

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Smysluplné učení v laboratorní technice: Evaluace a přínos pro žáky učitelství

Meaningful Learning in Laboratory Technique: Evaluation and Benefits for
pupils teachers

Jiří Pavlečka

Vedoucí práce: doc. PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)

Studijní obor: B BI-CH (7507R045, 7504R009)

2024

Odevzdáním této bakalářské práce na téma Smysluplné učení v laboratorní technice: Evaluace a přínos pro žáky učitelství potvrzují, že jsem ji vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzují, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne

Rád bych poděkoval doc. PhDr. Martinu Ruskovi, Ph.D., za jeho cenné vedení a podporu během mého studia na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy v Praze a zejména za jeho odborné vedení při psaní této bakalářské práce. Vaše odborné znalosti, trpělivost a ochota sdílet své znalosti byly pro mě inspirací.

Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Tadeáši Matěchovi za jeho podporu, pomoc a konzultace během zpracování tohoto výzkumu. Vaše cenné připomínky a rady mi velmi pomohly při zdokonalování mé práce.

Děkuji rovněž všem žákům, kteří se zúčastnili výzkumu a poskytli mi tak možnost celou mou práci realizovat. Vaše účast byla klíčová pro sběr dat a dosažení cílů této studie.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na prozkoumání smysluplného učení v rámci kurzu laboratorní techniky a jeho významu pro žáky učitelství na Pedagogické fakultě UK. Práce klade důraz na pochopení, jak laboratorní kurz ovlivňuje a naplňuje afektivní a kognitivní aspekty učení na vysoké škole. Práce používá smíšené metody výzkumu – kvantitativního hodnocení pomocí nástroje MLLI (Galloway & Bretz, 2015) a kvalitativního hodnocení prostřednictvím rozhovorů s vybranými žáky. Důležitost této práce je dána v tom, že zkoumá efektivitu výuky, poskytuje zpětnou vazbu o současném stavu laboratorního kurzu na Pedagogické fakultě UK. Přičemž poznatky z práce mohou vést k vylepšení přípravy budoucích učitelů přírodních věd. Výzkum odhalil některé oblasti pro zlepšení, včetně potřeby lepší organizace kurzu, dostupnosti materiálů a efektivnější komunikace mezi vyučujícími a studenty.

KLÍČOVÁ SLOVA

Výzkumný nástroj MLLI, chemie, smysluplné učení, laboratorní technika

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on exploring meaningful learning within the laboratory technology course and its importance for student teachers at the Faculty of Education, Charles University. The thesis emphasizes understanding how laboratory courses influence and fulfill the affective and cognitive aspects of college learning. The thesis uses mixed methods of research – quantitative assessment using the MLLI tool (Galloway & Bretz, 2015) and qualitative evaluation through interviews with selected pupils. The importance of this work is given in the fact that it examines the effectiveness of teaching, provides feedback on the current state of laboratory courses at the Faculty of Education of Charles University. At the same time, the findings from the thesis can lead to improved preparation of future science teachers. The research revealed some areas for improvement, including the need for better course organization, the availability of materials, and more effective communication between teachers and students.

KEYWORDS

MLLI Research Tool, Chemistry, Meaningful Learning, Laboratory Technology

Obsah

1.	Úvod	8
1	Teoretická východiska	10
1.1	Smysluplné učení	10
1.2	Přehled užívaných pojmů souvisejících s laboratorním cvičením	12
1.2.1	Praktická výuka (Hands-on science a hands-on aktivity).....	12
1.2.2	Bádání (Inquiry)	13
1.2.3	Praktická cvičení.....	13
1.2.4	Experimenty	14
1.2.5	Laboratorní práce.....	14
1.3	Laboratorní cvičení	15
1.3.1	Historie laboratorních cvičení	15
1.3.2	Definice a funkce laboratorního cvičení.....	18
1.3.3	Formy a postup tvorby laboratorního cvičení.....	19
1.3.4	Klasifikace laboratorních cvičení	20
1.3.5	Cíle laboratorní výuky chemie	22
1.4	Výuka předmětu Laboratorní technika na Pedagogické fakultě katedry chemie a didaktiky chemie UK.....	23
1.4.1	Laboratorní činnosti.....	23
2	Cíle práce a metodologie	25
2.1	Cíle práce	25
2.2	Metodologie	25
2.2.1	Nástroje.....	25
2.2.2	Analýza dat.....	26
2.3	Demografický přehled respondentů	29

2.4	Zjištění z dotazníku MLLI	30
2.4.1	Zjištění před laboratorním cvičení (pre-test)	30
2.4.2	Zjištění po laboratorním cvičení (post-test)	31
2.5	Zjištění z kvalitativní analýzy	33
2.5.1	Jakým způsobem Vám kurz laboratorní techniky pomohl v pochopení teorie, kterou jste se učili na přednáškách?	33
2.5.2	Jaké nové dovednosti se respondenti naučili na kurzu laboratorní techniky a jak by jim dovednosti mohly pomoci v budoucí kariéře?	33
2.5.3	Nejoblíbenější část kurzu laboratorní techniky a proč tomu tak bylo?	34
2.5.4	Jaký byl Váš nejtěžší okamžik na kurzu laboratorní techniky a jak jste se s ním vyrovnali?	34
2.5.5	Jakým způsobem kurz laboratorní techniky pomohl Vašemu vztahu s vašimi spolužáky?	35
2.5.6	Jak byste popsal/a své celkové zkušenosti s kurzem laboratorní techniky a jaký byl jeho celkový přínos pro Vás?	35
2.5.7	Jakým způsobem kurz laboratorní techniky pomohl Vašemu porozumění výzkumné metodologii a analýze dat?	36
2.5.8	Jakým způsobem bylo vedení kurzu laboratorní techniky přizpůsobeno studentům prvního ročníku a jaký byl jeho náročnost?	36
2.5.9	Jak byste popsali hlavní cíle kurzu Laboratorní technika?	37
3	Srovnání a diskuse výsledků	38
3.1	Srovnání rozdílů mezi očekáváním a skutečností	38
3.2	Rozdělení respondentů do skupin	40
3.3	Diskuze a vyhodnocení výzkumných otázek	41
4	Závěr	45
5	Použitá literatura	47

6	Přílohy	52
6.1	Výroky k metodě MLLI.....	52
6.2	Otázky k rozhovorům	52
6.3	Popis respondentů	52

1. Úvod

V době, kdy se neustále vyvíjejí vědecké poznatky a technologické pokroky hraje laboratorní vzdělávání zásadní roli v oblasti chemie a ve formování budoucích pedagogických pracovníků. Laboratorní vzdělávání hraje zásadní roli v oblasti chemie a ve formování budoucích pedagogických pracovníků. Praktické zkušenosti získané v laboratoři jsou nenahraditelné pro pochopení teoretických konceptů a rozvoj kritického myšlení. Žáci se učí manipulovat s chemickými látkami, provádět experimenty a analyzovat výsledky, což jim umožňuje lépe porozumět chemickým procesům a reakcím. Pro budoucí pedagogy je laboratorní praxe obzvláště důležitá, neboť jim poskytuje cenné zkušenosti, které mohou později předávat svým žákům. Učí se, jak efektivně demonstrovat chemické jevy, jak zajistit bezpečnost při práci s chemikáliemi a jak vést žáky k samostatnému bádání a experimentování. Laboratorní vzdělávání také rozvíjí důležité dovednosti, jako je přesnost, trpělivost a schopnost řešit problémy. Žáci se učí pracovat v týmu, komunikovat své poznatky a kriticky hodnotit výsledky svých experimentů. Tyto dovednosti jsou neocenitelné nejen v chemii, ale i v mnoha dalších oblastech vědy a techniky. Navíc, laboratorní praxe pomáhá žákům propojit teoretické znalosti s reálnými aplikacemi, což zvyšuje jejich motivaci a zájem o chemii. Pro budoucí pedagogy je toto propojení klíčové, neboť jim umožňuje lépe vysvětlit a demonstrovat chemické principy svým budoucím žákům. Tato bakalářská práce si dává za úkol prozkoumat vliv smysluplného učení v laboratorní technice na žáky učitelství. Smysluplné učení je koncept, který propojuje teoretické porozumění s praktickými dovednostmi. Je tedy klíčovým faktorem pro efektivitu vzdělávání a je velice důležitou součástí pedagogické praxe. Cílem této práce je poskytnout komplexní pohled na to, jak kurz Laboratorní techniky na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy naplňuje afektivní a kognitivní očekávání žáků chemie prvního ročníku a jak tyto zkušenosti přispívají k jejich profesionální přípravě. Motivací pro tuto práci byla právě absence podobné studie v České republice.

Práce je strukturována tak, aby postupně prozkoumala teoretické aspekty smysluplného učení a jejich aplikaci v kurzu Laboratorní techniky. A to pomocí kombinace kvantitativního a kvalitativního výzkumu. Práce poskytuje detailní analýzu zkušeností žáků, od jejich počátečních očekávání až po konečné hodnocení kurzu. Kvantitativní data byla získána

pomocí nástroje Meaningful Learning in the Laboratory Instrument (MLLI), zatímco kvalitativní data pocházejí z rozhovorů s vybranými žáky.

Práce si klade za cíl nejen poskytnout hlubší vhled do smysluplného učení v kontextu vysokoškolského vzdělávání, ale také navrhnout změny a doporučení pro zlepšení laboratorní výuky. Zjištění práce by měla být přínosem pro akademické pedagogy, tvůrce osnov a vzdělávací politiky, kteří usilují o vylepšení pedagogických metod a podporu efektivního učení.

1 Teoretická východiska

1.1 Smysluplné učení

Na úvod této kapitoly je nutné uvést, že neexistuje jednotné pojetí termínu smysluplné učení. Různí autoři popisují různé definice, i když se v zásadě shodují na několika klíčových bodech, jako je aktivní zapojení žáka, propojování nových informací s předchozími znalostmi, hloubkové porozumění, kritické myšlení, praktická aplikace atd.

Behaviorální psychologie, která dominovala vzdělávání po více než půl století, začala postupně upadat, a to koncem 70. let 20. století a téměř všichni kompetentní pedagogové se začali posouvat spíše ke kognitivním než behaviorálním modelům lidského učení (Keil, 2011), jak je také patrné v kapitole 1.3.2. podle Gavendové (2021) kognitivní a behaviorální učení jsou dva odlišné přístupy k pochopení a vysvětlení procesu učení. Kognitivní učení se zaměřuje na mentální procesy, jako je myšlení, paměť, vnímání a řešení problémů. Behaviorální učení se naopak soustředí na pozorovatelné chování a jeho změny v důsledku zkušeností. Kognitivní učení zdůrazňuje význam vnitřních mentálních procesů a schopností jedince při učení. Behaviorální učení se zaměřuje na vnější faktory, jako jsou podněty, odměny a tresty, které ovlivňují chování. V kognitivním učení je jedinec považován za aktivního účastníka procesu učení, který zpracovává informace. V behaviorálním učení je jedinec spíše pasivním příjemcem podnětů z prostředí. Kognitivní učení vychází z teorií, jako je teorie zpracování informací, teorie schémat a konstruktivismus. Behaviorální učení se opírá o teorie, jako je klasické podmiňování (Pavlov) a operantní podmiňování (Skinner).

Do této doby je možné zasadit také vznik smysluplného učení (meaningful learning), které je spojeno s prací amerického psychologa Davida Ausabela. Smysluplné učení vzniklo jako protiklad k mechanickému memorování bez hlubšího porozumění (Novak, 2011).

Ausabela přitom vychází podle Sharana (2015) z několika vlivných teorií, které se objevily ve druhé polovině 20. století, a to konstruktivismus a kooperativní učení. Konstruktivismus je opět podle Sharana (2015) teorie, která chápe učení jako aktivní proces, při kterém si žáci sami vytvářejí (konstruuji) své znalosti na základě vlastních zkušeností, pocitů a interakcí s ostatními. Znalosti nejsou něco, co existuje ve vnějším světě a je možné je jen pasivně přijímat, ale jsou aktivně budovány v mysli každého žáka. Kooperativní učení je poté opět

dle Sharana (2015) přístup, který zdůrazňuje spolupráci a interakci mezi žáky při učení. Žáci pracují ve skupinách, sdílejí své nápady, diskutují a společně řeší problémy, čímž si navzájem pomáhají v procesu konstrukce znalostí.

Ausubela et al. (1978) tedy definují smysluplné učení jako proces, kdy nové informace navazují na již existující znalosti a zkušenosti žáka. Čímž rozšiřuje, reorganizuje a rekonstruuje stávající kognitivní struktury. Ve své knize Ausubel (1968) uvedl, že kdyby měl zredukovat celou pedagogickou psychologii na jediný nejdůležitější faktor ovlivňující učení je to, co žák už ví. Pedagog to tedy musí zjistit a podle toho jej učit. Bohužel není snadné zjistit přesně to, co žák již ví.

Ausubel popsal podle Novaka (2011) tři předpoklady smysluplného učení. Prvním předpokladem je dobře organizovaná struktura relevantních znalostí v mysli učícího se. To znamená, že nové informace a poznatky musí být systematicky začleněny do již existujícího znalostního rámce žáka. Nové vědomosti by měly logicky navazovat na předchozí znalosti a zkušenosti, aby došlo k efektivnímu propojení a zapamatování. Druhým předpokladem je emocionální závazek žáka integrovat nové znalosti s těmi stávajícími. Učící se musí být motivován a mít zájem o pochopení a začlenění nových informací do své existující znalostní báze. Bez tohoto emocionálního zapojení a odhodlání je nepravděpodobné, že dojde k smysluplnému učení. Třetím předpokladem je koncepčně jasný předmět nebo materiál, který se má žák naučit. Obsah by měl být srozumitelný, dobře strukturovaný a prezentovaný způsobem, který usnadňuje pochopení a propojení s předchozími znalostmi. Nejasné nebo špatně organizované informace ztěžují smysluplné učení. Kromě výše uvedeného staví smysluplné učení podle Rumalolase et al. (2021) také na předchozích zážitcích, emocích a vzájemné interakci mezi žáky.

Mayer (2002) zdůrazňuje, že na rozdíl od mechanického učení se všeho nazpaměť, které je zaměřeno na zapamatování si klíčových faktů bez hlubšího porozumění daného učiva, smysluplné učení poskytuje žákům nástroje pro aplikaci informací v reálných situacích. Smysluplné učení představuje tedy vysokou úroveň kognitivního rozvoje a myšlenkových procesů. Dosahuje se ho nejen prostřednictvím již výše uvedeného aktivního zapojení žáků do výuky, ale i kladením otázek, kritickým myšlením, řešením problémů atd. Cílem je skutečně pochopit učivo na základě rozpoznávání vzorců a propojování souvisejících

konceptů (Mystakidis, 2019). Cesta ke smysluplnému učení je tedy založena nejen na pochopení a zapamatování informací, ale také je založena na schopnostech tyto informace aplikovat a zapojovat je do širších kontextů (Novak, 2011).

Smysluplné učení je užitečným nástrojem, protože podporuje dlouhodobou retenci informací. Navíc tento způsob učení umožňuje snadnější přenos naučeného do různých situací a kontextů, protože člověk chápe základní principy a souvislosti, nikoli jen izolovaná fakta (Vallori, 2014). Jak uvádí Sexton (2011), tento způsob učení poskytuje žákům schopnosti potřebné k adaptaci na nové situace a k řešení problémů v neustále se vyvíjejícím světě.

1.2 Přehled užívaných pojmů souvisejících s laboratorním cvičením

1.2.1 Praktická výuka (Hands-on science a hands-on activity)

Praktická výuka je definována jako výukový přístup, který zahrnuje aktivity, zkušenosti s přírodními jevy. Je to jakákoliv vzdělávací zkušenost, která aktivně zapojuje žáky do manipulace s předměty s cílem získat znalosti nebo porozumění (Haury a Rillero, 1994).

Hands-on aktivity je možné chápat za praktické činnosti, při nichž žáci aktivně manipulují s výukovými pomůckami. Jsou to tedy aktivity založené na používání každodenních předmětů, levných položek, které lze velmi snadno najít a sestavit. McGervey (1995) uvádí, že některé praktické činnosti lze provádět za méně než dolar na žáka a mnoho z nich lze provádět s předměty, které jsou běžně dostupné doma nebo ve třídě. Tento přístup se liší od tradičních laboratorních prací a cvičení, protože praktické činnosti nevyžadují nutně speciální zařízení nebo speciální médium.

Hands-on aktivity lze rozdělit do dvou hlavních kategorií podle jejich zaměření a složitosti. První skupina se soustředí na základní vědecké dovednosti a procesy, mezi které patří pozorování, klasifikace, komunikace, měření, předvídání a odvozování (Santos, David 2017). Tyto aktivity pomáhají žákům osvojit si fundamentální principy vědecké práce a rozvíjet jejich analytické myšlení. Druhá skupina zahrnuje pokročilé hands-on aktivity, které se zaměřují na komplexnější úkoly, jako je identifikace proměnných, formulace a testování hypotéz, interpretace dat, definování, experimentování a konstrukce modelů (Miller et al., 2009).

Praktická výuka tedy představuje přístup k výuce. Je to cenný doplněk k tradičním formám výuky a může pomoci žákům lépe pochopit a aplikovat vědecké poznatky v reálném životě (Ateş a Eryilmaz, 2011). Žáci si díky nim mohou lépe představit a osvojit probíranou látku, protože se učí skrze vlastní zkušenost a zapojení více smyslů. Hands-on aktivity hrají důležitou roli v rozvoji kritického myšlení žáků. Při práci s konkrétními předměty jsou žáci přirozeně vedeni k tomu, aby si kladli otázky a snažili se vysvětlit pozorované jevy či fungování zkoumaných objektů (Poudel et al., 2005).

1.2.2 Bádání (Inquiry)

Další pojem, který je nutné zde blíže popsat, je pojem „inquiry“. V českém jazyce chápán jako proces bádání, zkoumání a hledání pravdy (Stuchlíková, 2010).

Badatelsky orientované vyučování představuje cílený a strukturovaný postup, při kterém žáci formulují problémy, kriticky experimentují, posuzují různé alternativy, plánují vlastní zkoumání a ověřují své hypotézy. Součástí tohoto procesu je také vyvozování závěrů, vyhledávání relevantních informací, vytváření modelů studovaných jevů, diskuze s ostatními účastníky a formulace koherentních argumentů, jak popisují Linn et al. (2004).

Bádání je podle Dostála (2005) propojeno s filozofickými směry senzualismus a empirismus. Senzualismus je filozofický směr, který zdůrazňuje význam smyslového poznání. Podle sensualistů je veškeré lidské poznání založeno na informacích získaných prostřednictvím smyslů. Empirismus je filozofický směr, který klade důraz na zkušenost jako zdroj poznání. Empiristé tvrdí, že veškeré naše vědění pochází z empirické zkušenosti, tedy z toho, co můžeme pozorovat a ověřit. V kontrastu k nim stojí racionalismus, který hraje významnou roli při vědeckém bádání. Racionalismus zastává názor, že původ znalostí není vázán na smysly, ale klade důraz na rozum, jenž je na smyslech nezávislý. Badatelsky orientovaná výuka je založena také na konstruktivní teorii. To znamená, že poznatky nepředávají žákům v hotové podobě, ale cílem je, aby si je žáci individuálně vytvořili sami.

1.2.3 Praktická cvičení

Praktická cvičení mají důležitou roli při rozvíjení dovedností manipulace s různými nástroji a přístroji. Během těchto cvičení žáci provádějí náčrtky, zakreslují do map a aktivně se zapojují do pozorování a experimentů (Pavelková, 2007). Hlavním cílem praktických

cvičení je umožnit žákům prakticky ověřit, prohloubit a rozšířit znalosti, které získali během teoretického výkladu. Díky svému badatelskému a aktivizujícímu charakteru tato cvičení napomáhají hlubšímu porozumění probíranému učivu (Maňák, 2003).

Nedílnou součástí praktických cvičení jsou různé nástroje a přístroje, které patří do kategorie učebních pomůcek a spadají pod didaktické prostředky. Tyto materiální předměty zajišťují, podmiňují a zefektivňují průběh vyučovacího procesu. Jejich prostřednictvím lze ve výuce realizovat princip názornosti, který je úzce spojen s aktivní činností žáků, smyslovým vnímáním a abstraktním myšlením (Skalková 2007).

1.2.4 Experimenty

Experiment neboli pokus je další výukovou metodou, která přímo ovlivňuje průběh sledovaných jevů a zároveň umožňuje bezprostřední manipulaci s přírodními. Během experimentování se žáci učí dodržovat různé zásady, jako jsou bezpečnost práce či hygienické návyky. Rozvíjejí také své organizační schopnosti, spolupráci ve skupinách a podporují své myšlení. Učitel může mnoho pokusů z učebnic a pracovních sešitů různě modifikovat podle zájmu žáků a dalších podmínek. Experimenty lze provádět jak ve škole, tak v přírodě (Kvasničková, 1998).

Níže popsaná metoda laborování je předstupněm experimentování (Nelešovská a Spáčilová, 2005). Naopak podle Maňáka (2005) je to takový badatelský přístup, který vychází z teoreticky podložené hypotézy, na jejímž základě se cíleně manipuluje s vybranými aspekty zkoumané skutečnosti za účelem ověření platnosti dané hypotézy. Tento přístup umožňuje aktivní a kreativní interakci s předmětem výzkumu, díky čemuž lze získat nové poznatky a prohloubit naše porozumění studovaným jevům.

1.2.5 Laboratorní práce

Laboratorní práce se zaměřují především na vytváření vědomostí, uplatňování získaných poznatků v praxi a na prohlubování a opakování probraného učiva (Pavelková, 2007).

Podle Pavelkové (2007) jsou laboratorní práce pro žáky přínosné, neboť jim umožňují osvojit si řadu praktických dovedností. Hlavním účelem těchto prací je upevnit a prohloubit nabyté znalosti a současně rozvinout nezbytné manuální dovednosti.

1.3 Laboratorní cvičení

1.3.1 Historie laboratorních cvičení

Vývoj laboratorní výuky chemie odráží měnící se cíle a teorie přírodovědného vzdělávání. Od prostého potvrzování faktů se posunula k prostředku aktivního bádání a objevování. Nyní je chápána jako prostor pro rozvoj porozumění vědě, dovedností vědeckého myšlení a schopnosti kriticky hodnotit vědecká tvrzení, což jsou klíčové kompetence pro život v moderní společnosti.

Historie laboratorních cvičení v oblasti vzdělání v oboru chemie se datuje už k 19. století, kde byli laboratoře využity k zapojení žáků k realizování specifických experimentů s chemickými látkami a chemickými sloučeninami. Jednu z prvních výukových laboratoří v oboru chemie založil Thomas Thomson v Británii na Univerzitě v Edinburghu v roce 1807. Po nastoupení na Univerzitu v Glasgow zhotovil laboratoř i na tuto univerzitu. Roku 1824 ho následoval Liebig, který založil chemickou laboratoř na Univerzitě v Giessenu (Morrell, 1972).

Laboratorní cvičení se postupně rozvíjela a až v roce 1899 se začalo považovat za nezbytné, aby žáci mohli provádět školní pokusy sami. V tuto dobu se také v Anglii laboratorní výuka začala považovat za klíčovou součást vědních oborů (Gee a Clackson 1992).

Počátkem 20. století se laboratorní cvičení rozšířila na vysoké školy po celé Evropě a Severní Americe. V tuto dobu praktické zkušenosti hráli důležitou roli v potvrzení teorie, kterou se žáci učili ve škole.

V 60. letech 20. století proběhla v mnoha zemích reforma přírodovědného vzdělávání, která kladla důraz na zapojení žáků do bádání, objevů a řešení problémů. Laboratoř se tak stala jádrem procesu učení vědy. Cíle laboratorní výuky v přírodních vědách zahrnovaly vzbuzení zájmu a zvědavosti, rozvoj kreativního myšlení a schopnosti řešit problémy, podporu vědeckého myšlení, rozvoj konceptuálního porozumění a praktických dovedností (Shulman a Tamir, 1973). Hofstein a Lunetta (1982) uvedli, že v této době byl laboratorním cvičením připisován značně veliký vliv.

Bates (1978) uvádí, že koncem 70. a začátkem 80. let však někteří pedagogové začali vážně pochybovat o efektivitě i roli laboratorní práce ve vzdělávání. Role laboratoří ve vzdělávání nebyly již tak samozřejmé, jak se zdálo.

Vědečtí pedagogové Lunetta a Tamir (1979) vyjádřili názor, že jedinečnost laboratoře spočívá především v tom, že dává žákům příležitost zapojit se do procesů zkoumání a bádání. Hofstein a Lunetta (1982) však poukázali na problém s definováním cílů a záměrů laboratorní výuky. Zjistili, že tyto cíle se překrývaly s obecnými cíli výuky přírodních věd. Navrhli proto, že je zásadní jasně vymezit specifické cíle, ke kterým může laboratorní práce jedinečně a významně přispět. Autoři také uvedli, že ačkoliv laboratoř poskytuje unikátní prostředí pro výuku a učení přírodních věd, nebyl dostatečně komplexně prozkoumán její vliv na učení a rozvoj žáků v porovnání s jinými výukovými metodami. Chybělo dost přesvědčivých dat, která by potvrdila nebo vyvrátila mnohá tvrzení o důležitosti a dopadech laboratorní výuky. Jinými slovy výzkum nedokázal prokázat jednoduchý vztah mezi laboratorními zkušenostmi a učením žáků.

Tobin (1990) v navazující syntéze výzkumu efektivity výuky a učení ve vědecké laboratoři podpořil tato tvrzení. Navrhl výzkumnou agendu pro učitele přírodovědných předmětů a výzkumníky. Podle něj je smysluplné učení v laboratoři možné, pokud žáci dostanou příležitost manipulovat s vybavením a materiály ve vhodném prostředí, aby si mohli budovat své znalosti jevů a souvisejících vědeckých konceptů. Zároveň však konstatoval, že výzkum obecně neprokázal, že by takové příležitosti byly ve školní vědě nabízeny.

V průběhu let byly publikovány stovky prací a esejí s cílem prozkoumat jedinečnost laboratorních prací a její vzdělávací efektivitu (Lazarowitz a Tamir, 1994; Hofstein a Lunetta, 2004).

Od 80. let do poloviny 90. let byla praktická práce ve výuce přírodních věd zpochybňována ze dvou různých úhlů pohledu. Výzkumníci si začali uvědomovat, že se v reformních projektech z předchozího období nepodařilo prosadit zamýšlenou pedagogiku (Hurd, 1983; Yager, 1984). Autoři byli názoru, že laboratorní práce ve školách se zaměřovaly spíše na dodržování pokynů, získání správné odpovědi nebo manipulaci s vybavením, než na dosažení konceptuálního a procesního porozumění u žáků (Lunetta et al., 2007). Chyběly

důkazy, že by žáci měli příležitost a čas zabývat se podstatou vědy a jejím sladěním s laboratorní prací (Tobin, 1990).

Na konci 80. až počátkem 90. let se na britské scéně objevily dva různé pokusy o vývoj alternativních teoretických platform. První z nich čerpal inspiraci z konceptu „tacitních znalostí“ maďarsko-britského filozofa a chemika Michaela Polanyiho. Ten tento pojem představil ve své knize „Personal Knowledge“ z roku 1958. Polanyi argumentoval, že významná část lidského poznání je intuitivní a nevyslovená – nedá se snadno vyjádřit slovy ani předat dál. Jsou to znalosti a dovednosti, které získáváme zkušeností a praxí, aniž bychom je dokázali přesně popsat. Příkladem mohou být řemeslné či umělecké dovednosti, ale i vědecká expertíza. Podle této teorie je vědecké bádání procesem řešení problémů, který se opírá o specifické dovednosti a zkušenosti vědců, které nelze snadno explicitně popsat či předat.

Druhý teoretický přístup také chápal vědu jako proces řešení problémů, ale vyvaroval se přílišného zaměření pouze na dovednosti. Gott a Duggan (1995) argumentovali, že schopnost vědecky bádát je založena především na procedurálních znalostech, tedy na porozumění tomu, jak se věda dělá, jaké postupy a standardy vědecká komunita vyžaduje.

Za posledních 20 let jsou v přírodovědném vzdělávání patrné velké změny. Ty byly částečně způsobeny globalizací a rychlým technologickým rozvojem, které vyžadují, aby vzdělávací systémy s vysoce kvalitním přírodovědným vzděláním byly konkurenceschopné na mezinárodní úrovni a rozvíjely znalosti a kompetence potřebné v moderní společnosti. V USA byl patrný vývoj týkající se „standardů“ pro přírodovědné vzdělávání (NRC, 1996, 2005), které poskytují jasnou podporu pro badatelské učení. Kromě toho je možné v mezinárodním měřítku zaznamenat vysokou frekvenci reforem kurikula. Ústředním bodem bylo, aby se vědecké vzdělávání lépe přizpůsobilo potřebám všech občanů. Důraz je kladen na badatelsky orientovanou výuku (inquiry-based learning). Laboratoř má rozvíjet dovednosti vědecké práce jako plánování experimentu, pozorování, kladení otázek, tvorbu hypotéz a analýzu výsledků. Nejde jen o znalosti, ale i vyšší kognitivní dovednosti. Přizpůsobení výuky potřebám všech občanů, nejen budoucích vědců. Cílem je vědecká gramotnost – schopnost kriticky přemýšlet o vědeckých tématech v každodenním životě a veřejné debatě. Důležité je porozumění principům a limitům vědy. Posun od

individualistického k sociokulturnímu pohledu na vědu. Vědecké poznání je chápáno jako sociální konstrukce – výsledek kritické diskuze a argumentace v rámci vědecké komunity. Odklon od rigidního konceptu „vědecké metody“. Důraz je kladen spíše na to, jak víme to, co víme, jak věda vytváří poznatky a proč některá tvrzení přijímáme jako věrohodná.

1.3.2 Definice a funkce laboratorního cvičení

Jak již bylo výše uvedeno, laboratorní práce jsou praktické aktivity probíhající v prostředí laboratoře. Součástí laboratorního cvičení mohou být demonstrace, samotné experimenty, pozorování, sběr dat, analýza dat, prezentace výsledků. Laboratorní práce jsou využívány v různých oborech jako je medicína, strojírenství, přírodní vědy. Laboratorní cvičení se objevují v různých úrovních vzdělání žáka, a to již od základní školy přes středoškolské až po školu vysokou (Vysoké školy, 2024).

Tyto aktivity mají nejrozličnější funkce, jak je již patrné z předešlého textu. O tom, jaké funkce a cíle mají laboratorní cvičení pojednává nepřehledné množství autorů, vědců, pedagogů, učitelů atd. Podle Hališka (2007) jsou jak laboratorní cvičení, tak i jiná praktická cvičení a další podobné aktivity zásadní součástí vzdělávacího procesu žáků, protože tyto formy výuky hrají důležitou roli v rozvoji samostatného myšlení, schopnosti řešit problémy a tvůrčího přístupu žáků. Jejich prostřednictvím si žáci osvojují dovednosti, které jim umožňují efektivně aplikovat teoretické znalosti v reálných situacích. Učí se kriticky uvažovat, analyzovat problémy a hledat inovativní řešení. Mezi žáky je jejich realizace značně oblíbená a kladně hodnocena, jak se autor domnívá. Skalková (2007) vidí význam v tom, že daná metoda rozvíjí schopnosti žáků pozorovat a samostatně uvažovat. Tím se žáci učí používat nové poznatky v praxi. Okrejšová (2009) dále doplňuje, že mohou žáci prostřednictvím pečlivě navržených a promyšlených cvičení zlepšit schopnost důkladného a detailního pozorování, osvojit si a aplikovat základní principy logického a vědeckého myšlení, zdokonalit svou manuální zručnost a praktické dovednosti, ověřit a upevnit dříve nabyté znalosti a porozumění principům, propojují teoretické poznatky s praktickými zkušenostmi, rozvíjejí svou schopnost analyzovat a řešit problémy.

Naopak však, jak již také kapitola 1.3.1 zmiňovala, nejsou funkce laboratorního cvičení dle některých autorů jasné. Osborne (2015) uvádí, že role laboratorního cvičení ve vědě je často přeceňována a nepochopena. Věda je v podstatě souborem představ o hmotném světě, nejen

empirickým zkoumáním. Laboratorní cvičení jsou pouze jedním ze stylů uvažování, které se ve vědě používají k rozvoji vědeckých myšlenek. Nejasnost ohledně role této metody ve vědě vede k tomu, že je často špatně využívána ve výuce přírodních věd. Autor argumentuje tím, že věda je primárně o nápadech a teoriích. Laboratorní cvičení slouží hlavně k testování těchto nápadů, které jsou produktem tvořivosti vědců. Nejsou tedy hlavním cílem vědy samotné. Praktické dovednosti v laboratoři závisí hlavně na procedurálních znalostech, které jsou v kurikulech často špatně definované. Rozvoj těchto znalostí by měl být primárním cílem laboratorní výuky, ne nějaké vágní „praktické dovednosti“. Autor neupozorňuje však na omezení laboratorních cvičení, ale na lepší pochopení jejich rolí a přínosů v kontextu povahy a cílů přírodních věd jako takových.

Heine (2011) uvádí, že během poslední dekády došlo k podstatnému pokroku v identifikaci chování žáků při učení, účinnosti výukových technik používaných v učebně přírodních věd a dalších proměnných, které mohou podporovat smysluplné učení v souladu se současnými standardy. Autoři prozkoumali několik oblastí, které mají potenciál zlepšit výuku přírodních věd obecně a chemie zvláště. Dosud však nemají jasný kauzální rámec, který by komunitě přírodovědného vzdělávání poskytl použitelný obrázek o tom, jak postoje ovlivňují motivaci a jak motivace ovlivňuje učení přírodních věd. Není tedy známo, že by laboratorní cvičení mělo na studenty chemie dle autora nějaký pozitivní vliv.

1.3.3 Formy a postup tvorby laboratorního cvičení

Skalková (2007) rozlišuje tři základní typy laboratorních prací podle jejich funkce a cíle. První typ představují ilustrační laboratorní práce, které slouží k názornému předvedení a objasnění již probraného učiva z předchozího výkladu. Druhým typem jsou aplikační laboratorní práce, jež poskytují prostor pro praktické využití osvojených teoretických poznatků, jejich upevnění a procvičení. Třetí kategorii tvoří heuristické laboratorní práce, které žákům umožňují objevovat nové informace a získávat nové vědomosti prostřednictvím řešení problémových úkolů.

At' již se jedná o jakoukoliv formu laboratorních cvičení, je možné zde uvést doporučený postup při tvorbě laboratorních cvičení. V první řadě je nutné řádně připravit tato cvičení. Učitel se tedy musí důkladně seznámit s učivem a stanovit si cíle, kterých chce v rámci

laboratorního cvičení dosáhnout. Tyto cíle by měly vycházet z potřeb a schopností žáků (Cangelosi, 1996).

Dalším krokem je výběr vhodného materiálu a úloh pro praktickou činnost žáků. Učitel by si měl sám vše předem vyzkoušet, odhadnout časovou náročnost a promyslet optimální postup pro žáky. Čím lépe se na výuku připraví, tím snazší pro něj bude dosažení vytyčených cílů (Cangelosi, 1996).

Před samotným cvičením je nezbytné připravit veškeré potřebné pomůcky a materiál, aby mohli žáci co nejdříve začít samostatně pracovat. V úvodu hodiny by měl učitel žáky seznámit s bezpečností práce, cíli výuky a vhodně je motivovat. Před zahájením samostatné činnosti je vhodné žákům stručně vysvětlit jednotlivé úkoly či postup práce a případně předvést pracovní techniky. Po skončení praktické části by měl pedagog společně se žáky zhodnotit výsledky a vyvodit patřičné závěry (Tulenková, 2006).

Při vytváření laboratorních cvičení by se měl učitel řídit některými didaktickými zásadami. Laboratorní práce samy o sobě naplňují zásady názornosti a propojení teorie s praxí. Měly by být přiměřené a srozumitelné s ohledem na dosavadní vědomosti a schopnosti žáků. Obsah cvičení by měl navazovat na poznatky z výkladových hodin. Kromě vzdělávací funkce by laboratorní práce měly mít i výchovný rozměr – rozvíjet myšlení, pozorovací schopnosti, spolupráci i vyjadřovací dovednosti žáků. Pokud žáci chápou smysl praktických činností, jsou více motivovaní a aktivní. Díky tomu si vědomosti a dovednosti z laboratorních cvičení lépe a trvaleji osvojí.

1.3.4 Klasifikace laboratorních cvičení

Hofsteinova klasifikace laboratorních cvičení je rozdělení laboratorních aktivit do čtyř základních úrovní podle míry zapojení žáka a otevřenosti úlohy, jak je uvedeno níže.

Potvrzující dotazování

Cílem prací je ověřit vědecké poznatky nebo teorie. Provádějí se podle zavedených postupů a často se jedná o demonstrace vedené učitelem. Potvrzující experimenty umožňují žákům jasně pochopit očekávané výsledky a upevňují teoretické pojmy s praktickým provedením (Banchi a Bell, 2008). Podle autorů je příkladem potvrzovacích činností taková činnost, kdy mají žáci potvrdit, že odpor vzduchu je menší u předmětů s menší plochou, a proto padají

rychleji. Žáci mohou vyrobit papírové letadla s různou délkou křídel a sledovat rozdíly v rychlosti jejich pádu. Postupují podle daných instrukcí, zaznamenávají naměřená data a provádějí jejich analýzu. Potvrzovací bádání je užitečné pro upevnění probrané látky a pro nácvik základních badatelských dovedností.

Strukturované dotazování

Na této úrovni učitel stále poskytuje otázku a postup, ale žáci sami generují vysvětlení na základě důkazů, které shromáždili. V uvedeném příkladu s papírovými letadly by žáci předem neznali vztah, který zkoumají. Museli by použít nasbíraná data ukazující, že letadla s delšími křídly padala pomaleji, aby pochopili, že delší křídla vytvářejí větší odpor vzduchu a zpomalují letadla. Zatímco potvrzující dotazování a strukturované dotazování jsou považovány za dotazování nižší úrovně, jsou v osnovách přírodních věd velmi běžné. Tyto typy dotazování jsou důležité, protože umožňují žákům postupně rozvíjet své schopnosti pro otevřenější formy bádání (Banchi a Bell, 2008).

Řízené laboratorní cvičení

Na třetí úrovni Hofsteinovy klasifikace je řízené bádání, kdy učitel poskytuje žákům pouze výzkumnou otázku. Žáci pak sami navrhnou postup a metodu, jak tuto otázku testovat a jak dojít k vysvětlení zkoumaného jevu. Řízené bádání je složitější než strukturované bádání na nižších úrovních. Aby v něm byli žáci úspěšní, je vhodné, když předtím absolvovali řadu příležitostí, kde se učili a procvičovali různé způsoby plánování experimentů a zaznamenávání dat. I když si žáci navrhnou vlastní postup, role učitele není pasivní. Naopak, žáci potřebují vedení a zpětnou vazbu, zda jejich plány na zkoumání dávají smysl a jsou proveditelné. Učitel jim poskytuje podporu a usměrňuje jejich činnost. Řízené bádání tak představuje významný krok k samostatnosti žáků ve vědeckém zkoumání, zároveň ale stále s důležitou podpůrnou rolí učitele, který celý proces zastřešuje a v případě potřeby koriguje (Banchi a Bell, 2008).

Otevřené laboratorní cvičení

Na této nejvyšší úrovni mají žáci největší příležitost chovat se jako skuteční vědci. Sami si odvozují výzkumné otázky, navrhnou a provádějí vlastní experimenty a zkoumání, sdělují a prezentují své výsledky. Tato úroveň vyžaduje od žáků nejpokročilejší vědecké uvažování a

nejlepší porozumění badatelskému procesu. Aby mohli žáci úspěšně vést otevřené laboratorní cvičení, potřebují bohaté zkušenosti z prvních tří úrovní. Je vhodné nechat žáky provádět otevřené bádání, pokud již prokázali, že dokáží úspěšně navrhnout a provést zkoumání, když dostanou zadanou výzkumnou otázku. To zahrnuje schopnost zaznamenávat a analyzovat data a vyvozovat závěry podložené důkazy, které nasbírali (Banchi a Bell, 2008).

Výběr laboratorních prací závisí na výukových cílech, cílové skupině žáků, možnostech dané školy a dostupných zdrojích. Ať už se jedná o demonstraci vedenou učitelem, nebo o zkoumání řízené žáky (Hofstein 2015).

1.3.5 Cíle laboratorní výuky chemie

Laboratorní cvičení je jedinečný přístup k výuce, který se zaměřuje na postupné budování a upevňování správných vědeckých konceptů u žáků. Prostřednictvím řady na sebe navazujících aktivit a činností se žáci učí nejen vytvářet a rozvíjet své vlastní koncepty, ale také identifikovat a odbourávat případné miskoncepty či mylné představy. Cílem laboratorních činností je rozvíjet a prohlubovat znalosti a dovednosti žáků v rámci praktického bádání a experimentování. Koncepční laboratorní práce se zaměřuje na budování správných představ a odbourávání mylných konceptů prostřednictvím řady navazujících aktivit. Žáci se učí samostatně zkoumat a ověřovat své hypotézy, čímž si utvářejí hlubší porozumění dané problematice (Van den Berg, 2013).

Výzkumná laboratorní práce klade důraz na aktivní zapojení žáků do procesu bádání. Procvičují si dovednosti potřebné pro získávání a ověřování poznatků v praxi, jako je formulace výzkumných otázek, zkoumání možných řešení, sběr dat a vedení odborné diskuze. Tímto způsobem se žáci učí kriticky myslet a samostatně objevovat nové souvislosti (Ibrahim et al., 2014).

Přístrojové laboratoře se orientují na zvládnutí manipulace s laboratorním vybavením a osvojení si různých technik měření a analýzy. Klíčovou roli zde hraje učitel, který žáky seznamuje s jednotlivými přístroji a postupy a dohlíží na správnost jejich použití. Cílem je, aby si žáci osvojili základní laboratorní dovednosti a dokázali je efektivně využívat při řešení praktických úkolů (Van den Berg, 2013).

Laboratorní práce ve vysokoškolském studiu chemie hrají zásadní roli v rozvoji komplexních dovedností žáků. Jak uvádějí Reid a Shah (2007), hlavním úkolem laboratorních cvičení je poskytnout žákům nejen praktické a vědecké dovednosti, ale také různé kompetence. Zásadním cílem je představit chemii jako živou vědu, kde se teorie propojuje s praxí.

1.4 Výuka předmětu Laboratorní technika na Pedagogické fakultě katedry chemie a didaktiky chemie UK

Předmět laboratorní technika se vyučuje dvakrát během letního semestru a probíhá po dobu jednoho týdne, kde jsou žáci rozděleni na skupiny. Předmět má za úkol zajistit úvod do praktické výuky chemie. Žáci se seznámí se základními bezpečnostními předpisy a základními chemickými operacemi. Absolvování předmětu Laboratorní technika je prerekvizita pro navazující laboratorní cvičení jako jsou anorganické, organické a analytické laboratoře. Cílem Laboratorní techniky je, aby žák získal znalosti a dovednosti pro práci v laboratoři. V následující podkapitole naleznete seznam laboratorních technik, se kterými se žáci mohou setkat, a to včetně teoretického základu.

1.4.1 Laboratorní činnosti

V současném akademickém světě představuje laboratorní technika klíčovou roli ke vzdělávacímu procesu, obzvláště v oblastech spojených s přírodními vědami. Laboratorní technika je také součástí smysluplného učení. Tato podkapitola se zaměřuje na přehled prací a jejich stručná teorie prováděných v kurzu Laboratorní techniky na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy v Praze, který je určen pro žáky prvního ročníku na katedře chemie. Přehled prací je poté následující: filtrace, krystalizace, srážení, dekantace, titrace, destilace, extrakce, sublimace, stanovení bodu tání, tenkovrstvá chromatografie, refraktometrie.

Předmět Laboratorní technika „zajišťuje úvod do praktické výuky chemie na Pedagogické fakultě UK. Žáci se seznamují se základními bezpečnostními předpisy při práci v laboratoři a ochrany zdraví v chemické laboratoři, s běžně používanými laboratorními technikami. Získané znalosti a dovednosti jsou podmínkou pro navazující cvičení z anorganické, organické, analytické chemie a biochemie. Předmět Laboratorní technika podporuje nejen

výuku základních cvičení z chemických oborů, ale i pokročilá cvičení z instrumentálních metod“ (Pedagogická fakulta, 2024).

Obsah předmětu je tedy navržen tak, aby se studenti učitelství chemie seznámili se základními laboratorními operacemi a prostředím laboratoře. Předmět připravuje komplexní přípravu pro profesionální kariéru v oblasti přírodních věd. Tyto aktivity nejen poskytují žákům praktické zkušenosti, ale také podporují jejich schopnost propojovat teorii s praxí, což vede ke smysluplnému učení. Zároveň jim kurz přináší možnost prohloubení kritického myšlení (Pedagogická fakulta, 2024).

„Cílem předmětu je, aby student získal základní znalosti a dovednosti potřebné pro laboratorní činnosti pro praktická cvičení v přípravě učitelů chemie“ (Pedagogická fakulta, 2024).

2 Cíle práce a metodologie

2.1 Cíle práce

Cílem práce je nejen poskytnout hlubší vhled do smysluplného učení v kontextu vysokoškolského vzdělávání.

Na tento cíl navazují následující výzkumné otázky:

- Jaký vliv má kurz laboratorní techniky na smysluplné učení studentů učitelství?
- Jsou kognitivní očekávání studentů naplněna jejich zkušenostmi v kurzu laboratorní technika?
- Jsou afektivní očekávání studentů naplněna jejich zkušenostmi v kurzu laboratorní technika?
- Jaká doporučení lze vyvodit pro zlepšení kurzů laboratorní techniky na základě získaných dat?

2.2 Metodologie

2.2.1 Nástroje

V této práci je využita smíšená metoda výzkumu, která kombinuje kvalitativní i kvantitativní přístupy. Výhodou je, že může poskytnout hlubší vhled do smysluplného učení v kontextu vysokoškolského vzdělávání. Tento přístup využívá silné stránky obou metod, aby poskytl komplexnější a detailnější obraz studovaného jevu. Kombinace kvalitativních a kvantitativních přístupů poskytuje nejen statisticky významná data, ale také hluboké pochopení zkušeností a názorů studentů, což může vést k efektivnějším výukovým strategiím a lepším vzdělávacím výsledkům.

V rámci kvantitativního výzkumu byla užita metoda Meaningful Learning in the Laboratory Instrument (MLLI). Tuto metodu vyvinuli Galloway, Bretz (2015). Na základě Novakovy (1993; 2010) konstruktivistické teorie „smysluplného učení“ byla metoda MLLI aplikována v různých mezinárodních kontextech (George Williams, et al., 2019). Novak tvrdí, že smysluplné učení spočívá v konstruktivní integraci myšlení, cítění a jednání, což vede k lidskému zmocnění pro závazek a odpovědnost. Na základě této teorie byl navržen nástroj

Meaningful Learning in the Laboratory Instrument (MLLI), který má měřit důkazy smysluplného učení v kontextu laboratorního kurzu chemie.

Tento nástroj byl navržen tak, aby změřil kognitivní a afektivní učení a očekávání (před kurzem) a zkušenosti (po kurzu) v jejich bakalářských laboratorních kurzech chemie. Vzhledem k přirozené psychomotorické povaze kurzu chemických laboratoří se autoři MLLI rozhodli nezahrnout žádné psychomotorické položky. Místo toho chtěli zachytit, do jaké míry „studenti integrují své myšlení a pocit při konání“ (Galloway a Bretz, 2015a). MLLI obsahuje 30 položek. Každá z nich je zařazena do jedné ze tří kategorií: kognitivní (16 položek), afektivní (8 položek) a kognitivní/afektivní (6 položek), jak je patrné v následující tabulce. 16 položek je pozitivně formulováno, zatímco dalších 14 je formulováno záporně (Galloway, Bretz, 2015).

Tabulka 1 Rozdělení výroků do kategorií, zdroj vlastní zpracování

MLLI klasifikace otázek	Výroky
Kognitivně afektivní	1, 4, 12, 14, 20, 27
Afektivní	2, 8, 9, 13, 18, 21, 28, 30
Kognitivní	3, 5, 6, 7, 10, 11, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 31

V rámci kvalitativního výzkumu je využita metoda rozhovoru se studenty vysoké školy. Rozhovor měl 9 otázek a je přílohou č. 1 této práce. Výzkum byl realizován osobně, a to s vybranými respondenty, kteří jsou představeni v příloze. Výpovědi respondentů budou zpracovány metodou textové analýzy. Její výhodou je skutečnost, že odhalí hlubší postoje a myšlenky respondentů. Dle potřeby budou zařazeny četnostní grafy či tabulky, popisující výskyt témat a četností. V rámci výzkumu je snahou zodpovědět na stanovené výzkumné otázky a stanovit závěr, který by pomohl vést k lepší organizaci kurzu. Výsledky MLLI byly zpracovány do tabulek a grafů a následně okomentovány.

2.2.2 Analýza dat

Výzkum v této práci byl prováděn s využitím nástroje MLLI (Meaningful Learning in Laboratory Instrument). Výzkum byl realizován online formou dotazníků, a to jak před

laboratorními cvičeními (pre-test), tak i po jejich absolvování (post-test). Účastníky výzkumu byli studenti prezenčního studia 1. ročníku bakalářského programu učitelství chemie v kombinaci s dalšími předměty, jako jsou přírodopis, matematika, informační a komunikační technologie nebo výchova ke zdraví na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy.

Pro každou ze tří zkoumaných oblastí – kognitivní, afektivní a kombinovanou kognitivně-afektivní - byla provedena podrobná analýza. Tato analýza zahrnovala výpočet mediánů, průměrů a směrodatných odchylek, které byly zaznamenány do excelové tabulky pro přehlednost a snadnou interpretaci dat.

Na základě výsledků MLLI byli následně vybráni zajímaví respondenti pro další zkoumání. Výběr byl proveden na základě rozdílů mediánů v kognitivní, afektivní a kombinované oblasti. Tyto rozdíly byly zaznamenány v poslední části excelové tabulky. Velké pozitivní rozdíly indikovaly negativní hodnocení v post-testu, zatímco velké negativní rozdíly naznačovaly pozitivní hodnocení. Pro další analýzu byli vybráni respondenti s extrémními hodnotami (nejvíce pozitivní a negativní) a také ti, jejichž výsledky se pohybovaly kolem nuly, což naznačovalo, že jejich očekávání odpovídala skutečné zkušenosti.

Do kvantitativní části výzkumu se původně zapojilo celkem 33 účastníků kurzu. Nicméně 6 z nich nevyplnilo post-laboratorní dotazník, takže kompletní data byla získána od 27 účastníků.

Pro kvalitativní část výzkumu byly provedeny rozhovory s vybranými účastníky. Tyto rozhovory byly nahrávány a následně detailně analyzovány. Kvalitativní data jsou komplexní informace, které nelze jednoduše kvantifikovat nebo vyjádřit čísly. Pro prezentaci těchto dat byla užitá textová analýza. Tento proces zahrnuje pečlivé zkoumání a interpretaci textových dat. Textová analýza začíná důkladným čtením a seznámením se s daty. Výzkumník hledá opakující se témata, vzorce nebo klíčové koncepty. Následně jsou data kódována, což znamená, že jsou jednotlivým částem textu přiřazovány štítky nebo kódy, které reprezentují určité myšlenky nebo témata. Po kódování následuje proces kategorizace, kdy jsou podobné kódy seskupovány do širších kategorií. Tyto kategorie pak pomáhají výzkumníkovi identifikovat hlavní témata a struktury v datech. Během celého procesu výzkumník hledá souvislosti mezi různými částmi dat, snaží se porozumět kontextu a

významům skrytým v textu. Důležitou součástí textové analýzy je také interpretace dat. Výzkumník se snaží pochopit, co data znamenají v širším kontextu výzkumné otázky nebo problému. To často zahrnuje hledání příčin, důsledků nebo vztahů mezi různými jevy popsanými v datech.

Praktická část

2.3 Demografický přehled respondentů

Do kvantitativního výzkumu se zapojilo celkem 33 účastníků kurzu. Z toho 6 jich nevyplnilo dotazník POST-laboratorní. Potřebná data byla tedy získána od 27 účastníků kurzu. Na základě odpovědí byli účastníci vybráni do kvalitativního výzkumu.

Do kvalitativního výzkumu se zapojilo celkem 9 respondentů, kteří jsou popsáni ve 3. příloze této práce.

Popis konkrétních laboratorních prací / pokus: chromatografii, destilaci, filtrace a jiné.

V následující tabulce jsou respondenti shrnuti z pohledu existence laboratorních cvičení a vlastního hodnocení laboratorních dovedností.

Tabulka 2 Shrnutí respondentů dle zkušeností s laboratorním cvičením, zdroj vlastní zpracování

	Laboratorní cvičení v předcházejícím vzdělání	Vlastní hodnocení laboratorních dovedností
Respondent 1	Ano	3
Respondent 2	Ne	2
Respondent 3	Ano	3
Respondent 4	Ano	2
Respondent 5	Málo	3
Respondent 6	Ano	3
Respondent 7	Málo	3
Respondent 8	Málo	3
Respondent 9	Ano	2

Z tabulky je patrné, že respondenti, kteří se účastnili laboratorních cvičení během předcházejícího vzdělání mají tendenci hodnotit své laboratorní dovednosti známkami 3 a 2. Respondent, který se laboratorních cvičení neúčastnil, hodnotí své dovednosti známkou 2. Respondenti, kteří se laboratorních cvičení účastnili jen částečně, hodnotili své dovednosti většinou stejně jako ti, kteří se účastní pravidelně.

V rámci metody MLLI bylo poté o respondentech zjištěno pohlaví, obor. Všichni respondenti poté byly z Univerzity Karlovy, Pedagogické fakulty, jak je patrné v tabulce 3.

Tabulka 3 Shrnutí respondentů dle pohlaví a studovaný vysoké školy, zdroj vlastní zpracování

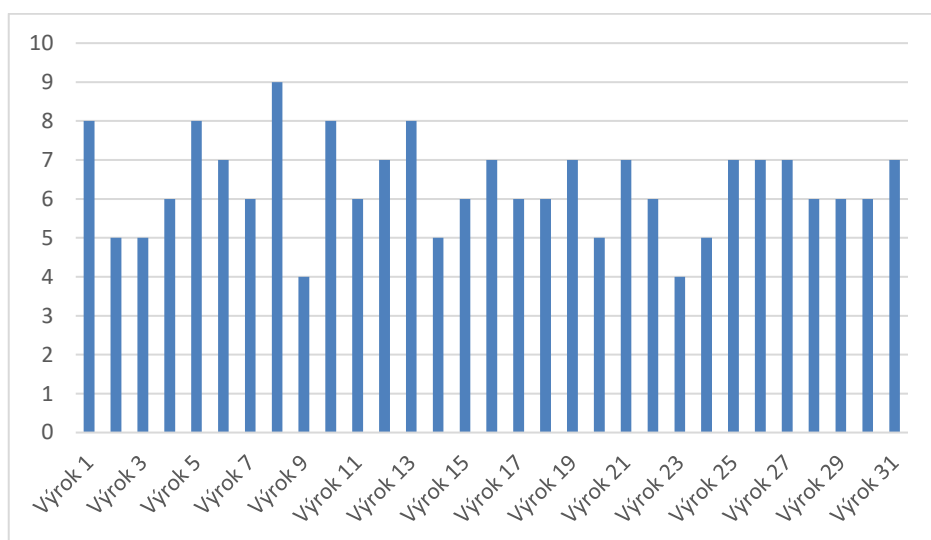
Respondent	Pohlaví	Studovaný obor
Respondent 1	žena	Chemie a biologie
Respondent 2	žena	Chemie a biologie
Respondent 3	žena	Chemie a biologie
Respondent 4	muž	Chemie a biologie
Respondent 5	muž	Chemie a matematika
Respondent 6	žena	Chemie a biologie
Respondent 7	žena	Chemie a matematika
Respondent 8	muž	Chemie a biologie
Respondent 9	žena	Chemie a IT

Z tabulky je patrné, že většina respondentů studuje obor chemie a biologie. Výzkumu se poté účastnili 6 studentek a tři studenti mužského pohlaví.

2.4 Zjištění z dotazníku MLI

2.4.1 Zjištění před laboratorním cvičení (pre-test)

V následujícím grafu č. 1 je patrný medián jednotlivých výroků.



Graf 1 Medián výsledků očekávání respondentů (na ose x medián, na ose y číslo výroku), zdroj vlastní zpracování

Nejvyšší medián byl identifikován u výroků 1, 5, 8, 10, 13, 19 a 31. což může znamenat vyšší spokojenost u negativních výroků opak. Konkrétně tedy bylo zjištěno, že respondenti před kurzem předpokládali, že se naučí spíše takovou chemií, která jim bude v životě užitečná. Dále respondenti předpokládali, že budou zažívat chvíle, kdy něco pochopili tzv.

AHA momenty. Dále většina respondentů očekávala, že budou nadšení z toho, že dělají chemii. Dále respondenti předpokládali, že budou zvažovat, zda data, která získají, dávají smysl. Poté v hojně míře respondenti předpokládali, že získají sebevědomí pracovat v laboratoři, ale že budou nervózní při manipulaci s chemickými látkami. V neposlední řadě respondenti předpokládali, že získají schopnost řešit problémy.

V následující tabulce je poté shrnuto průměrné skóre a medián výroků dle tří okruhů.

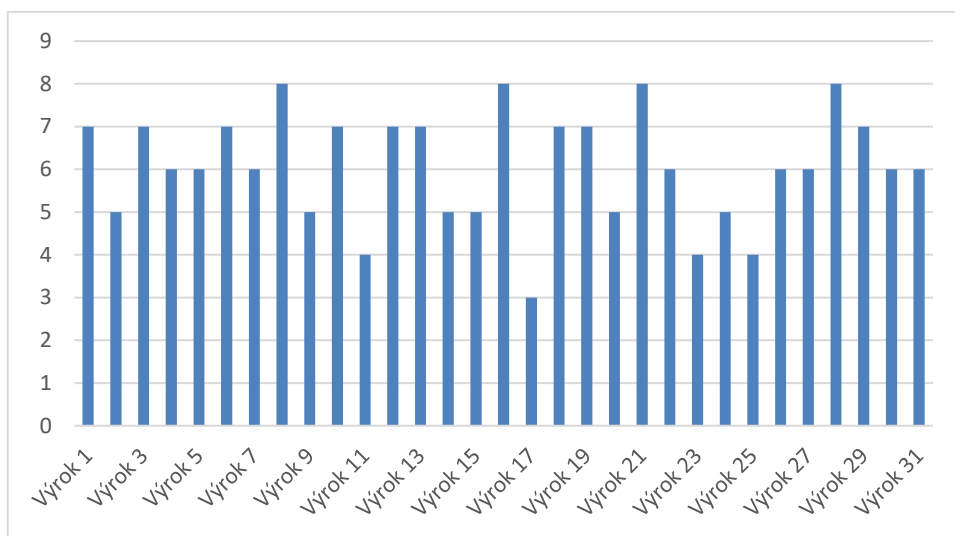
Tabulka 4 Medián dílčích výroků před kurzem, zdroj vlastní zpracování

Typ výroku	Průměrné skóre před kurzem (medián)
Kognitivní výroky	6,5139 (7)
Afektivní výroky	6,4212 (6,5)
Kognitivní afektivní výroky	6,2716 (6,5)

Z tabulky je patrné, že nejvyšší skóre mají kognitivní výroky. Tyto se zaměřují na očekávané znalosti, porozumění a myšlení studentů. Mírně nižší skóre získali afektivní výroky, které se zaměřují na emoce, pocity, hodnoty atd. Naopak nejhůře bylo hodnoceno očekávání v oblasti kognitivně-afektivních výroků, které kombinují prvky obou výše uvedených typů položek. Tyto výroky vyžadují, aby respondent nejen přemýšlel a analyzoval informace, ale také vyjádřil své pocity nebo postoje.

2.4.2 Zjištění po laboratorním cvičení (post-test)

Graf 2 hovoří o mediánu po provedeném laboratorním cvičení.



Graf 2 Medián výsledků po realizaci laboratorního cvičení (na ose x medián, na ose y číslo výroku), zdroj vlastní zpracování

Po realizované výuce chemie, tj. po laboratorním cvičení byl nejvyšší medián identifikován u výroku 8, tj. Zde se tedy většina respondentů shodla na tom, že byla nadšená z toho, že „dělali“ chemii. Poté respondenti uvedli, že zvažovali, zda data, která získali při laboratorním cvičení, dávají vůbec smysl. Pozitivně hodnotili respondenti také výrok, že se zaměřili na postupy, nikoliv na pojmy. Naopak velmi nízký medián byl identifikován u 16, která se zaměřila na to, že měli zmatek v základních pojmech. Nízká hodnota značí, že neměli respondenti zmatek v pojmech. Také bylo zjištěno, že respondenti nemuseli přemýšlet o tom, co dělají molekuly.

V následující tabulce je poté shrnuto průměrné skóre a medián výroků dle tří okruhů.

Tabulka 5 Medián dílčích výroků před kurzem, zdroj vlastní zpracování

Typ výroku	Průměrné skóre před kurzem (medián)
Kognitivní výroky	5,6597 (6)
Afektivní výroky	6,5138 (7)
Kognitivní afektivní výroky	5,7592 (6)

Po realizaci cvičení bylo identifikováno nejvyšší skóre u afektivních výroků, a to s mediánem 7. Nižší skóre získali kognitivně-afektivní výroky, a to s průměrem 5,76 a

mediánem 6. Naopak nejhůře bylo hodnoceno očekávání v oblasti kognitivních výroků, a to průměrově skoro o jeden stupeň dolů na 5,65 a mediánem 6.

2.5 Zjištění z kvalitativní analýzy

2.5.1 Jakým způsobem Vám kurz laboratorní techniky pomohl v pochopení teorie, kterou jste se učili na přednáškách?

V rozhovoru bylo zjištěno, že kurz laboratorní techniky pomohl respondentům v různých oblastech. Většina respondentů (respondenti 1, 2, 3, 5, 6 a 9) ocenila propojení teorie s praxí, které jim pomohlo lépe pochopit a vizualizovat teoretické koncepty. Respondenti 1, 2, 3, 5 a 6 konkrétně zmínili, že praktické aspekty kurzu, jako práce s přístroji a aparaturou nebo praktické pokusy, byly užitečné pro lepší pochopení teorie. Přitom respondent 9 uvedl, že kurz posílil její porozumění a propojení teorie s praxí, přičemž některé koncepty již respondentka znala před kurzem. Naopak respondenti 4, 7 a 8 měli potíže s propojením teorie s praxí nebo nevnímali značný přínos kurzu k lepšímu pochopení teorie. Konkrétně zde respondent 4 uvedl, že se musel věnovat dodatečnému studium, zatímco respondent 7 cítil rozdíl mezi teoretickou výukou a praktickými cvičeními. Respondent 8 byl schopen identifikovat některé koncepty, ale neviděl velký přínos v aplikaci teorie.

2.5.2 Jaké nové dovednosti se respondenti naučili na kurzu laboratorní techniky a jak by jim dovednosti mohly pomoci v budoucí kariéře?

V první řadě bylo identifikováno zlepšení dovedností v práci s laboratorními přístroji a aparaturou. Tuto nejčastěji zmiňovanou odpověď zmínili respondenti 1, 3, 4 a 6. Dále došlo podle respondenta 2 a 6 ke zlepšení v práci s chemikáliemi a v laboratoři. Navíc zde dále respondent 2 uvedl, že došlo také ke zvýšení sebevědomí, i když neplánuje kariéru v oblasti výuky. Zlepšení v time-managementu a důslednosti, což je považováno za prospěšné pro budoucí kariéru, uvedl jen jeden respondent, a to respondent 5. Respondenti 3 zdůraznil zlepšení v konkrétních technikách, jako je spektrometrie a refraktometrie. Respondent 8 se zaměřil na naučení různých technik a metod v laboratoři, zdůrazňující důležitost přesnosti v navážkách a výpočtech. V tomto výroku také několik respondentů zmínilo, že dovednosti získané na kurzu mohou být užitečné pro jejich budoucí kariéru, zejména v oblasti vzdělávání (respondenti 4, 5, 6). Na druhou stranu však někteří respondenti nevidí přímý

přínos kurzu pro svou budoucí kariéru nebo se domnívají, že se nenaučili nové dovednosti. Toto zmínili respondenti 7 a 9. Respondent 1 je poté názoru, že může nyní jen těžko posoudit přínos pro budoucí kariéru.

2.5.3 Nejoblíbenější část kurzu laboratorní techniky a proč tomu tak bylo?

V odpovědích na otázku o nejoblíbenější části kurzu laboratorní techniky se objevují určité shody. Celkově lze říci, že respondenti oceňovali jak konkrétní laboratorní techniky, tak i praktické a interaktivní prvky kurzu. Několik respondentů zmínilo, že jejich oblíbená část kurzu byla spojena s možností vidět výsledky své práce (respondent 4, 5, 9). Několik respondentů zmínilo konkrétní laboratorní techniky, jako je titrace, krystalizace, destilace, chromatografie a polarimetrie. Konkrétně tedy titraci uvedl respondent 1. Tento respondent tak uvedl i přes to, že byla podle něj výuka vysvětlena nedostatečně. Respondent 3 uvádí krystalizaci, respondent 8 uvedl destilace máty peprné a spektrofotometrie a respondent 9 chromatografie a polarimetrie, které ji umožnily prakticky aplikovat teorii. Jiní respondenti oceňovali praktické aspekty kurzu, jako je stavění aparatur (respondent 7), pozorování výsledků experimentů (respondenti 4 a 5) a práce ve dvojicích. Někteří respondenti také zdůraznili význam samostatné práce, jako byl např. respondent 2 a příležitosti k hlubšímu porozumění a aktivnímu osvojování znalostí. Důvody pro oblíbenost různých částí kurzu se lišily. Někteří respondenti preferovali části kurzu, které jim umožnily hlubší porozumění (respondent 2), jiní si užívali části, které snižovaly stres díky předchozím zkušenostem (respondent 3).

2.5.4 Jaký byl Váš nejtěžší okamžik na kurzu laboratorní techniky a jak jste se s ním vyrovnali?

Několik respondentů zmínilo obtíže spojené s mytím nádobí (respondenti 3 a 5) a prací s laboratorním vybavením, jak uvedli respondenti 2 a 4. Další společnou výzvou byla jazyková bariéra a komunikace, jak uvedli respondenti 2 a 9. Konkrétně zde uvedl respondent 2, že se potýkal s problémy spojenými s komunikací kvůli jazykové bariéře a respondent 9 uvedl problém v komunikaci s učitelkou. Opakování neúspěšných pokusů a vedení průběžného protokolu při laboratorních pokusech byly dalšími častými výzvami, které respondenti zmiňovali. Konkrétně zde respondent 7 a 8 zmiňují problémy spojené s opakováním pokusů a vedením záznamů. V menší míře poté uváděli respondenti i jiné

odpovědi. Respondent 1 zdůrazňuje nutnost samostatného řešení problémů nebo s pomocí spolužáků. Respondent 6 uvádí jako hlavní výzvu spolupráci s neslučitelným partnerem, což je unikátní problém oproti ostatním odpovědím. Respondent 9 kritizuje nedostatečnou organizaci kurzu, což je specifický problém, který ostatní respondenti nezmiňují. Respondent 7 poukazuje na časovou náročnost opakování neúspěšných pokusů.

2.5.5 Jakým způsobem kurz laboratorní techniky pomohl Vašemu vztahu s vašimi spolužáky?

Celkově lze říci, že kurz laboratorní techniky měl pozitivní vliv na spolupráci, vzájemnou pomoc a rozvoj vztahů mezi studenty. Většina respondentů, tj. respondenti 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 zdůrazňuje, že kurz podpořil spolupráci mezi studenty. Další velká část respondentů, jako jsou respondenti 1, 4, 5, 7, 9 také zmiňují vzájemnou pomoc mezi studenty jako pozitivní aspekt kurzu. Někteří respondenti, tj. respondenti 2, 3, 5, 7 hodnotí kurz jako pozitivní pro rozvoj nebo prohloubení vztahů mezi studenty. Respondent 8 uvedl, že spolupráce v laboratoři přinesla určitou míru zábavy a pomoci, což je v souladu s ostatními odpověďmi o vzájemné pomoci a spolupráci. Respondent 6 se zaměřuje na rozvoj dovedností v jednání s lidmi, se kterými nemá dobrý vztah. Respondent 8 uvádí, že vztahy se spolužáky byly již dobré, ale kurz přinesl určitou míru zábavy a pomoci. Respondent 3 zdůrazňuje lepší seznámení se spolužáky a respondent 4 specificky uvádí, že kurz měl pozitivní dopad na vztahy.

2.5.6 Jak byste popsal/a své celkové zkušenosti s kurzem laboratorní techniky a jaký byl jeho celkový přínos pro Vás?

Odpovědi na otázku zaměřující se na zkušenosti s kurzem laboratorní techniky a jeho přínosu zahrnují několik klíčových bodů. Většina respondentů hodnotí kurz pozitivně, zejména oceňují praktické zkušenosti, kde konkrétně hodnotí respondent 7 a respondent 4 pozitivně praktické zkušenosti, odstranění obav z práce v laboratoři nebo získání základních znalostí a dovedností v laboratoři. Dále konkrétně respondent 3 hodnotí kladně kurz s důrazem na získání základních znalostí z organické a anorganické chemie. Někteří respondenti zdůrazňují, že kurz byl přínosný pro odstranění obav z práce v laboratoři a motivoval je k dalšímu vzdělávání, jako byl např. respondent 2. Na druhou stranu, několik respondentů poukazuje na problémy. Konkrétně tedy respondent 1 vyjadřuje negativní zkušenosti

ohledně komunikace s vyučujícími a nedostatečné zpětné vazby. Respondent 6 hodnotí kurz neutrálně, jakožto oživení znalostí, ale bez výraznějšího přínosu pro jeho vědecké chápání nebo kariéru, což je odlišné od ostatních, kteří kurz hodnotí spíše pozitivně. Respondenti 5, 7 a 9 zmiňují problémy s organizací kurzu a nedostatkem materiálů, což naznačuje určité nedostatky v praktické realizaci kurzu. Respondent 8 hodnotí kurz jako skvělý pro začátečníky, ale má výhrady k některým aspektům vedení kurzu. Je tedy patrné z odpovědí, že kurz byl vnímán jako užitečný pro získání praktických dovedností, ale zároveň existují oblasti, které by mohly být zlepšeny.

2.5.7 Jakým způsobem kurz laboratorní techniky pomohl Vašemu porozumění výzkumné metodologii a analýze dat?

Z výsledků zjištěných v této otázce je možné uvést, že kurz laboratorní techniky měl pozitivní vliv na porozumění výzkumné metodologii a analýze dat, i když někteří respondenti cítili potřebu větší podpory a jasnosti v některých oblastech. Konkrétně tak bylo zjištěno, že většina respondentů (respondenti 2, 3, 4, 6, 8, 9) uvedla, že kurz přispěl k jejich porozumění výzkumné metodologii a analýze dat, i když někteří z nich měli stále určité nejasnosti, jako byli (respondenti 2, 4). Někteří respondenti, jako jsou respondenti 3, 6, 8 zdůraznili praktický přínos kurzu, například v oblasti měření, přepočítávání a rozlišení důležitých dat. Respondenti 2 a 4 zmínili, že i přes pokrok přetrvávaly nejasnosti ve výsledcích a interpretaci. Naopak poté respondent 1 i 5 cítili nedostatek v oblasti zpětné vazby a podpory ve výzkumných metodách, respektive v oblasti pokročilých vědeckých postupů a analýz dat. Respondent 7 necítil výrazný přínos kurzu v oblasti výzkumné metodologie a analýzy dat, spíše vnímal kurz jako praktické ověření již známých věcí. Respondent 9 specificky zmínil nové zkušenosti s používáním Excelu a práci s chemickými rovnicemi.

2.5.8 Jakým způsobem bylo vedení kurzu laboratorní techniky přizpůsobeno studentům prvního ročníku a jaký byl jeho náročnost?

Všichni respondenti kromě respondenta 9 uvedli, že kurz byl vhodně přizpůsoben potřebám studentů prvního ročníku. Někteří respondenti (respondenti 5, 6, 7) dále naznačují, že kurz mohl nabídnout větší výzvy nebo být méně významný pro zkušenější studenty. Dále ještě respondent 7 uvádí, že kurz mohl být méně významný pro zkušenější studenty, což je

specifický pohled. Respondent 1 a respondent 8 specificky uvádějí, že kurz byl optimálně náročný. Pouze respondent 9 vyjádřil nespokojenost s přizpůsobením kurzu, zejména s vedením a dostupností materiálů.

2.5.9 Jak byste popsali hlavní cíle kurzu Laboratorní technika?

Všichni respondenti se shodují na tom, že hlavním cílem kurzu je seznámit studenty s laboratorními technikami, nádobím, aparaturou nebo chemikáliemi. Několik respondentů dále zdůrazňuje důležitost bezpečnostních aspektů v rámci kurzu. Přitom se jedná o respondenta 2 a respondent 5. Dále respondent 1, respondent 4, respondent 6, respondent 8 uvedli za cíl praktické používání laboratorního vybavení. Respondent 3 zdůrazňuje získání nových poznatků a zbavení se obav z práce v laboratoři. Respondent 7 uvádí, že hlavním cílem není přínos nových vědeckých poznatků. Respondent 9 zmiňuje, že cílem je také učit studenty, jak předávat dovednosti dalším, což je unikátní aspekt, který ostatní respondenti nezmiňují.

3 Srovnání a diskuse výsledků

3.1 Srovnání rozdílů mezi očekáváním a skutečností

Z výsledků zjištěných v tomto výzkumu je patrné, že u prvního typu výroků, tj. výroky zařazených do kognitivní kategorie, došlo k poklesu mediánů (průměrů) před kurzem ze 7 na 6 po kurzu, což může naznačovat obtíže v pochopení nebo aplikaci kognitivních aspektů kurzu. Zde bylo zjištěno, že respondenti předpokládali, že budou zažívat chvíle, že něco pochopili, což se však nestalo, jak odpověděla především studentka chemie a biologie, tj. respondentka 3 a poté respondentka 6. Poté je výrazný propad u výroku 11, kdy respondenti nakonec ve velmi malém počtu museli přemýšlet o tom, co „dělají“ molekuly. Výrazný propad mezi očekáváním a skutečností je identifikován u respondenta 7, který studuje chemii a matematiku a před tím nestudoval jinou vysokou školu. Další propad byl také identifikován u výroku 17, kdy si respondenti mysleli, že se zaseknou, ale budou to zkoušet dál. Oproti očekáváním se snížila průměrná hodnota výroku o 1,7. Rozdíl mezi očekáváním a skutečností byl identifikován také v oblasti využití pozorování k pochopení chování atomů a molekul. Respondenti se ve větší míře před realizací laboratorního cvičení domnívali, že budou svá pozorování více využívat k pochopení chování molekul.

Tabulka 6 Statistický výstup kognitivní složka, zdroj vlastní zpracování

kognitivní	Kpos t 6 - Kpre 6	Kpos t 15 - Kpre 15	Kpos t 16 - Kpre 16	Kpos t 24 - Kpre 24	Kpos t 29 - Kpre 29	Kpos t 3 - Kpre 3	Kpos t 5 - Kpre 5	Kpos t 7 - Kpre 7	Kpos t 10 - Kpre 10	Kpos t 11 - Kpre 11	Kpos t 17 - Kpre 17	Kpos t 19 - Kpre 19	Kpos t 22 - Kpre 22	Kpos t 25 - Kpre 25	Kpos t 26 - Kpre 26	Kpos t 31 - Kpre 31
Z	.829 ^b	.702 ^b	1.468 ^c	.653 ^b	2.555 ^c	.436 ^b	2.836 ^b	1.707 ^b	1.334 ^b	3.510 ^b	3.168 ^b	2.345 ^b	.341 ^c	3.583 ^b	2.395 ^b	3.367 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.407	.482	.142	.514	.011	.663	.005	.088	.182	≤.001	.002	.019	.733	≤.001	.017	≤.001
Effect-size (<i>r</i>)					0,226		0,335			0,478	0,431	0,319		0,488	0,326	0,458
					small		medi um			medi um	medi um	medi um		medi um	medi um	medi um

Tabulka 6 zobrazuje že výsledky neumožnily zamítnout nulovou hypotézu o shodných mediánech hodnot pre-testu a post-testu u položek 6, 7, 10, 15, 16, 22 a 24. Ve zbylých případech byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Velikost účinku (effect-size *r*) s výjimkou položky 29, která vykazuje malou velikost a tedy věcně nevýznamný rozdíl, hodnoty *r* vykazují střední efekt.

Tabulka 7 statisticky významný rozdíl kognitivní složka, zdroj vlastní zpracování

Výrok	Medián Pre-testu	Medián Post-testu
5.	8	6
11.	6	4
17.	6	3
19.	7	7
25.	7	4
26.	7	6
31.	7	6

Z tabulky 7 lze vyčíst, že u všech výroků, kromě 19. výroku, došlo ke zhoršení hodnoty.

V oblasti afektivních tvrzení se medián změnil z 6,5 na 7. Jediný statistický rozdíl byl zjištěn u položky 9 (effect-size $r = 0,499$ opět naznačuje střední velikost účinku) Žáci byli více nervózní z možnosti chybovat (viz tabulka 8).

Tabulka 8 Statistický výstup afektivní složka, zdroj vlastní zpracování

afektivní	AFpre 2 - AFpost 2	AFpre 8 - AFpost 8	AFpre 18 - AFpost 18	AFpre 21 - AFpost 21	AFpre 28 - AFpost 28	AFpre 13 - AFpost 13	AFpre 9 - AFpost 9	AFret 30 - AFpost 30
Z	-.911 ^b	-1.200 ^b	-.872 ^b	-1.089 ^b	-1.585 ^b	-1.098 ^c	-3.665 ^c	-1.027 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.362	.230	.383	.276	.113	.272	<.001	.304
							0,499	

V poslední skupině položek, a to kognitivně afektivních, došlo k poklesu skóre ze 6,5 na 6. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny pouze u položek 1 a 27. Věcně šlo opět o rozdíl střední velikosti (viz tabulka 9). Přitom největší změna byla u Výroku 27, která vypovídá o tom, že je přístroji zaujmuli méně, než předpokládali. Dále došlo k růstu ve výroku, zda se respondenti cítili organizovaně. Bylo zjištěno, že se respondenti domnívali, že se budou cítit

mnohem organizovanější, než nakonec byli. Zde došlo k výraznému nárůstu především u posledního respondenta, tj. respondenta 9, který studuje obor chemii a IT.

Tabulka 9 Statistický výstup afektivní složka, zdroj vlastní zpracování

K+a	K+Apost 4 - K+Apre 4	K+Apost 12 - K+Apre 12	K+Apost 14 - K+Apre 14	K+Apost 20 - K+Apre 20	K+Apost 1 - K+Apre 1	K+Apost 27 - K+Apre 27
Z	-.202 ^b	-1.607 ^c	-.244 ^c	-.702 ^b	-2.486 ^c	-2.263 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	.840	.108	.807	.483	.013	.024
					0,338	0,308

3.2 Rozdělení respondentů do skupin

Po analýze odpovědí respondentů můžeme respondenty zařadit do tří skupin na základě jejich zkušeností s kurzem laboratorní techniky:

Skupina 1: Ti, kteří si laboratoře užili:

- Respondentka 2: Získala cenné praktické dovednosti a sebedůvěru v práci v laboratoři.
- Respondent 3: Kurz jí poskytl nové dovednosti a rozšířil znalosti v oblasti anorganických laboratoří.
- Respondent 4: Získal praktické dovednosti v chemických experimentech a viděl v kurzu užitek pro svou budoucí kariéru.
- Respondent 5: Získal dovednosti v plánování práce v laboratoři a spolupráci se spolužáky.

Skupina 2: Ti, kteří nebyli úplně spokojeni s kurzem

- Respondentka 1: Zdá se, že měla smíšené pocity kvůli nedostatečné zpětné vazbě a problémům s komunikací.
- Respondent 6: Zažil problémy s nedostatkem materiálů a neochotným vedením, ale kurz mu poskytl nové dovednosti.
- Respondentka 9: Měla smíšené pocity způsobené komunikačními obtížemi s lektorkou a nedostatečnou organizací kurzu.

Skupina 3: Ti, kteří byli mezi

- Respondent 7: Měl spíše střední zkušenosti, nevnímal kurz jako nijak převratný, ale měl radost z práce s aparaturou a trávil čas se spolužáky.
- Respondent 8: Kurz vnímal pozitivně, získal nové dovednosti a měl dobré vztahy se spolužáky.

3.3 Diskuze a vyhodnocení výzkumných otázek

V této práci byl realizován výzkum mezi studenty vysoké školy 1. ročníku chemie. Přitom na toto téma není realizováno příliš mnoho studií. Bylo zjištěno, že v rámci smysluplného učení musí být integrovány kognitivní (myšlení), afektivní (cítění) a kognitivně-afektivní složky. Obdobného názoru jsou i Galloway a Bretz (2015), které se domnívají, že právě poslední složka je podstatou v laboratorních cvičeních v chemii, ale rozsah, do jakého jsou kognitivní a afektivní domény integrovány do laboratoře, není znám.

V realizovaném výzkumu byly identifikovány rozdíly mezi kognitivními, afektivními a kognitivně afektivními složkami. Opět podle Gallowa a Stacey (2015) tento zjevný rozdíl mezi kognitivními a afektivními škálami lze vysvětlit tím, jak jsou studenti vybíráni k přijetí na univerzitu. Vysoce výkonné jedince jsou přijímáni na základě jejich kognitivních schopností, ale ne na základě jejich afektivních představ o učení. Tento jev není tak zřejmý u všech studentů, ale tito studenti absolvovali jeden semestr chemického laboratorního kurzu, na jehož základě si mohou vytvořit očekávání o organické, anorganické a analytické chemii.

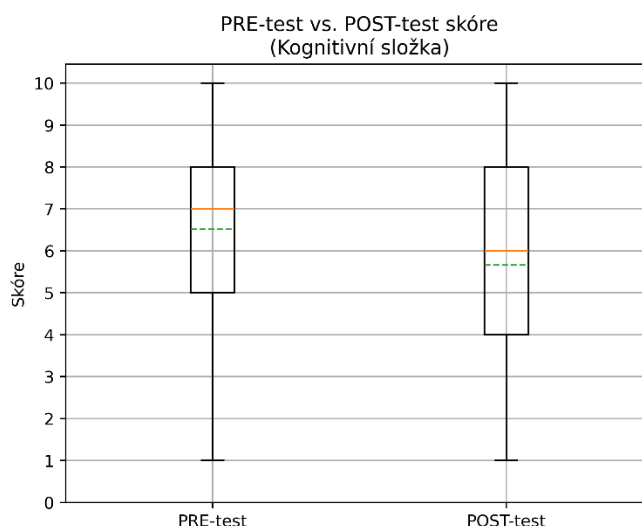
- Jaký vliv má kurz laboratorní techniky na smysluplné učení studentů učitelství?

V práci bylo zjištěno, že laboratorní cvičení mělo u sledovaných žáků významný vliv na smysluplné učení. Tento typ praktické výuky poskytuje budoucím učitelům cenné zkušenosti a dovednosti, které mohou později uplatnit ve své pedagogické praxi. Studenti se učí pracovat s různými laboratorními přístroji a materiály, což jim umožňuje lépe porozumět vědeckým konceptům a principům. Tím, že se aktivně zapojují do experimentů a pozorování, si lépe osvojují vědecké metody a postupy. Laboratorní cvičení také podporuje rozvoj komunikačních dovedností. Studenti se učí prezentovat své výsledky, diskutovat o svých zjištěních a spolupracovat s ostatními. Tyto schopnosti jsou klíčové pro efektivní výuku a interakci s žáky v budoucí pedagogické praxi. Navíc, praktické zkušenosti z laboratoře

mohou zvýšit motivaci a zájem studentů o vědu a výzkum. Toto nadšení mohou později přenést na své vlastní žáky, inspirovat je k vědeckému bádání a podpořit jejich zájem o přírodní vědy. Laboratorní cvičení také pomáhá studentům učitelství lépe porozumět bezpečnostním postupům a etickým aspektům vědeckého výzkumu. Tyto znalosti jsou nezbytné pro zajištění bezpečného a odpovědného provádění experimentů ve školních laboratořích.

- Jsou kognitivní očekávání studentů naplněna jejich zkušenostmi v kurzu laboratorní technika?

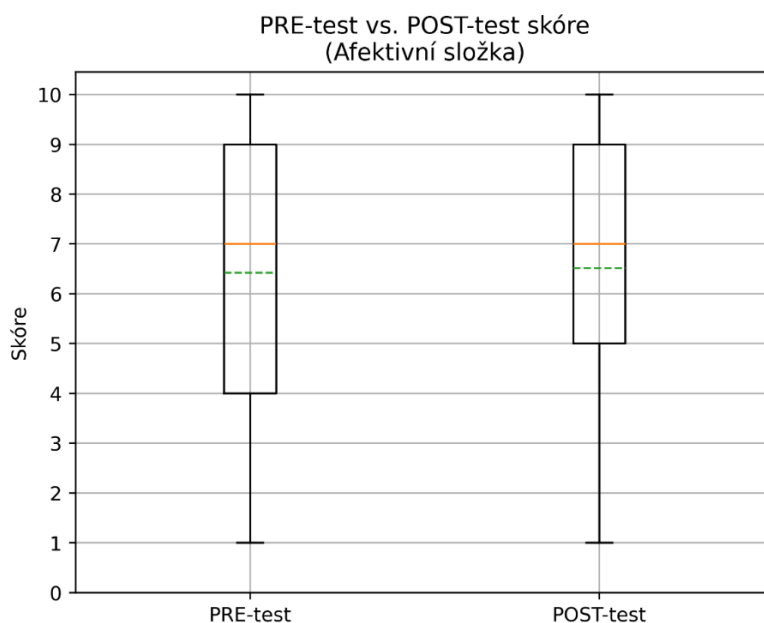
Na tuto otázku je možné odpovědět záporně. Z výsledků zjištěných v tomto výzkumu je patrné, že veškeré kognitivní očekávání naplněna nebyla. Tyto informace jsou také shrnuty v následujícím boxplotu.



Graf 3 Boxplot kognitivní složka, zdroj vlastní zpracování

- Jsou afektivní očekávání studentů naplněna jejich zkušenostmi v kurzu laboratorní technika?

V oblasti afektivních otázek nedošlo ve velké míře ke změně průměrného skóre, proto je možné uvést, že byla ve většině případů naplněna. Tyto informace jsou také shrnuty v následujícím boxplotu.



Graf 4 Boxplot afektivní složka, zdroj vlastní zpracování

- Jaká doporučení lze vyvodit pro zlepšení kurzů laboratorní techniky na základě získaných dat?

Na základě zjištění z kvalitativní analýzy lze doporučit několik opatření pro zlepšení kurzu laboratorního cvičení. Především je důležité posílit propojení teorie s praxí, které většina respondentů ocenila jako užitečné pro lepší pochopení teoretických konceptů. Toho lze dosáhnout například zařazením více praktických pokusů a práce s přístroji, které přímo ilustrují probíranou teorii.

Dále je vhodné se zaměřit na rozvoj konkrétních dovedností, jako je práce s laboratorními přístroji a chemikáliemi, které respondenti označili za přínosné pro budoucí kariéru. Kurz by měl také klást důraz na time-management a důslednost, což jsou dovednosti přenositelné do různých oblastí.

Pro zvýšení atraktivity kurzu je dobré zařadit více oblíbených technik jako titrace, krystalizace či chromatografie, a poskytnout studentům příležitost vidět konkrétní výsledky své práce.

Pozornost je třeba věnovat i jazykové bariéře a komunikaci, které byly pro některé studenty problematické. Přitom platí, že efektivní komunikace je klíčem k úspěšnému průběhu laboratorních cvičení. Je proto důležité vytvořit otevřené a přátelské prostředí, kde se studenti nebudou bát klást otázky. Je nutné je povzbuzovat k aktivní účasti a diskusi o probíraných tématech. Je nutné být trpěliví a empatičtí. Každý student má jiné tempo učení a úroveň znalostí. Je proto nutné jim přizpůsobit tempo. Je nutné se vyhnout zbytečně složitým odborným termínům, pokud nejsou nezbytné pro pochopení látky. Je důležité poskytovat pravidelnou zpětnou vazbu. Žáky je důležité také neustále motivovat, za dobře odvedenou práci, případně konstruktivně poukazovat na oblasti, kde je prostor pro zlepšení. Vhodné je nabídnout studentům možnost konzultací nebo komunikace prostřednictvím e-mailu či online platform. Důležitá je podpora týmové práce a vzájemné pomoci mezi studenty.

Zlepšení organizace kurzu a dostupnosti materiálů by mohlo řešit problémy, na které někteří respondenti poukazovali. Kurz by měl nadále podporovat spolupráci a vzájemnou pomoc mezi studenty, což bylo hodnoceno velmi pozitivně. Je důležité poskytnout studentům dostatečnou zpětnou vazbu a podporu při interpretaci výsledků a analýze dat. Přestože byl kurz obecně hodnocen jako vhodně náročný pro studenty prvního ročníku, mohl by nabídnout dodatečné výzvy pro zkušenější studenty.

4 Závěr

Cílem této práce je nejen poskytnout hlubší vhled do smysluplného učení v kontextu vysokoškolského vzdělávání, ale také navrhnout změny a doporučení pro zlepšení laboratorní výuky.

Teoretická východiska této práce se zaměřují na několik klíčových aspektů smysluplného učení a laboratorních cvičení, které jsou nezbytné pro efektivní vzdělávání v oblasti chemie. Smysluplné učení, jak bylo popsáno, zahrnuje aktivní zapojení žáků, propojování nových informací s předchozími znalostmi, hloubkové porozumění a kritické myšlení. Tento přístup je v kontrastu s behaviorálním učním, které se soustředí na pozorovatelné chování a jeho změny v důsledku zkušeností. Laboratorní cvičení mají dlouhou historii a jejich role ve vzdělávání se vyvíjela od prostého potvrzování faktů až po aktivní bádání a objevování. Moderní přístupy k laboratorní výuce kladou důraz na badatelsky orientovanou výuku, která podporuje vědecké myšlení, kritické uvažování a schopnost řešit problémy. Laboratorní cvičení jsou důležitým nástrojem pro rozvoj praktických dovedností, které jsou nezbytné pro aplikaci teoretických znalostí v reálných situacích. Výuka předmětu Laboratorní technika na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy je navržena tak, aby žákům poskytla základní znalosti a dovednosti potřebné pro práci v laboratoři. Tento předmět je klíčový pro další laboratorní cvičení v oblasti anorganické, organické a analytické chemie. Obsah předmětu je zaměřen na seznámení se základními laboratorními operacemi a bezpečnostními předpisy, což je nezbytné pro efektivní a bezpečnou práci v chemické laboratoři.

Tato práce se zaměřila na zkoumání smysluplného učení v kontextu laboratorních cvičení z chemie na vysoké škole. Využitím smíšené metody výzkumu, kombinující kvantitativní nástroj MLLI a kvalitativní rozhovory, bylo dosaženo komplexního pohledu na zkušenosti studentů prvního ročníku s kurzem laboratorní techniky. Výsledky ukazují, že kurz laboratorní techniky má významný vliv na rozvoj praktických dovedností studentů a jejich porozumění teoretickým konceptům chemie. Většina respondentů ocenila propojení teorie s praxí, které jim pomohlo lépe vizualizovat a pochopit abstraktní pojmy. Studenti také zdůraznili význam kurzu pro rozvoj spolupráce a vzájemné pomoci mezi spolužáky. Analýza dat z MLLI odhalila zajímavé rozdíly mezi očekáváním studentů před kurzem a jejich skutečnými zkušenostmi po absolvování kurzu. Zatímco v kognitivní oblasti došlo k většímu

poklesu skóre, afektivní složka zůstala relativně stabilní a kognitivně-afektivní složka zaznamenala mírný pokles. Tyto výsledky naznačují, že integrace kognitivních a afektivních aspektů učení v laboratorním prostředí může být pro studenty náročnější, než původně očekávali.

Výzkum také odhalil některé oblasti pro zlepšení, včetně potřeby lepší organizace kurzu, dostupnosti materiálů a efektivnější komunikace mezi vyučujícími a studenty. Někteří respondenti vyjádřili potřebu větší podpory při interpretaci výsledků a analýze dat. Na základě těchto zjištění lze doporučit několik opatření pro zlepšení kurzu laboratorní techniky: posílit propojení teorie s praxí zařazením více praktických pokusů ilustrujících teoretické koncepty. Zaměřit se na rozvoj konkrétních dovedností, které studenti považují za přínosné pro budoucí kariéru. Zlepšit organizaci kurzu a dostupnost materiálů. Poskytnout více podpory při interpretaci výsledků a analýze dat. Nabídnout dodatečné výzvy pro zkušenější studenty. Zlepšit komunikaci mezi vyučujícími a studenty, včetně poskytování pravidelné zpětné vazby.

5 Použitá literatura

Keil, F.C. Science Starts Early. *Science*, 331:1021-1022, 2011.

Ausubel, D. P. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

Novak Joseph D. A theory of education meaningful learning underlies the Constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(2)*, pp. 1-14 , 2011.

Sharan, Yael. Meaningful learning in the cooperative classroom. *Education 3-13*. 43. 10.1080/03004279.2015.961723, 2015.

Ateş, Özlem & Eryilmaz, Ali. Effectiveness of hands-on and minds-on activities on students' achievement and attitudes towards physics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 12, 2011.

Gavendová, N. *Kognitivně behaviorální přístupy v praxi pedagoga*. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-2501-2

Ausubel, D. In defense of advance organizers: a reply to the critics. *Review of Educational Research*, 48, 251-257. 1978. Doi. org/10.2307/1170083

Rumalolas, N., Rosely, M. S. Y., Nunaki, J. H., Damopolii, I., & Kandowanko, N. Y. The inquiry-based student book integrated with local resources: The impact on student science process skill. *Journal of Research in Instructional*, 1(2), 133–146. 2021. DOI: 10.30862/jri.v1i2.17

Mayer Richard E. *Rote Versus Meaningful Learning*. College of Education, The Ohio State University 2002.

Mystakidis, S. *Motivation Enhanced Deep and Meaningful Learning with Social Virtual Reality*, 2019.

Vallori, Ballester A. *Journal of Education and Human Development*. American Research Institute for Policy Development, 2014. ISSN 2334-296X 2334-2978.

Sexton, S.S. Revelations in the revolution of relevance: Learning in a meaningful context'. The International Journal of Science in Society 2(1) : 29–40, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.18848/1836-6236/CGP/v02i01/51510>

Haury, D., Rillero, P. Perspectives of hands-on science teaching, 1994.

McGervey, J. D. Hands-on physics for less than a dollar per hand. Physics Teacher, 33(4), 238-241. 1995.

Poudel, D.D. Hands-On Activities and Challenge Tests in Agricultural and Environmental Education. The Journal of Environmental Education. 36. 10-22. 2005. DOI:10.3200/JOEE.36.4.10-22.

Stuchlíková, I. O badatelsky orientovaném vyučování. In M. Papáček (Eds.), Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2010.

Linn, M. C., Davis, E. A., Bell, P. Internet environments for science education. Mahwah, USA: Lawrence Erlbaum, 2004.

Dostál, J. Efektivnost výuky s využitím elektrotechnických stavebnic. In: Technické vzdelávanie ako súčasť všeobecného vzdelávania. Editor Ján Pavlovkin. Velká Lomnica: UMB a UKF, 2005. ISBN 80-8083-151-3

Pavelková, J. Oborová didaktika biologie: vybraná témata pro učitele všeobecně vzdělávacích předmětů. Praha: Univerzita Karlova, 2007. ISBN 978-80-7290-335-1.

Maňák, J., Švec, V. Výukové metody. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5

Skalková, J. Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování. 2. vydání. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1821-7

Kvasničková, D. Metodická příručka k výuce přírodovědy na 1. Stupni základní školy. Praha: Fortuna, 1998. ISBN 80-7168-534-9

Nelešovská, A., Spáčilová H. Didaktika primární školy. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-1236-5

Maňák, J. Výzvy konference oborových didaktik. Bulletin CPV, 2005, č. 1, s. 1.

- Morrell, J. B. The chemist breeders: The research schools of Liebig and Thomas Thomson. *Ambix* 1972, 19 (1), 1– 46, DOI: 10.1179/amb.1972.19.1.1
- Gee, B., Clackson, S.G. The origin of practical work in the English school science curriculum, *School Science Review*, 73, 79- 83, 1992.
- Shulman, L.S. Tamir, P. Research on teaching in the natural sciences. In R.M.V. Travers (Ed.), *Second handbook of research on teaching*. Chicago: Rand McNally, 1973.
- Hofstein, A., Lunetta, V. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research, *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217, 1982
- Bates, G.C. The role of the laboratory in secondary school Science programs, in M.B. Rowe (Ed.), *What research says to the science teacher*, vol. I (Pp. 55-82). Washington, D.C.: National Science Teachers Association, 1978.
- Lunetta, V.N., Tamir, P. Matching lab activities with teaching goals. *The Science Teacher*, 46, 22-24, 1979
- Hofstein, A., Lunetta, V.N. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52 (2), 201-217, 1982.
- Tobin , K. G. Research on science laboratory activities; In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90, 403-418, 1990.
- Lazarowitz, R., Tamir, P. Research on using laboratory instruction in science, in D. L.Gabel. (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 94-130). New York: Macmillan, 1994.
- Hofstein, A., Lunetta, V, N. The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88, 28-54, 2004.
- Hurd, P. D. Science education: The search for new vision. *Educational Leadership*, 41, 20– 22, 1983.
- Yager, R. E. The major crisis in science education. *School Science and Mathematics*, 84, 189–198, 1984.

Galloway, K., Bretz, S. Development of an Assessment Tool To Measure Students' Meaningful Learning in the Undergraduate Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*. 92. 150311144105003. 10.1021/ed500881y, 2015.

Lunetta V,N., Hofstein A. and Clough M., Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory, and practice, In N, Lederman. and S. Abel (Eds.), *Handbook of research on science education*. (pp. 393-441), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2007.

Gott, R., Duggan, S. *Investigative work in the Science Curriculum. Developing Science and Technology Education*. Ballmoor, 1995. ISBN 0-335-19144-4.

Vysoke školy, [cit. 14.6.2024]. Dostupné z URL:<https://www.vysokeskoly.cz/akademicky-slovník/heslo/laboratorni-cviceni>

Hališka, J. K některým problémům vzdělávání a výchovy žáků ZŠ a SŠ (textová část). 1.vyd. Praha: Národní institut pro další vzdělávání, 2007 116 s. ISBN 978-80-86956-12-1

Mokrejšová, O. *Moderní výuka chemie*. 1. vyd. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-234-2

Osborne, J. *Practical work in science. Prctical work I*, 2015.

Heine, Klaus & Phan, Michel. Trading-Up Mass-Market Goods to Luxury Products. *Australasian Marketing Journal (amj)*. 19. 108-114. 10.1016/j.ausmj.2011.03.001, 2011.

Cangelosi J. S. *Strategie řízení třídy. Jak získat a udržet spolupráci žáků při výuce*, Portál, Praha, 1996.

Miller, R. *Practical work: making it more effective*, 2009.

Tulenková, M. *Didaktika biologie I*, Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešov, 2006.

Banchi, H., Bell, R. The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29, 2008.

Eilks, I., Hofstein, A. *Relevant Chemistry Education - From Theory to Practice*. DOI:10.1007/978-94-6300-175-5, 2015.

Van den Berg, E. The PCK of Laboratory Teaching: Turning Manipulation of Equipment into Manipulation of Ideas. *Scientia in Education*, 4(2), 74–92, 2013.

Ibrahim, S. a kol. Preparation and characterization of crosslinked alginate–CMC beads for controlled release of nitrate salt. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 299. 1531-1537. DOI:10.1007/s10967-013-2820-4, 2013.

Reid, N., Shah, I. The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 172-185. <http://dx.doi.org/10.1039/B5RP90026C>, 2007

Pedagogická fakulta, [cit. 11.6.2024]. Dostupné z URL: <https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=predmet&kod=OPBE4E021A&dlpar=YToxOntzOjk6InNvdWJfbWVuYSI7YT00OntzOjk6Im9wZW5fZGlycyI7YToyOntpOjE4NTUwNDtiOjE7aTo2NjYzO2I6MTt9czo5OiJyb290ZGlyYWQiO3M6NjoiMTg1MTA0IjtzOjEzOjEzZWxlY3RlZGRpcmlkIjtzOjY6IjE4NTEwNCI7czo3OiJ6YWxvemthIjtzOjc6InNvdWJvcnkiO319>

6 Přílohy

6.1 Výroky k metodě MLLI

6.2 Otázky k rozhovorům

6.3 Popis respondentů