

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte
Lavia University of Life Sciences and Technologies

Tehniskā fakultāte
Faculty of Engineering



Mg.env.sc. Irina Kazuša 

**KRITISKĀ DOMĀŠANA MEDICĪNISKĀS ĶĪMIJAS
STUDIJĀS**

***CRITICAL THINKING IN MEDICAL CHEMISTRY
STUDIES***

promocijas darba **KOPSAVILKUMS**
zinātnes doktora grāda (*Ph.D.*) iegūšanai

SUMMARY

of the Doctoral Thesis for the Doctoral degree of Science (*Ph.D.*)

Jelgava
2023

Promocijas darbs izstrādāts Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes Tehniskās fakultātes Izglītības un mājsaimniecības institūtā no 2007. gada līdz 2022. gadam.

Promocijas darbs izglītības zinātņu nozares augstskolas pedagoģijas apakšnozarē. Jelgava: Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte. Promocijas darba apjoms 171 lappuse ar 10 pielikumiem, 19 tabulām, 35 attēliem, 282 bibliogrāfijas nosaukumiem latviešu, angļu un vācu valodā.

Darba forma: disertācija izglītības zinātņu nozares augstskolas pedagoģijas apakšnozarē.

Promocijas darba zinātniskā vadītāja: *Dr. paed.*, prof. **Baiba Briede**

Darba recenzenti:

1) **Inese Jurgena**, *Dr. paed.*, profesore, Latvijas Universitāte

2) **Ieva Margeviča-Grinberga**, *Dr. paed.*, asociētā profesore, Latvijas Universitāte

3) **Māra Plotniece**, *Dr. chem.*, asociētā profesore, Rīgas Stradiņa universitāte

Promocijas darba aizstāvēšana notiks 2023. gada 23. maijā plkst. 10.00 Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes Promocijas padomes izglītības zinātnēs atklātajā sēdē Jelgavā, J.Čakstes bulvārī 5, 336. auditorijā.

Ar promocijas darbu un tā kopsavilkumu var iepazīties Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes bibliotēkā Jelgavā, Lielā iela 2.

Izglītības zinātņu promocijas padomes priekšsēdētāja *Dr. paed.*, profesore Baiba Briede

_____/

(paraksts)

Izglītības zinātņu promocijas padomes sekretāre Mg. paed., lektore Zane Beitere-Šeļegovska

_____/

(paraksts)

ANOTĀCIJA

Promocijas darbs izglītības zinātņu nozares augstskolas pedagoģijas apakšnozarē. Jelgava: Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte. Promocijas darba apjoms 171 lappuse ar 10 pielikumiem, 19 tabulām, 35 attēliem, 282 bibliogrāfijas nosaukumiem latviešu, angļu un vācu valodā.

Autore ir beigusi LU Ķīmijas fakultātes maģistra studiju programmu Dabaszinātnes – ķīmija. Kopš 1988. gada autore strādā Rīgas Stradiņa universitātē Cilvēka fizioloģijas un bioķīmijas katedrā, pedagoģiskā darba pieredze – 23 gadi, docējot ķīmiju un bioķīmiju.

Promocijas darba mērķis

Izvērtējot kritiskās domāšanas būtību, izstrādāt medicīniskās ķīmijas kursa didaktisko modeli, un īstenot to ar kritiskās domāšanas principos balstītām metodēm.

Didaktiskā modeļa ideja tiek īstenota, paplašinot jau zināmo principu un metožu lietošanas iespējas, kur kritiskā domāšana ir līdzeklis studiju mērķa – medicīniskās ķīmijas kursa apgūšanas – sasniegšanā, bet medicīniskās ķīmijas kursa saturs, savukārt kalpo kā konteksts kritiskai domāšanai. Pētījuma rezultātā pierādījās, ka starp daudzajiem kritiskās domāšanas principiem didaktiskā modeļa īstenošanā, piemērotākie ir mērķtiecīguma princips, informācijas atlases un analīzes princips, fundamentālu likumsakarību ievērošanas princips, kritiskās lasīšanas princips un savu zināšanu robežu apzināšanas princips. Kritiskās domāšanas principu izvēles kritēriji ir to piemērotība dažādām medicīniskās ķīmijas kursa situācijām (klātiene vai tiešsaiste) un to nozīmīgums studējošo turpmākajā izglītībā un profesionālajā darbībā. Modelis veicina studiju rezultātu sasniegšanu, ko viņi spēj parādīt attiecīgo studiju noslēgumā atbilstoši izvirzītajiem vērtēšanas kritērijiem.

Pamatojoties uz izstrādātā modeļa metožu izvēli, tika noteikti kritēriji zināšanu, iemaņu un prasmju novērtēšanai medicīniskās ķīmijas studijās. Didaktiskā modeļa efektivitātes kritēriji ir informācijas analīzes, problēmuzdevumu risināšanas, informācijas sistematizēšanas, diskusijas prasmes un pašnovērtējums, ko studenti apliecina kursa nobeiguma anketās un parāda savos gala pārbaudes darbos, kā arī praktiskajās nodarbībās un semināros.

Izstrādātais didaktiskais modelis ir izmantojams/ieviešams/pielāgojams arī citos teorētiskajos studijuursos medicīnā, kā arī citās studiju programmās, jo satur vispārīnāmus elementus. Atšķirsies tikai studiju kursu saturs, bet didaktiskā modeļa principu un metožu lietošanas iespējas, kur kritiskā domāšana ir līdzeklis studiju mērķa sasniegšanai, ir universāli, taču darbietilpīgi gan studentiem, gan docētājiem.

Promocijas darba struktūra

Promocijas darbu veido ievads, piecas nodaļas, secinājumi, literatūras saraksts un pielikumi. Promocijas darba pirmajā daļā raksturota studiju vide, studiju formu un metožu dažādība ārstu izglītībā, parādot potenciālo iespēju integrēt medicīniskās ķīmijas kursu citos teorētiskajos un klīniskajosursos.

Promocijas darba otrajā daļā analizētas kritiskās domāšanas pamatidejas un dažādie definīciju varianti, kā arī aktualizēti medicīniskās ķīmijas kursa didaktisko modeļu balstošie principi. Kritiskā domāšana tiek skatīta arī kā dispozīcija, kas attiecināma uz mācīšanās pieredzes pilnveidošanu studiju sākumā.

Promocijas darba trešajā daļā analizēti literatūrā aprakstītie didaktiskie modeļi un pamatots izveidotais kritiskās domāšanas princips balstītais didaktiskais modelis medicīniskās ķīmijas apgūšanai. Didaktiskais modelis tika veidots, pamatojoties uz sistēmiskuma, kritiskā konstruktīvisma un kognitīvisma idejām, kā arī humānistisko un studentcentrēto pieeju. Izveidotā didaktiskā modeļa apraksts ietver studiju darba organizatoriskās formas, teorētiskās cēloņsakarības un kritiskās domāšanas princips balstīto metožu analīzi.

Promocijas darba ceturtajā daļā ir raksturoti un analizēti pārbaudes darbi un to vērtēšana kā didaktiskā modeļa komponenti. Sasniegtie studiju rezultāti tika noteikti, balstoties uz izstrādātajiem medicīniskās ķīmijas studiju materiāla apgūšanas sekmības kritērijiem, pēc kuriem tika vērtētas studentu sekmes tematu noslēguma darbos un gala pārbaudes darbā eksāmenā. Apkopojot anketēšanas rezultātus, tika secināts, ka studenti demonstrē dažāda līmeņa kritiskās domāšanas dispozīcijas un kognitīvās prasmes informācijas analīzē, novērtēšanā un interpretācijā, kā arī secinājumos un skaidrojumos.

Piektajā promocijas darba daļā analizēti konstatējošajā un eksperimentālajā pētījumā iegūtie rezultāti izvirzītās hipotēzes pārbaudīšanai.

Promocijas darbs noslēdzas ar secinājumiem par ieviestā didaktiskā modeļa rezultātiem.

Darba pielikumos - pētījuma datu ieguvei izveidotās anketas, studentu atsauksmes par medicīniskās ķīmijas kursu, vērtēšanas kritēriju tabula, darba lapu un informācijas grafiskās sistematizēšanas piemēri.

SATURS/CONTENT

VISPĀRĒJS PROMOCIJAS DARBA	7
RAKSTUROJUMS	
PROMOCIJAS DARBA KONSPEKTĪVS IZKĻĀSTS	18
Medicīniskās ķīmijas studiju satura, formu un metožu aktualitāte medicīniskajā izglītībā	18
Kritiskās domāšanas principu teorētiskais pamatojums medicīniskās ķīmijas studijām	18
Kritiskās domāšanas pamatidejas	18
Kritiskās domāšanas principi	19
Kritiskās domāšanas nozīme mediķu izglītībā	21
Kritiskās domāšanas principos balstīts didaktiskais modelis medicīniskās ķīmijas kursa apguvei	22
Didaktiskie modeļi un tos veidojošie elementi	22
Medicīniskās ķīmijas kursa didaktiskā modeļa teorētiskais pamatojums	22
Kritiskās domāšanas principos balstītās metodes	25
Pārbaudes darbi un to vērtēšana kā didaktiskā modeļa komponenti	27
Pārbaudes darbi medicīniskās ķīmijas studijās	27
Kritēriji un rādītāji pārbaudes darbu vērtēšanai medicīniskās ķīmijas studijās	27
Pašnovērtējuma nozīme medicīniskās ķīmijas studijās	28
Kritiskās domāšanas principos balstītā didaktiskā modeļa izpētes rezultāti	28
Empīriskā pētījuma metodoloģija un gaita	28
Pētījuma rezultāti par ķīmijas kursa nozīmi ārstu izglītībā RSU un LU	30
Kritiskās domāšanas principos balstītā didaktiskā modeļa izpēte RSU medicīniskās ķīmijas kursā	30
SECINĀJUMI	33
PATEICĪBAS	36

<i>GENERAL DESCRIPTION OF THE DOCTORAL THESIS</i>	41
<i>CONCISE DESCRIPTION OF THE DOCTORAL THESIS</i>	52
<i>The topicality of the content, forms and methods of medical chemistry studies in medical education</i>	52
<i>Theoretical assessment of critical thinking principles for medical chemistry studies</i>	52
<i>Basic concepts of critical thinking</i>	52
<i>Principles of critical thinking</i>	53
<i>The importance of critical thinking in medical education</i>	55
<i>Didactic model based on critical thinking principles for the course of medical chemistry</i>	56
<i>Didactic models and their constituent components</i>	56
<i>Theoretical justification for the didactic model of the medical chemistry course</i>	57
<i>Methods based on critical thinking principles</i>	59
<i>Tests and their evaluation as components of the didactic model</i>	61
<i>Tests in medical chemistry studies</i>	61
<i>Criteria and indicators for evaluating tests in medical chemistry studies</i>	61
<i>Role of self-assessment in medical chemistry studies</i>	62
<i>Research results obtained by the didactic model based on critical thinking principles</i>	62
<i>Methodology and development of empirical study</i>	62
<i>Study results on the role of chemistry course in doctor education at RSU and LU</i>	64
<i>Research of the didactic model based on critical thinking principles in RSU Medical chemistry course</i>	64
<i>CONCLUSIONS</i>	67
<i>ACKNOWLEDGMENTS</i>	70
<i>The literature used in the thesis summary</i>	71

VISPĀRĒJS PROMOCIJAS DARBA RAKSTUROJUMS

Promocijas darbs izstrādāts, pētot Rīgas Stradiņa universitātes Medicīnas specialitātes pirmā studiju gada studentu iespējas medicīniskās ķīmijas kursā sekmīgi apgūt teorētiskās zināšanas un praktiskās prasmes, kas tālākajā perspektīvā pilnveidojamas pašizglītības ceļā turpmākās klīniskās karjeras laikā. Medicīniskās izglītības studiju programmā ķīmija ir viena no teorētiskajām disciplīnām, kas balstās vidusskolā iegūtajās zināšanās, prasmēs un kompetencēs. Vairāku gadu garumā pilnveidotajos studiju materiālos ķīmijas likumsakarības pamatotas ar topošiem ārstiem aktuāliem piemēriem, kas motivē studentus medicīniskajās problēmās saskatīt arī konkrētus ķīmiskos procesus, to cēloņus un sekas. Savukārt cēloņu un seku analizē pilnveidojas informācijas izvērtēšanas prasmes, kas ir neatņemama mūsdienu kompetence un kritiskās domāšanas pamats. Nevar prasīt no visiem studentiem tūlītēju jaunas informācijas analīzi, sintēzi un izvērtēšanu, kas ir svarīgākie kritiskās domāšanas attīstīšanas komponenti un studētprasmes pamats. Lai arī apgūstamā informācija ir plaša, bet studiju kursi ne vienmēr ir secīgi un savstarpēji saistīti, studentiem jāpārlicinās par fundamentālo dabas parādību integritāti. Optimāls risinājums šajā situācijā ir medicīniskās ķīmijas kursa didaktiskais modelis, kurā harmoniski viens otru papildina studiju **saturs** un studiju **metodes** - tas ir **medicīniskās ķīmijas kursa saturs un kritiskās domāšanas principos balstītas metodes**. Studentu kritiskās domāšanas elementārās prasmes (kā apzināt problēmu, izvirzīt pierādījumus un argumentus, kā apzināt pretrunas un nepilnības faktu atlasē vai problēmu risinājumos) efektīvi pilnveidojamas, kā kontekstu izmantojot medicīniskās ķīmijas kursa saturu. Savukārt, studējot medicīniskās ķīmijas kursu, optimālākās ir kritiskās domāšanas metodes (informācijas analīze un interpretācija, problēmu uzdevumu risināšana, grafiskie informācijas sistematizēšanas varianti, diskusijas un pašnovērtējums).

Pētījuma laikā studiju norise tika pilnveidota, pētot didaktiskos modeļus un metodes, dažādās pedagoģiskās pieejas, nemitīgi atsijājot mazāk efektīvās. Medicīniskās ķīmijas kursa didaktiskā modeļa izstrādē empīriskā pētījumā tika noskaidrots, kurus kritiskās domāšanas principus un kādas metodes jāizmanto, lai efektīvi īstenotu studiju procesu, nodrošinot medicīniskās ķīmijas kursa sekmīgu apgūšanu. Medicīniskās ķīmijas kursa didaktiskajā modelī īstenotie kritiskās domāšanas principi ir: 1) mērķtiecīguma princips, 2) informācijas atlasē un analīzes princips, 3) kritiskās lasīšanas un pierakstu veidošanas princips, 4) fundamentālu likumsakarību ievērošanas princips, t.i., faktu atšķiršana no interpretācijām, viedokļiem vai aizspriedumiem, 5) savu zināšanu robežu apzināšanas princips. (Paul, Elder, 2011, Paul, Elder, 2012, Dunne, 2015, Persky et al, 2018, Jahn, 2012, Halpern, 1998, King, 2017). Šie principi nav tikai teorētiskas filozofiskās un psiholoģiskās pamatnostādnes, bet tie ir īstenojami ar konkrētām didaktiskām metodēm. Šīs metodes ir izmantojamas

studentu personīgās pieredzes paplašināšanai arī tajos gadījumos, kad viņu iepriekšējās zināšanas nav pietiekamas.

Orientējot studiju procesu uz aktīvu mācīšanos, tiek veicināta gan kritiskās domāšanas, gan patstāvīgas un atbildīgas rīcības audzināšana. Studentiem jāapzinās sevi kā cilvēkus, kas spēj aptvert jaunu informāciju un idejas, rodot tām praktisku pielietojumu atbildīgos lēmumos un seku izvērtēšanā, aktualizējot nepieciešamību pēc pašnovērtējuma, kas balsta patstāvīgās profesionālās pašizglītošanās procesu visas dzīves garumā. Aprakstītā situācija noteica pētījuma virzienu, izvēloties promocijas darba tematu.

Pētījuma temats

Kritiskā domāšana medicīniskās ķīmijas studijās.

Pētījuma objekts

Kritiskā domāšana medicīnas studijās.

Pētījuma priekšmets

Kritiskā domāšana ķīmijas studijās medicīnas programmās.

Pētījuma mērķis

Izvērtējot kritiskās domāšanas būtību, izstrādāt medicīniskās ķīmijas kursa didaktisko modeli, un īstenot to ar kritiskās domāšanas principos balstītām metodēm.

Pētījuma hipotēze

Īstenojot kritiskās domāšanas principos balstītu medicīniskās ķīmijas kursa didaktisko modeli, medicīniskās ķīmijas apguve, ir sekmīgāka, ja:

- studenti iemācās teoriju saistīt ar praksi, apgūtās teorētiskās zināšanas ir apstiprināmas praktiskos eksperimentos, kuru rezultāti tiek statistiski apstrādāti un analizēti;
- studenti apzinās nepieciešamību informācijas analīzes prasmju pilnveidošanā, atbilstoši kritiskās domāšanas principiem;
- studentiem piedāvāto problēmu risināšana veicina apgūstamo faktū atlasī, analīzi, pretrunu un kļūdu atrašanu, izvērtēšanu un labošanu;
- aktualizēti vērtēšanas kritēriji un studenti ir orientēti uz pašnovērtējumu un refleksiju.

Pētījuma uzdevumi

1. Izvērtēt psiholoģisko un pedagoģisko literatūru, identificējot galvenās kritiskās domāšanas pamatnostādnes augstākajā izglītībā un pamatojot kritiskās domāšanas būtību medicīniskās ķīmijas studijām

2. Pamatot studējošajiem pirmajā studiju gadā aktuālos kritiskās domāšanas principus, kas īstenojami medicīniskās ķīmijas kursā, balstoties uz sistēmiskuma, kritiskā konstruktīvisma un kognitīvisma idejām, kā arī humānistisko un studentcentrēto pieeju.

3. Izveidot kritiskās domāšanas principos balstīto medicīniskās ķīmijas kursa didaktisko modeli un pārbaudīt tā lietderību praksē, izvērtējot un analizējot darba metodes atbilstoši sekmības līmenim, kā arī atsauksmēm studentu anketās.

4. Pamatot un īstenot kritiskās domāšanas principos balstītās metodes saskaņā ar studentu zināšanu un prasmju līmeņiem dažādās studiju situācijās, izstrādāt kritērijus un rādītājus pārbaudes darbu vērtēšanai medicīniskās ķīmijas studijās.

5. Apkopot un statistiski izvērtēt empīriskā pētījumā iegūtos rezultātus, aprakstot konstatētās likumsakarības vai vērā ņemamās īpatnības.

Pētījuma metodes

1. Teorētiskās (pedagoģijas, psiholoģijas, filozofijas) literatūras un LR un ES izglītības dokumentu analīze.

2. Empīriskās metodes.

Datu ieguves metodes:

- pārbaudes darbu (diagnosticējošo, formatīvo, gala pārbauzu) vērtējumi un rezultātu apkopošana;
- aptaujas rezultātu apkopošana;
- studentu viedokļu analīze esejās un anketās, raksturojot medicīniskās ķīmijas nozīmi ārstu izglītībā.

Datu apstrādes un analīzes metodes:

- Hī kvadrāta kritērijs;
- Spīrmena korelācijas tests;
- kvalitatīvo datu tematiskā analīze.

Pētījuma teorētiskais pamatojums

• Kritiskās domāšanas teorijas un kritiskās domāšanas metodes: K. Popper (2005), R. Ennis (1989, 1996, 2001, 2011), R. Paul (1989, 1991, 2001, 2011, 2012), B. Moore (2012), R. Parker (2012). J. Broadbear (2000), L. Elder (1991, 2001, 2011, 2012), D. Halpern (2000, 2020), S. Cottrell (2001, 2017), J. P. Royce (2001), P. Facione (2008), N. Facione (2008), D. J. Klooster (2001), N. Geoff (2002), Z. Rubene (2006, 2018), J. McPeck (1990), E. Fisher (2005), C. Winch (2006), E. Gambrell (2012), D. Jahn (2012, 2019), G. Dunne (2015), A.

Utināns (2015), J. G. White (2016), P. M. Nardi (2017), J. N. Vējš (2018), K.L. Thorndahl (2020), D. Stentoft (2020), V. Indrašienė (2021).

- Didaktikas teorētiskais pamatojums: R. Gagne (1985), I. Žogla (2001, 2018), I. Maslo (2001), C. Corwin (2005), H. Becker (2005), A. Eilks (2005), E. Sumfleth (2005), N. M. Seel (2012), K. Zierer (2012, 2018), R. Tennyson (2013), R. Stowe (2017), M. Cooper (2017)

- Konstruktīvā pieeja: L. Vigotskis (2002); J. Piaget (2002), J. Bruner (1977, 1996) von Glasersfeld (1990, 1995), Roth (2001), Mathews, (1998), N. Geidžs (1999), D. Berliners (1999), H. Gudjon (2007), M. Wagenschein (1962), W. Klafki (1964, 1992), J. Derbolav (2003), C. Stabile (2015), J. Ershler (2015).

- Humānisms un personcentrēta pieeja: W. Huit, (2009); N. Gage, D. Berliner (1999) C. R. Rogers (1969), Z. Rubene (2006), J. Barrett (2016), L. Yates (2016), G. McColl (2016), O. Oyelana (2018).

- Kognitīvās psiholoģijas idejas un kognitīvo didaktisko modeļu pamatojums: J. Piaget (2002), B. S. Bloom (1956), R. Gagne, (1987), J. Dewey (2011), I. Maslo (2001), W. Huit (2006), von Glassersfeld (1985), D. Halpern (2000), J. Bruner (1977), I. Žogla (2001), D. Kuhn (2009, 2015, 2016), A. E. Sefton (2013), M. Frommer (2013), J. A. Dent (2013), T. (2013), P. A. Thomas (2016), D. E. Kern (2016), M. T. Hughes (2016), B. Y. Chen (2016).

- Pragmatiskā modeļa pamatojums: J. Dewey (1997, 2011), J. Piaget (2002), E. Smits (2000), I. Žogla (2001, 2018), D. E. Whitworth (2016).

- Vērtēšanas un pašnovērtējuma teorijas: Knowles (1975), R. Gagne (1985), D. Pratt (2000), P. Knight (2002, 2003), L. Schuwirth (2004), C. Van Der Vleuten (2004). A. Robinson (2006), M. Udall (2006), W. J. Popham (2008), M. Yorke, (2003, 2011).

- Augstskolu studiju teorijas un tendences: I. Žogla (2001, 2018), P. A. Thomas (2016), A. E. Sefton (2013), M. Frommer (2013), T. Koç (2016), A. Skelton (2005), T. C. Postma (2017), J. G. White (2017), R. R. Harden (2000); J. Barnes (2018), P. Ramsden (2003), B. Garratt (2000), L. Becker (2013), P. Denicolo (2013), S. Griffiths (2009), C. V. Tartavulea (2020), B. Means (2014), S. M. Danczak (2017), King (2017), M. J. Bezanilla (2019), B. Williamson (2020), I. V. Rossi (2021).

- Medicīniskajā izglītībā aktuālo koncepciju un metožu analīze: J. T. Broadbear (2000), B. B. Keyser (2000), T. Swanwick, (2010), R. Harden (2012, 2013), J. Laidlaw (2012), J. A. Dent (2013), A. Eilks (2005) M. Šarkele (2016), A. M. Persky (2018), A. Minajeva (2021).

Pētījuma bāze

Pētījums tika veikts Rīgas Stradiņa universitātes (RSU) Cilvēka fizioloģijas un bioķīmijas katedrā (CFBK). Pētījumā piedalījās 1794 Medicīnas fakultātes pirmā studiju gada studenti un 45 Latvijas Universitātes (LU) studenti.

Pētījuma robežas

Rīgas Stradiņa universitātē, salīdzinot ar citām augstskolām, teorētisko kursu apgušanas organizatoriskais princips ir atšķirīgs. RSU Medicīnas fakultātes studenti ķīmijas, bioķīmijas un normālās fizioloģijas kursus apgūst vienā katedrā. Bet, piemēram, Latvijas Universitātes Medicīnas fakultātes studenti šīs zināšanas gūst atsevišķi - katru kursu citā katedrā. Atšķirīgās darba formas neļauj pārbaudīt izveidoto medicīniskās ķīmijas kursa didaktisko modeli dažādās augstskolās. Aprakstītajā pētījumā tika iesaistīti vienas augstskolas studenti. Pētījumā netika izvērtētas un salīdzinātas studiju organizatoriskās nianse augstskolās, bet analizētas iespējas šī brīža situācijā nodrošināt maksimāli iespējamo izglītības līmeni medicīniskās ķīmijas kursa apgušanā, kompleksi izmantojot kritisko domāšanu attīstošās metodes.

Pētījuma posmi

2005.-2007. gada pētījuma posmā, balstoties uz studentu eseju rezultātiem, tika formulēti anketas jautājumi situācijas izpētei. Pirmā studiju gada studenti esejas rakstīja semestra sākumā un papildināja tās semestra beigās. Šajās esejās paustie viedokļi ļāva konstatēt respondentu studiju pieredzes veidošanos un medicīniskās ķīmijas kursa apgušanas motivācijas izmaiņas semestra laikā.

2008. – 2011. gadā tika izvirzīta un darba gaitā precizēta pētījuma hipotēze, izveidots studiju materiāls “Vispārīgā ķīmija”, pielāgotas kritisko domāšanu attīstošās didaktiskās metodes, sistematizēti un analizēti iegūtie dati. Pamatojoties uz zinātniskās literatūras analīzi, tika veidots kritiskās domāšanas princips balstītā medicīniskās ķīmijas didaktiskā modeļa teorētiskais pamatjums. Izstrādāti un pilnveidoti medicīniskās ķīmijas kursā apgūto zināšanu un prasmju vērtēšanas kritēriji. Tika pilnveidots studiju materiāls un koriģētas kritiskās domāšanas princips balstītā medicīniskās ķīmijas didaktiskā modeļa metodes.

2012. – 2022. gadā turpinājās kritiskās domāšanas princips balstītā medicīniskās ķīmijas didaktiskā modeļa pilnveide, koriģējot metodes un kursa satura izklāsta variantus studiju materiālā. Apkopojot un analizējot anketu rezultātus, tika pārbaudītas pētījuma hipotēzes. Pētījuma beigu posmā (2020.-2022.), strādājot attālināti, vairs nebija iespējams veikt anketēšanu līdzšinējā veidā divas reizes semestrī. Respondenti tika anketēti tikai semestra beigās. Noslēdzošajā pētījuma posmā konstatēta kritiskās domāšanas princips balstīto didaktisko metožu lietderība klātienē un attālinātajās studijās.

Pētījuma zinātniskā novitāte

1. Pamatoti kritiskās domāšanas principi medicīniskās ķīmijas studijās.
2. Izstrādāta kritiskās domāšanas definīcija medicīniskās ķīmijas studijās.
3. Izveidots un īstenots kritiskās domāšanas principos balstītais medicīniskās ķīmijas kursa didaktiskais modelis, ko pamato sistēmiskuma, kognitīvo mācību teoriju un konstruktīvisma pamatidejas, kā arī akcentēta studentcentrēta pieeja.
4. Izstrādāti kritēriji studentu medicīniskās ķīmijas kursa apgūto zināšanu un prasmju (informācijas analīzes, problēmu izveidumu risināšanas, informācijas grafiskās sistematizēšanas, dialogisko un pašnovērtējuma prasmju) novērtēšanai.
5. Ar aprobētajām kritiskās domāšanas principos balstītajām metodēm īstenota didaktiskā modeļa integratīvā pieeja, kas pierāda ķīmijas un citu dabaszinātņu savstarpējo saistību.

Pētījuma praktiskā nozīme

1. Balstoties uz sekmības rādītājiem un anketu datiem, izvērtētas piemērotākās darba formas: darbs ar nelielām grupām, praktisko darbu īpatsvara palielināšana, nodrošinājums ar daudzveidīgiem studiju materiāliem patstāvīgam darbam gan klātienē, gan attālināti.
2. Didaktiskā modeļa ietvaros izstrādāts vērtēšanas līdzeklis (pārbaudes darbi un to vērtēšanas kritēriji) kritiskās domāšanas principos balstīto metožu lietderības novērtēšanai medicīniskās ķīmijas kursā. Pamatoti un izstrādāti kritiskās domāšanas līmeņi medicīniskās ķīmijas kursā.
3. Apkopota un izvērtēta pirmā studiju gada studentu pašnovērtējuma prasme.
4. Pētījuma rezultātā pamatots, ka īstenojot kritiskās domāšanas principus medicīniskās ķīmijas kursā, studenti izprot informācijas analīzes un izvērtēšanas nepieciešamību savā izglītībā. Izstrādājot medicīniskās ķīmijas kursa didaktisko modeli medicīnas specialitātes studentiem, tika ievērotas studējošo dažādās priekšzināšanas ķīmijā, pašorganizēšanās prasmes un mācīšanās pieredze. Balstoties uz medicīniskās ķīmijas kursa didaktiskā modeļa metožu vērtējumiem anketās semestra beigās un studentu sekmju rādītājiem deviņu gadu laikā, par piemērotākām ir atzīstamas šādas pedagoģiskās aktivitātes.
 - Uz zinātniskumu balstītu pētniecisko metožu apgūšana, kas paredz teoriju izvirzīšanu, to daudzkārtēju praktisku pārbaudi, statistisko rezultātu apstrādi, analīzi un secinājumu izdarīšanu;
 - Darba lapas ar speciāli sagatavotiem uzdevumiem, kuru risinājumā studentam jāvērtē piedāvāto faktu patiesums, precizitāte, kļūdas vai neatbilstības, t.i., kritiskās domāšanas principos balstītā problēmu risināšanas prasmju attīstīšana.

- Izveidotais studiju materiāls „Vispārīgā ķīmija” atbrīvo studentus no pamatinformācijas meklēšanas, dodot iespēju vairāk laika veltīt ilustrējošo faktu analīzei vai alternatīvas literatūras studēšanai. Kursa saturs, kas ietverts studiju materiālā “Vispārīgā ķīmija” pilda „darba materiāla” funkciju. Tas atbilst studentu individuālajām vajadzībām, jo ir patstāvīgi modificējams, atbilstoši katra studenta mērķiem, pieredzei un zināšanu līmenim.

Pētījuma rezultātu prezentācija zinātniskajās konferencēs

1. Rīga Stradiņš University International COVID-19 Conference: “Impact, innovations and planning”. Rīga, Latvija 2022. gada 28. – 29. aprīlis. Referāts: *More effective information layout options in medical chemistry course.*

2. Rīga Stradiņš University International Conference Research week 2021: University Teaching and Learning. Rīga, Latvija 2021. gada 24. – 26. marts. Referāts: *Advantages and disadvantages of distance-learning process in RSU medical chemistry course.*

3. International Scientific Conference. Society. Integration. Education. Rezekne, Latvija 2020. gada 22. – 23. maijs. Referāts: *Didactic model based on principles of critical thinking.*

4. International Scientific Conference. Society. Integration. Education. Rezekne, Latvija 2019. gada 24. – 25. maijs. Referāts: *Medical Students' Preparation for Analysis of Study Materials in the Chemical Course.*

5. Rīga Stradiņš University International Conference on Medical and Health Care Sciences Rīga, Latvija 2019. gada 1. – 3. Aprīlis. Referāts: *Worksheets as an example of information structuring in chemistry studies.*

6. International Conference for Academic Disciplines. Budapest 2018. gada 24.- 27. jūlijs. Referāts: *Role of visualization in knowledge integration within chemistry course.*

7. Rīgas Stradiņa universitātes zinātniskā konference. 2018. gada 22. - 23. marts. Referāts: *Vizuālā informācija ķīmijas kursā.*

8. Rīgas Stradiņa universitātes zinātniskā konference. 2017. gada 6. - 7. marts. Referāts: *Medicīnas fakultātes pirmā studiju gada studentu sekmība medicīniskās ķīmijas kursā kā studentu mācīšanās pieredzes rādītājs.*

9. Rīgas Stradiņa universitātes zinātniskā konference 2016. gada 17.- 18. marts. Referāts: *Kritiskās domāšanas metožu izmantošana informācijas analīzē.*

10. ATEE Spring Conference 2015. gada 8. maijs. Referāts: *Analysis of problem-situations and problem-solving skills as a decision making model.*

11. I International Baltic Symposium on Science and Technology Education, BalticSTE 2015. gada 15 – 18. jūnijs. Referāts: *Usage of critical thinking principles in medical chemistry course.*

12. International Conference for Academic Disciplines at Anglo-American University (AAU), Czech Republic, 2014. gada 10 - 13 jūnijs. Referāts:

Didactic substantiation for the use of critical thinking methods in the chemistry course of medical education.

13. VIII IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe 2011. gada 30. novembris – 3. decembris. Prezentācija un publikācija: *Usage of Critical Thinking Strategies in Medical Chemistry Course.*

14. Starptautiska zinātniskā konference Sabiedrība, integrācija, izglītība. Latvija Rēzekne 2011. gada 27. – 28. maijs. Referāts: *Use of complex Didactic Methods during Studi Process as a Prerequisite for developing a critical Approach towards Information Analysis*

15. Daugavpils Universitātes 52. starptautiskās zinātniskās konference 2010. Gada 14.-17. aprīlis. Referāts: *Medicīnas studentu kritiskās domāšanas pilnveide vispārīgās ķīmijas kursā.*

16. 4th International Conference Research in Didactics of the Sciences (DidSci) Krakow, Poland. 2010. gada 7. – 9. jūlijs. Referāts: *Development of Critical Thinking for Medical Students in Chemistry Course*

17. 16th International Scientific Conference, Latvia University of Agriculture (LLU). 2010. gada 19 – 21. maijs. Referāts: *Development of Critical Thinking for Medical Students in Chemistry Course.*

18. Starptautiska zinātniskā konference Sabiedrība, integrācija, izglītība. Latvija Rēzekne 2009. gada 27.-28. februāris. Referāts: *Development of Critical Thinking for Medical Students in General Chemistry Course.*

19. ATEE Spring University Teacher of the 21st Century: Quality Education for Quality Teaching 2008. gada 2.-3. maijs. Referāts: Patstāvīgas studēšanas prasmes un kritiskā domāšana kā galvenie nosacījumi uzsākot studijas.

Publikācijas zinātniskos recenzējamos izdevumos un konferenču materiālos

1. Kazuša, I. (2021). Advantages and disadvantages of distance-learning process in RSU medical chemistry. Proceedings of the Rīga Stradiņš University International Conference Research week 2021: University Teaching and Learning. Rīga, Latvija 2021. gada 24. – 26. marts. DOI: <https://doi.org/10.25143/rw2021.uniteach.abstracts-book>

2. Kazuša, I. (2020). Didactic model based on principles of critical thinking. Proceedings of the international Scientific Conference. Society. Integration. Education. Rezekne, Latvija 2020. gada 22. – 23. maijs. DOI: <http://dx.doi.org/10.17770/sie2020vol1.4943>

3. Kazuša, I. (2019). Medical Students' Preparation for Analysis of Study Materials in the Chemical Course. Proceedings of the international Scientific Conference. Society. Integration. Education. Rezekne, Latvija 2019. gada 24. – 25. Maijs. DOI: <http://dx.doi.org/10.17770/sie2019vol1.3979>

4. Kazuša, I. (2019). Worksheets as an example of information structuring in chemistry studies. Rīga Stradiņš University International Conference on Medical and Health Care Sciences Rīga, Latvija 2019. gada 1. – 3. Aprīlis. Pieejams:

https://conference2019.rsu.lv/sites/default/files/documents/knowledge_for_use_in_practice_abstracts_rev.pdf

5. Kazuša, I. (2017). Medicīnas fakultātes pirmā studiju gada studentu sekmība medicīniskās ķīmijas kursā kā studentu mācīšanās pieredzes rādītājs. Publicēts konferences materiālos: Rīgas Stradiņa universitātes zinātniskā conference. 2017. gada 6. - 7. marts.

6. Kazuša, I. (2016). Kritiskās domāšanas metožu izmantošana informācijas analizē. Publicēts konferences materiālos: Rīgas Stradiņa universitātes zinātniskā conference 2016. gada 17.- 18. marts.

7. Kazuša, I. (2016). Analysis of problem-situations and problem-solving skills as a decision making model. Proceedings of the ATEE Spring Conference 2015. gada 8. Maijs. Pieejams:

<https://www.cambridgescholars.com/resources/pdfs/978-1-4438-1100-2-sample.pdf>

8. Kazuša, I. (2015). Usage of critical thinking principles in medical chemistry course. Proceedings of the I International Baltic Symposium on Science and Technology Education, BalticSTE 2015. gada 15 – 18. jūnijs.

9. Kazuša, I. (2014). Didactic substantiation for the use of critical thinking methods in the chemistry course of medical education. *International Journal of Arts & Sciences*, ISSN: 1944-6934: 07(02):573–584 Pieejams: <http://www.universitypublications.net/ijas/0702/html/P4G210.xml>

10. Kazuša, I. (2014). Medical Chemistry Course Result Quality Evaluation Criteria and Corresponding Critical Thinking Levels as Evaluation Parameter. Conference Proceedings 21st Century Academic Forum Conference at Harvard 2014. Vol.1, No.1 ISSN: 2330-1236 Pieejams: http://www.21caf.org/uploads/1/3/5/2/13527682/kazua-hrd-conference_proceedings.pdf

11. Kazuša, I. (2012). Usage of Critical Thinking Strategies in Medical Chemistry Course for a future Doctor. *Problems of Education in the 21st Century*. 41. April doi: <https://doi.org/10.33225/pec/12.41.18>

12. Kazuša, I. (2011). Usage of Critical Thinking Strategies in Medical Chemistry Course. Proceedings of the VIII IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe. 2011. gada 30. novembris – 3. decembris. Pieejams: https://www.apgads.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/apgads/PDF/LUR-778_Kimija_01.pdf

13. Kazuša, I. (2011). Use of complex Didactic Methods during Study Process as a Prerequisite for developing a critical Approach towards Information Analysis. Publicēts konferences materiālos: Starptautiska

zinātniskā conference Sabiedrība, integrācija, izglītība Latvija Rēzekne 2011. gada 27. – 28. maijs.

14. Kazuša, I., Nokalna, I., (2011). Medicīnas studentu kritiskās domāšanas pilnveide vispārīgās ķīmijas kursā. Proceedings of the 52nd international scientific conference of Daugavpils University (2011), Part B „Reports on Research”. Pieejams:

https://dukonference.lv/files/proceedings_of_conf/zinojumi_par_petijumiem_5_2konf.pdf

15. Kazuša, I. (2010). Development of Critical Thinking for Medical Students in Chemistry Course. Proceedings of the 4th International Conference Research in Didactics of the Sciences (DidSci) Krakow, Poland. 2010. gada 7. – 9. jūlijs.

16. Kazuša, I. (2010). Development of Critical Thinking for Medical Students in Chemistry Course. Proceedings of the 16th International Scientific Conference, Latvia University of Agriculture (LLU). 2010. gada 19 – 21. maijs. Pieejams: https://www2.llu.lv/research_conf/Proceedings/16th_volume2.pdf

17. Kazuša, I. (2009). Development of Critical Thinking for Medical Students in General Chemistry Course. Publicēts konferences materiālos: Starptautiska zinātniskā conference Sabiedrība, integrācija, izglītība Latvija Rēzekne 2009. gada 27.-28. Februāris.

18. Kazuša, I. (2008). Patstāvīgas studēšanas prasmes un kritiskā domāšana kā galvenie nosacījumi uzsākot studijas. Proceedings of the: ATEE Spring University Teacher of the 21st Century: Quality Education for Quality Teaching 2008. gada 2.-3. maijs. Pieejams: https://dspace.lu.lv/dspace/bitstream/handle/7/2941/ATEE-2008_9-session.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Studiju didaktiskais nodrošinājums

Kazuša, I. (2021). *Vispārīgā ķīmija medicīniskās ķīmijas kursam: mācību līdzeklis*. (14.ed.) Rīgas Stradiņa universitāte.

Tēzes aizstāvēšanai

Medicīniskajā ķīmijā apgūstamās kritiskās domāšanas prasmes ietekmēs arī turpmāko studiju kvalitāti, jo to universālais raksturs neaprobežojas ar vienu zinātni. Medicīniskajā izglītībā visos studiju posmos un turpmākajā profesionālajā darbībā būtiska ir kritiskā domāšana, kas attīsta prasmes formulēt personīgo viedokli, meklēt nepieciešamo informāciju un pēc iespējas objektīvi novērtēt šīs informācijas kvalitāti.

Izmantojot medicīniskās ķīmijas didaktisko modeli, iespējams mainīt akcentus studijās no parādību konstatācijas uz to izprašanu un sistēmiska priekšstata veidošanos. Izstrādātā didaktiskā modeļa pamatu veido vispārīgā didaktika apvienojumā ar ķīmijas didaktiku, ietverot studiju organizatoriskās

formas, teorētiskās cēloņsakarības un kritiskās domāšanas principos balstītās netiešās (neakcentētās jeb integratīvās) metodes. Didaktiskā modeļa uzdevums - īstenot medicīniskās ķīmijas kursa studijas tādā veidā, lai, vienlaicīgi ar ķīmijas zināšanu konstruēšanu, pilnveidotos arī studentu mācīšanās pieredze un kritiskā domāšana. Didaktiskā modeļa idejisko pamatu veido kritiskās domāšanas attīstīšanas principi, kas ir nozīmīgi pirmā studiju gada studentiem, īstenojami visās medicīniskās ķīmijas kursa situācijās un ir universāli arī turpmākajā izglītībā un profesionālajā darbībā. Kritiskās domāšanas principi studijās tiek īstenoti praktiskā veidā kā fundamentālas metodoloģiskas koncepcijas.

Empīriskā longitudinālā pētījuma rezultāti pierāda, ka kritiskās domāšanas principos balstītais didaktiskais modelis ir sekmīgi izmantojams, īstenojot medicīniskās ķīmijas kursu klātienē un attālināti. Tika apstiprinātas atsevišķas izvirzītās hipotēzes pozīcijas. Īstenojot kritiskās domāšanas principos balstītu medicīniskās ķīmijas kursa didaktisko modeli, medicīniskās ķīmijas apguve, ir sekmīgāka, ja:

- studenti iemācās teoriju saistīt ar praksi, apgūtās teorētiskās zināšanas ir apstiprināmas praktiskos eksperimentos, kuru rezultāti tiek statistiski apstrādāti un analizēti;
- studenti apzinās nepieciešamību informācijas analīzes prasmju pilnveidošanā, atbilstoši kritiskās domāšanas principiem;
- studentiem piedāvāto problēmu risināšana veicina apgūstamo faktū atlasī, analīzi, pretrunu un kļūdu atrašanu, izvērtēšanu un labošanu;
- aktualizēti vērtēšanas kritēriji un studenti ir orientēti uz pašnovērtējumu un refleksiju.

PROMOCIJAS DARBA KONSPEKTĪVS IZKLĀSTS

1. Medicīniskās ķīmijas studiju satura, formu un metožu aktualitāte medicīniskajā izglītībā

Promocijas darba pirmajā daļā raksturota studiju vide, studiju formu un metožu dažādība ārstu izglītībā, parādot potenciālo iespēju integrēt medicīniskās ķīmijas kursu citos teorētiskajos un kliniskajosursos. Starpnozaru saiknes aktualizēšana uzlabo studiju kvalitāti paplašinot topošo speciālistu redzesloku. Izstrādātais didaktiskais modelis balstīts uz izglītības sistēmu, kurā būtiski ir zināšanu iegūšanas dažādie varianti un kritiskās domāšanas veidošanās metodoloģija, kas maina izziņas kā garīgās darbības struktūru. Reālās klīniskās pieredzes iegūšana motivē studentus, paaugstinaot atbildības sajūtu, taču ir nepieciešamas bāzes zināšanas, kas iegūstamas teorētiskajosursos pirmajos studiju gados.

Kritiskās domāšanas principos balstīto metožu piemērotība un to kombināciju varianti ir atkarīgi no sasniedzamajiem mērķiem. Piedāvāto materiālu lasīšana, videolekcijas, elektroniskās vides izmantošana ir efektīva zināšanu iegūšanā, problēmu risināšanā, bet nedod rezultātus praktiskās pieredzes iegūšanā un prasmju veidošanā. Toties diskusijas un praktiskās nodarbības veido pozitīvu emocionālo gaisotni, kā arī ir pietiekami efektīvas jēgpilnā studentu iesaistīšanā izziņas procesā.

Pētījumā tika analizēts augstākajā profesionālajā izglītībā izmantojamo metožu teorētiskais pamatojums un situācijas, kurās metodes ir efektīvas un iespējama to izmantošana medicīniskās ķīmijas studijās. RSU Medicīnas fakultātes studiju programmas tiek īstenotas izmantojot tradicionālās augstskolu studiju organizācijas formas, kā arī tiek meklēti optimālākie varianti teorētisko un praktisko nodarbību norisei.

2. Kritiskās domāšanas principu teorētiskais pamatojums medicīniskās ķīmijas studijām

2.1. Kritiskās domāšanas pamatidejas

Otrajā nodaļā kritiskā domāšana tiek analizēta no dažādām teorētiskām pozīcijām, kā arī ņemot vērā dažādu disciplīnu kontekstus. Kritisko domāšanu var raksturot kā daudzu prasmju kopumu, kas ir nemitīgā attīstībā, nevis tikai kā atsevišķas prasmes. Kritiskās domāšanas jēdziena vēsturiskā attīstība ir plaši pētīta un aprakstīta daudzās grāmatās un publikācijās. Tā kā pastāv daudzi kritiskās domāšanas interpretēšanas varianti, kas dažreiz papildina viens otru

vai arī konkurē viens ar otru, jāprecizē, kāds pamatojums balsta didaktiskā modeļa izveidi dotajā pētījumā. Tāpēc promocijas darbā tika definēts kritiskās domāšanas jēdziens, kas nosaka pētījuma konceptuālo ietvaru: *Kritiskā domāšana medicīniskās ķīmijas studijās ir informācijas analīze, izvērtēšana un integrācija savā pieredzē, izvairoties no aizspriedumiem, kā arī apzinoties savu zināšanu robežas. Tā ir mērķtiecīga uz pamatotiem pierādījumiem balstīta domāšana, kas ļauj risināt problēmas, interpretēt faktus, izmantojot objektīvus un ticamus datus, lai pieņemtu pamatotus lēmumus.*

2.2. Kritiskās domāšanas principi

Kritiskās domāšanas principos pamatojas izglītības procesa organizācija, zināšanu iegūšanas un studējošo ieguldījuma novērtēšanas kritēriji, kas ietverti izstrādātajā didaktiskajā modelī. No literatūrā aprakstītajiem kritiskās domāšanas attīstīšanas principiem, tika izvēlēti tie, kas ir nozīmīgi pirmā studiju gada studentiem, īstenojami visās medicīniskās ķīmijas kursa situācijās. Kritiskās domāšanas principi studijās tiek īstenoti praktiskā veidā kā fundamentālas metodoloģiskas koncepcijas.

Medicīniskās ķīmijas kursa didaktiskais modelis un metodes tā īstenošanai balstīts šādos principos:

1. Viens no kritiskās domāšanas pamata principiem ir virzīšanās uz skaidru un pamatotu mērķi. Studenti, kuri domā kritiski, cenšas saprast ne tikai to, ko mācās, bet arī - kāpēc. (Paul, Elder, 2011). Tas ir kritiskais iemesls (critical reason), kas sniedz studentiem izpratni ne tikai par zināšanu būtību, mērķiem, apjomu un ierobežojumiem, bet arī dod iespēju labāk izprast sevi kā individu un profesionāli (Dunne, 2015). Kritiskā domāšana ir mērķtiecīga, pamatota un motivēta (Halpern, 1998). Motivācija un vajadzība pēc zināšanām ir galvenais nosacījums mērķa noteikšanai un virzībai uz vēlamo studiju rezultātu.

2. Informācijas atlases un analīzes princips. Kritiski domājoši studenti meklē informāciju, kas attiecas uz risinājumiem jautājumiem un problēmām, kā arī analizē un izvērtē citu izmantoto informāciju. (Paul, Elder, 2011). To var nosaukt arī par informatīvā adekvātuma principu izpratnes atvieglošanai (Dunne, 2015), kas ietver prasmes kritizēt informācijas avotus, to precizitāti un ticamību (Jahn, 2012). Kritiskā domāšana ir spēja novērtēt faktus, izmantojot jau esošās analītiskās prasmes un tiecoties tās pilnveidot. Informācijas analīze ir atsevišķo elementu atpazīšana un izmantošana, lai izdarītu pamatotus secinājumus vai izvirzītu hipotēzes (Persky et al, 2018). Izmantojot kritiskos jautājumus, var pārbaudīt satura ticamību, loģiku, kā arī identificēt ar to saistītās sekas (Jahn, 2012). Kritiskās domāšanas prasmes ietver gan

informācijas atlasī, analīzi un secinājumus, gan arī apzinātu lēmumu pieņemšanu.

3. Kritiski domājošie atzīst problemātiskas koncepcijas, atšķir faktus no interpretācijām, viedokļiem vai aizspriedumiem (Paul, Elder, 2011), analizējot jebkuru situāciju no vairākiem aspektiem un meklējot apstiprinājumu. Pierādījumi ir atslēga, lai atšķirtu faktus no viedokļiem. Fakti ir iegūti no kvalitatīviem novērojumiem vai kvantitatīviem pierādījumiem (Nardi, 2017). Novērtējot priekšnosacījumus un domāšanas virzienus, uz kuriem balstās citu un personīgie uzskati, un ņemot vērā to patiesumu, izglītojamie kritiski pārdomā faktu loģisko pareizību, kā arī to pamatā esošās sociālās normas. Tam īpaši piemērotas grupu diskusijas un pretrunu analīze (Jahn, 2012). Tiek uzsvērts, ka medicīniskās ķīmijas kursa saturs skatāms plašākā kontekstā, jo būtībā runa ir par cilvēka dzīvību un veselību. Studentu aktivitātes tiek organizētas tā, lai viņi soli pa solim iesaistītos aizvien dziļākā situāciju analīzē un pakāpeniski nonāktu pie patiesiem secinājumiem, atrodot kļūdas, neprecizitātes, neatbilstības.

4. Kritiskie domātāji atzīst savu zināšanu robežas. Tas ir intelektuālās pietātes (intellectual humility) princips (Elder, Paul, 2012), kas raksturo atbildīgu domātāju, kurš ir godīgi domājošs un kuram ir spēcīgs morāles, ētikas un vērtību pamats. Izmantojot kritiskās domāšanas prasmes, cilvēki spēj labāk noteikt informācijas vērtību un nozīmi, pieņemot lēmumus (King, 2017). Intelektuālā pietāte ir saistīta ar iepriekšējām zināšanām, domāšanas stiliem, savstarpējām attiecībām un mācīšanās mērķiem, kas var veicināt jaunu zināšanu apguvi (Krumrei-Mancuso, et. al., 2020). Intelektuālā pietāte nozīmē savas neobjektivitātes un aizspriedumu apzināšanos, atklājot savus aplamos uzskatus, nepareizos priekšstatus vai aizspriedumus, atzīstot kļūdas un mainot savu viedokli, saskaroties ar kompetentāku argumentāciju.

5. Kritiskie domātāji lasot tekstus identificē un lieto vissvarīgākās idejas. Kritiskie domātāji izmanto rakstīšanu kā instrumentu padziļinātai jēdzienu kopsakarību izpratnei tekstos (Paul, Elder, 2012). Lasot, viņi redz tekstu kā verbālu autora domāšanas attēlojumu, bet rakstot cenšas prezentēt savu domu vispieejamākajā veidā (Paul, Elder, 2002). Nepieciešamā informācija iegūstama attīstot prasmes uzmanīgi lasīt, klausīties, novērtēt argumentus un paredzēt apgalvojuma sekas (Moore, Parker, 2012). Pretstatā dinamiskām diskusijām, kurās domāšanas laika faktors ir ierobežots, rakstot ir iespēja pieņemt neatkarīgu vērtējumu ar nobriedušu atziņu palīdzību (Jahn, 2012). Rakstiski skaidrojumi eksaktajās zinātnēs attīsta domāšanu, virza studentu kognitīvos procesus un refleksiju par savām studijām (Klein, Dijk, 2019). Rakstīšanai nepieciešama vismaz minimāla abstrakcijas līmeņa attīstība. Šajā ziņā rakstiskā runa atšķiras no mutiskās runas tādā pašā veidā kā abstraktā domāšana no vizuālās. Rakstīts teksts dod iespēju nesaprašanas gadījumā to pārlasīt, taču tam

trūkst dzīvās dialogiskās saiknes ar lasītāju, līdz ar to saprašanas procesu nevar korigēt.

Kritiskās domāšanas principi ļauj sistēmiski attīstīt studentu kritisko domāšanu medicīniskās ķīmijas nodarbībās, noteikt savas prioritātes studijās. Turklāt visi principi ir savstarpēji saistīti. Šo principu pārziņāšana ļauj vispārināt, analizēt, pamatot un izdarīt secinājumus, strādājot ar informāciju. Uzskaitītie principi ir vienojošais elements starp fundamentālām filozofiskām un psiholoģiskām pamatnostādnēm un konkrētām didaktiskā modeļa instrumentālām darbībām, kas īstenojamas ar katrai situācijai atbilstošām metodēm.

Kritiskā domāšana tiek saprasta kā vispārēja kompetence un noteiktu spēju kopums, kas izpaužas ne tikai kā jomai specifiska prasme. Kritiskā domāšana pārsniedz noteiktas disciplīnas robežas, ļaujot cilvēkam domāt plašākā kontekstā (Indrašienē et al, 2021). Lai gan visas akadēmiskās disciplīnas paredz kritiskās domāšanas pamatprincipus, jābūt pārliecinātiem, ka arī netiešiem kritiskās domāšanas pamatojumiem ir jēga kontekstā (Paul, Elder, 2001).

Mainoties situācijām, būtiskāka kļūst pamatprincipu nozīme un studentu spēja tos atpazīt un lietot jaunos apstākļos. Plānojot un veidojot nodarbību gaitu medicīniskās ķīmijas kursā, netiek uzsvērts kritiskās domāšanas teorētiskais pamatojums, taču principi īstenojas didaktiskā modeļa metodēs.

2.3. Kritiskās domāšanas nozīme mediķu izglītībā

Šajā nodaļā analizēta informācija par pastāvošajām pieejām mediķu izglītībā kritiskās domāšanas tradīciju ietvaros. Apkopojot literatūras studijās gūtās atziņas, jāsecina, ka kritiskās domāšanas idejas un metodes humanitāro un dabaszinātņuursos daļēji atšķiras. Daudzu humanitāro jomu studiju programmās kritiskā domāšana ir apgūstama kā atsevišķs kurss, taču iespējama arī netieša apgūšana kā pakārtotas metodes kādu eksakto vai humanitāro kursu studijās. Kritiskā domāšana ir būtiska visos ārstu studiju posmos un turpmākajā profesionālajā darbībā, jo neiztikt bez analīzes, salīdzināšanas, vispārināšanas vai noliegšanas un viedokļa maiņas. Tā veido personīgo analītisko skatījumu uz pasauli, attīsta spējas argumentēt viedokli, meklēt nepieciešamo informāciju un objektīvi novērtēt tās kvalitāti.

Kritiskās domāšanas studijas medicīnā atšķiras dažādu specialitāšu medicīnas studentiem, pētniecībā iesaistītiem ārstiem un docētājiem. Galvenie ieteikumi veselības aizsardzības speciālistiem:

- iespējami precīzi nodalīt vēlamās prasmes no klīniskajā praksē nepieciešamajām;
- izstrādāt mērķus, galveno saturu un piemērotu studiju metodiku;

- definēt problēmu un uzdot jautājumus risinājuma gaitas argumentācijai;
- atlasīt objektīvākos pierādījumus, ar kuriem pamatojami kritiskie spriedumi problēmu risināšanā;
- paredzēt, atklāt, novērst un labot kļūdas jebkurā pacientu veselības aprūpes vai zinātniskā darba posmā (Jenicek, 2006).

Kritiskā domāšana ir priekšnoteikums pierādījumos balstītās medicīnas datu bāzēs esošās informācijas objektīvam novērtējumam. Studējošajiem jāapgūst jaunās informācijas strukturēšanas prasmes, kas panākamas strādājot speciāli organizētā studiju vidē ar maksimāli piemērotām metodēm.

3. Kritiskās domāšanas princips balstīts didaktiskais modelis medicīniskās ķīmijas kursa apguvei

3.1. Didaktiskie modeļi un tos veidojošie elementi

Šajā nodaļā tika analizēti un apkopoti didaktikas, kā pedagoģijai pakārtotas struktūras uzdevumi, aktuālie jautājumi, kā arī vēsturiskā pieredze, kas izmantota medicīniskās ķīmijas studiju didaktiskajā modelī. Veidojot medicīniskās ķīmijas kursa didaktisko modeli, tika meklēti vispārējo didaktisko vadlīniju un kritisko domāšanas principu „krustpunkti”, kas balstīti universālās intelektuālās vērtībās. Didaktiskais modelis ir viens no izglītības procesa pamatelementiem, kura mērķis ir organizēt studiju procesu izglītības mērķu sasniegšanai. Kritiskās domāšanas princips balstītais didaktiskais modelis dod iespēju pilnveidot studiju procesu tā, lai, apvienojot tradicionālās klātienē studiju metodes ar tiešsaistes metodēm, tiktu sasniegts maksimālais pozitīvais efekts.

3.2. Medicīniskās ķīmijas kursa didaktiskā modeļa teorētiskais pamatojums

Izveidotā didaktiskā modeļa apraksts ietver studiju darba organizatoriskās formas, teorētiskās cēloņsakarības un kritiskās domāšanas princips balstīto metožu analīzi. Didaktiskais modelis medicīniskās ķīmijas kursa apgūšanai izstrādāts balstoties uz sistēmiskuma, kritiskā konstruktīvisma un kognitīvisma idejām, kā arī uz humānistisko un studentcentrēto pieeju.

Sistēmiskā pieeja ļauj uztvert studiju kursa saturu kā vienotu veselumu, iegūstot plašāku priekšstatu un palielinot abstrakcijas līmeni.

Sistēmiskai pieejai kādu parādību izzināšanā jānotiek jau nodomu līmenī. Sistēmiskums ir tendence pievērsties problēmām disciplinēti, sakārtoti

un sistemātiski (Weatherspoon, Phillips, & Wyatt, 2015). Universitātes šodienas uzdevums ir piedāvāt studentiem sistēmiskas zināšanas par cilvēka dabiskajām attiecībām ar apkārtējo vidi, kultūru, sabiedrību, valsti, par vispārcilvēcisko vērtību veidošanos pasaulē, attiecībām ar citiem (Jahn, 2012).

Humānistiskā un studentcentrētā pieeja izglītības procesam piešķir individuālu raksturu, kas ir svarīgi attīstot studenta kritiskās domāšanas prasmes kā katra indivīda personīgās īpašības. Kritiskās domāšanas principos balstītā didaktiskā modeļa metodes, saturs izklāsts un studiju temps ir pakārtots studentu individualitātei, spējām un vajadzībām. Jo vairāk docētājs ir atvērts mijiedarbībai ar studentiem, izmantojot komunikāciju kā atgriezenisko saiti, jo efektīvāk var īstenot kritiskās domāšanas pašregulācijas attīstības potenciālu.

Konstruktīvisma teorija apraksta zināšanas kā nesaraunami saistītas ar kontekstu, kurā tās tiek konstruētas un izmantotas. Konteksts ietver studiju vidi, mērķus un situācijas, kurās notiek mācīšanās. Apvienojot jau zināmās idejas, indivīdi veido izpratni dažādos veidos, pamatojoties uz savu iepriekšējo pieredzi, uzskatiem un perspektīvām.

Kognitīvo teoriju mērķis ir izskaidrot, kā garīgie procesi (uzmanība, uztvere, atmiņa, zināšanu apgūšana) tiek organizēti un kā tie darbojas didaktiskajos modeļos.

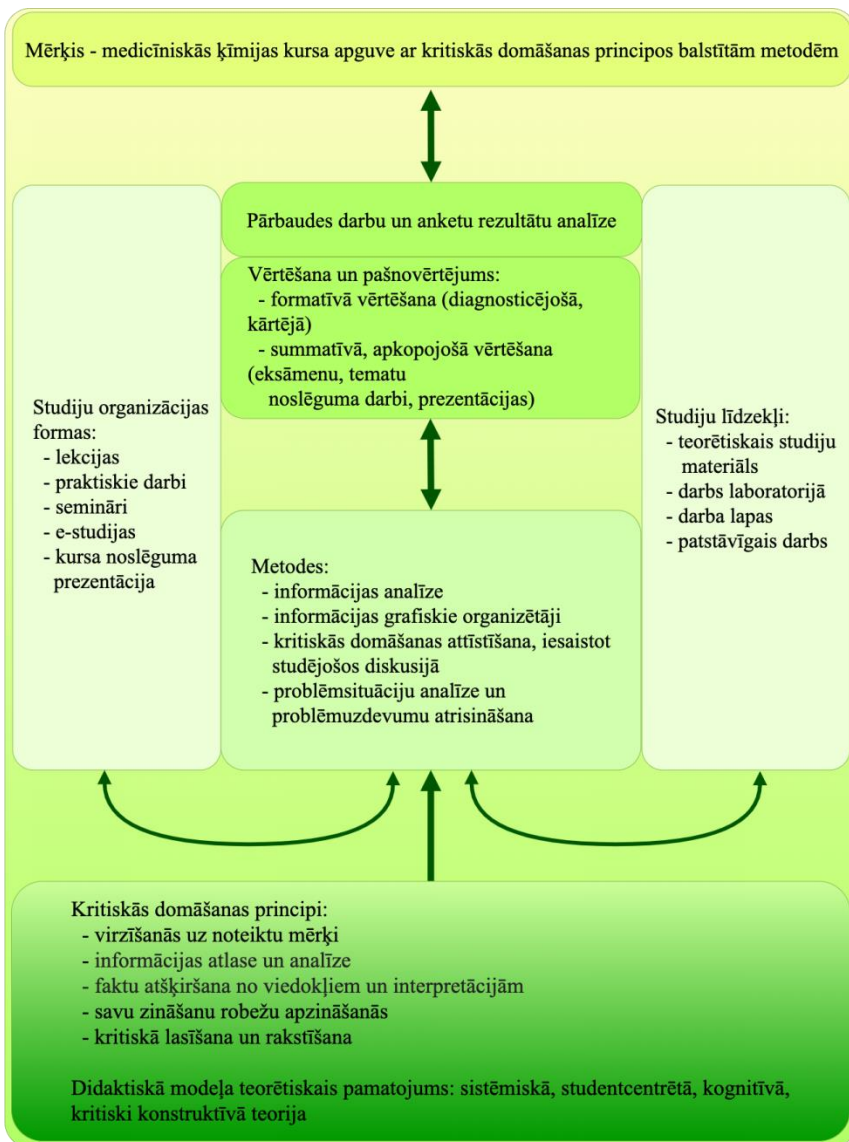
Kritiski konstruktīvās didaktikas modelis piedāvā kognitīvās konstruēšanas paņēmienus mācību saturs radošai apguvei, rosinot studentu pašnoteikšanos. Kritiski konstruktīvajā didaktikā mācīšanās ir pakļauta konstruēšanas procesiem, kurus ietekmē fizioloģiskie, kognitīvie un sociālie procesi.

Kritiskās domāšanas principos balstītais didaktiskais modelis (1. attēls) apvieno ķīmijas didaktikas pamatelementus un kritisko domāšanu attīstošās metodes studentu informācijas analīzes un novērtēšanas prasmju, kā arī spriešanas un problēmuzdevumu risināšanas prasmju pilnveidošanai.

Līdzās vispārējiem didaktiskiem principiem, galvenā loma ir kritiskās domāšanas principiem (Ennis, 1996, 2011, Moore, Parker, 2012, Halpern, 1998, Huitt, 2006, 2009, Paul, Elder, 2002, 2011, 2012, Dunne, 2015, King, 2017, Jahn, 2012, 2018, Persky et al, 2018, Krumrei-Mancuso, et. al., 2020, Indrašienė et al, 2021).

- Virzīšanās uz noteiktu mērķi.
- Informācijas atlases un analīzes princips.
- Fundamentālu likumsakarību ievērošanas princips. Faktu atšķiršana no interpretācijām, viedokļiem vai aizspriedumiem.
- Savu zināšanu robežu apzināšanas jeb ir intelektuālās pietātes (intellectual humility) princips.
- Kritiskās lasīšanas un rakstīšanas princips.

Didaktiskajā modelī liela uzmanība pievērsta saturs un metožu elastīgai un saskaņotai funkcionēšanai, reaģējot uz situāciju izmaiņām studijās.



1. att. **Kritiskās domāšanas principos balstītais didaktiskais modelis medicīniskās ķīmijas kursa apguvei** (autore konstruktīva)

Didaktiskā modeļa komponenti:

- mērķis – medicīniskās ķīmijas kursa apguve ar kritiskās domāšanas principos balstītām metodēm;
- saturs – medicīniskās ķīmijas kurss;
- studiju organizācijas formas - lekcijas, praktiskie darbi, klātienes (auditorijā vai laboratorijā) un tiešsaistes semināri, prezentācijas u.c.;
- līdzekļi - teorētiskais studiju materiāls, darba lapas, videomateriāli, darbs laboratorijā, u. c.;

Vienlaicīgi ar kritiskās domāšanas principiem un vispārīgiem didaktikas pamatprincipiem, tika ievērotas arī šauri ķīmijas didaktikai raksturīgās atšķirības, kas izpaužas specifiskā materiāla izklāstā un medicīnas studentiem aktuālos piemēros.

Īstenojot medicīniskās ķīmijas kursa didaktisko modeli praktiski, tika strādāts pie veidojošo komponentu (satura, formas, līdzekļu, metožu, rezultāta) vienotības un pēctecības. Starp izglītības mērķi, saturu un metodēm pastāv mijsakariņas: mērķis nosaka saturu un metodes, bet no metodēm un satura atkarīga mērķa sasniegšanas pakāpe - rezultāts. Izstrādātais didaktiskais modelis paredz ne tikai izglītības procesa regulējošo lomu, bet arī izvēles iespējas starp dažādām didaktiskajām metodēm.

3.3. Kritiskās domāšanas principos balstītās metodes

Izstrādātais didaktiskais modelis medicīniskās ķīmijas kursa apgūšanai tiek īstenotas izmantojot kritiskās domāšanas principos balstītās metodes (2. attēls).

- Kritiskās domāšanas attīstīšana, analizējot informāciju;
- Kritiskās domāšanas attīstīšana, iesaistot studējošos diskusijā;
- Informācijas grafiskie organizētāji kā informācijas strukturēšanas metode;
- Problēmsituāciju analīze, problēmuzdevumu risināšana;
- Vērtēšana un pašnovērtējums.



2. att. **Kritiskās domāšanas principos balstītās metodes**
(autores konstrukcija)

Kritiskās domāšanas principos balstītā didaktiskā modeļa lietderība tika vērtēta pēc sasniegtajiem studiju rezultātiem - studentu sekmības līmeņiem tematu noslēguma darbos un gala pārbaudes darbā – eksāmenā, kā arī pēc studentu anketēšanas rezultātiem semestra sākumā un semestra beigās. Studiju rezultātos atspoguļojas teorētiskās zināšanas - izprasts un apgūts studiju kursa materiāls, studenti izmanto savas zināšanas studiju kursa programmā iekļauto situāciju un uzdevumu risināšanā, lietojot kritiskās domāšanas prasmes. Tās ir informācijas atlase, argumentēšana, faktu analīze, izvērtēšana, viedokļu pretnostatīšana un problēmu risināšana. Pilnveidotas eksperimentālās prasmes, teorētiski pamatojot veicamo eksperimentu, reģistrējot novērojumus un mērījumus un detalizēti izvērtējot iegūtos rezultātus.

4. Pārbaudes darbi un to vērtēšana kā didaktiskā modeļa komponenti

4.1 Pārbaudes darbi medicīniskās ķīmijas studijās

Ceturtajā nodaļā aprakstīti pārbaudes darbi apgūto zināšanu un atsevišķu kritiskās domāšanas prasmi novērtēšanai. Studiju procesā vērtēšana kalpo kā atgriezeniskā saite starp studējošo un docētāju, parādot studentiem personīgos sasniegumus, motivējot viņus koriģēt savas studijas. Tika izstrādāti studiju mērķiem un plānotajiem mācību rezultātiem atbilstoši pārbaudes darbi un studiju sasniegumu vērtēšanas veidi: testi, laboratorijas darbu analīze, grafiku interpretēšana, diferencētas sarežģītības uzdevumu risināšana, prezentācijas, patstāvīgie individuālie vai grupu darbi (darba lapās), problēmu uzdevumu risināšana, laboratorijas darbu analīze, atvērtie jautājumi un teorētiskie pamatojumi.

4.2. Kritēriji un rādītāji pārbaudes darbu vērtēšanai medicīniskās ķīmijas studijās

Pirmā studiju gada studentiem kritiskā domāšana kā visaptverošu kompetence, ko varētu attiecināt uz plašu problēmu un situāciju analīžu loku, vēl nav iespējams novērtēt. Tika vērtēti medicīniskās ķīmijas studijās izmantotie atsevišķi kritiskās domāšanas aspekti – konkrētas prasmes problēmu risināšanā, spēja salīdzināt savus un citu piedāvātos risinājuma variantus, studentu informācijas analīzes efektivitāte un pašnovērtējums. Sasniegtie studiju rezultāti tika vērtēti pēc izstrādātajiem medicīniskās ķīmijas kursa materiāla apgūšanas kvalitātes kritērijiem un to rādītājiem, kas atspoguļojas studentu sekmju rezultātos tematu noslēguma darbos, gala pārbaudes darbā – eksāmenā kā arī anketās. Izstrādātie vērtēšanas kritēriji kalpo kā atskaites punkts studentu pašvērtējumam un mācībām veltītā laika plānošanai, nosakot studiju prioritātes. Svarīgākas par atsevišķo faktu zināšanām kļūst spējas analizēt problēmas, izvērtēt informāciju, adekvāti novērtēt savas zināšanas un apzināt objektīvos ierobežojumus. Vērtēšanas kritēriju pārzināšana ir būtiskais nosacījums adekvātai kursa apgūšanas līmeņa kontrolei semestra laikā. Gala pārbaudes darbā iegūstamais vērtējums atbilst medicīniskās ķīmijas kursa materiāla apgūšanas kvalitātes kritēriju (teorētiskās zināšanas, eksperimentālās prasmes, uzdevumu risināšanas prasmes) rādītājiem.

4.3. Pašnovērtējuma nozīme medicīniskās ķīmijas studijās

Pilnveidojot studentu pašnovērtēšanas un pašpārbaudes prasmes kā kopējā vērtēšanas procesa sastāvdaļu, studentiem kļūst skaidrāki docētāju vērtēšanas kritēriji un pārbaudes darbu struktūra. Pašnovērtējums kā vērtējoša darbība ir mācību procesa nepieciešamā sastāvdaļa, jo veicina motivāciju mācīties, bet pašnovērtējums kā refleksija veicina esošo mērķu apzināšanos un korekcijas studiju norisē.

5. Kritiskās domāšanas principos balstītā didaktiskā modeļa izpētes rezultāti

5.1. Empīriskā pētījuma metodoloģija un gaita

Konstatējošajā pētījuma posmā tika veikta situācijas analīze, noskaidrotas efektīvākās darba formas vai traucējošie faktori, kā arī medicīnas studentu priekšstati par studijām un motivācija apgūt medicīniskās ķīmijas kursu. Motivāciju studēt medicīnu un ķīmijas lomu šajās studijās studenti pamatoja nelielās anonīmās esejās. Lai konstatētu respondentu studiju pieredzes veidošanos un iespējamo motivācijas maiņu, esejas tika rakstītas semestra sākumā un papildinātas semestra beigās. Konstatējošajā pētījumā tika ieskicēta studentu mācīšanās pieredze, kas turpmāk tika pilnveidota, izvēloties mācību metodes, darba organizatoriskās formas un vērtēšanas variantus. Balstoties uz šo eseju analīzes rezultātiem, tika formulēti anketas jautājumi tālākai situācijas izpētei.

Veidojošajā posmā 2008.-2011. studiju gadu anketēšanā iegūtās informācijas analīze un interpretācija kalpoja par pamatu pasākumu plānošanai, lai uzlabotu vai pārveidotu izglītības procesu. Lai mazinātu neobjektīvu atbilžu varbūtību, viena parametra noskaidrošanai tika formulēti vairāki jautājumi. Veidojošā posmā tika izvirzīta un darba gaitā precizēta pētījuma hipotēze, sistematizēti un analizēti iegūtie dati, precizēti ķīmijas studiju pedagoģiskie nosacījumi: pedagoģiskā darbība, organizatoriskās formas, metodes un līdzekļi, kā arī psiholoģiskā gaisotne un personīgā pieredze, kas sastāv no radošiem, kognitīviem un emocionāliem komponentiem. Noslēdzošajā pētījuma posmā (2012.-2019.) tika koriģētas darba metodes studiju materiāla un kritiskās domāšanas principos balstītā didaktiskā modeļa lietderības noskaidrošanai studijās klātienē. Pētījumā tika salīdzināti divi mainīgie: studentu atbildes uz anketas jautājumiem semestra sākumā un studentu atbildes semestra beigās. Jautājumi, kas attiecās konkrēti uz mācīšanās pieredzi skolā un augstskolā, nebija uzdodami gan semestra sākumā, gan semestra beigās vienādos formulējumos. Piemēram, semestra sākumā studenti vēl nevarēja novērtēt

piedāvātos studiju materiālus, tāpēc anketās tika iekļauti jautājumi par studentu iepriekšējo pieredzi informācijas analizē.

Par izvirzītās hipotēzes pierādīšanas atsevišķiem soļiem kļuva pilnveidotās anketas un studentu anketēšana semestra sākumā un semestra beigās. Laika posmā no 2012.-2018. gadam tika apkopoti 1200 anketu rezultāti, lai iegūtu priekšstatu par didaktiskā modeļa efektivitāti klātienē studijās. Darba lapu novērtēšanai 2018./2019. studiju gadā anketā tika iekļauti līdzšinējo anketu un arī precēžjošie jautājumi. Aptauja tika veikta tikai semestra beigās, un tajā piedalījās 144 respondenti. Šajā anketā iegūtie rezultāti tika iekļauti statistiskajos aprēķinos, atspoguļojot tikai semestra beigu datus. Noslēdzošajā 2020.-2022. studiju gadā veiktajā pētījumā 138 studentu anketu analīze pierādīja šī modeļa efektivitāti arī attālinātajās studijās.

Pētījuma beigu posmā (2020.-2022.) strādājot attālināti vairs nebija iespējams veikt anketēšanu līdzšinējā veidā divas reizes semestrī, jo studentu atsauce anketu aizpildīšanā attālināti bija nepietiekama. Respondenti tika anketēti tikai semestra beigās.

Aptauju anketas sastāv no vairākām savstarpēji nenodalītām jautājumu grupām, kas sniedz kvantitatīvus datus par hipotēzē izvirzītajiem apgalvojumiem:

Īstenojot kritiskās domāšanas principos balstītu didaktisko modeli, medicīniskās ķīmijas kursa apgūšana ir sekmīga, ja:

- *studenti iemācās teoriju saistīt ar praksi, apgūtās teorētiskās zināšanas ir apstiprināmas praktiskos eksperimentos, kuru rezultāti tiek statistiski apstrādāti un analizēti;*

- *studenti apzinās nepieciešamību informācijas analīzes prasmju pilnveidošanā, atbilstoši kritiskās domāšanas principiem;*

- *studentiem piedāvāto problēmu risināšana veicina apgūstamo faktu atlasī, analīzi, pretrunu un kļūdu atrašanu, izvērtēšanu un labošanu;*

- *aktualizēti vērtēšanas kritēriji un studenti ir orientēti uz pašnovērtējumu un refleksiju.*

Noslēdzošajā pētījuma posmā tika interpretēti anketu analīzes rezultāti, kas parādīja esošās tendences. Balstoties uz anketu rezultātiem, septiņu gadu laikā tika analizēta konstatēto kopsaistību atbilstība hipotēzēm, koriģētas darba metodes un noskaidrota studiju materiāla un kritiskās domāšanas principos balstītā didaktiskā modeļa efektivitāte. Sasniegtie studiju rezultāti tika noteikti pēc izstrādātajiem medicīniskās ķīmijas studiju materiāla apgūšanas kritērijiem un tiem atbilstošiem kritiskās domāšanas līmeņiem, ko parādīja anketēšanas rezultāti un studentu sekmes gala pārbaudes darbos.

5.2. Pētījuma rezultāti par ķīmijas kursa nozīmi ārstu izglītībā RSU un LU

Konstatējošais pētījums tika veikts, lai noskaidrotu ķīmijas kursa nozīmi ārstu izglītībā Rīgas Stradiņa universitātes (RSU) un Latvijas universitātes (LU) Medicīnas fakultātes studentiem. Šajā pētījuma posmā 137 RSU Medicīnas fakultātes pirmā studiju gada studenti analizēja medicīniskās ķīmijas kursu esejās, kuru rezultāti tika analizēti ar satura analīzes metodi, bet anketēšanā piedalījās 175 (RSU) pirmā studiju gada studenti un 45 LU Medicīnas fakultātes pirmā studiju gada studenti. Anketu analīzei tika izmantotas kvantitatīvās pētījuma metodes.

Konstatējošajā pētījuma posmā semestra sākumā 137 Rīgas Stradiņa universitātes (RSU) Medicīnas fakultātes pirmā studiju gada studenti semestra sākumā un semestra beigās rakstīja eseju „Ķīmija topošā mediķa izglītībā”.

5.3. Kritiskās domāšanas principos balstītā didaktiskā modeļa izpēte RSU medicīniskās ķīmijas kursā

Šajā darbā ilgtermiņā tika analizēts tikai vienā augstskolā notiekošais medicīniskās ķīmijas studiju process. Empīriskā pētījuma datu analīze ļauj secināt, kāds rezultāts ir didaktiskajam modelim kopumā un katrai metodei atsevišķi.

- Anketu (2012.-2019.) rezultātu analīze parādīja, ka didaktiskā modeļa netiešās (neakcentētās, integrētās) kritiskās domāšanas metodes, un kursa saturs kā konteksts, nodrošina iespēju analītiski aplūkot jebkuru parādību no dažādiem skatupunktiem. Semestra laikā studentiem pilnveidojas prasme aptvert sakarības un atrast informācijas saskarsmes punktus viena vai arī vairāku apgūstamo kursu saturā. Tā ir zināšanu konstruēšana, balstoties starpdisciplinārajā informācijā. Anketās dominējošais apstiprinošo atbilžu skaits apgalvojumiem par studiju kursu savstarpējo saistību ($p = 0.028$; $p < 0.05$ un $p = 0.012$; $p < 0.05$) demonstrē respondentu prasmes aptvert sakarības un atrast informācijas saskarsmes punktus, konstruējot jaunas zināšanas. Semestra sākumā 50% - 61% studentu piekrīt apgalvojumam, ka jebkurš kurss apgūstams balstoties arī uz citiem mācību priekšmetiem. Semestra beigās šis apgalvojums, precizējot to attiecībā uz medicīniskās ķīmijas kursu, gūst lielāku studentu atbalstu, jo piekrītoši atbild 73% - 75% respondentu.

- Akcentējot studiju materiāla būtiskākos aspektus un, integrējot tos jau zināmajā, mācīšanās pārvēršanās jēgpilnās studijās. To pierāda pozitīvās atbildes apgalvojumam anketās par personīgās mācību pieredzes nozīmi.

Semestra sākuma ($p = 0.00$; $p < 0.05$) un semestra beigu anketu ($p = 0.035$; $p < 0.05$) atbildēs respondentu atbilžu variants *Jā* ir pārsvarā.

- Analītisko prasmju raksturošanai tika analizēti pārbaudes darbi, kas parādīja, kādā mērā studējošie izprot vispārīgās likumsakarības un izmanto tās konkrētu parādību skaidrojumos. Rezultāti tika salīdzināti ar reproducējamo jautājumu atbildēm. Informācijas analīzes prasmes pilnveidojās, palielinoties studentu ieinteresētībai likumsakarību konstatēšanā jaunajā informācijā. Semestra laikā pilnveidojas studentu prasme atsijāt jaunus faktus vai interpretācijas, novērtējot informācijas avotu ticamību. Semestra sākuma datu p-vērtība ir $0.23 > 0.05$, bet semestra beigu anketu datu p-vērtība ir $0 < 0.05$, kas dod pamatu secināt, ka pieaug pozitīvo atbilžu skaits. Pretrunu konstatācija, analizējot informāciju, ir tikpat būtiska kā likumsakarību atrašana, taču pirmā studiju gada studentiem šī prasme vēl nav pietiekama.

- Studijas ir aktīvs process, kurā jaunā informācija vai jau zināmās informācijas izvērtēšana spēj mainīt studentu viedokļus. Savu zināšanu robežu atzīšana atbilst intelektuālās pietātes principam. Pētot studentu vēlmi atklāt savus kļūdainos uzskatus, atzīstot kļūdas un mainot savu viedokli, saskaroties ar kompetentāku argumentāciju, aptaujas anketās tika iekļauts apgalvojums *Mainu savu viedokli, uzzinot jaunus faktus*. Respondentu atbildēs semestra sākumā ($p = 0$; $p < 0.05$) un semestra beigās ($p = 0.0402$; $p < 0.05$) atbilžu variants *Jā* ir dominējošais.

- Aptaujās tika salīdzināti medicīniskās ķīmijas kursa satura izklāsta dažādi varianti (konspektīvais, plašais jeb analizējamais un shematiskais, vizuāli ātri uztveramais). Respondentu atbilžu variants *Jā* ir dominējošais apgalvojumam *Jaunai informācijai jābūt shematiskai un vizuāli ātri uztveramai* gan semestra sākumā, gan semestra beigās. Apstiprinošās atbildes semestra beigās ir vairumam 91% - 97% studentu.

- Praktiskie un laboratorijas darbi nelielās grupās pilnveido eksperimentālās prasmes. Rezultātu un kļūdu analīzē pilnveidojas ne tikai praktiskās prasmes, bet arī personīgā atbildība par rezultātiem. Semestra beigās veiktajās aptaujās 92 - 97% studējošo piekrīt apgalvojumam *Laboratorijas darbos teorētiskais materiāls ķīmijā apstiprinās praktiskos eksperimentos, kuru rezultāti tiek statistiski apstrādi un pamatoti*, bet 94 - 98% studentu iepazīnuši ķīmijas kursā veiktajos laboratorijas darbos dažādu pētniecisko metožu būtību.

- Problēmuzdevumu risināšana ir teorētiskās informācijas lietošana praktiskajās situācijās, kas parāda studentu spēju paskatīties uz lietām no cita skatupunkta ārpus konkrētas tēmas robežām, plašākā kontekstā. Semestra sākumā ($p = 0.19$; $p > 0.05$) respondentu *jā/nē* atbilžu skaits būtiski neatšķiras. Semestra beigu anketu rezultātu salīdzināšanā iegūtajos rezultātos ($p = 0.0014$; $p < 0.05$) respondentu *jā/nē* atbilžu skaits būtiski atšķiras. Respondentu atbilžu variants *Jā* semestra beigās ir pārsvarā.

- Pārbaudes darbu rezultātu analīzē atspoguļojas uzdevumu risināšanas prasmes un sekmības korelācija. Sekmīgākie studenti tiek galā ar problēmuzdevumiem ievērojami lielākā mērā. Sekmības rādītāji nepārsniedz 80% pilnīgi atrisinātu uzdevumu rādītāju, bet anketas rezultāti stabili uzrāda, ka 80% - 84% studentu ieinteresēti problēmu risinājuma meklējumos. Stabils pozitīvo atbilžu rādītājs anketās semestra beigās ir apliecinājums tam, ka atšķirīgā pieredze problēmuzdevumu risināšanā netraucē studējošajiem strādāt ar medicīniskās ķīmijas kursā piedāvātajiem problēmuzdevumiem.

- Anketu rezultāti ļauj apzināties vērtēšanas kritēriju objektivitātes un adekvātuma nozīmi, jo tie ir būtisku studentu pašnovērtējuma prasmju attīstīšanai. Ievērojams skaits studentu 82% - 100% piekrīt, ka pašnovērtējums kā vērtējoša darbība ir studiju procesa nepieciešamā sastāvdaļa, taču semestra laikā nav pierādījusies pašnovērtējuma pilnveidošanās. Diemžēl pirmajā semestrī vēl nevar runāt par adekvātu pašnovērtējumu kā iespēju studentiem kāpināt savu studiju produktivitāti, pilnveidojoties viņiem kā personībām. Pašnovērtējuma kritēriji tika sistematizēti nozīmīguma ziņā dilstošā kārtībā. 2012./2013. studiju gada datu analīzē Spīrmena ranga korelācijas koeficients $r_s = 0.47$ un $p = 0.089$, t.i., $p > 0,01$, kas pierāda, ka saistība starp diviem mainīgajiem nebūtu uzskatāma par statistiski nozīmīgu. Tas nozīmē, ka nav statistiski nozīmīga korelācija starp studentu nosauktajiem kritērijiem semestra sākumā un semestra beigās. 2017./2018. studiju gada datu analīzē Spīrmena ranga korelācijas koeficients $r_s = 0.82$ un $p = 0.00032$, t.i., $p < 0.01$, kas pierāda statistiski nozīmīgu korelāciju starp studentu nosauktajiem kritērijiem semestra sākumā un semestra beigās. Semestra laikā saglabājas docētāja pozitīvā novērtējuma nozīme 88% - 97% studentu.

SECINĀJUMI

1. Kritiskā domāšana ir mērķtiecīga uz argumentētiem pierādījumiem balstīta domāšana, kas ļauj identificēt problēmas, izmantojot objektīvus un ticamus datus, lai pieņemtu pamatotus lēmumus. Kritiskā domāšana, kā pierādījumos balstītā domāšana, ietver spēju konstruktīvi uztvert jaunu informāciju, adekvāti izmantot to jebkuru problēmu risināšanā, prognozēt galarezultātu, analizēt sekas vai kļūdas.

2. Kritiskās domāšanas prasmju apgūšana medicīniskās ķīmijas kursā ietekmē turpmāko studiju kvalitāti, jo to universālais raksturs neaprobežojas ar vienu zinātni. Medicīniskajā izglītībā visos studiju posmos un turpmākajā profesionālajā darbībā būtiska ir kritiskā domāšana, kas attīsta spējas formulēt personīgo viedokli, meklēt nepieciešamo informāciju un objektīvi novērtēt šīs informācijas kvalitāti.

3. Kritiskās domāšanas principiem jāklūst par nepieciešamu priekšnoteikumu medicīniskās ķīmijas apgūšanā. Izvaidotā didaktiskā modeļa kritiskās domāšanas pamatprincipi ir: 1) mērķtiecīguma princips, 2) informācijas atlases un analīzes princips, 3) fundamentālu likumsakarību ievērošanas princips, t.i., faktu atšķiršana no interpretācijām, viedokļiem vai aizspriedumiem, 4) savu zināšanu robežu apzināšanas princips, 5) kritiskās lasīšanas un pierakstu veidošanas princips. Šie principi tika īstenoti ar integratīvām netiešām kritiskās domāšanas metodēm, balstoties sistēmiskuma, kognitīvo mācību teoriju un konstruktīvisma pamatnostādnēs, kā arī, studentcentrētā pieejā. Uzskaitītie principi ir vienojošais elements starp fundamentālām filozofiskām un psiholoģiskām pamatnostādnēm un konkrētām didaktiskā modeļa instrumentālām darbībām, kas īstenojamas ar katrai situācijai atbilstošām metodēm.

4. Empīriskā longitūdinālā pētījuma rezultāti ļauj secināt, ka kritiskās domāšanas principos balstītais didaktiskais modelis ir sekmīgi īstenojams, izmantojot kritiskās domāšanas prasmes medicīniskās ķīmijas kursā, gan klātienē, gan attālinātās studijās. Balstoties uz apkopotajiem didaktiskā modeļa vērtējumiem, var secināt, ka izvirzītā hipotēze kopumā ir apstiprināta, kaut arī tikai daļēji apstiprinājās atsevišķi no hipotēzes apgalvojumi:

- studenti iemācās teoriju saistīt ar praksi, apgūtās teorētiskās zināšanas ir apstiprināmas praktiskos eksperimentos, kuru rezultāti tiek statistiski apstrādāti un analizēti;
- studenti apzinās nepieciešamību informācijas analīzes prasmju pilnveidošanā, atbilstoši kritiskās domāšanas principiem;
- studentiem piedāvāto problēmu risināšana veicina apgūstamo faktu atlasī, analīzi, pretrunu un kļūdu atrašanu, izvērtēšanu un labošanu;
- aktualizēti vērtēšanas kritēriji un studenti ir orientēti uz pašnovērtējumu un refleksiju.

5. Izveidotā didaktiskā modeļa metodes ir efektīvas, tās ir variējamas atbilstoši situācijām, vienlaikusi pielāgojot arī pārbaudes darbu formas. Atkarībā no izmantojamajām metodēm, ir iespējami atšķirīgi vērtēšanas varianti, gan vērtējot apgūto studiju kursu, gan atšķirīgos kritiskās domāšanas līmeņus, kā arī informācijas apkopošanas un analīzes, diskusijas un problēmuzdevumu risināšanas prasmes.

6. Izstrādātais un teorētiski pamatotais didaktiskais modelis paredz, ka studentu darbība tiek organizēta, ņemot vērā studentu individualitāti, iekļaujot studiju materiālos dažādas sarežģītības uzdevumus, kas palīdz studentiem koncentrēties uz aktuālāko saturu. Kursa novērtējumā studenti apliecina, ka efektīvāk apgūst medicīnisko ķīmiju, ja tiek īstenota studentcentrētā pieeja, jo tas individualizē mācību darbu, veicinot aktīvu iesaistīšanos studiju procesā un nodrošinot sadarbību starp docētāju un studentiem.

7. Kritiskās domāšanas principos balstītais didaktiskais modelis maina viedokli par medicīniskās ķīmijas kursu, kas no kārtējās apgūstamās disciplīnas kļūst par līdzekli fundamentālo zināšanu pārvēršanai par savu profesionālo pieredzi. Kursa noslēguma aptauju rezultāti parāda, ka vairums studentu (75% - 93%) piekrīt apgalvojumam par *medicīniskās ķīmijas kursu kā pamatu ārsta izpratnei par dzīvības procesu norisi*.

8. Īstenojot informācijas kritiskas atlases un analīzes principu medicīniskās ķīmijas kursā, studenti izprot faktu izvērtēšanas nepieciešamību, kā arī sāk izprast nepamatotus priekšstatus vai aizspriedumus. Medicīniskās ķīmijas kursā pilnveidojas studentu prasme izprast diskutablus viedokļus ($p < 0.0$; $p = 0.000$, respondentu atbilžu variants *Jā* ir dominējošais), demonstrējot zināmu kritiskuma pakāpi. Spēja saprast un analizēt tekstu nozīmīgi dod iespēju apzināt loģiskās sakarības starp idejām, atklājot jaunus veidus zināšanu transformācijai un iekļaušanai savā izglītībā. Aptaujas anketas 2018./2019. studiju gadā aizpildīja 144 respondenti, no kuriem 136 studenti (94%) pozitīvi novērtēja jaunā mācību materiāla analīzes variantus ar darba lapu palīdzību. Darba lapas kā informācijas avotu patstāvīgās studijās izmantoja 89% studentu.

9. Didaktiskā modeļa netiešās (neakcentētās, integrētās) kritiskās domāšanas metodes, un kursa saturs kā konteksts, nodrošina iespēju analītiski aplūkot jebkuru parādību no dažādiem skatupunktiem. Cēloņu un sekū analīzē pilnveidojas informācijas analīzes un izvērtēšanas prasmes, kas ir kritiskās domāšanas pamats. Studenti (71% - 87%) piekrīt, ka *medicīniskās ķīmijas kursā iemācījās sistematizēt faktus un prognozēt rezultātu*.

10. Praktiskie un laboratorijas darbi nelielās grupās pilnveido eksperimentālās prasmes. Lai gan vairums aptaujāto piekrīt, ka eksperimenti un teorētiskais materiāls ir saistīti, kā arī medicīniskās ķīmijas kursā tiek apgūta dažādu pētniecisko metožu būtība un teorētiskie aspekti, pārbaudes darbu rezultāti tikai daļēji apstiprina šos apgalvojumus. Sekmības rezultāti, ļauj

secināt, ka ir tikai daļēji apstiprinājusies hipotēze: Studenti efektīvāk apgūst ķīmiju, izmantojot kritiskās domāšanas prasmes, ja viņi iemācās teoriju saistīt ar praksi, t. i. *ja teorijas ir apstiprināmas praktiskos eksperimentos, kuru rezultāti tiek statistiski apstrādāti un pamatoti.*

11. Analizējot pētījuma rezultātus secināms, ka pirmajam studiju semestrim adekvātu problēmu risināšana medicīniskās ķīmijas kursā pilnveido faktu atlases un analīzes prasmes. Vairums respondentu piekrīt apgalvojumam *Ķīmijas kursā piedāvāto problēmu risināšana veicina apgūstamo faktu analīzi, kā arī pretrunu un kļūdu atrašanu, izvērtēšanu un labošanu.* Semestra beigu anketu rezultātu salīdzināšanā iegūtajos rezultātos respondentu atbilžu variants *Jā* semestra beigās ir dominējošais ($p = 0.0014$; $p < 0.05$). Aptaupu dati un arī gala pārbaudes darbu rezultāti apstiprina hipotēzi, ka īstenojot kritiskās domāšanas principos balstītu didaktisko modeli, ķīmijas kursa apgūšana ir sekmīgāka, *ja studentiem piedāvāto problēmu risināšana vērsta uz apgūstamo faktu atlasī, analīzi, pretrunu un kļūdu atrašanu, izvērtēšanu un labošanu.*

12. Ievērojams skaits studentu piekrīt, ka pašnovērtējums kā vērtējoša darbība ir studiju procesa nepieciešamā sastāvdaļa, taču semestra laikā nav pierādījusies pašnovērtējuma pilnveidošanās. 2017./2018. studiju gada datu analīzē Spīrmena ranga korelācijas koeficients $r_s = 0,82$ un $p = 0,00032$, t.i., $p < 0,01$, kas pierāda statistiski nozīmīgu korelāciju starp studentu nosauktajiem kritērijiem semestra sākumā un semestra beigās, jo saglabājas docētāja pozitīvā novērtējuma nozīme 88% - 97% studentu.

Noslēgumā jāpiebilst, ka veiktais pētījums neizsmēļ aplūkojamo problēmu pilnībā, jo nemitīgi turpinās darbs didaktiskā modeļa pilnveidošanā.

PATEICĪBAS

Vislielākais paldies promocijas darba zinātniskajai vadītājai Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes Tehniskās fakultātes Izglītības un mājsaimniecības institūta profesorei *Dr. paed.*, Baibai Briedei par milzīgo pacietību un pozitīvo attieksmi šo daudzo gadu garumā.

Vissirsnīgākais paldies manai ģimenei par atbalstu, sapratni un palīdzību visu šo gadu laikā. Pateicos pētījumā iesaistītajiem studentiem, kuru pozitīvā attieksme iedvesmoja un deva jaunas idejas.

Pateicos promocijas darba priekšizstrādēšanas recenzentiem Izglītības un mājsaimniecības institūta *Dr. paed.*, asociētai profesorei Vijai Dišlerei, Biznesa augstskolas Turība *Dr. paed.*, profesorei Inetai Lūkai, par izsmeltošiem precizējumiem un labojumiem, kā arī par konkrētiem padomiem. Liels paldies darba recenzentiem Latvijas Universitātes *Dr. paed.*, profesorei Inesei Jurgenai, *Dr. paed.*, asociētai profesorei Ievai Margevičai-Grinbergai un īpaši Rīgas Stradiņa universitātes *Dr. chem*, asociētai profesore Mārai Plotniecei.

Lavia University of Life Sciences and Technologies

Faculty of Engineering



Mg. env.sc. Irina Kazuša 

***CRITICAL THINKING IN MEDICAL CHEMISTRY
STUDIES***

SUMMARY

of the Doctoral Thesis for the Doctoral degree of Science (*Ph.D.*)

Jelgava
2023

The doctoral thesis has been developed in the Institute of Education and Home Economics in the Faculty of Engineering of Latvia University of Life Sciences and Technologies in the period 2007-2022.

The thesis consists of an introduction, 5 chapters with sub-chapters, the volume is 171 pages with 10 appendices, 19 tables, 35 figures, 282 bibliography titles in Latvian, English and German.

Form of the doctoral thesis: dissertation in the field of Educational Sciences, Subfield of Pedagogy of Higher Education

Scientific advisor of the doctoral thesis: *Dr. paed.* prof. **Baiba Briede**

Reviewers of the doctoral thesis:

1) **Inese Jurgena**, *Dr. paed.*, professor, Latvia University

2) **Ieva Margeviča-Grinberga**, *Dr. paed.*, associate professor, Latvia University

3) **Māra Plotniece**, *Dr. chem*, associate professor, Rīga Stradiņš University

The defence of the doctoral thesis will take place at 10.00 on May 23, 2023 in the open session of the Doctoral Committee of Educational Sciences of Latvia University of Life Sciences and Technologies, Jelgava, J. Čakste bulvāris 5, auditorium 336.

The doctoral thesis and its summary are available at the Library of Latvia University of Life Sciences and Technologies in Jelgava, Liela Street 2.

Chairperson of the Doctoral Committee of Educational Sciences, *Dr. paed.*, professor Baiba Briede

_____/

Secretary of the Doctoral Committee of Educational Sciences Mg. paed., lecturer Zane Beitere-Šeļegovska

_____/

ANNOTATION

The author graduated from the University of Latvia, the Faculty of Chemistry, the programme of Natural Sciences – Chemistry. The author has worked at Rīga Stradiņš University, in the Department of Human Physiology and Biochemistry since 1988, and has the pedagogical work experience at the highest educational level (in the field of chemistry and biochemistry) – 23 years.

The objective of the doctoral thesis: by assessing the nature of critical thinking, to develop the didactic model of the medical chemistry course, and implement it with methods based on the principles of critical thinking.

The idea of the didactic model is realized by expanding the possibilities for use of principles and methods that are already known, where critical thinking is a mean for achieving the objective of study – acquisition of a course of medical chemistry – but the content of a course of medical chemistry, in turn, serves as a context for critical thinking. The study showed that among the many principles of critical thinking in the implementation of the didactic model, the principle of purposiveness, the principle of selection and analysis of information, the principle of respect for fundamental consistency, the principle of critical reading and the principle of acknowledgment of the limits of one's knowledge are the most appropriate. The criteria for choosing critical thinking principles are their suitability for different situations of medical chemistry studies (face-to-face or online), and their significance for the future education and professional activities of students. The model promotes reaching of learning outcomes which students are able to demonstrate at the end of concrete studies according to definite assessment criteria.

Criteria for assessing knowledge, skills and abilities in medical chemistry studies were established on the basis of the chosen methods in the developed model. The criteria for the effectiveness of the didactic model are information analysis, problem-solving tasks, systemization of information, discussion skills and self-assessment, which students show in the final questionnaires of the course and demonstrate in their final test work, as well as in practical lessons and seminars.

The model promotes reaching of learning outcomes which students are able to demonstrate at the end of concrete studies according to definite assessment criteria.

The structure of the doctoral thesis.

It consists of an introduction, five chapters, conclusions, a bibliography list and appendices. The first part of the work describes the study environment, the diversity of study forms and methods in medical education, demonstrating the potential opportunity to integrate the medical chemistry course into other theoretical and clinical courses.

The second part of the work analyses the basic ideas and different definitions of critical thinking, as well as the principles underlying the didactic model of the medical chemistry course. Critical thinking is also seen as a disposition attributable to improving learning experience at the beginning of studies.

Part three of the work analyses the didactic models described in the literature and substantiates the developed didactic model based on the principles of critical thinking for the acquisition of medical chemistry. The didactic model is built on ideas of systemicity, critical constructivism and cognitivism, as well as the humanistic and student-centered approaches. The description of the established didactic model includes an analysis of the methods based on the principles of organizational forms of study work, theoretical causality and critical thinking.

Part four of the work describes and analyses the test work and its evaluation as part of the didactic model. The results of the studies were determined on the basis of result quality evaluation criteria of medical chemistry study material. Students' achievements in the final tests and final examination work were evaluated by applying the criteria. After compiling the results of the questionnaire, it has been concluded that students demonstrated different levels of critical thinking dispositions and cognitive skills in the analysis, assessment and interpretation of information, as well as conclusions and explanations.

The fifth part of the work analyses the results of the ascertaining and experimental study for testing the hypothesis. The doctoral thesis finishes with conclusions on the results of the implemented didactic model.

The appendices consist of questionnaires created for the acquisition of study data, student feedback on the medical chemistry courses, a table of evaluation criteria, and examples of graphic systemization of worksheets and information.

GENERAL DESCRIPTION OF THE DOCTORAL THESIS

The doctoral thesis has been developed by studying the opportunities of students of the first study year of the Medical speciality of Rīga Stradiņš University to successfully acquire theoretical knowledge, practical skills and competences in the medical chemistry course, which in the perspective should be developed through self-education during the further clinical career. In the medical education study programme, chemistry is one of the theoretical disciplines based on the knowledge, skills and competences acquired in secondary school. In the study materials perfected over several years, chemistry laws are explained by current examples for medical practitioners, which motivate students to also see specific chemical processes, their causes and consequences in medical problems. Analysis of causes and consequences, on the other hand, develops information assessment skills, which is an integral modern competence and the basis of critical thinking. All students cannot be required for immediate analysis, synthesis and evaluation of new information, which are the most important components of developing critical thinking and the basis for studying. Although the information to be learned is extensive, study courses are not always sequential and interrelated, thus students need to be sure of the integrity of the fundamental natural phenomena. The optimal solution in this situation is the didactic model of the medical chemistry course, in which the content of studies and study methods complement each other harmoniously – the content of the medical chemistry course and methods based on critical thinking principles. The basic skills of students' critical thinking (how to identify a problem, put forward evidence and arguments, to identify contradictions and gaps in fact selection or problem-solving) should be effectively enhanced using the content of the medical chemistry course as a context. However, critical thinking methods are more optimal when studying medical chemistry course (analysis and interpretation of information, problem-solving tasks, graphic options for systematisation of information, discussions and self-assessment).

During the research, the course of studies was improved by studying didactic models and methods, the different pedagogical approaches, constantly eliminating the less effective ones. While developing the didactic model of the medical chemistry course, an empirical study identified which critical thinking principles and which methods should be used to effectively implement the study process, ensuring successful completion of the medical chemistry course. The principles of critical thinking implemented in the didactic model of the medical chemistry course are: 1) the principle of purposiveness, 2) the principle of selection and analysis of information, 3) the principle of critical reading and note taking, 4), the principle of respect for fundamental consistency i.e. separation of facts from interpretations, opinions or prejudices, 5) the principle

of identification of the limits of one's knowledge. (Paul, Elder, 2011, Elder, Paul, 2012, Dunne, 2015, Persky et al, 2018, Jahn, 2012, Halpern, 1998, King, 2017). These principles are not just theoretical philosophical and psychological guidelines, but they may be implemented by specific didactic methods. These methods can also be used to extend students' personal experiences where their previous knowledge is insufficient.

Focusing the study process on active learning contributes to raising both critical thinking, and independent and responsible behavior. Students should be aware of themselves as personalities able to embrace new information and ideas, to give them practical application in crucial decisions and impact assessments, to raise the need for self-assessment, which sustains the independent professional process of self-education throughout their lives. The situation described determined the direction of the study by choosing the topic of the doctoral thesis.

Research theme

Critical Thinking in Medical Chemistry Studies.

The object of research

Critical thinking in medical studies.

The subject of the research

Critical thinking in chemistry studies in medical programs.

The objective of the research

By assessing the nature of critical thinking, to develop the didactic model of the medical chemistry course, and implement it with methods based on the principles of critical thinking.

Hypothesis of the research

While implementing the didactic model of the medical chemistry course based on the principles of critical thinking, the acquisition of medical chemistry is more successful if:

- students learn to link theory with practice, i.e. if theories are validated in practical experiments which results are statistically processed and analyzed;
- students comprehend the need to develop information analysis skills in line with critical thinking principles;
- the problem-solving offered to students focuses on the selection, analysis, detection, evaluation and correction of facts to be learned;
- there are clear assessment criteria and students are self-assessment and reflexia-oriented.

Research tasks

1) Study and examine psychological and pedagogical literature to identify key critical thinking guidelines in higher education and to justify the essence of critical thinking for medical chemistry studies.

2) Substantiate the topical critical thinking principles for the first study year to be implemented in the course of medical chemistry based on ideas of systemism, critical constructivism and cognitivism, as well as humanistic and student-centric approaches.

3) Establish the didactic model of the medical chemistry course based on critical thinking principles, and test its usefulness in practice by evaluating and analysing working methods according to the result quality evaluation levels, as well as feedback in student questionnaires.

4) Substantiate and implement critical thinking principles based on student knowledge and skill levels in different study situations, to develop criteria and indicators for evaluating tests in medical chemistry studies.

5) Compile and statistically evaluate the results of an empirical study by describing the established consistencies or characteristics to be considered.

Methods used in the research

1) Analysis of theoretical (pedagogical, psychological, philosophical) literature and the educational documents of the Republic of Latvia and European Union.

2) Empirical methods.

Methods of data acquisition:

- test results (diagnostic, formative, final tests) and their compilation;
- compilation of survey results;
- analysis of student opinions in essays and questionnaires describing the importance of medical chemistry in medical education.

Data processing and analysis methods:

- Chi-square criterion;
- Spearman rank correlation;
- thematic analysis of qualitative data.

Theoretical justification of the Research

• Critical thinking theories and critical thinking methods: K. Popper (2005), R. Ennis (1989, 1996, 2001, 2011), R. Paul (1989, 1991, 2001, 2011, 2012), B. Moore (2012), R. Parker (2012). J. Broadbear (2000), L. Elder (1991, 2001, 2011, 2012), D. Halpern (2000, 2020), S. Cottrell (2001, 2017), J. P. Royce (2001), P. Facione (2008), N. Facione (2008), D. J. Klooster (2001), N. Geoff (2002), Z. Rubene (2006, 2018), J. McPeck (1990), E. Fisher (2005), C. Winch (2006), E. Gambrill (2012), D. Jahn (2012, 2019), G. Dunne (2015), A.

Utināns (2015), J. G. White (2016), P. M. Nardi (2017), J. N. Vējš (2018), K.L. Thorndahl (2020), D. Stentoft (2020), V. Indrašienė (2021).

- Theoretical justification of didactics: R. Gagne (1985), I. Žogla (2001, 2018), I. Maslo (2001), C. Corwin (2005), H. Becker (2005), A. Eilks (2005), E. Sumfleth, (2005), N. M. Seel (2012), K. Zierer (2012, 2018), R. Tennyson (2013), R. Stowe (2017), M. Cooper (2017).

- Constructive approach: L. Vigotskis (2002); J. Piaget (2002), J. Bruner (1977, 1996) von Glasersfeld (1990, 1995), Roth (2001), Mathews, (1998), N. Geidžs (1999), D. Berliners (1999), H. Gudjon (2007), M. Wagenschein (1962), W. Klafki (1964, 1992), J. Derbolav (2003), C. Stabile (2015), J. Ershler (2015).

- Humanism and people-oriented approach: W. Huitt, (2009), N. Gage, D. Berliner (1999), C. R. Rogers (1969), Z. Rubene (2006), J. Barrett (2016), L. Yates (2016), G. McColl (2016), O. Oyelana (2018).

- Ideas of cognitive psychology and justification of cognitive didactic models: J. Piaget (2002), B. S. Bloom (1956), R. Gagne, (1987), J. Dewey (2011), I. Maslo (2001), W. Huitt (2006), von Glassersfeld (1985), D. Halpern (2000), J. Bruner (1977), I. Žogla (2001), D. Kuhn (2009, 2015, 2016), A. E. Sefton (2013), M. Frommer (2013), J. A. Dent (2013), T. (2013), P. A. Thomas (2016), D. E. Kern (2016), M. T. Hughes (2016), B. Y. Chen (2016).

- Justification of the pragmatic model: J. Dewey (1997, 2011), J. Piaget (2002), E. Smits (2000), I. Žogla (2001, 2018), D. E. Whitworth (2016).

- Evaluation and self-assessment theories: M. S. Knowles (1975), R. Gagne (1985), D. Pratt (2000), P. Knight (2002, 2003), L. Schuwirth (2004), C. Van Der Vleuten (2004). A. Robinson (2006), M. Udall (2006), W. J. Popham (2008), M. Yorke, (2003, 2011).

- Highest education study theories and tendencies: I. Žogla (2001, 2018), P. A. Thomas (2016), A. E. Sefton (2013), M. Frommer (2013), T. Koç (2016), A. Skelton (2005), T. C. Postma (2017), J. G. White (2017), R. R. Harden (2000), J. Barnes (2018), P. Ramsden (2003), B. Garratt (2000), L. Becker (2013), P. Denicolo (2013), S. Griffiths (2009), C. V. Tartavulea (2020), B. Means (2014), S. M. Danczak (2017), King (2017), M. J. Bezanilla (2019), B. Williamson (2020), I. V. Rossi (2021).

- Analysis of current concepts and methods in medical education: J. T. Broadbear (2000), B. B. Keyser (2000), T. Swanwick, (2010), R. Harden (2012, 2013), J. Laidlaw (2012), J. A. Dent (2013), A. Eilks (2005) M. Šarkele (2016), A. M. Persky (2018), A. Minajeva (2021).

Research basis

The study was carried out at Rīga Stradiņš University (RSU), the Department of Human Physiology and Biochemistry (CFBK). 1794 first year students of the Faculty of Medicine and 45 students from the University of Latvia took part in the study.

Research boundaries

The organizational principle of taking theoretical courses at Rīga Stradiņš University differs from other institutions of higher education. Students from the RSU Faculty of Medicine take chemistry, biochemistry and normal physiology courses in one department. But, for example, students from the University of Latvia, Faculty of Medicine acquire this knowledge separately – each course in another department. The different forms of work do not allow to test the established didactic model of the medical chemistry course in different institutions of higher education. The study described involved students from only one university. The study did not assess and compare the organizational nuances of studies at universities, but analysed the possibilities to ensure the maximum possible level of education in the current situation in the course of medical chemistry, using complex methods for development of critical thinking.

Research stages

2005-2007 study phase, questionnaires were formulated to examine the situation based on the results of student essays. Students of the first study year wrote essays early in the semester and supplemented them at the end of the semester. The views expressed in these essays made it possible to identify changes in the study experience of respondents and the study motivation of medical chemistry during the term.

2008-2011, the study hypothesis was raised and clarified in the course of the work, the study material “General Chemistry” was created, the didactic methods developing critical thinking were adapted, the data obtained was systematised and analysed. Based on an analysis of scientific literature, a theoretical justification for the didactic model of medical chemistry based on the principles of critical thinking was developed. Evaluation criteria for knowledge and skills acquired in the course of medical chemistry have been developed and improved. Study material was improved and methods of the didactic model of medical chemistry based on critical thinking principles were adjusted.

2012-2022, the didactic model of medical chemistry based on the principles of critical thinking continued to be developed by adjusting the methods and course content delivery options in the study material. The study's hypothesis was examined when the results of the questionnaires were collected and analysed.

At the end of the study (2020-2022), it was no longer possible to carry out questionnaires in the same form (twice a term) when working remotely. Respondents were surveyed only at the end of the term. The final phase of the study identified the efficiency of the didactic methods based on critical thinking principles in face-to-face and remote studies.

Scientific novelty of the Research

1) Substantiated principles of critical thinking in medical chemistry studies.

2) Developed definition of critical thinking in medical chemistry studies.

3) The didactic model of the medical chemistry course based on the principles of critical thinking has been developed and implemented, it is supported by basic ideas of systemism, cognitive learning theories and constructivism, as well as a student-centered approach has been highlighted.

4) Criteria have been developed for evaluation of the knowledge and skills acquired by the students in the medical chemistry course (information analysis, problem-solving, graphic systemization of information, dialogue and self-assessment skills).

5) The methods supporting the principles of critical thinking have been implemented and approved in the didactic model thus supporting integrated approach, which demonstrates the interdependence between chemistry and other natural sciences.

Practical significance of the Research

1) On the basis of result quality evaluation criteria and questionnaire data, the most appropriate forms of work have been established: working with small groups, increasing the proportion of practical work, providing multiple study materials for independent work, both in face-to-face and remote forms.

2) An evaluation tool (tests and their evaluation criteria) has been developed within the framework of the didactic model for assessing the usefulness of methods based on the principles of critical thinking in the course of medical chemistry. Also, critical thinking levels in the course of medical chemistry have been argued and developed.

3) First study year students' self-assessment skills have been compiled and evaluated.

As a result of the study, it is justified, when implementing the principles of critical thinking in the medical chemistry course, students understand the necessity of analysing and evaluating information in their education. While developing the didactic model of the medical chemistry course for medical specialty students, their various prior knowledge in chemistry, self-organizing skills and learning experience were considered. Based on the evaluation of the methods of the didactic model of the medical chemistry course in the

questionnaires at the end of the semester, and student result quality evaluation indicators over nine years, the following pedagogical activities are more appropriate:

- The learning of scientific-based research methods involving theory selection, their multiple practical testing, statistical output processing, analysis and conclusion.
- Worksheets with specially prepared tasks, for the solution of which a student should assess the truth, accuracy, errors or inconsistencies of the facts offered, i.e. development of problem-solving skills based on the principles of critical thinking.
- Developed study material “General Chemistry” provides students with the basic information, thus giving them more time to analyze illustrative facts or study alternative literature. The content of the course contained in the study material “General Chemistry” fulfils the function of “work material”. It responds to the individual needs of students because it is self-modifiable, according to the objectives, experience and level of knowledge of each student.

Presentation of study results at scientific conferences

1. Rīga Stradiņš University International COVID-19 Conference: “Impact, innovations and planning”. Rīga, Latvija 2022. gada 28. – 29. aprīlis. Referāts: *More effective information layout options in medical chemistry course.*

2. Rīga Stradiņš University International Conference Research week 2021: University Teaching and Learning. Rīga, Latvija 2021. gada 24. – 26. marts. Referāts: *Advantages and disadvantages of distance-learning process in RSU medical chemistry course.*

3. International Scientific Conference. Society. Integration. Education. Rezekne, Latvija 2020. gada 22. – 23. maijs. Referāts: *Didactic model based on principles of critical thinking.*

4. International Scientific Conference. Society. Integration. Education. Rezekne, Latvija 2019. gada 24. – 25. maijs. Referāts: *Medical Students' Preparation for Analysis of Study Materials in the Chemical Course.*

5. Rīga Stradiņš University International Conference on Medical and Health Care Sciences Rīga, Latvija 2019. gada 1. – 3. Aprīlis. Referāts: *Worksheets as an example of information structuring in chemistry studies.*

6. International Conference for Academic Disciplines. Budapest 2018. gada 24.- 27. jūlijs. Referāts: *Role of visualization in knowledge integration within chemistry course.*

7. Rīgas Stradiņa universitātes zinātniskā konference. 2018. gada 22. - 23. marts. Referāts: *Vizuālā informācija ķīmijas kursā.*

8. Rīgas Stradiņa universitātes zinātniskā konference. 2017. gada 6. - 7. marts. Referāts: *Medicīnas fakultātes pirmā studiju gada studentu sekmība medicīniskās ķīmijas kursā kā studentu mācīšanās pieredzes rādītājs.*

9. Rīgas Stradiņa universitātes zinātniskā konference 2016. gada 17.- 18. marts. Referāts: *Kritiskās domāšanas metožu izmantošana informācijas analīzē.*
10. ATEE Spring Conference 2015. gada 8. maijs. Referāts: *Analysis of problem-situations and problem-solving skills as a decision making model.*
11. I International Baltic Symposium on Science and Technology Education, BalticSTE 2015. gada 15 – 18. jūnijs. Referāts: *Usage of critical thinking principles in medical chemistry course.*
12. International Conference for Academic Disciplines at Anglo-American University (AAU), Czech Republic, 2014. gada 10 - 13 jūnijs. Referāts: *Didactic substantiation for the use of critical thinking methods in the chemistry course of medical education.*
13. VIII IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe 2011. gada 30. novembris – 3. decembris. Prezentācija un publikācija: *Usage of Critical Thinking Strategies in Medical Chemistry Course.*
14. Starptautiska zinātniskā konference Sabiedrība, integrācija, izglītība. Latvija Rēzekne 2011. gada 27. – 28. maijs. Referāts: *Use of complex Didactic Methods during Studi Process as a Prerequisite for developing a critical Approach towards Information Analysis*
15. Daugavpils Universitātes 52. starptautiskās zinātniskās konference 2010. Gada 14.-17. aprīlis. Referāts: *Medicīnas studentu kritiskās domāšanas pilnveide vispārīgās ķīmijas kursā.*
16. 4th International Conference Research in Didactics of the Sciences (DidSci) Krakow, Poland. 2010. gada 7. – 9. jūlijs. Referāts: *Development of Critical Thinking for Medical Students in Chemistry Course*
17. 16th International Scientific Conference, Latvia University of Agriculture (LLU). 2010. gada 19 – 21. maijs. Referāts: *Development of Critical Thinking for Medical Students in Chemistry Course.*
18. Starptautiska zinātniskā konference Sabiedrība, integrācija, izglītība. Latvija Rēzekne 2009. gada 27.-28. februāris. Referāts: *Development of Critical Thinking for Medical Students in General Chemistry Course.*
19. ATEE Spring University Teacher of the 21st Century: Quality Education for Quality Teaching 2008. gada 2.-3. maijs. Referāts: Patstāvīgas studēšanas prasmes un kritiskā domāšana kā galvenie nosacījumi uzsākot studijas.

Publications in scientific peer-reviewed editions and conference materials

- 1) Kazuša, I. (2021). Advantages and disadvantages of distance-learning process in RSU medical chemistry. Proceedings of the Rīga Stradiņš University International Conference Research week 2021: University Teaching and Learning. Riga, Latvia. 2021, March 24 – 26. DOI: <https://doi.org/10.25143/rw2021.uniteach.abstracts-book>

2) Kazuša, I. (2020). Didactic model based on principles of critical thinking. Proceedings of the International Scientific Conference. Society. Integration. Education. Rezekne, Latvia. 2020, May 22 – 23. DOI: <http://dx.doi.org/10.17770/sie2020vol1.4943>

3) Kazuša, I. (2019). Medical students' preparation for analysis of study materials in the chemical course. Proceedings of the International Scientific Conference: Society, Integration, Education. Rezekne, Latvia. 2019, May 24 – 25. DOI: <http://dx.doi.org/10.17770/sie2019vol1.3979>

4) Kazuša, I. (2019). Worksheets as an example of information structuring in chemistry studies. Rīga Stradiņš University International Conference on Medical and Health Care Sciences. Riga, Latvia. 2019, April 1 – 3. Available: https://conference2019.rsu.lv/sites/default/files/documents/knowledge_for_use_in_practice_abstracts_rev.pdf

5) Kazuša, I. (2017). Successful acquisition as an indicator of learning experience for the first study year students on medical chemistry course in the Medical faculty. Proceedings of the Rīga Stradiņš University Scientific Conference. Riga, Latvia. 2017, March 6 – 7.

6) Kazuša, I. (2016). Usage of critical thinking methods in information analysis. Proceedings of the Rīga Stradiņš University Scientific Conference. Riga, Latvia. 2016, March 17 – 18.

7) Kazuša, I. (2016). Analysis of problem-situations and problem-solving skills as a decision making model. Proceedings of the ATEE Spring Conference. Riga, Latvia. 2015, May 8. Available: <https://www.cambridgescholars.com/resources/pdfs/978-1-4438-1100-2-sample.pdf>

8) Kazuša, I. (2015). Usage of critical thinking principles in medical chemistry course. Proceedings of the I International Baltic Symposium on Science and Technology Education, BalticSTE. Sialulia, Lithuania. 2015, June 15 – 18.

9) Kazuša, I. (2014). Didactic substantiation for the use of critical thinking methods in the chemistry course of medical education. *International Journal of Arts & Sciences*. 07(02):573–584. ISSN: 1944-6934. Available: <http://www.universitypublications.net/ijas/0702/html/P4G210.xml>

10) Kazuša, I. (2014). Medical chemistry course result quality evaluation criteria and corresponding critical thinking levels as evaluation parameter. Conference Proceedings 21st Century Academic Forum Conference at Harvard 2014. Vol.1. No.1. ISSN: 2330-1236. Available: http://www.21caf.org/uploads/1/3/5/2/13527682/kazua-hrd-conference_proceedings.pdf

11) Kazuša, I. (2012). Usage of critical thinking strategies in medical chemistry course for a future doctor. *Problems of Education in the 21st*

Century. No. 41. April. ISSN: 1822-7864. DOI: <https://doi.org/10.33225/pec/12.41.18>

12) Kazuša, I. (2011). Usage of Critical Thinking Strategies in medical chemistry course. Proceedings of the VIII IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe. 2011, November 30 – December 3. Available: https://www.apgads.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/apgads/PDF/LUR-778_Kimija_01.pdf

13) Kazuša, I. (2011). Use of complex didactic methods during the study process as prerequisite for developing critical approach towards information analysis. Proceedings of the International Scientific Conference: Society, Integration, Education. Rezekne, Latvia. 2011, May 27 – 28.

14) Kazuša, I., Nokalna, I., (2011). Improving critical thinking for medical students on a general chemistry course. Proceedings of the 52nd international scientific conference of Daugavpils University (2011), Part B Reports on Research. Available: https://dukonference.lv/files/proceedings_of_conf/zinojumi_par_petijumiem_5_2konf.pdf

15) Kazuša, I. (2010). Development of critical thinking for medical students in chemistry course. Proceedings of the 4th International Conference Research in Didactics of the Sciences. Krakow, Poland. 2010, July 7–9.

16) Kazuša, I. (2010). Development of critical thinking for medical students in chemistry course. Proceedings of the 16th International Scientific Conference, Latvia University of Agriculture (LLU) (now: Latvia University of Life Sciences and Technologies). 2010, May 19 – 21. Available: https://www2.llu.lv/research_conf/Proceedings/16th_volume2.pdf

17) Kazuša, I. (2009). Development of critical thinking for medical students in general chemistry course. Proceedings of the International Scientific Conference: Society, Integration, Education. Rezekne, Latvia. 2009, February 27 – 28.

18) Kazuša, I. (2008). Independent study skills and critical thinking as key conditions for starting studies. Proceedings of the ATEE Spring University Teacher of the 21st Century: Quality Education for Quality Teaching. 2008, May 2 – 3. Available: https://dspace.lu.lv/dspace/bitstream/handle/7/2941/ATEE-2008_9-session.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Didactic provision of the study

Kazuša, I. (2021). *General chemistry for medical chemistry course: educational material*. (14.ed.) Rīga Stradiņš University.

Theses for the defence

Critical thinking skills acquired in medical chemistry will also influence the quality of future studies, as their universal nature is not limited to one science. Critical thinking, which develops skills to formulate personal opinion, seek the necessary information and assess the quality of this information as objectively as possible, is essential in medical education at all stages of the study process and in further professional activities.

Using the didactic model of medical chemistry, one can change the accents in the study process from finding phenomena to understanding them and developing a systemic view. The developed didactic model is based on a general didactic combined with a chemistry didactic, including the study's organizational forms, theoretical causality and indirect (non-emphasised or integrated) methods based on the principles of critical thinking. The task of the didactic model is to carry out medical chemistry course studies that improve both the construction of chemistry knowledge, and students' learning experience and critical thinking. The ideational basis of the didactic model applies the principles of developing critical thinking, which are important for students of the first study year, to be implemented in all situations of the medical chemistry course, and are also universal in future education and professional activities. The principles of critical thinking in studies are implemented in a practical way as fundamental methodological concepts.

The results of the empirical longitudinal study demonstrate that the didactic model based on the principles of critical thinking is successful for the implementation in the medical chemistry course in face-to-face and remote studies. Certain hypothesis positions were confirmed. While implementing the didactic model of the medical chemistry course based on the principles of critical thinking, the acquisition of medical chemistry is more successful if:

- students learn to link theory with practice, i.e. if theories are validated in practical experiments which results are statistically processed and analyzed;
- students identify and justify the need to develop information analysis skills in line with critical thinking principles;
- the provided problem-solving process facilitates the selection, analysis, detection, evaluation and correction of facts to be learned;
- there are clear assessment criteria and students are self-assessment and reflexia-oriented.

CONCISE DESCRIPTION OF THE DOCTORAL THESIS

1. The topicality of the content, forms and methods of medical chemistry studies in medical education

The first part of the promotion work describes the study environment, the diversity of study forms and methods in medical education, demonstrating the potential opportunity to integrate the medical chemistry course into other theoretical and clinical courses. Updating the cross-sectoral link improves the quality of studies by broadening the vision of prospective professionals. The didactic model developed is based on an education system in which the different options for acquiring knowledge and the methodology for developing critical thinking, which changes the structure of cognition as a mental activity, are essential. Gaining the real clinical experience motivates students by raising their sense of responsibility, but there is also a need for basic knowledge to be gained through theoretical courses in the first years of studies.

The appropriateness of the methods based on the principles of critical thinking and the variants of their combinations depend on the objectives pursued. Reading the offered materials, videolectures, using an electronic environment are effective in acquiring knowledge, solving problems, but do not produce results in acquiring practical experience and building skills. However, discussions and workshops create a positive emotional atmosphere and are sufficiently effective and meaningful in engaging students in the cognitive process.

The study analysed the theoretical rationale behind the methods used in higher vocational education and situations where methods are effective and possible for use in medical chemistry studies. Study programmes of the RSU Faculty of Medicine are implemented using both traditional study forms of organisation in higher education institutions, as well as the optimal options for theoretical and practical studies are sought.

2. Theoretical assessment of critical thinking principles for medical chemistry studies

2.1. Basic concepts of critical thinking

The second chapter analyses critical thinking from the perspective of different theoretical positions, as well as considers the contexts of different disciplines. Critical thinking can be described as a set of many skills that are in constant development rather than just individual skills. The historical evolution

of the concept of critical thinking has been extensively studied and described in many books and publications. As there are many options for interpreting critical thinking that sometimes complement each other or compete with each other, it is necessary to clarify what rationale supports the creation of the didactic model in the given study. Therefore, the concept of critical thinking which defines the conceptual framework of the study was defined: Critical thinking in medical chemistry studies is analyzing, evaluating, and integrating information into one's experience, avoiding prejudice, and recognizing the limits of one's knowledge. This is targeted evidence-based thinking that allows problems to be solved, facts interpreted using objective and reliable data to make informed decisions.

2.2. Principles of critical thinking

The principles of critical thinking are based on the organisation of the education process, the criteria for acquiring knowledge and students' contribution evaluation criteria are included in the developed didactic model. From the principles of critical thinking development described in the literature, those relevant to students of the first study year were chosen to be implemented in all situations of the medical chemistry course. The principles of critical thinking in studies were implemented in a practical way as fundamental methodological concepts.

The didactic model of the medical chemistry course and the methods for its implementation were based on the following principles:

1) One of the basic principles of critical thinking is to move towards a clear and justified objective. Students who think critically seek to understand not just what they're learning, but why. (Paul, Elder, 2011). This is the critical reason that gives students an understanding not only of the nature, goals, scope and limitations of knowledge, but also enables them to better understand themselves as an individual and professionally (Dunne, 2015). Critical thinking is focused, reasoned and motivated (Halpern, 1998). Motivation and the need for knowledge are key for setting the objective and moving towards the desired study outcome.

2) Principle of selection and analysis of information. Critical-minded students search for information pertaining to the issues and challenges to be addressed, as well as analyze and evaluate information used by others (Paul, Elder, 2011). It can also be called the principle of informative adequacy for an easier apprehension (Dunne, 2015), which includes skills to criticise sources of information, their accuracy and reliability (Jahn, 2012). Critical thinking is the ability to evaluate facts using existing analytical skills and aiming to improve them. The analysis of information is the recognition and use of individual

elements to draw reasoned conclusions or to raise hypotheses (Persky et al, 2018). In order to be able to assess information adequately, analytical thinking criteria need to be known. Critical questions allow one to verify the credibility, logic, and the implications of content (Jahn, 2012). Critical thinking skills include both selection, analysis and conclusions of information and informed decision-making.

3) Critical thinkers admit problematic concepts, distinguish facts from interpretations, opinions or prejudices (Paul, Elder, 2011) by analysing any situation from several aspects and seeking confirmation. Evidence is key to distinguishing facts from opinions. The facts come from qualitative observations or quantitative evidence (Nardi, 2017). In assessing the prerequisites and thinking directions on which opinions are based, and considers the veracity thereof, educatees critically reflect on the logical correctness of the facts, as well as the social norms on which they are based. It is particularly well-suited to group discussions and controversy analysis (Jahn, 2012). Students lack experience in supporting or rejecting evidence, judging and self-judging without understanding criticism as a thought operation. To this end, various exercises are designed to draw students' attention to analysing the veracity of statements and conclusions by developing the ability to distinguish context-based assumptions from unfounded stereotypes or prejudices. It is emphasized that the content of the medical chemistry course is to be viewed in a broader context, as it is essentially about human life and health. Student activities are organised in such a way that they engage step by step in an ever-deeper analysis of situations and gradually arrive at true conclusions, finding errors, inaccuracies and inconsistencies.

4) Critical thinkers recognize the limits of their knowledge. It is the principle of intellectual humility (Elder, Paul, 2012), which characterises a responsible thinker who is honestly minded and has a strong base of morality, ethics and values. Using critical thinking skills, people are able to better determine the value and meaning of information when making decisions (King, 2017). Intellectual humility relates to previous knowledge, thinking styles, interrelationships and learning goals that can contribute to learning new knowledge (Krumrei-Mancuso, et al., 2020). Intellectual humility means knowing one's bias and prejudice by exposing their promiscuous beliefs, misconceptions or prejudices, acknowledging mistakes and changing one's mind in the face of more competent reasoning. Recognizing one's intellectual limitations also improves personal decision-making. This avoids creating false beliefs by objectively assessing information that may differ from student's current perceptions if they are not based on facts.

5) Critical thinkers identify and apply the most important ideas when reading texts. Critical thinkers use writing as a tool for an in-depth understanding of the interrelationships of concepts in texts (Paul, Elder, 2012).

As they read, they see the text as a verbal representation of the author's thinking, but as they write they try to present their thought in the most accessible way (Paul, Elder, 2002). The necessary information can be obtained by developing skills to read, listen to, evaluate arguments and predict the consequences of the claim (Moore, Parker, 2012). As opposed to dynamic discussions where the time factor for thinking is limited, there is an opportunity to make an independent assessment through mature insights when writing (Jahn, 2012). Written explanations in sciences develop thinking, drive student cognitive processes and reflexia about their studies (Klein, Dijk, 2019). Writing requires at least a minimally developed level of abstract thinking. In this regard, written speech differs from oral speech in the same way as abstract thinking from visual. Written text allows one to reread it if one does not understand it, but it lacks the live dialogue link with the reader, so the comprehension process cannot be corrected.

Critical thinking principles allow systemic development of student's critical thinking in medical chemistry classes, to draw their priorities in studies. In addition, all principles are interlinked. Knowledge of these principles makes it possible to generalise, analyse, substantiate and draw conclusions when dealing with information. The principles listed are the unifying element between fundamental philosophical and psychological concepts and specific instrumental actions of the didactic model, to be implemented by methods tailored to each situation.

Critical thinking is understood as a general competence and a set of defined abilities that manifest itself not only as an area-specific skill. Critical thinking transcends certain limits of discipline, allowing a person to think in a broader context (Indrašienė et al, 2021). While all academic disciplines lay down fundamental principles of critical thinking, it must be assured that implicit rationale for critical thinking also makes sense in context (Paul, Elder, 2001).

As situations change, the importance of basic concepts and student's ability to recognise and use them in new settings becomes more important. The theoretical justification of critical thinking is not emphasised when planning and designing the course of classes in the medical chemistry course, but principles are implemented in didactic model methods.

2.3. The importance of critical thinking in medical education

This chapter analyses information on existing approaches to medical education in the context of critical thinking traditions. Summarising the information gained from literature analysis, it can be concluded that critical thinking ideas and methods partly differ in humanitarian and natural science courses. In many humanitarian study programmes, critical thinking can be

taken as a separate course, but indirect learning is also possible as a subordinate method for studying some natural science or humanitarian courses. Critical thinking is essential at all stages of medical studies and further professional activities, as it is not possible to work without ability to analyze, compare, generalise or deny and change an opinion. It builds a personal analytical view of the world, develops the ability to argument an opinion, seek the necessary information and objectively assess its quality.

Critical thinking studies in medicine vary among medical student's, doctors who carry out research work and those who are educators. Key recommendations for healthcare professionals:

- to distinguish as accurately as possible the desired skills from those required in clinical practice;
- develop objectives, main content and appropriate study methodologies;
- define a problem and ask questions to argument the solution process;
- select the most objective evidence to support critical judgments in problem-solving;
- predict, detect, prevent and correct errors at any stage of patients` healthcare or scientific work (Jenicek, 2006).

Critical thinking is a prerequisite for an objective assessment of the information contained in evidence-based medical databases. student's should acquire the new information structuring skills that can be achieved by working in a specially organised study environment with the most appropriate methods.

3. Didactic model based on critical thinking principles for the course of medical chemistry

3.1. Didactic models and their constituent components

This chapter analyses and summarises didactics, as tasks subordinate to pedagogy structure, current issues, as well as historical experience used in the didactic model of medical chemistry studies. While forming the didactic model of a course in medical chemistry, “crossings” (based on universal intellectual values) between general didactic guidelines and critical thinking principles were sought. The didactic model is one of the core elements of the education process, the purpose of which is to organise the study process for achieving educational objectives. The didactic model, based on the principles of critical thinking, makes it possible to improve the study process in such a way that combining traditional face-to-face study methods with online methods allows to achieve the maximum positive effect.

3.2. Theoretical justification for the didactic model of the medical chemistry course

The description of the established didactic model includes an analysis of the methods based on the principles of organizational form of study work, theoretical causality and critical thinking. Theoretical didactic concepts outline key guidelines at the level of scientific ideas, approaches and principles. The didactic model for taking a course in medical chemistry has been developed on the basis of ideas of systemism, critical constructivism and cognitivism, as well as humanistic and student-centric approaches.

The systemic approach allows the content of a study course to be perceived as a whole, gaining a broader view and increasing the level of abstraction.

A systemic approach to identifying phenomena needs to take place at the level of intent. Systemicity tends to address problems in a disciplined, orderly and systematic way (Weatherspoon, Phillips, & Wyatt, 2015). The university's mission today is to offer student's systemic knowledge of human natural relations with the environment, culture, society, country, the formation of universal human values in the world, relations with others (Jahn, 2012).

The humanistic and student-centric approach gives an individual character to the education process, which is important in developing student's critical thinking skills as the personal qualities of each individual. The methods, content delivery and study pace of the didactic model based on critical thinking principles is adjusted to student's individuality, abilities and needs. The more an educator is open to interacting with student's using communication as feedback, the more effective the potential for developing critical thinking self-regulation can be realized.

Constructivism theory describes knowledge as inextricably linked to the context in which it is constructed and used. The context includes the study environment, objectives and situations where learning takes place. By combining ideas already known, individuals build understanding in different ways based on their past experiences, beliefs and perspectives.

Cognitive theories aim to explain how mental processes (attention, perception, memory, learning) are organized and how they work in didactic models.

The critically constructive didactic model offers cognitive engineering techniques for creative learning of study content, encouraging student self-determination. In the critically constructive didactic, learning is subject to designing processes influenced by physiological, neuronal, cognitive and social processes.

The didactic model based on the critical thinking principles (Figure 1) combines basic elements of chemistry didactic and critical thinking

development methods for improving student's information analysis and assessment skills as well as reasoning and problem-solving skills.

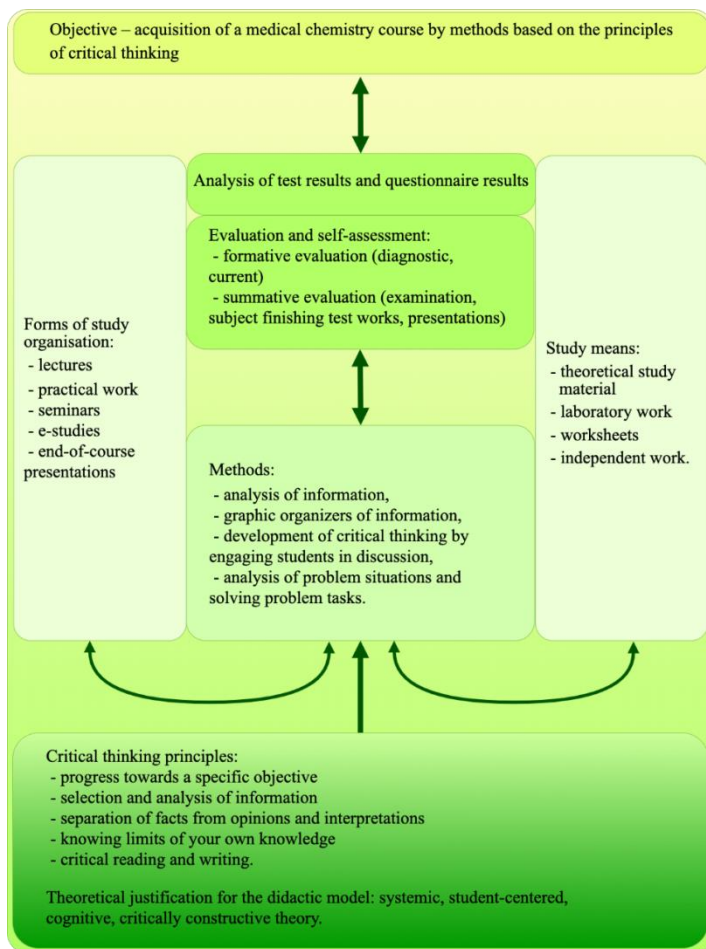


Fig. 1. The didactic model based on critical thinking principles for the acquisition of a medical chemistry course (author`s structure)

Parallel to general didactic principles, critical thinking principles play a key role (Ennis, 1996, 2011, Moore, Parker, 2012, Halpern, 1998, Huitt, 2006, 2009, Paul, Elder, 2002, 2011, 2012, Dunne, 2015, King, 2017, Jahn, 2012, 2018, Persky et al, 2018, Krumrei-Mancuso, et. al., 2020, Indrašienė et al, 2021).

- Moving towards a specific objective.
- Principle of information selection and analysis.
- Principle of respect for fundamental consistency. Distinguishing facts from interpretations, opinions or prejudices.
 - Understanding the boundaries of one's knowledge or the principle of intellectual humility.
 - Critical reading and writing principle.

The didactic model focuses strongly on the flexible and coherent functioning of content and methods in response to situational changes in the study process. Didactic model components are:

- objective – acquisition of a medical chemistry course using methods based on principles of critical thinking;
- content – medical chemistry course;
- forms of study organisation – lectures, practical work, face-to-face (in an auditorium or laboratory) and online seminars, etc.;
- study means – theoretical study material, worksheets, videos, laboratory work, etc.

At the same time as the principles of critical thinking and general basic principles of didactics, the narrowly inherent differences in chemical didactics were also followed, which reflect in the specific way of material delivery and current examples for medical student's.

While implementing the didactic model of the medical chemistry course in practical terms, the author worked on the unity and continuity of the constituent components (content, form, means, methods, results). There are interactions between the objective, content and methods of education: the objective determines content and methods, but the degree of achievement of the objective depends on methods and content – the result. The developed didactic model envisages not only the regulatory role of the education process, but also the choice between different didactic methods.

3.3. Methods based on critical thinking principles

The developed didactic model for taking a course in medical chemistry is implemented using methods based on critical thinking principles (Figure 2):

- Developing critical thinking by analysing information;
- Developing critical thinking by engaging student's in discussion;
- Graphical organizers of information as a method of structuring information;
- Solution of problem tasks and the analysis of problem situations
- Evaluation and self-assessment.

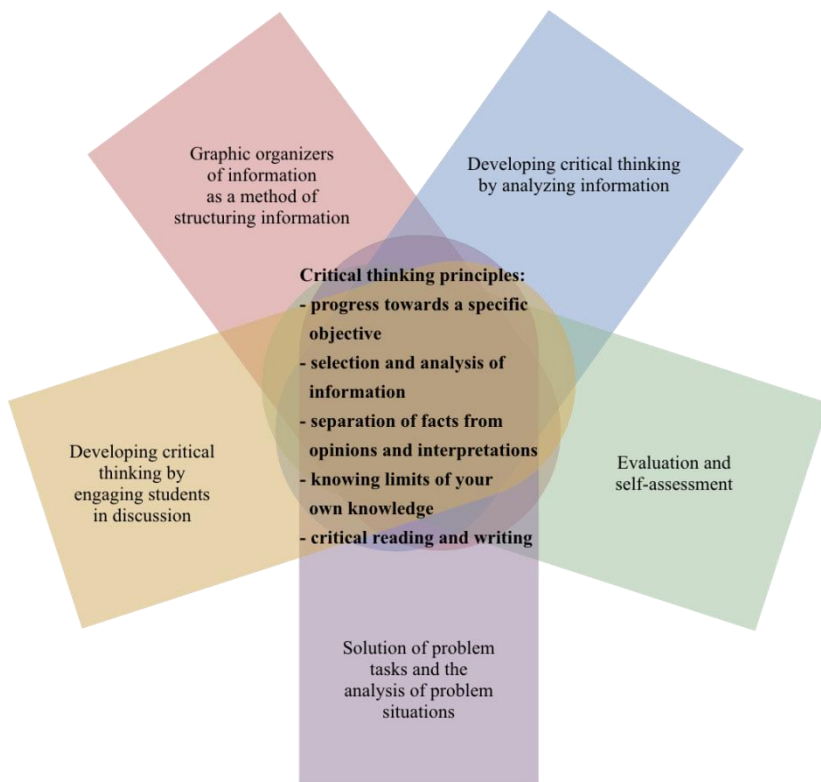


Fig. 2. Methods based on critical thinking principles (author`s construction).

The usefulness of the didactic model based on the principles of critical thinking was evaluated according to the achieved study results - the success levels of students in the subject final papers and the final test paper - in the exam, as well as according to the results of student questionnaires at the beginning and end of the semester. Theoretical knowledge is reflected in the study results - the study course material is understood and mastered, students are able to use their knowledge in solving situations and tasks included in the study course program, using critical thinking skills. These are a selection of information, reasoning, analysis of facts, evaluation, the juxtaposition of opinions and problem-solving. Improved experimental skills, theoretically justifying the experiment to be performed, recording observations and measurements and evaluating the obtained results in detail.

4. Tests and their evaluation as components of the didactic model

4.1 Tests in medical chemistry studies

Chapter four describes test work for assessing acquired knowledge and individual critical thinking skills. Through the study process, evaluation serves as a feedback between a student and an educator, showing student's personal accomplishments, motivating them to adjust their studies. Test work conforming to study objectives and planned study results, and types of evaluation of study achievements were developed: tests, analysis of laboratory work, interpretation of graphs, solving tasks of differentiated complexity, presentations, independent individual or group work (on worksheets), solving problem tasks, analysis of laboratory work, open questions and theoretical justifications.

4.2. Criteria and indicators for evaluating tests in medical chemistry studies

For students of the first study year, critical thinking as a comprehensive competence, which could be attributed to a wide range of problem and situational analyses, cannot yet be assessed. Some aspects of critical thinking used in medical chemistry studies were assessed – specific skills in problem-solving, ability to compare options offered by themselves and others, effectiveness of student information analysis and self-assessment. The achieved study results were evaluated according to the developed result quality evaluation criteria and their indicators for the medical chemistry course material, which are reflected in the student's result quality in the final work when finishing topics, as well as in the final tests – examination and questionnaires. The evaluation criteria developed serve as a reference point for the student's self-assessment and for the planning of the time spent on learning thus determining study priorities. More important than knowledge of individual facts is the ability to analyse problems, assess information, adequately assess their knowledge and identify objective limitations. Knowledge of the evaluation criteria is the essential condition for adequate control of the course acquisition level during the term. The assessment to be obtained in the final test conforms to the indicators of the quality criteria for acquisition of the material of the medical chemistry course (theoretical knowledge, experimental skills, task solving skills).

4.3. Role of self-assessment in medical chemistry studies

By improving students' self-assessment and self-examination skills as part of the overall assessment process, students become more aware of the assessment criteria and the structure of their test work. Self-assessment as a valuable activity is a necessary part of the learning process, as it promotes motivation to learn, while self-assessment as a reflexion contributes to awareness of existing objectives and adjustments in the course of studies.

5. Research results obtained by the didactic model based on critical thinking principles

5.1. Methodology and development of empirical study

During the ascertaining finding phase of the study, analysis of the situation was performed, the most effective forms of work or disruptive factors were clarified, as well as the perception of studies by medical students and their motivation to take a medical chemistry course. The motivation to study medicine and the role of chemistry in these studies was justified by students in small anonymous essays. In order to determine the development of study experience of respondents and possible change of motivation, essays were written at the beginning of the term and supplemented at the end of the term. The ascertaining finding outlined the student learning experience, which was further refined by choosing learning methods, work organizational forms and assessment options. Based on the results of the analysis of these essays, questionnaires were formulated for further examination of the situation.

During the formation phase the analysis and interpretation of the information gathered during the 2008-2011 study year questionnaires formed the basis for the planning of measures to improve or transform the education process. In order to reduce the probability of biased responses, a number of questions were formulated to clarify one parameter. During the formation phase, the hypothesis of the study was raised and clarified during the work process, the obtained data were systematised and analysed, the pedagogical conditions of chemical studies were specified: educational activities, organizational forms, methods and means, and psychological atmosphere and personal experience consisting of creative, cognitive and emotional components. At the final stage of the study (2012-2019), working methods for determining the usefulness of study material and the didactic model based on

critical thinking principles in face-to-face studies were adjusted. The study compared two variables: student questionnaire responses at the start of the term and student responses at the end of the term. Questions relating specifically to learning experience at school and university were not asked in the same form both at the beginning of the term and at the end of the term. At the start of the term, for example, students were not yet able to evaluate the study materials offered, so questionnaires included questions about students' previous experience in information analysis.

The improved questionnaires and student surveying at the beginning and the end of the term became separate steps in proving the hypothesis raised. Between 2012 and 2018, 1,200 questionnaire results were collected to give an idea of the effectiveness of the didactic model in face-to-face studies. For the evaluation of worksheets in the 2018/2019 academic year, the questionnaire included previously used questions as well as clarifying ones. The questionnaire was conducted only at the end of the semester and included 144 respondents. The results of this questionnaire were included in the statistical calculations reflecting only term end data. In a final study conducted during 2020-2022 academic years, the analysis of 138 student questionnaires demonstrated the effectiveness of this model in remote studies as well.

At the end of the study (2020-2022), while working remotely it was no longer possible to conduct the questionnaire twice a term as student's responsiveness to completing the questionnaires remotely was insufficient. Respondents were asked to fill the questionnaires at the end of the term. The questionnaires consist of a number of undivided groups of questions which provide quantitative data on the statements made in the hypothesis:

While implementing a didactic model based on critical thinking principles, the acquisition of a medical chemistry course is more successful if:

- students learn to associate theory with practice, i.e. if theories are validated with practical experiments which results are statistically processed and analyzed;
- the need to improve information analysis skills in accordance with critical thinking principles is identified and justified;
- problem-solving offered to students focuses on selection, analysis, detection, evaluation and correction of facts to be learned;
- there are clear assessment criteria and students are self-assessment and reflexia-oriented.

At the final stage of the study, the results of the questionnaire analysis were interpreted and showed the current tendencies. During seven years, on the basis of the questionnaire results, the relevance of the established overall relations to hypotheses was analysed, working methods were adjusted and the effectiveness of the study material and the didactic model based on the principles of critical thinking was clarified. The results of the studies achieved

were determined according to the developed criteria for the acquisition of medical chemistry study material and the critical thinking levels corresponding thereto, and demonstrated by the results of the questionnaire and the student achievements in the final test work.

5.2. Study results on the role of chemistry course in doctor education at RSU and LU

The ascertaining study was carried out in order to examine the importance of the chemistry course in medical education for students of Rīga Stradiņš University (RSU) and University of Latvia (LU) Faculty of Medicine. At this stage of the study, 137 students of the first study year at the RSU Faculty of Medicine analyzed the course of medical chemistry in essays which results were analyzed by a method of content analysis, while 175 (RSU) students of the first study year and 45 students of the first study year at the LU Faculty of Medicine participated in the questionnaire. Quantitative study methods were used to analyse questionnaires.

At the ascertaining stage of the study 137 students of the first study year of the Faculty of Medicine of Rīga Stradiņš University (RSU) wrote an essay “Chemistry in the Education of the Future Medical Practitioner” at the beginning of the term and at the end of the term.

5.3. Research of the didactic model based on critical thinking principles in RSU Medical chemistry course

The study analysed the medical chemistry study process in the long term in only one university. Analysis of empirical study data leads to the conclusion of the results of the didactic model as a whole and for each method separately.

- Analysis of the questionnaire (2012-2019) results showed that indirect (unemphasized, integrated) critical thinking methods of the didactic model, and course content as context, provide an opportunity to analytically view any phenomenon from different perspectives. During the term, students developed a skill to embrace relations and find contact points of information in the content of one or more courses to be studied. This is the construction of knowledge based on interdisciplinary information. The number of affirmative answers prevail in questionnaires about the statements of interdependence between study courses ($p = 0.028$; $p < 0.05$ and $p = 0.012$; $p < 0.05$) demonstrates respondents' skills in embracing relations and finding contact points for information when constructing new knowledge. At the beginning of the term,

50%-61% of students agreed with the statement that any course should be taken also relying on the knowledge of other subjects. At the end of the term, this statement, specified about the medical chemistry course, receives higher student support as 73%-75% of respondents agree.

- By emphasising the essential aspects of study material and, by integrating them into existing knowledge, learning is transformed into meaningful studies. This is demonstrated by the positive response to the statement in the questionnaires on the importance of personal learning experience. At the beginning of the term ($p = 0.00$; $p < 0.05$) and at the end of term questionnaires ($p = 0.035$; $p < 0.05$) respondents *Yes* answers are predominant.

- Tests were analysed to describe analytical skills, which showed the extent to which students understand general relations and use them in explanations of specific phenomena. The results were compared to those of the questions to be reproduced. Information analysis skills improved as students became more interested in identifying relations in the new information. During the term, student's skill in screening new facts or interpretations improved, through assessing the credibility of information sources. The p-value of term beginning data was $0.23 > 0.05$ and the p-value of term end questionnaire data was $0 < 0.05$, which led to the conclusion that the number of positive responses was increasing. Finding contradictions in the analysis of information is as important as finding relations, but for students of the first study year this skill is not sufficient yet.

- Studies is an active process in which new information or evaluation of information already known can change students' opinions. Recognising the limits of your knowledge is in line with the principle of intellectual humility. In order to examine students' willingness to reveal their flawed views, admit mistakes and change their minds in the face of more competent reasoning, questionnaires included a statement: *I change my mind by learning new facts. In respondents' replies at the beginning of the term* ($p = 0$; $p < 0.05$) and at the end of the term ($p = 0.0402$; $p < 0.05$), the *Yes* option prevails.

- The questionnaires compared different options for presenting the content of the course of medical chemistry (abridgment type, broad or analysable, and schematic, quick for visual perceivance). Respondents' predominantly chose the option *New information should be schematic and visually quick to perceive at the beginning and end of the term*. The affirmative answers at the end of the term are for the most of students (91% - 97%).

- Practical and laboratory work in small groups improves experimental skills. The analysis of results and errors enhances not only practical skills but also personal responsibility for results. In questionnaires conducted at the end of the term, 92-97% of students agree with the statement *In laboratory works, theoretical material in chemistry is confirmed with practical experiments, the*

results of which are statistically processed and substantiated, while 94-98% have become acquainted with the nature of different research methods through the laboratory work carried out in the chemistry course.

- Solution of problem tasks is the use of theoretical information in practical situations that demonstrates student's ability to look at things from a different perspective beyond the boundaries of a particular topic, in a broader context. At the beginning of the term ($p = 0.19$; $p > 0.05$), the number of *yes/no* responses from respondents did not differ significantly. The number of *yes/no* responses from respondents varied significantly when comparing the results of the end of term questionnaire ($p = 0.0014$; $p < 0.05$). The respondents' response option *Yes* at the end of the term is prevalent.

- The analysis of test results reflects a correlation between task solving skills and successful acquisition. The most successful students deal with the challenges to a significantly greater extent. Result quality indicators do not exceed 80% of fully resolved task scores, but the questionnaire results show steadily that 80% - 84% of students are interested in finding a solution to problems. The stable positive response rate in the questionnaires at the end of the term is a proof to the fact that the different experience in solving problems does not prevent students from working with the challenges offered by the medical chemistry course.

- The results of the questionnaires made it possible to recon the importance of the assessment criteria impartiality and adequacy as they are essential for the development of student's self-assessment skills. A significant number of 82% - 100% agree that self-assessment as a valuable activity is a necessary part of the study process, but there has been no evidence of improvement in self-assessment during the term. Unfortunately, during the first term it is not possible to talk about adequate self-assessment as an opportunity for students to boost the productivity of their studies by improving their personalities. The self-assessment criteria were systematized in a decreasing order according to their importance. For the analysis of study year 2012/2013 data, the Spearman rank correlation coefficient was $r_s = 0.47$ and $p = 0.089$, i.e. $p > 0.01$, thus demonstrating that the relationship between the two variables should not be considered statistically significant. This means there is no statistically significant correlation between the criteria given by students at the start of the term and at the end of the term. In the 2017/2018 study year data analysis, Spearman's rank correlation coefficient was $r_s = 0.82$ and $p = 0.00032$, i.e. $p < 0.01$, which demonstrates a statistically significant correlation between the criteria named by students at the beginning of the term and at the end of the term. During the term, the importance of the positive assessment from an educator remains for 88% - 97% of students.

CONCLUSIONS

1. Critical thinking is targeted evidence-based thinking that allows problems to be identified using objective and reliable data to make informed decisions. Critical thinking, as evidence-based thinking, involves the ability to perceive new information constructively, to use it adequately to solve any problems, predict the end result, and analyze consequences or errors that occur.

2. Mastering critical thinking skills in a medical chemistry course affects the quality of future studies because their universal nature is not limited to one science. Critical thinking, which develops the ability to formulate a personal opinions, seek the necessary information and objectively assess the quality of this information, is essential in medical education at all stages of study and further professional activity.

3. Critical thinking principles should become a necessary prerequisite for mastering medical chemistry. The basic principles of critical thinking of the developed didactic model are: 1) the principle of purposiveness, 2) the principle of selection and analysis of information, 3) the principle of critical reading and writing, 4) the principle of respect for fundamental consistency, i.e. separation of facts from interpretations, opinions or prejudices, 5) the principle of identification of one's limits of knowledge. These principles were implemented through integrated implicit methods of critical thinking, based on the guidelines for systemicity, cognitive learning theories and constructivism, as well as a student-centric approach. The principles listed are the unifying element between fundamental philosophical and psychological guidelines and specific instrumental actions of the didactic model, to be implemented by methods tailored to each situation.

4. The results of the empirical longitudinal study led to the conclusion that the didactic model based on critical thinking principles can be successfully implemented using critical thinking skills in medical chemistry course studies, both face-to-face and remotely. On the basis of the assessments of the didactic model, it can be concluded that the hypothesis raised has been generally confirmed, although some statements of the hypothesis were confirmed partially:

- students learn to associate theory with practice, i.e. if theories are validated in practical experiments which results are statistically processed and analyzed;
- students comprehend necessity to improve information analysis skills in accordance with critical thinking principles;
- problem-solving offered to students focuses on selection, analysis, detection, evaluation and correction of facts to be learned;
- there are clear assessment criteria and students are self-assessment and reflexia-oriented.

5. The methods of the established didactic model are effective and can be varied according to situations, while also adjusting the forms of test work at the same time. Depending on the methods used, different assessment options are possible, ranging from the study course acquisition to the different levels of critical thinking, information collection and analysis, discussion and problem-solving skills.

6. The developed and theoretically justified didactic model envisages that student activity is organized based on student individuality, incorporating different complexity tasks into study materials that help students focus on the most current content. In the course assessment, students confirm that they are more effective in acquiring medical chemistry if the student-centric approach is implemented, as it individualises study work by promoting active involvement in the study process and ensuring cooperation between the educator and students.

7. The didactic model based on the principles of critical thinking changes opinion on the course of medical chemistry, which from yet another discipline to be learned becomes a means of transforming fundamental knowledge into one's own professional experience. Over nine years, the results of the course finishing questionnaires show that most students (75% - 93%) agree with the statement of *a medical chemistry course as the basis for a doctor's understanding of life processes*.

8. While implementing the principle of critical selection and analysis of information in a medical chemistry course, students understand the necessity of evaluating facts, as well as begin to understand unfounded preconceptions or prejudices. The medical chemistry course improves student's skill at dealing with dissenting opinions by demonstrating a certain degree of student criticism ($p < 0.05$, $p = 0.000$, respondents' *Yes* answer prevails) because the awareness of lack of information shows a self-critical approach to dealing with any issue. The ability to understand and analyse the meaning of texts makes it possible to identify the logical relationships between ideas, revealing new ways of transforming and integrating knowledge into one's own education. 144 respondents completed questionnaires in the 2018/2019 academic year, of which 136 students (94%) positively assessed the options for analysing new learning material through worksheets. Worksheets were used as a source of information by 89% of students in independent studies.

9. The indirect (unaccented, integrated) critical thinking methods of the didactic model, and course content as context, provide an opportunity to analytically view any phenomenon from different angles. The analysis of causes and consequences develops the information analysis and evaluation skills that underpin critical thinking. Students (71% - 87%) agree that they learned how to *systematize facts and predict the result in the course of medical chemistry*.

10. Practical and laboratory work in small groups improve experimental skills. While most respondents agree that experiments and theoretical material are linked, as well as the medical chemistry course teaches the nature and theoretical aspects of different research methods, the results of the test work only partially support these claims. The results quality lead to the conclusion that the hypothesis has been only partially confirmed: Students learn chemistry more effectively using critical thinking skills if they learn how to associate theory with practice, i.e. *if theories are to be validated in practical experiments which results are statistically processed and substantiated*.

11. By analysing the results of the study, it can be concluded that solving problems adequate for the first study term in the course of medical chemistry, improve the skills of selection and analysis of facts. Most respondents agree with the statement Solving problems offered by the chemistry course contributes to analysing the facts to be learned, as well as finding, evaluating and correcting contradictions and errors. In the compared results of the of end-of-term questionnaires, $p = 0.0014$; $p < 0.05$. The answer option *Yes* for respondents at the end of the term is predominant. The questionnaire data and also the results of the final examination work support the hypothesis that while implementating the didactic model based on critical thinking principles, *the acquisition of the chemistry course is more successful if the solution to the problems offered to students is directed towards selection, analysis, finding, evaluation and correction of the facts to be learned*.

12. A significant number of students agree that self-assessment as a valuable activity is a necessary part of the study process, but there has been no evidence of improvement in self-assessment during the term. In the 2017/2018 study year data analysis, Spearman's rank correlation coefficient was $r_s = 0.82$ and $p = 0.00032$, i.e. $p < 0.01$, which demonstrates a statistically significant correlation between the criteria given by students at the beginning of the term and at the end of the term, but the importance of the educator's positive assessment of students remains (88% - 97%).

In conclusion, it should be noted that the study carried out does not fully exhaust the issue researched, as work to improve the didactic model is constantly ongoing.

ACKNOWLEDGMENTS

The greatest thanks to the scientific supervisor of the promotion work *Dr. paed.*, Professor of the Institute of Education and Home Economics in the Technical Faculty of Latvia University of Life Sciences and Technologies Baiba Briede for her enormous patience and positive attitude during these many years.

The most sincere thanks to my family for their support, understanding and help during all these years. Thanks to the students involved in the study, whose positive attitude inspired and gave new ideas.

I would like to thank the reviewers of the pre-defence of the promotions work *Dr. paed.* Associate Professor of the Institute of Education and Home Economics in the Technical Faculty of Latvia University of Life Sciences and Technologies Vija Dišlere, *Dr. Paed.*, Professor of Bisnesa University Turība Ineta Lūka, for exhaustive clarifications and corrections, as well as for specific advice.

Many thanks to the reviewers of the work *Dr. paed.* of the University of Latvia, Professor Inese Jurgena, *Dr. paed.*, Associate Professor Ieva Margeviča-Grinberga and especially *Dr. Chem* of Rīga Stradiņš University, Associate Professor Māra Plotniece.

References used in the summary of the doctoral thesis

1. Dunne, G. (2015). Beyond Critical Thinking to Critical Being: Criticality in Higher Education and Life, *International Journal of Educational Research*. Volume 71, 86-99. doi.org/10.1016/j.ijer.2015.03.003
2. Elder, L., Paul, R., (2012). Critical thinking: Competency standards essential to the cultivation of intellectual skills, part 4. *Journal of Developmental Education*, 35(3), 30-31. Retrieved from <https://www.proquest.com/docview/1124501137?accountid=32994&forcedol=true>
3. Ennis R. H. (2011). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. Retrieved from https://education.illinois.edu/docs/default-source/faculty-documents/robert-ennis/thenatureofcriticalthinking_51711_000.pdf
4. Ennis R. H., (1996). *Critical Thinking*. New Jersey, Prentice-Hall, 407, p.
5. Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Disposition, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53(4), 449–455. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.53.4.449>
6. Halpern, D. F. (2000). *Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking*. Third edition Lawrence Erlbaum Associates, Publishers 1996 Mahwah, New Jersey.
7. Halpern, D. F. (2010). *Critical Thinking Assessment*. Version 21 Mödling. Retrieved from https://drive.google.com/file/d/0BzUoP_pmwy1gNzI4NzFmMmltN2IyNC00ZTNjLThjOTgtYmY1M2M2ZmI1MWRL/view?pli=1
8. Huitt, W. (2006). The cognitive system. *Educational Psychology Interactive*. Valdosta, GA: Valdosta State University. Retrieved from <http://www.edpsycinteractive.org/topics/cognition/cogsys.html>
9. Huitt, W. (2009). Humanism and open education. *Educational Psychology Interactive*. Valdosta, GA: Valdosta State University. Retrieved, from <http://www.edpsycinteractive.org/topics/affect/humed.html>
10. Indrašienė V, Jegelevičienė V, Merfeldaitė O, Penkauskienė D, Pivorienė J, Railienė A, Sadauskas J, & Valavičienė N. (2021) The Value of Critical Thinking in Higher Education and the Labour Market: The Voice of Stakeholders. *Social Sciences*. 10(8):286. <https://doi.org/10.3390/socsci10080286>
11. Jahn, D. (2012). *Kritisches Denken fördern können. Entwicklung eines didaktischen Designs zur Qualifizierung pädagogischer Professionals*. Aachen: Shaker Verlag. Retrieved from [file:///C:/Users/User/Downloads/DirkJahnDissertation%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/DirkJahnDissertation%20(1).pdf)

12. Jenicek, M. (2006). The hard art of soft science: Evidence-Based Medicine, Reasoned Medicine or both? *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 12(4), 410-419. doi:10.1111/j.1365-2753.2006.00718.x
13. King, K. (2017). *Technology and Innovation in Adult Learning*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
14. Klein, P. D., & Dijk, A. v. (2019). Writing as a learning activity. In J. Dunlosky & K. A. Rawson (Eds.), *The Cambridge handbook of cognition and education* (pp. 266–291). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108235631.012>
15. Krumrei-Mancuso, E. J., Haggard, M. C., LaBouff, J. P., & Wade C. Rowatt, W. C., (2020) Links between intellectual humility and acquiring knowledge. *The Journal of Positive Psychology*, 15:2, 155-170, DOI: 10.1080/17439760.2019.1579359
16. Moore, B., Parker, R. (2012). *Critical thinking*. (10th ed.). Published by McGraw-Hill
17. Nardi, P. M. (2017). *Critical thinking : Tools for evaluating research*. University of California Press.
18. Paul, R., Elder, L. (2012). Critical thinking: Competency standards essential to the cultivation of intellectual skills, part 5. *Journal of Developmental Education*, 36(1), 30-31. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1285469423?accountid=32994>
19. Paul, R., Elder, L., (2011). Critical thinking: Competency standards essential for the cultivation of intellectual skills, part 2. *Journal of Developmental Education*, 35(1), 36-37. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/926590076?accountid=32994>
20. Paul, R., Elder, L., (2011). Critical thinking: Competency standards essential for the cultivation of intellectual skills, part 3. *Journal of Developmental Education*, 35(2), 34-35. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1023133581?accountid=32994>
21. Paul R., Elder L. (2002). *Critical thinking: Tools for taking charge of your professional and personal life*. Financial Times Prentice Hall.
22. Paul, R., Elder, L. (2001). *Critical thinking: tools for taking charge of your learning and your life*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
23. Persky, A. M., Medina, M. S., & Castleberry, A. N. (2018). A Review of Developing Critical Thinking Skills in Pharmacy Students. *American Journal of Pharmaceutical Education*, ajpe7033. doi:10.5688/ajpe7033