav – perspektivy* (225 – 257). Brno: Masarykova univerzita.
- PAPERT, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- PAVLASOVÁ, L. (2013). *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- PETR, J. (2014). *Možnosti využití úloh z biologické olympiády ve výuce přírodopisu a biologie – inspirace pro badatelsky orientované vyučování*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.
- PETR, J., DITRICH, T., ZÁVODSKÁ, R. & PAPÁČEK, M. (2015). *Inquiry based biology education in the Czech Republic: A reflection of five years dissemination*. In K. Maaß, B. Barzel, G. Törner, D. Wernish, D. Schäfer & K. Reiz-Konzebovski (Eds.), *Education the Educators: International Approaches to Scaling-up Professional Development in Mathematic and Science Education* (118 – 124). Münster: WTM – Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.

- PETTY, G. (2013). *Moderní vyučování*. Praha: Portál.
- PLAMÍNEK, J. (2008). *Sebezpznání, sebeřizení a stres*. Praha: Grada.
- PROKOP, P., PROKOP, M. & TUNNICLIFFE, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 1, 36 – 39.
- PRŮCHA, J. (1996). *Pedagogická evaluace*. Brno: Masarykova Univerzita.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E. & MAREŠ, J. (2001). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál.
- ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WAHLBERG-HENRIKSON, H. & HERMMO, U. (2007). *Science education NOW: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Comission.
- ROEHRIG, G. H. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26(1), 3 – 24.
- ROKOS, L. (2015). *Kousni si!* In J. Petr (Ed.), *Biologická škola BOV2: odborné semináře pro vyučující přírodopisu a biologie* (6 – 15). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- ROKOS, L., ZÁVODSKÁ, R., BÍLÁ, M. & ŘEHÁČKOVÁ, L. (2013). The respondent – high school and university student and the primary biological education. *Journal of International Scientific Publications: Education Alternatives*, 11(1), 334 – 344.
- RÖNNEBECK, S., BERNHOLT, S. & ROPOHL, M. (2016). Searching for a common ground – A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161 – 197.
- RUSSELL, C. B. & WEAVER, G. C. (2008). Student perceptions of the purpose and function of the laboratory in science: A grounded theory study. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 2(2), 1 – 14.
- RUTHERFORD, F. J. (1964). The role of inquiry in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 80 – 84.
- RYPLOVÁ, R. & REHÁKOVÁ, J. (2011). Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ. *Envigogika*, 6(3), 1 – 9.
- ŘEHÁK, B. (1967). *Vyučování biologií (na základní devítileté škole a střední všeobecně vzdělávací škole)*. Praha: SPN.

- SADEH, I. & ZION, M. (2009). The development of dynamic inquiry performances within an open inquiry setting: A comparison to guided inquiry setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1137 – 1160.
- SEIDEL, T. & SHAVELSON, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454 – 499.
- SHEDLETZKY, E. & ZION, M. (2005). The essence of open-inquiry teaching. *Science Education International*, 16(1), 23 – 38.
- SHRIGLEY, R. L. (1990). Attitude and behavior correlates. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 97–113.
- SHULMAN, L. S. & KEISLAR, E. R. (1966). *Learning by discovery: A critical appraisal*. Chicago, IL: Rand McNally.
- SHYMANSKY, J. A., HEDGES, L. V. & WOODWORTH, G. (1990). A reassessment of the effects of inquiry-based science curricula of the 60's on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 127 – 144.
- SCHEERENS, J. (2004). Review of school and instructional effectiveness research. *Paper commissioned for the EFA Global Monitoring Report 2005, The quality imperative*. UNESCO.
- SCHMIDT, H. G. (1983). Problem-based learning: Rationale and description. *Medical Education*, 17, 11 – 16.
- SCHNEIDER, R. M., KRAJCIK, J., MARX, R. W. & SOLOWAY, E. (2002). Performance of students in project-based science classrooms on a national measure of science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(5), 410 – 422.
- SCHROEDER, C. M., SCOTT, T. P., TOLSON, H., HUANG, T.-Y. & LEE, Y.-H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1436 – 1460.
- SCHWARTZ, R. S., LEDERMAN, N., KHISHFE, R., LEDERMAN, J. S., MATTHEWS, L. & LIU, S. (2002, leden). Explicit-reflective instructional attention to nature of science and scientific inquiry: Impact on student learning. *Paper presented at annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, 10. – 13. 1. 2002. Charlotte, NC, USA.
- SCHWARTZ, R., LEDERMAN, N. G. & CRAWFORD, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Teacher Education*, 88(4), 610 – 645.

- SMITH, A. (1995). *The Usborne big book of experiments*. London: Usborne Publishing Ltd.
- STARÝ, J. & CHVÁL, M. (2009). Kvalita a efektivita výuky: metodologické přístupy. In M. Janíková & K. Vlčková (Eds), *Výzkum výuky: tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody* (63 – 82). Brno: Paido.
- STEFFE, L. & GALE, J. (1995). *Constructivism in education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- STEHLÍKOVÁ, N. & CACHOVÁ, J. (2006). *Konstruktivistické přístupy k vyučování a praxe (Studijní materiály k projektu Podíl učitele matematiky ZŠ na tvorbě ŠVP)*. Praha: JČMF.
- STUHLÍKOVÁ, I. (2010, březen). *O badatelsky orientovaném vyučování*. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování* (129 - 135). DiBi 2010. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Pedagogická fakulta.
- STUHLÍKOVÁ, I. & JANÍK, T. et al. (2015). *Oborové didaktiky: vývoj, stav, perspektivy*. Brno: Masarykova univerzita.
- SWELLER, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. In B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (215 – 266). San Diego, CA: Academic.
- ŠKODA, J. (2016, září). Badatelsky orientovaná výuka – mýty a legendy. *Plenární přednáška v rámci konference Trendy v didaktice biologie 2016*, 22. – 23. 9. 2016, Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- ŠKODA, J. (2005). Současné trendy v přírodovědném vzdělávání. *Acta Universitatis Purkynianae*, 106, Ústí nad Labem: UJEP.
- ŠKODA, J. & DOULÍK, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3), 24 – 44.
- ŠKODA, J., DOULÍK, P., BÍLEK, M. & ŠIMONOVÁ, I. (2015). The efficiency of inquiry-based science instruction in relation to the learners' motivation types. *Journal of Baltic Science Education*, 14(6), 791 – 803.
- ŠKODA, J., PEČIVOVÁ, M. & DOULÍK, P. (2003). The importance of illustrative presentations in teaching chemistry by applying constructivist methods. In M. Bílek (Ed), *Visualization in science and technical education* (13 – 19). Hradec Králové: Gaudeamus.
- ŠTECH, S. (1992). *Škola stále nová: Freinetova „moderní škola“*. MCE-hnutí pedagogické kooperace. GFEN – Francouzská skupina Nové výchovy. Praha: Karolinum.

- TAYLOR, P. Ch. (2015). Constructivism. In R. Gunstone (2015), *Encyklopedia of science education* (218 – 224). New York, NY: Springer.
- TINKER, R. (1996). *Thinking about science* [cit. 11. 6. 2016]. Concord Consortium. Dostupné z <https://concord.org/sites/default/files/pdf/ThAbSci.pdf>
- TOMÁŠEK, V., BASL, J. & JANOUŠKOVÁ, S. (2016). *Mezinárodní šetření TIMSS 2015: Národní zpráva*. Praha: Česká školní inspekce.
- TRAUTMANN, N., MAKINSTER, J. & AVERY, L. (2004, duben). What makes inquiry so hard? (And why is it worth it?). *Paper presented at annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, 1. – 4. 4. 2004, Vancouver, BC, Kanada.
- TRNA, J. (2014). *New roles of simple experiments in science education*. Brno: Paido.
- TRUMPER, R. (2006). Factors affecting junior high school students' interest in biology. *Science Education International*, 17(1), 31 – 48.
- VÁCHA, Z. & DITRICH, T. (2016). Efektivita badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol v přírodovědném vzdělávání v České republice s využitím prostředí školních zahrad. *Scientia in Educatione*, 7(1), 65 – 79.
- VOHRA, F. C. (2000). Changing trends in biological education: An international perspective. *Biology International*, 39, 49 – 55.
- VON GLASERSFELD, E. (1995). *Radical constructivism*. London: The Falmer Press.
- VON SECKER, C. E. & LISSITZ, R. W. (1999). Estimating the impact of instructional practices on student achievement in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1110 – 1126.
- VYGOTSKIJ, L. S. (1970). *Myšlení a řeč*. Praha: SPN.
- VYGOTSKIJ, L. S. (1976). *Vývoj vyšších psychických funkcí*. Praha: SPN.
- WALLACE, C. S. & KANG, N-H. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' belief about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936 – 960.
- WEINSTEIN, T., BOULANGER, F. D. & WALBERG, H. J. (1982). Science curriculum effects in high school: A quantitative synthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(6), 511 – 522.
- WILKE, R. R. (2003). The effect of active learning on student characteristics in a human physiology course for nonmajors. *Advances in Physiology Education*, 27(4), 207 – 223.

- WILSON, C. D., TAYLOR, J. A., KOWALSKI, S. M. & CARLSON, J. (2010). The relative effects and equity of inquiry-based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 276 – 301.
- WISE, K. C. & OKEY, J. R. (1983). A meta-analysis of the effects of various science teaching strategies on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 419– 435.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A POZNÁMKY

ANOVA	-	analýza rozptylu (<i>Analysis of Variance</i>)
BOV	-	badatelská výuka (zkratka užívaná v českých publikacích)
IBE	-	badatelská výuka (z angl. <i>inquiry based education</i>)
IBSE	-	badatelská výuka v přírodovědných předmětech (z angl. <i>inquiry based science education</i>)
OECD	-	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>)
PISA	-	<i>Programme for International Student Assessment</i>
RVP G	-	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
RVP ZV	-	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
TIMSS	-	<i>Trends in International Mathematics and Science Study</i>

Poznámka: Jména zahraničních autorů nebyla v textu předložené dizertační práce skloňována a přechylována, což umožňuje manuál² pro tvoření citací dle normy APA (American Psychological Association, 6. edice, 2011).

² Rubínová, E. (2014). Manuál pro psaní rukopisů podle Publication Manual of the American Psychological Association, 6th edition, 2011. Dostupné z http://www.phil.muni.cz/wups/home/publikace/annales-psychologici/Manual%20pro%20psani%20rukopisu_12.5.pdf

8. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Pretesty a posttesty

1.1. Studie 1 a 2: pretest

1.2. Studie 1 a 2: posttest

1.3. Studie 3: pretest

1.4. Studie 3: posttest

1.5. Studie 4: pretest

1.6. Studie 4: posttest

Příloha 2: Hodnocení položek v pretestech a posttestech

2.1. Studie 1 a 2: kritéria hodnocení pretestu

2.2. Studie 1 a 2: kritéria hodnocení posttestu

2.3. Studie 3: kritéria hodnocení pretestu

2.3. Studie 3: kritéria hodnocení posttestu

2.5. Studie 4: kritéria hodnocení pretestu

2.6. Studie 4: kritéria hodnocení posttestu

Příloha 3: Badatelské úlohy

Studie 1 a 2: úlohy pro studenty vysoké školy

Studie 3: úlohy pro 2. stupeň základní školy a nižší cyklus víceletého gymnázia

Studie 4: úlohy pro žáky gymnázia

Metodické poznámky k práci s badatelskými úlohami

Použité ilustrace a zdroje