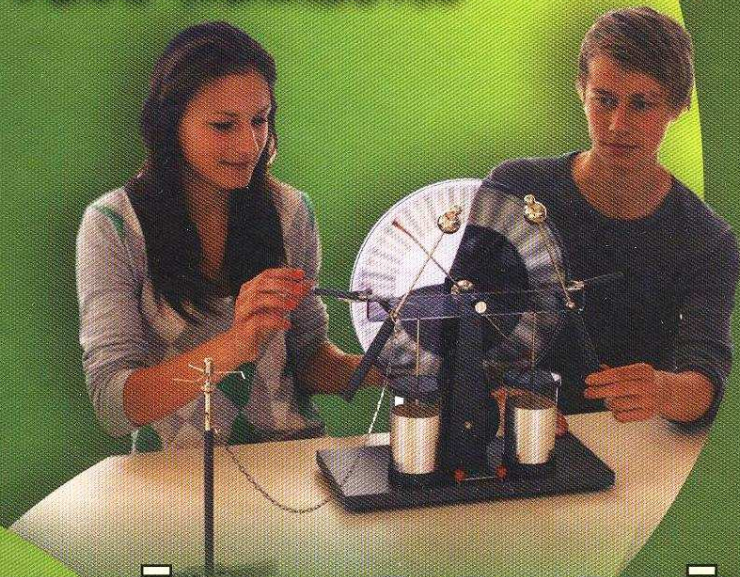
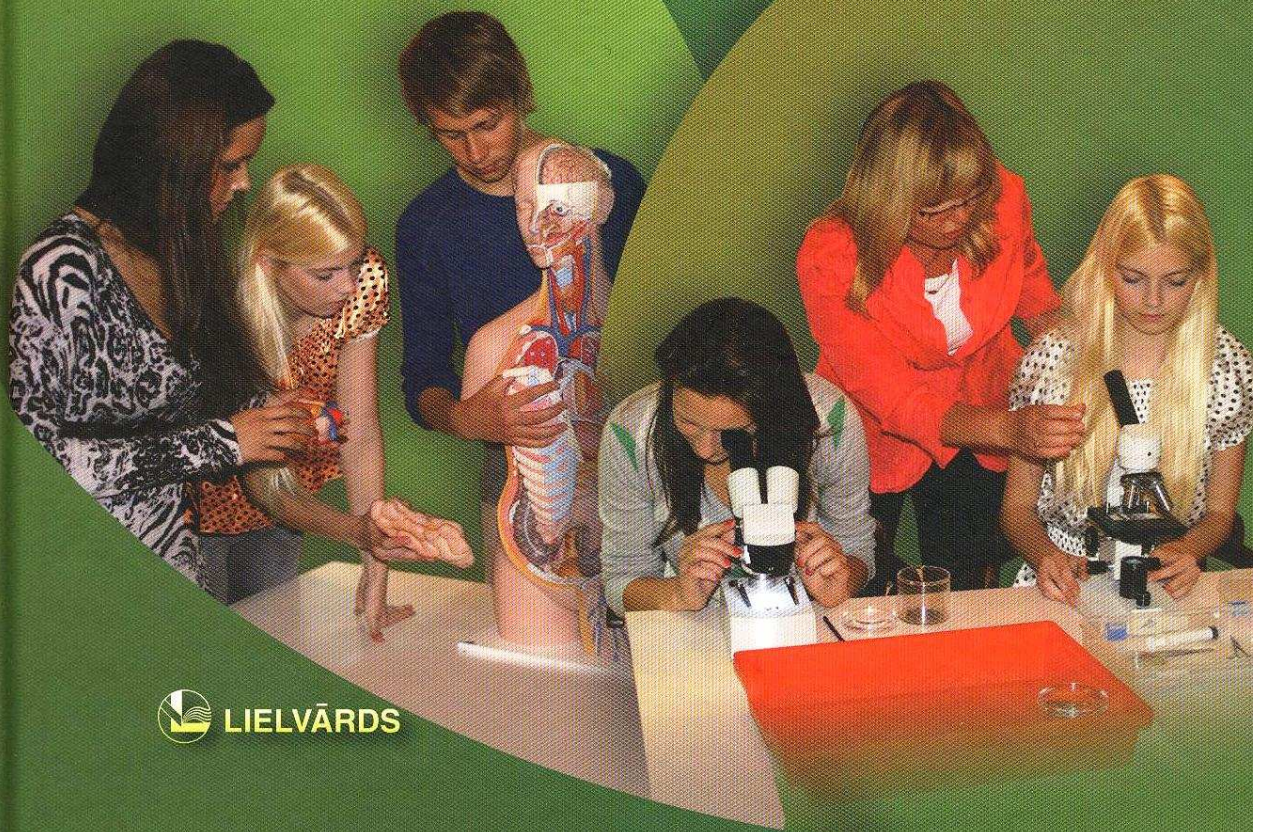


Dace Namsone



DABASZINĀTNES SKOLĀ - ATBILSTOŠI LAIKAM



 **LIELVĀRDS**



Džeina Namsone

21. gadsimts ir atnesis reformas dabaszinātņu izglītībā ne vien Latvijā, bet arī daudzās citās valstīs. Reformu laikā uzkrātā pieredze rāda, ka to īstenošanas atslēga skolā ir katra skolotāja profesionāls darbs, sadarbojoties ar citiem dabaszinātņu un matemātikas skolotājiem. Vērojot meistarīgu dabaszinātņu — fizikas, ķīmijas, bioloģijas — skolotāju vadītās mācību stundas, ir redzams, ka pārmaiņas daudzās Latvijas skolās kļūst par realitāti — skolēniem ir iespēja darboties kā pētniekiem, būt aktīviem un radošiem, mācīties patstāvīgi un kopā ar citiem strādāt ar informāciju, izmantot mūsdienīgu tehnoloģiju piedāvātās iespējas u. c.

Kāpēc ir nepieciešamas pārmaiņas? Kā tās sasaucas ar iepriekšējiem dabaszinātņu izglītības attīstības posmiem Latvijā? Kā pārmaiņas īstenot skolā? Kā plānot un veidot laikam atbilstošu mācību stundu dabaszinātnēs? Kā vērtēt skolēna sasniegto? Lasot grāmatu “Dabaszinātnes skolā — atbilstoši laikam”, atbildes uz šiem un vēl citiem jautājumiem, kā arī idejas turpmākajam darbam klasē var gūt gan jau pieredzējuši skolotāji, gan vēl studenti — topošie skolotāji. Pārmaiņu teorētiskais pamatojums būs saistošs izglītības pētniekiem un augstskolu docētājiem.

Grāmatas pamatā ir profesionālā pieredze uzsākto reformu īstenošanā, mācību satura un mācību līdzekļu izveidē, pētnieciskajā darbā, kā arī darbā skolā, skolotāju profesionālajā pilnveidē Latvijā un ārpus tās.

ISBN 978-9984-11-301-2



9 789984 113012

21. gadsimts ir atnesis reformas dabaszinātņu izglītībā ne vien Latvijā, bet arī daudzās citās valstīs. Reformu laikā uzkrātā pieredze rāda, ka to īstenošanas atslēga skolā ir katra skolotāja profesionāls darbs, sadarbojoties ar citiem dabaszinātņu un matemātikas skolotājiem. Vērojot meistarīgu dabaszinātņu — fizikas, ķīmijas, bioloģijas — skolotāju vadītās mācību stundas, ir redzams, ka pārmaiņas daudzās Latvijas skolās kļūst par realitāti — skolēniem ir iespēja darboties kā pētniekiem, būt aktīviem un radošiem, mācīties patstāvīgi un kopā ar citiem strādāt ar informāciju, izmantot mūsdienīgu tehnoloģiju piedāvātās iespējas u. c.

Kāpēc ir nepieciešamas pārmaiņas? Kā tās sasaucas ar iepriekšējiem dabaszinātņu izglītības attīstības posmiem Latvijā? Kā pārmaiņas īstenot skolā? Kā plānot un veidot laikam atbilstošu mācību stundu dabaszinātnēs? Kā vērtēt skolēna sasniegto? Lasot Daces Namsones grāmatu “Dabaszinātnes skolā — atbilstoši laikam”, atbildes uz šiem un vēl citiem jautājumiem, kā arī idejas turpmākajam darbam klasē var gūt gan jau pieredzējuši skolotāji, gan vēl studenti — topošie skolotāji. Pārmaiņu teorētiskais pamatojums būs saistošs izglītības pētniekiem un augstskolu docētājiem.

Grāmatas pamatā ir autoras profesionālā pieredze uzsākto reformu īstenošanā, mācību satura un mācību līdzekļu izveidē, pētnieciskajā darbā, kā arī darbā skolā, skolotāju profesionālajā pilnveidē Latvijā un ārpus tās.


Darbā izmantoti IZM VISC projektos „Mācību satura izstrāde un skolotāju tālākizglītība dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos” un „Dabaszinātnes un matemātika” izveidotie materiāli.

Recenzentis *Dr. habil. paed. Ausma Špona*
Mag. math. Līga Čakāne

Literārā redaktore: *Daina Grīnhofa*

Maketētājs: *Vilnis Laizāns*

Vāka mākslinieks: *Vilnis Laizāns*

Izdevējs  **LIELVĀRDS**
Skolas ielā 5, Lielvārdē, LV-5070
Tālrunis 65071860, fakss 65071861
E-pasts: info@lielvards.lv
Internets: www.lielvards.lv

Tiražētājs Jelgavas tipogrāfija

ISBN 978-9984-11-301-2

© Lielvārds, 2010

SATURS

Priekšvārds	5
Ievads	7
1. nodaļa. Dabaszinātņu didaktikas pieredze un problēmas	11
1.1. Ieskats dabaszinātņu mācīšanas pieredzē Latvijā.....	11
1.1.1. Dabaszinātņu mācību priekšmetu struktūra un tās izmaiņas.....	11
1.1.2. Dabaszinātņu mācību priekšmetu satura un metodiskās domas attīstība.....	14
1.2. Ieskats dabaszinātņu izglītības problēmās.....	24
2. nodaļa. Dabaszinātņu izglītības mērķu maiņa — nākotnē orientētā paradigma	28
2.1. Dabaszinātniskā izpratība — mūsdienu dabaszinātņu izglītības mērķis	30
3. nodaļa. Mūsdienīgs dabaszinātņu saturs	34
3.1. Kas ir mācību saturs?	34
3.2. Mācību satura dabaszinātnēs teorētiskās pamatnostādnes	36
3.3. Pieeja mācību satura izveidei.....	38
3.4. Mācību satura iestrāde izglītības dokumentos.....	39
4. nodaļa. Mūsdienīga mācību procesa dabaszinātnēs būtība un organizācija	44
4.1. Mūsdienīgas pedagogijas teorijas par mācīšanos un mācīšanu	44
4.1.1. Mācību process kā skolēna un skolotāja mijiedarbība	46
4.1.2. Skolēna mācīšanās teorētiskais pamatojums.....	47
4.1.3. Skolēnu mācīšanās motivācijas sekmēšana dabaszinātnēs.....	57
4.1.4. Mācīšana. Mācību modeļi	58
4.2. Mūsdienīgs mācību process dabaszinātnēs paradigmas maiņas apstākļos	61
4.3. Mūsdienīgu mācību principi dabaszinātnēs	67
4.4. Mūsdienīgas mācību metodes dabaszinātnēs.....	69
4.4.1. Praktiskās un praktiski pētnieciskās metodes.....	72
4.4.2. Uzskates metodes.....	76
4.4.3. Darbs ar simboliem, modeļiem (uzdevumu risināšana)	79
4.4.4. Darbs ar tekstu un vārdiskās metodes dabaszinātnēs.....	87
4.4.5. Informācijas tehnoloģiju izmantošana	96
4.4.6. Atceršanās un iegaumēšana dabaszinātnēs	98
5. nodaļa. Mācību procesa plānošana	100
5.1. Temata plānošana	102
5.2. Mācību stundas plānošana.....	105
5.3. Mācību stundas veidošana un norise	107

PRIEKŠVārds

Vai dabaszinātņu mācīšanās ir vajadzīgas reformas? Fizika un ķīmija taču nemainās... Šis jautājums tiešām nereti sabiedrībā izraisa neizpratni, kāpēc, laikam ejot, nepieciešamas pārmaiņas dabaszinātņu un matemātikas apgūvē. Aplūkosim vairākus aspektus, kāpēc tās ir ne tikai nepieciešamas, bet pat neizbēgamas.

Laika gaitā zinātnē ir tik ļoti pieaudzis un katru dienu turpina pieaugt informācijas apjoms, kas apliecina, ka cilvēkam ir jāapgūst cits veids, kā tajā orientēties, jo neviens vairs nevar apgūt visu. Līdz ar to daudz svarīgāk saprast, kas ir būtiskais, kas mazāk svarīgais un kā ar šo informāciju strādāt. Kā to darīt, mācoties par zinātņi skolā. Cilvēks, runājot pa mobilo telefonu, lietojot elektronisko pastu vai *Skype*, vai savā mājoklī, klausoties mūziku, izmantojot DVD, saskaras ar tehnoloģisko progresu savā dzīvē un diez vai būtu ar mieru atgriezties pie pasta baložiem vai fonogrāfa. Informāciju tehnoloģiju ienākšana mūsu dzīvē paver līdz šim nebijušu lappusi, ar kuru nevaram nerēķināties. Ja pārlūkojam mācību saturu un pieeju tā apguvei skolā, izmantojot skolotāja stāstījumu, kritu un tāfeli, rodas jautājums, vai tas atbilst šodienas dzīvei vai labāk iederas 19. gadsimtā? Nevaram taču izlikties, ka vesela gadsimta nebūtu bijis — citai pieejai darbā ar informāciju un informācijas tehnoloģijām ir jāienāk ikvienā mācību stundā.

Cilvēks savu izpratni par kāda priekšmeta mācīšanu skolā visbiežāk pamato ar savu personīgo pieredzi — kā viņam to mācīja. Atcerēsimies, ka lielākā daļa no mums mācījās skolā laikā, kad dominēja eksaktās zinātnes, to saturs bija teorētiski sarežģīts, ar lielu faktu un aprēķinu īpatsvaru, ar stingri noteiktu pieeju tā apguvei.

Kāpēc? Skola (izglītības sistēma) vienmēr ir cieši saistīta ar procesiem, kas norisinās politikā un ekonomikā. Atskatoties vēsturē, redzams, ka 20. gs. sešdesmitajos septiņdesmitajos gados Aukstā kara apstākļos visā pasaulē notika politiska un ekonomiska sacensība, tā ienāca skolā arī eksakto priekšmetu mācību saturā, veidojot to tā, it kā **katrs kļūs par zinātnieku**. Ja rietumu pasaulē jau 20. gs. astoņdesmitajos gados sākās atkāpšanās no šīm nostādņēm, tad pie mums šādas tradīcijas turpinājās līdz pat padomju laika beigām un nereti ir dzīvas vēl šodien. Daudzi no tiem, kuriem, šādi mācoties, izdevās gūt rezultātus, joprojām sludina, ka nepieciešams atgriezties pie *vecajiem labajiem* laikiem, taču viņi aizmirsuši tos daudzos skolas biedrus, kuri ar lielu nepatiku devās uz fizikas, ķīmijas vai matemātikas stundu un vēl šodien saviem bērniem un mazbērniem saka, ka no šiem priekšmetiem neko nesaprot. Kura no šīm daļām ir lielāka? Vai šāda pieeja šodien var būt dzīvotspējīga?

Ieskatīsimies skaitļos! 2009. gadā vidusskolu beidza aptuveni 30 000 jauniešu. No tiem fiziku LU, DU aizgāja studēt ap piecdesmit, pāris tūkstoši jauniešu iestājās RTU ar fiziku saistītās nozarēs. Pieskaitot vēl tūkstoši jauniešu līdzīga profila augstskolās, iegūstam ap 1% no skolu beidzēju skaita. Rodas jautājums, vai pārējiem 99% audzēkņu skolā ir jāmacās tāpat kā šim 1%? Varbūt tomēr ir vajadzīgi citi risinājumi?

Daudzi skolotāji uzskata, ka skolas uzdevums ir gatavot studentus augstskolai, un uz jautājumu, kāpēc viņi māca vienu vai otru pārāk sarežģītu tēmu, atbild, ka to prasa augstskola, tā uzturot savā vidē dzīvu mītu par augstskolas visvarenību. Arī augstskola

taču ir tikai viens pēctecīgs posms, lai jaunieši nonāktu darba tirgū, kur 21. gadsimtā darba devējs no jaunieša sagaida dažādas prasmes — prasmi lietot apgūtās zināšanas jaunās situācijās, prasmi risināt problēmas, prasmi komunicēt, prasmi sadarboties, digitālās prasmes u. c. Bez tam darba tirgū vienmēr būs liels to darbinieku īpatsvars, kuriem ir vajadzīga profesionāla izglītība, lai strādātu apkalpojošajā sfērā, transporta nozarē u. c., kur augstskolas diploms nav un nebūs vajadzīgs. Ja skola funkcionē kā noslēgta sistēma, izliekoties, ka, laikam ejot, nekā nav mainījies, un turpina kā 20. gs. sešdesmitajos gados gatavot visus par „zinātniekiem”, bet darba tirgus savukārt sagaida jauniešus ar dzīvei vajadzīgām pamatprasmēm — vai šāda sistēma var ilgstoši pastāvēt? Varbūt tomēr skolai jāatver savas durvis pārmaiņām, lai darba tirgū nonāktu zinoši, prasmīgi un uzņēmīgi jaunieši — tādi, kādi ir vajadzīgi darba devējam, lai radītu jaunu pievienoto vērtību?

Viens no veidiem, kā to izdarīt, mainot pieeju mācību procesam arī dabaszinātņu mācību priekšmetos — fizikā, ķīmijā, bioloģijā. Fizikā skolēni joprojām mācās par kustību, elektrību, ķīmijā par vielām un bioloģijā par dzīvajiem organismiem, taču dabaszinātnes tiek apgūtas tā, lai sekmētu skolēnu interesi šo priekšmetu apgūvē, lai ikvienam skolēnam veidotos vienota izpratne par procesiem, parādībām un sistēmām dabā un tehnikā, lai skolēns spētu iegūtās zināšanas izmantot reālās dzīves situācijās, lai skolēns darbotos kā pētnieks, analizējot, eksperimentējot un secinot, lai viņš spētu patstāvīgi strādāt ar informāciju, arī izmantot informācijas tehnoloģijas. Lai, vienlaikus mācoties fiziku, ķīmiju vai bioloģiju, skolēns apgūtu dzīvei vajadzīgas prasmes, tātad panākt, lai **dabaszinātnes būtu pieejamas ikvienam skolēnam**. Turpmāk aplūkots mācību sistēmas izveide šādam apguves procesam.

OECD uzdevumā analizējot to valstu pieredzi, kurās skolēni uzrāda vislabākos rezultātus starptautiskajos salīdzinošajos izglītības pētījumos, Makkenzija kompānijas pētnieki secina, ka izglītības sistēmas kvalitāte nevar pārsniegt tās skolotāju darba kvalitāti un ka vienīgais veids, kā uzlabot skolēnu rezultātus, ir pilnveidot mācību procesu. Lai to sasniegtu, ir trīs noteicoši faktori — par skolotājiem kļūst labākie vidusskolu absolventi, tiek pilnveidota viņu darbība mācību procesā, augsts sniegums prasa katra skolēna pānākumus (nepieciešami iedarbīgi mehānismi vājāko skolēnu atbalstam u. c.). Skolotāju darba kvalitātes pamatā ir efektīva skolotāju profesionālā izaugsme — 10% no skolotāja darba laika tiek veltīti profesionālajai pilnveidei, katrs skolotājs apzinās savas stiprās un vājās puses, skolotāji regulāri iesaista viens otra stundu vērošanā, vērtēšanā un līdz ar to sava darba uzlabošanā, skolotāji diskutē par mācību procesa organizēšanu, tajā tiek izmantotas zinātnieku atziņas (*Barber, Mourshed, 2007, 41 lpp.*).

Ja mēs vēlamies, lai mūsu skolēniem būtu labas zināšanas, ir būtiski jāmaina skolotāju profesionālā izaugsme, palīdzot katram skolotājam analizēt savu darbu un profesionāli virzīties uz priekšu, izvērtējot, kas kopīgā darbā ar skolēniem izdodas labi, ko varētu uzlabot un ko vajadzētu apgūt no jauna, ievērojot 21. gadsimta prasības. Grāmatā aplūkoti dabaszinātņu didaktikas pamati, tā adresēta augstskolu docētājiem, studentiem (topošajiem skolotājiem), kā arī ikvienam pedagogam, kurš ieinteresēts, lai viņa skolēni dabaszinātņu mācību priekšmetus apgūtu laikmetam atbilstošā mācību procesā.

IEVADS

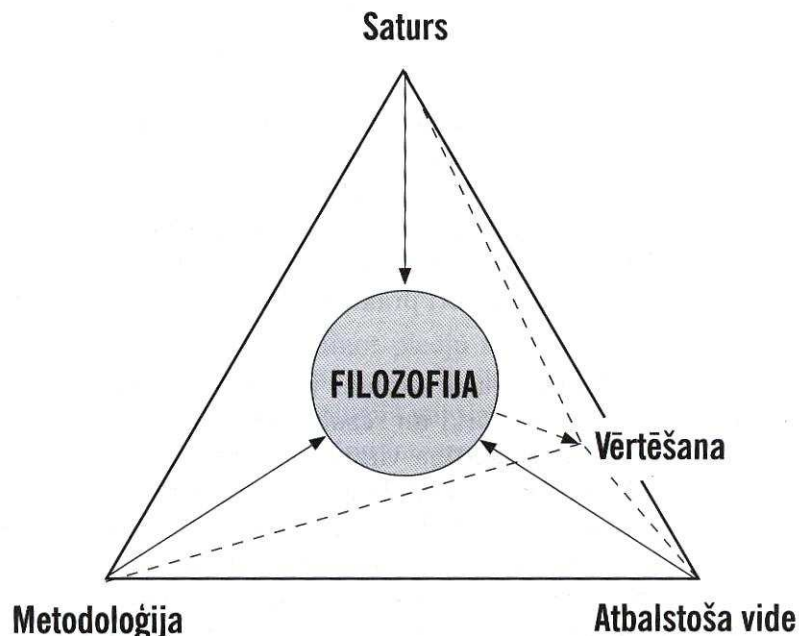
Darbā aplūkota mācību sistēma dabaszinātnēs (fizikā, ķīmijā un bioloģijā). Tālāk piedāvātais materiāls būs īss ievads mācību procesa teorijā un praksē dabaszinātņu mācību priekšmetos.

Mācību procesu dabaszinātnēs aplūko dabaszinātņu didaktika. Darbā „Didaktikas teorētiskie pamati” I. Žogla raksta, ka didaktika ir zinātne par mācību procesu. Didaktika pēti, ko, kad un cik daudz jāapgūst skolēnam, to, kā veidot mācību procesu, lai skolēni mācītos ar prieku, lai viņu zināšanas būtu noturīgas u. c. Didaktika kā zinātne izpilda vismaz divas būtiskas funkcijas: teorētiski pamato praksi, definē mācību procesa būtību; teorija veido orientieri praktiskai darbībai, mācību procesa attīstībai (Žogla, 2001).

Mūsdienās didaktikas kategorijas ir skolēns (mācīšanās), mācību saturs, skolotājs (mācīšana), saskarsme, mācību mērķi un rezultāta novērtēšana (Žogla, 2001). Mūsdienu pedagoģisko paradigmu attīstība virzīta uz humānas personības veidošanos, mācību organizācija tiek pārorientēta uz skolēna patstāvību — prasmi izzināt un pārvaldīt mācīšanos, mācību process veidojams kā skolēna un skolotāja sadarbība, mainās skolotāja loma mācību procesā, noteicoši ir atbalsta nosacījumi skolēna mācībām. Mācību procesā galvenā kļūst prasme pielietot iegūtās zināšanas, kuras tiek attīstītas, pilnveidojot konkrētas mācīšanās prasmes. Prasmju pilnveidošanās dabaszinātnēs norisinās daudzveidīgā kognitīvi aktīvā mācību procesā.

Raugoties no filozofiskā aspekta, humanizējot mācību procesu dabaszinātnēs, mācību saturs tiek pārveidots tā, lai tas kļūtu skolēnam personīgi nozīmīgs. To var panākt, tuvinot mācību saturu reālajai ikdienas dzīvei. Metodoloģija tiek veidota tā, lai mācību process tiktu virzīts uz skolēna patstāvīgu, kognitīvi aktīvu darbību daudzveidīgā mācību procesā, kurā norisinās skolēnu mācīšanās prasmju pilnveide. Sadarbība starp skolēniem un skolotāju, kā arī mācībām labvēlīga vide ir būtiskākie nosacījumi šāda procesa norisei. Vērtēšana kalpo kā līdzeklis, lai gūtu atgriezenisko saikni izvirzīto mērķu un prognozēto rezultātu izpildē un liktu pamatu turpmākās skolēnu un skolotāja sadarbības pilnveidei.

Aplūkotās **mācību sistēmas** struktūra aptver mērķus, mācību saturu un metodoloģiju, kas nepieciešama šo mērķu īstenošanai un satura apgūšanai, un vērtēšanai kā mērķu, procesa un rezultātu vienībai, parādot struktūras komponentu mijiedarbību un pēctecību. Tās pamatā pētījumos balstītas, laikiem atbilstošas dabaszinātņu izglītības filozofiskās (teorētiskās) pamatnostādnes (skat. 1. att.). Mācību sistēma darbojas konkrētā mācību procesā. Mācību procesa komponenti ir skolēns, skolotājs un mācību saturs, starp kuriem atbilstoši humānajai pedagoģiskajai paradigmai norisinās savstarpēja mijiedarbība. Tie veido klasisko didaktisko trijstūri, kas uzskatāmi atspoguļo procesa komponentu sakārtojumu un parāda attiecības starp tiem. Mācību sistēmas kā veseluma teorētisko pamatu veidojošie komponenti un atslēgas vārdi apkopoti 1. tabulā (skat. 8. lpp.).



1. att. Mācību sistēmas pamatkomponentu mijiedarbība

Atbilstoši D. Seilsberija teorijai par atvērtu sistēmu kā sistēmu, kura atrodas intensīvā mijiedarbībā ar tās vidi, bet pārmaiņus vidē ietekmē sistēmas darbību (Salisbury, 1996) šādu mācību sistēmu var uzskatīt par atvērtu, ja tā tiek īstenota, klasē sadarbojoties skolēniem un skolotājiem, bet tās realizācijas rezultāti ir atkarīgi no skolēnu un skolotāju ieguldījuma sistēmas īstenošanā.

1. tabula. Galvenie atslēgas vārdi mācību sistēmas teorētiskajam pamatojumam

Svarīgākie komponenti	Galvenie atslēgas vārdi
Filozofija	Dabaszinātniskā izpratība. Zinātnes kā pētnieciska procesa apguve.
Mācību saturs	Izpratne par procesiem un parādībām dabā. Skolēnam subjektīvi nozīmīgs, reālajā dzīvē balstīts.
Metodoloģija	Daudzveidīga, kognitīvi aktīva mācīšanās sadarbojoties. Strukturāli procesuāla sistēma.
Vērtēšana	Mērķu, uzdevumu, procesa un rezultātu vienotība.

Šādas mācību sistēmas izveides loģika ietver mērķu izvirzīšanu, konkrēto rezultātu sasniegšanu skolēniem, mācību satura un tā apguvei piemērotu metožu un paņēmienu izstrādi un īstenošanu, sasniegto rezultātu apzināšanu. Izstrādātās mācību sistēmas izveides loģiskā struktūra parādīta 2. att.

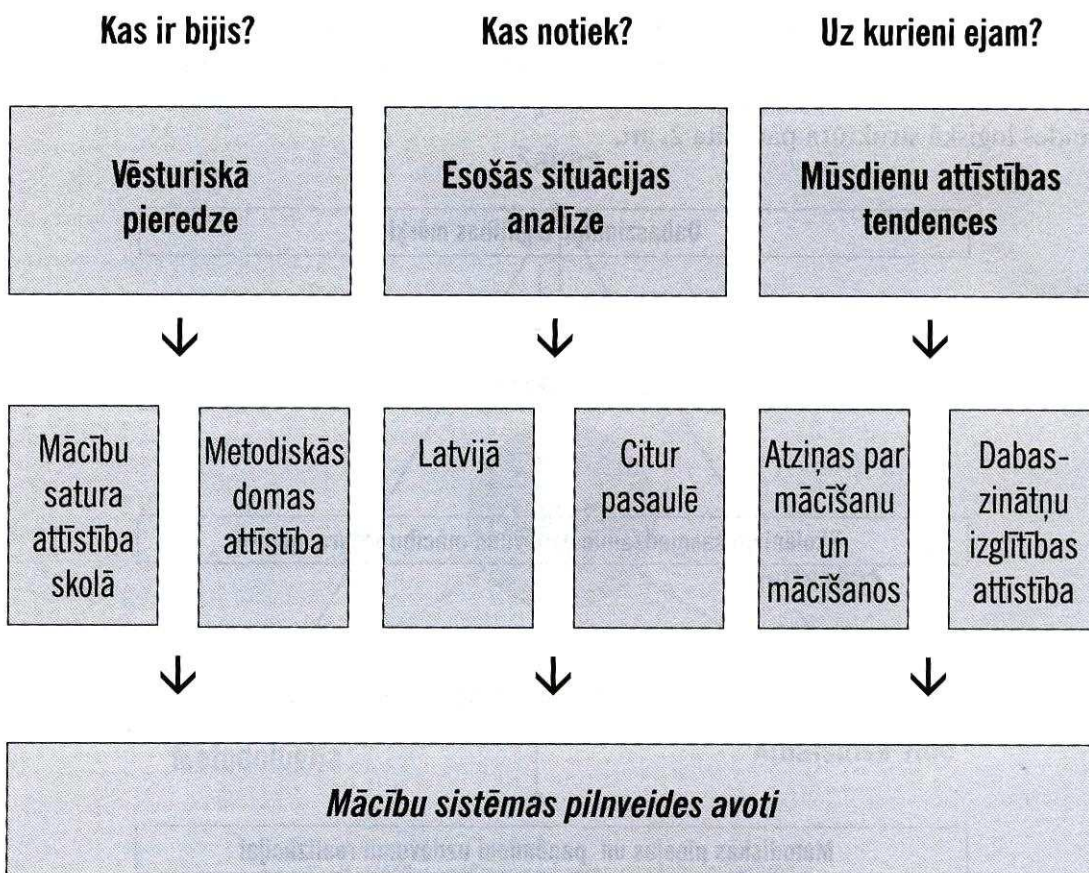


2. att. Mācību sistēmas izveides loģiskā struktūra

Lai izveidotu mācību sistēmu, ir nepieciešams analizēt vēsturisko pieredzi (kas ir bijis?), analizēt esošo situāciju (kas notiek?) un apzināt mūsdienu attīstības tendences (kurp ejam?). Aplūkotās mācību sistēmas pilnveides avoti parādīti 3. att.

Praksē mācību sistēma izmantota, veidojot mācību sistēmu organiskās ķīmijas apguvei (Namsone, 2002), kā arī izstrādājot mācību saturu un skolotāju atbalsta materiālus dabaszinātņu reformu ietvaros (Projekts. Mācību satura izstrāde un skolotāju tālākizglītība dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos, 2008).

Šī izdevuma struktūra izveidota atbilstoši mācību sistēmas loģiskajai struktūrai un tās pilnveides avotiem.



3. att. Mācību sistēmas pilnveides avoti

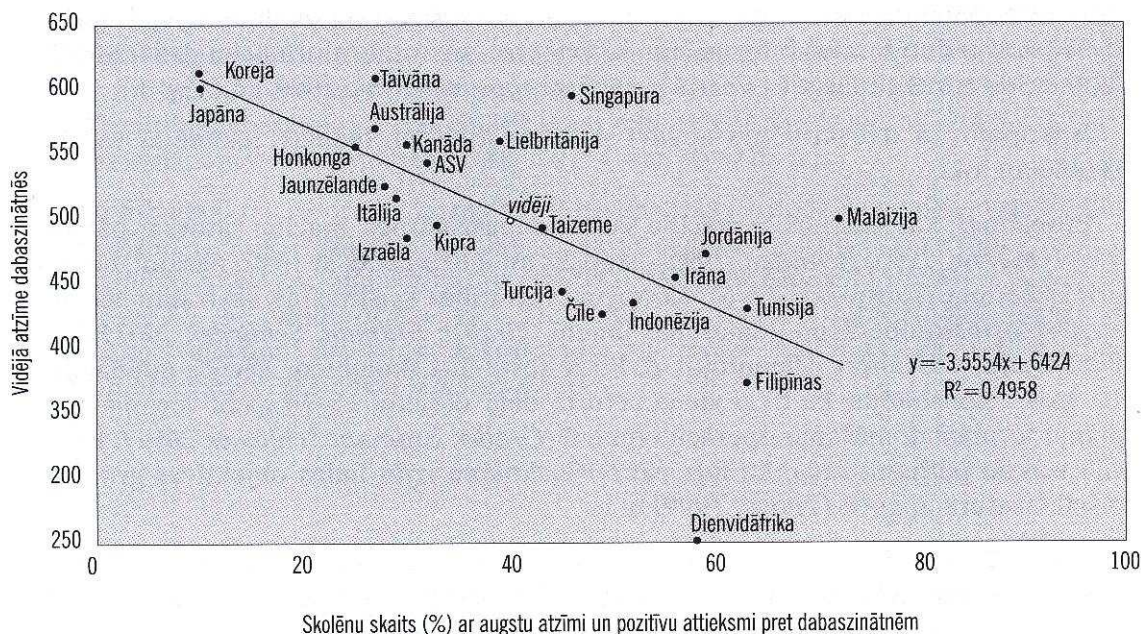
1.2. Ieskats dabaszinātņu izglītības problēmās

20. gadsimta beigas un 21. gadsimta sākums rietumu pasaules darba tirgū iezīmējas ar akūtu darbaspēka trūkumu (atsevišķās valstīs, piemēram, Lielbritānijā, vērojams arī izteikts dabaszinātņu skolotāju deficīts, studentu skaita samazināšanās šajās specialitātēs). Meklējot šo problēmu cēloņus, tiek meklētas arī saiknes ar šo zinātņu mācību procesa norisi skolās. Tiek konstatēts, ka sabiedrībai un arī skolēniem ir negatīvs „ķīmijas tēls” (*De Jong, 1995, Garrat, Owerton, 1999 u. c.*). M. J. Sangers, E. L. Brinks, A. J. Phelps, M. S. Paks, A. N. Ļovkins to nosauc pat par ķimofobiju (*chemophobia*) skolēnu vidū Krievijā, kas saistīta ar vispārēju neuzticēšanos ķīmijai un visam, kas ar to saistīts (*Sanger, Brincks, Phelps, Pak, Lyovkin, 2001*). To veido ne tikai dabaszinātņu (īpaši ķīmijas) un tehnoloģiju negatīvais tēls sabiedrībā (precīzāk, vispirms — masu medijos), ko izraisījušas neatrisinātās vides piesārņojuma problēmas, eksperimenti ar dzīvniekiem u. c., bet lielā mērā tas saistīts ar mācību procesa norisi šajos priekšmetos (*Graber, Erdman, Schlieker, 2001*).

Šis laika periods iezīmējas arī ar starptautiskajiem salīdzinošajiem pētījumiem dabaszinātņu izglītībā (*TIMSS, 1999; OECD PIISA, 2000*), kuru rezultāti daudzās valstīs izraisa plašas diskusijas. Tiek konstatēts, ka pētījumu rezultāti arī vairākās bijušajās PSRS valstīs, to skaitā Latvijā, parāda salīdzinoši zemus skolēnu sasniegumus dabaszinātņu mācību priekšmetos, tā sagraujot mītu par skolēnu labajām zināšanām dabaszinātnēs padomju laikā, un iezīmē to problēmu loku, ar kuru reāli saskaramies dabaszinātņu mācīšanās arī Latvijā un kas lielā mērā nosaka nepieciešamību mainīties mācību procesam dabaszinātnēs. *TIMSS* (1999) pētījumā vienlaikus skolēnu zināšanu pārbaudei tiek veikta arī skolēnu anketēšana. Tā parāda tendenci, ka skolēni, kuri uzrāda labus sasniegumus (piemēram, Japānā), norāda, ka viņiem nepatīk, nav intereses par dabaszinātnēm (skat. 5. att.). Zemu skolēnu interesi par dabaszinātnēm uzrāda arī citi pētījumi (*Eurobarometr, ROSE u. c.*). Piemēram, 2005. gadā Anglijā aptaujājot 1227 skolēnus, tikai 23% skolēnu piekrīt, ka dabaszinātnes skolā ir interesantas, tikai 11% atzīst, ka tās ir interesantākas par pārējiem mācību priekšmetiem (*Jenkins, Nelson, 2005*). *ROSE* pētījums vairāk kā 20 valstīs rāda, ka daudzās industriāli attīstītās valstīs dabaszinātnes ir mazāk populāras nekā citi mācību priekšmeti un ka īpaši meitenēm dabaszinātnes nepatīk. Pie līdzīgiem secinājumiem nonākuši arī pētnieki Latvijā (*Gedrovics, 2006*). Skolēnu (potenciālo darba tirgus dalībnieku) interese par dabaszinātnēm ir viens no būtiskākajiem faktoriem, lai cilvēks izvēlētos savu turpmāko dzīves ceļu saistīt ar eksaktajiem mācību priekšmetiem. Līdz ar to svarīgi radīt un uzturēt skolēnu interesi mācību procesā.

Daudzo pētījumu dati rāda, ka daudz lielāka uzmanība ir jāpievērš tam, kas notiek konkrētā klasē katrā mācību priekšmetā. Viena no centrālajām problēmām, ar ko saskaras dabaszinātņu izglītības pētnieki¹¹, ir tā, ka klasē notiekošais nereti netiek līdzī pētnieku ieteiktajam. Amerikāņu pētnieks J. Lagovskis norāda, ka simts gadu

¹¹ 20. gs. sešdesmitajos gados kā patstāvīgs zinātnes virziens izveidojās dabaszinātņu didaktika (angl. *science education*), kas dod savu ieguldījumu dabaszinātņu izglītības problēmu risināšanā.



5. att. Skolēnu sasniegumi un attieksme dabaszinātnēs (TIMSS, 1999)

laikā ķīmijas mācīšanās ASV skolās nekas būtiski nav mainījies (Lagowski, 1998), Nīderlandes zinātnieks O. de Jongs runā par krīzi dabaszinātņu izglītībā daudzās Eiropas valstīs (De Jong, 1995). Dž. Osborns raksta par to, ka dabaszinātnes ir kļuvušas par ienaidnieku daudziem skolēniem un veids, kā zinātne tiek mācīta, ir viens no tā cēloņiem, un visi skolēni tiek mācīti, it kā viņi visi gribētu kļūt par zinātniekiem (Osborne, 2001). „Nav iespējams saskatīt visu celtni, ja mēs fokusējamies uz atsevišķiem ķieģeļiem.” (Millar, Osborne, 1998) E. I. Kozļaks, aplūkojot ķīmijas izglītības sistēmu bijušajās PSRS valstīs, to nosauc par vecmodīgu, bet par tās raksturīgāko pazīmi min vienveidību (Kozliak, 2000). Analizējot OECD PIISA 2000 starptautiskā salīdzinošā pētījuma rezultātus Krievijā¹², pētnieki konstatē, ka skolēniem ir lielas grūtības izmantot personīgo pieredzi un citos priekšmetos iegūtās zināšanas, ka skolēniem nav iemaņu darbā ar sarežģīti organizētiem informācijas fragmentiem, ka, nezinot, kā risināt uzdevumu, citās valstīs skolēns izmanto „mēģinājumu/kļūdu” metodi (t. i., pats veic „atklājumu”), bet Krievijā to neuzskata par pieņemamu. Kopumā tika konstatēta nepietiekama mācību satura praktiskā orientācija dabaszinātnēs¹³, to atrautība no reālās, skolēniem apkārtesošās dzīves; mācību programmu un grāmatu pārslogotība ar mācību materiālu; ka nepietiekama uzmanība tiek veltīta

¹² Latvijā vidējais skolēnu rezultāts statistiski nozīmīgi neatšķiras no Krievijas skolēnu rezultātiem. Gandrīz 50 gadus arī mācību saturs un pieejas bija tās pašas, līdz ar to konstatētās problēmas lielā mērā attiecināmas arī uz Latviju.

¹³ Arī matemātikā, dzimtajā valodā u.c.

vispārējo mācīšanās un intelektuālo prasmju attīstīšanai un skolēnu spējai apjēgt dažāda satura un formas informāciju, izvērtēt to, izmantot informāciju dažādās reālajai dzīvei tuvās situācijās (*Новый взгляд на грамотность, 2000, 167. lpp.*).

Apkopojot ar dabaszinātņu apguvi skolā saistītās problēmas, iezīmējas vairāki problēmu loki.

Problēmas, kas saistītas ar mācību saturu dabaszinātnēs: mācību saturs ir pārslogots (*De Jong, 1995, Remsden, 1995*), statisks un maz saistīts ar reālo pasauli, citiem priekšmetiem (*Lagowski, 1998*), tā apguves grūtības saistītas ar abstraktu teoriju apguvi formālo operāciju domāšanas līmenī (*Graber, Erdman, Schlieker, 2001*) u. c. Piemēram, V. Grābers, izmantojot Ž. Piažē testu 354 skolēniem Vācijas ģimnāzijas 10. klasē, konstatējis, ka tikai viena ceturtda daļa skolēnu 15–16 gadu vecumā spēj domāt formālā domāšanas operāciju līmenī (*Graber, Erdman, Schlieker, 2001*). Krievijā veiktie pētījumi rāda, ka līdz pat 50% skolēnu izjūt lielas objektīvas grūtības mācību satura apgūvē (*Titova, 1999*) u. c.

Galvenās problēmas, kas saistītas ar mācību procesa norisi, ir šādas: zināšanas tiek piedāvātas lekciju veidā (*Lagowski, 1998, Graber, Erdman, Schlieker, 2001, Trowbridge, Bybee, 1996 u. c.*); tiek īstenota „*skills and drills*” (dresēšanas) pieeja dabaszinātņu mācīšanās, laboratorijas darbi tiek veikti pēc pavārgrāmatas receptēm (līdz ar to notiek tikai manipulatīvo un procedurālo prasmju attīstīšana skolēniem), tiek doti algoritmiski uzdevumi, kas skolēnam liedz iespēju būt radošam, aktīvi iesaistītam mācību procesā un līdz ar pastiprina skolēnu nepatiku pret priekšmetu (*Garrat, Owerton, 1999*) u. c.

Problēmas, kas saistītas ar skolotāju darbu un skolotāju studijām augstskolās: dabaszinātņu stundās bieži dominējošais ir skolotājs (*Graber, Erdman, Schlieker, 2001, Lagowski, 1998 u. c.*), lielas problēmas ir saistītas tieši ar skolotāju studiju programmām, jo augstskolām ir grūtības pārvarēt pretrunas starp teoriju un praktisko darbību klasē, mainīt mācīšanās pieeju un stratēģiju atbilstoši mūsdienu tendencēm (*De Jong, 1995*) u. c. Skolotāji uzskata par svarīgām priekšmeta zināšanas, bet praksē neizprot un neprot tās saistīt ar augstāka līmeņa pedagoģiskajiem uzdevumiem (*Ege, Coppola, Lawton, 1997*); paši skolotāji uzskata, ka viņi ir labāk sagatavoti ķīmijā nekā tās mācīšanās (*Sanger, Brinks, Phelps, Pak, Lyovkin, 2001*) u. c.

Šo problēmu risināšanai nepieciešams:

- modernizēt mācību saturu, atslogojot to no liekā faktu materiāla, saistot to ar reālo dzīvi,
- mainīt pieeju mācību procesam klasē, rosinot skolotājus izmantot skolēnu izzināšanas aktivitāti veicinošas, daudzveidīgas, laikam atbilstošas mācību metodes, kas ieinteresētu skolēnus apgūt dabaszinātnes,
- mainīt pieeju skolotāju studijām augstskolā un turpmākai profesionālajai pilnveidei, sekmējot nepārtrauktu, ilgtspējīgu skolotāju profesionālu pilnveidošanos, īpaši dabaszinātņu mācīšanas un mācīšanās jautājumos.

Lai atrisinātu daudzas no aplūkotojām problēmām, Latvijā 2005. gadā uzsākta ilgtermiņa reforma dabaszinātņu un matemātikas izglītībā.¹⁴ Izmantojot Eiropas Savienības finansiālu atbalstu, tiek īstenoti projekti „Mācību satura izstrāde un skolotāju tālākizglītība dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos” 2005–2008 un „Dabaszinātnes un matemātika” 2008–2011 (skat. www.dzm.lv).

Latvijā uzsāktās reformas līdzīgas reformām citās Eiropas Savienības valstīs. Lai rastu risinājumu krīzes situācijai dabaszinātņu izglītībā Eiropas Savienības valstīs, ir izstrādāti ieteikumi dabaszinātņu izglītībai „*Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*”. Tie pamatojas daudzu dabaszinātņu izglītības pētnieku konstatēto problēmu apkopojumā un analizē, kas veikta Dž. Osborna un Dž. Dilana vadībā (*Osborne, Dillon, 2008*).

¹⁴ Par reformas būtību rakstīts Izglītības un zinātnes ministrijas dokumentos „Eiropas Savienības struktūrfondu nacionālā programma „Mācību kvalitātes uzlabošana dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos vidējā izglītībā” un „Dabaszinātņu un matemātikas attīstības koncepcija”.

2. nodaļa

DABASZINĀTŅU IZGLĪTĪBAS MĒRĶU MAIŅA — NĀKOTNĒ ORIENTĒTĀ PARADIGMA

Dabaszinātņu izglītības uzdevums ir sagatavot jauniešus pilnvērtīgai dzīvei 21. gadsimta sabiedrībā. Kopš 1990. gada būtiskas pārmaiņas ir skārušas ne tikai mūsu valsti. Pēdējos gadu desmitos straujas un radikālas pārmaiņas skar visu pasaules sabiedrību kopumā. Attīstoties tehnoloģijām, komunikācijām, transportam, darba tirgū tiek pieprasīti speciālisti ar augstāk kvalificētu tehnoloģisko, akadēmisko, darba prasmju līmeni. Šīs parādības ir izraisījušas un turpina izraisīt būtiskas pārmaiņas daudzu attīstīto valstu izglītības sistēmās. UNESCO starptautiskās komisijas „Izglītība divdesmit pirmajam gadsimtam” ziņojumā teikts: „Lai sekmīgi pildītu savus uzdevumus, izglītībai ir jāietver četri fundamentāli mācīšanās veidi, kuri cilvēka dzīvē būs zināmā mērā viņa zināšanu pilāri: mācīšanās zināt — iegūt sapratnes līdzekļus; mācīšanās darīt, lai spētu radoši sadarboties ar apkārtējo pasauli; mācīšanās dzīvot kopā, lai piedalītos un sadarbotos ar citiem cilvēkiem visās cilvēkdarbības jomās, un mācīšanās būt, kas ir iepriekšējo trīs veidu būtiska tālāka attīstība. Bez šaubām, šie četri zināšanu apguves ceļi veido vienu veselumu, jo tie daudzās vietās saskaras, pārklājas un mijiedarbojas (*Nākotnes izglītības meti, 1998, 21. lpp.*). ASV 21. gadsimta mācīšanās prasmju ietvarā tiek uzsvērts, ka šodienas ekonomiskajos apstākļos aizvien pieaug izglītības loma konkurētspējas attīstīšanā un indivīda dzīves kvalitātes uzlabošanā. 21. gadsimtā izšķiroši svarīga kļūst lielāka skolēnu iesaistīšanās mācīšanās procesā, reālās dzīves pielietojuma ienākšana mācību saturā, starpdisciplināritāte; informācijas tehnoloģiju pratības (angl. *technological literacy*) un 21. gadsimta prasmju — mācīšanās un inovāciju prasmju uzlabošana, dzīves un karjeras prasmes attīstīšana (*21st Century Skills Framework, 2009*). Starp svarīgākajām pamatprasmēm (angl. *key competences*), kuras būtu jāpilda katram indivīdam atbilstoši Eiropas izglītības un apmācību sistēmu nākotnes mērķiem un darba programmai, ir matemātika, dabaszinātnes un tehnoloģijas, digitālā kompetence, prasmes mācīties, saskarsmes un sociālās kompetences, uzņēmējspējas (angl. *entrepreneurship*), kuras var tikt attīstītas, arī apgūstot dabaszinātnes, kā arī dzimtā valoda, svešvaloda un kultūras daudzveidība. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam paredz, ka līdz šim tradicionālo pieeju mācīt priekšmetus savstarpēji nošķirti, lielu uzsvāru liekot uz teorētiskajām zināšanām, jānomaina ar pragmatiskāku pieeju izglītībā, kur būtisks ir zināšanu apguves konteksts.

Izglītības sistēmai ir īpaši jāattīsta spēja patstāvīgi, kritiski un radoši domāt, kā arī spēja sadarboties un pielāgoties (*Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam, 2008*).

Sabiedrības pieprasījuma maiņa nosaka izglītības mērķu maiņu. Mainoties izglītības mērķiem, mainās arī mācību satura izpratne — prasmes kļūst par mācību saturu

(vienkāršoti — par mācību „vielu”, kas jāapgūst). Dabaszinātnēs tās veido tiltu starp dabaszinātņu tradicionālajām tēmām un indivīda un sabiedrības vajadzībām (skat. 6. att.).



6. att. Pamatprasmju apguve dabaszinātņu mācību priekšmetos

2.1. Dabaszinātniskā izpratība — mūsdienu dabaszinātņu izglītības mērķis

Viens no būtiskākajiem secinājumiem par nākotnes dabaszinātņu izglītību, par kuru vienprātis ir daudzi no pētniekiem (*Miller; Osborne, 2000; Osborne, Duschl Fairbrother, 2007; Osborne, 2007 u. c.*), — katram indivīdam un sabiedrībai kopumā nepieciešams veidot izpratni ne vien par procesiem un parādībām dabā, bet vajadzētu arī atrisināt vienu no iepriekš minētajām problēmām, ka visi skolēni tiek mācīti tā, it kā viņi visi gribētu kļūt par zinātniekiem.

Dabaszinātņu izglītības galvenais mērķis ir dabaszinātniskās un tehnoloģiskās izpratības¹⁵ (angl. *scientific and technological literacy*) veidošana, kas atspoguļota arī daudzu attīstīto valstu un starptautisku organizāciju dabaszinātņu izglītības mērķdokumentos, piemēram, ASV nacionālajos dabaszinātņu izglītības standartos (*National Science Education Standards (1996)*), *English Project: Beyond 2000: Science Education for Future (1998)*, *Canadian Project: Here in after (1995) un citos*).

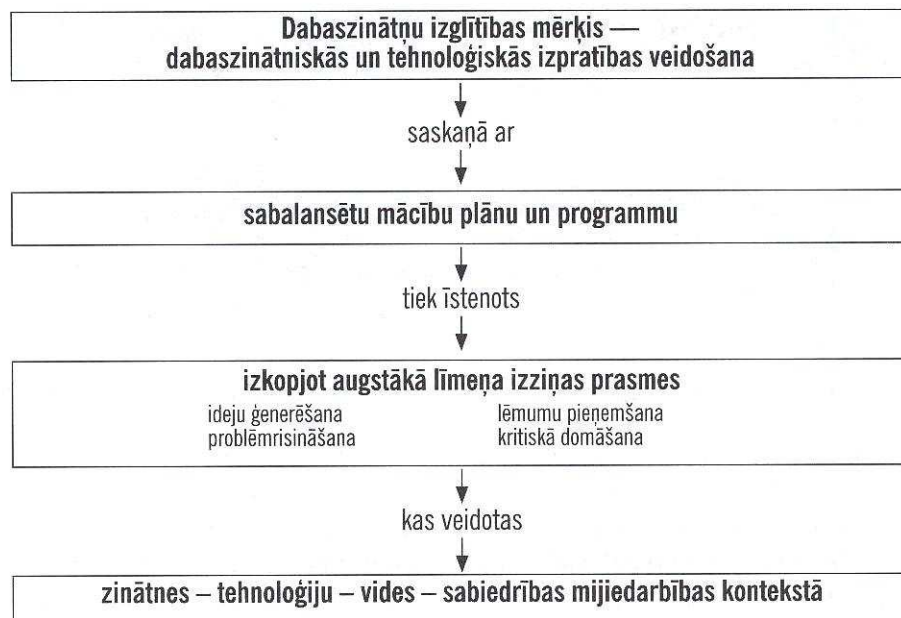
Dabaszinātniskā izpratība ir jāpieņem kā mūžizglītības mērķis visiem indivīdiem (*Trowbridge, Bybee, 1996*). Izpratība ir nākotnes izglītības jēdziens, bet tā veidošanai jānotiek jau šodienas mācību procesā. Kopš 20. gadsimta sešdesmitajiem gadiem sastopami dažādi dabaszinātniskās izpratības raksturojumi (*Bybee, Hoolbrook, Töldsepp u. c.*). Dabaszinātniskā un tehnoloģiskā izpratība ir spēja lietot dabaszinātnisko izpratni gan indivīda personīgās, gan sociālās dzīves kontekstā. Šī izpratība veidojusies caur zināšanām, kas balstās dabaszinību pamatjēdzienos, dabaszinātniskos pētīšanas veidos, dabaszinātniskās darbības (angl. *endeavour*) vēsturiskā, sociālā, intelektuālā kontekstā (*National Science Education Standards, 1996*). Dabaszinātniskā izpratība ir indivīda spēja lietot dabaszinātniskās zināšanas reālās situācijās to problēmu risināšanā, kuras var tikt pētītas un risinātas ar zinātnes metožu palīdzību, lai izdarītu secinājumus, kas pamatojas uz novērojumiem un eksperimentiem (*OECD, 1999*).

Plašāk dabaszinātnisko izpratību var skaidrot, izmantojot vairākus atslēgas vārdu blokus. Pirmkārt, tā ietver dabaszinātniskās zināšanas un to lietojumu reālās dzīves situācijās — jaunu zināšanu iegūšanai, jautājumu formulēšanai, secināšanai ar atbilstošu argumentāciju. Otrkārt, tā ir problēmu risināšana, izmantojot zinātnes metodes (pētnieciskā procesa prasmēs: jautāšana, novērošana, eksperimentēšana, secināšana u. c.), citiem vārdiem sakot, dabaszinātniskās izziņas (pētnieciskais) ceļš. Treškārt, izpratne un atbildīgu lēmumu pieņemšana (gatavība iesaistīties apzinātā darbībā) par apkārtējo pasauli (dabu, sabiedrību, cilvēku), par pārmaiņām apkārtējā pasaulē cilvēka darbības rezultātā — zinātnes sasniegumiem, tehnoloģijām, tehniku u. c. OECD PISA 2006 ietvara formulējumā dabaszinātniskās izpratības definīcijā zināšanas ir vairāk kā spēja atcerēties informāciju, faktus un vārdus. Definīcija ietver zināšanas par dabaszinātnēm (par dabu) un zināšanas par zinātni vispār. Ja iepriekšējās definīcijas ietvēra fundamentālu zinātnes pamatjēdzienu un teoriju izpratni, tad vēlākās — izpratni par zinātnes dabu kā cilvēka darbību un zinātnisko zināšanu robežas (*OECD, 2006*).

¹⁵ Starptautiski izglītībā plaši pazīstamais termins *scientific literacy* lietots kā dabaszinātniskā izpratība, jo ieteikts latviešu valodā tulkot (V. Skujina) un jau ieviests daudzos izglītības mērķdokumentos. Starp Latvijas zinātniekiem nav vienprātības, kā šo terminu vajadzētu tulkot. A. Špona termina izpratība vietā iesaka lietot terminu — pašpieredze. A. Kangro un A. Geske to tulko kā kompetenci.

Būtiskākā atšķirība starp ķīmijas izpratni un izpratību ir tieši topošā sabiedrības pilsoņa spēja tagad un arī nākotnē apgūto lietot personīgās un sabiedrības dzīves kontekstā, kad jaunajam pilsonim vajadzēs risināt darba vai privātās dzīves problēmas, pieņemt atbilstošus lēmumus u. c. Atslēga ir apgūto zināšanu pārnēsums uz personīgo dzīvi sabiedrībā, mācīšanās, izmantojot ikdienas dzīves pieredzi un ar to saistītos tematus. Tā arī ir viena no atbildēm uz deviņdesmito gadu sākumā ļoti bieži dzirdēto jautājumu, vai dabaszinātņu izglītībā arī kaut kas jāmaina — ķīmija un fizika taču nemainās!? Ilustrācijai vienkāršs piemērs no prakses. Pie ķīmijas skolotāja atnāk kaimiņš un prasa, ko lai viņš tagad dara, rādot cinka spaini ar etiķi iemarinētu vistas gaļu žāvēšanai. Gaļa ir kļuvusi „pelēka, pat melna”, uzturā nelietojama. Tātad ir notikusi reakcija starp metālu (spaini) un marinādi (skābi). Ķīmijas stundās, mācoties to no 8. līdz 12. klasei, skolēni daudzas reizes izpilda mēģinājumu, kur mēģenē tiek ielikti metāla (parasti cinka) gabaliņi un tiek ielieta skābe, tā apgūstot, ka metāli reaģē ar skābēm, un pēc tam rakstot atbilstošu reakciju vienādojumus. Rodas jautājums — vai bija jēga skolā neskaitāmas reizes rakstīt reakciju vienādojumus metālu reakcijām ar skābi? Šis cilvēks nespēja klasē iegūtās zināšanas pielietot ikdienas dzīves situācijā!

Dabaszinātņu izglītības pētījumi ir virzīti uz to, kā izmainīt mācību procesu, lai skolēni spētu zināšanas lietot ne tikai klasē, bet arī ikdienas un tālākajā darba dzīvē. U. Zollers to saredz, attīstot dziļu konceptuālu izpratni un augstākā līmeņa izziņas prasmes ne tikai specifiskā satura un dabaszinātņu disciplīnu, bet arī savstarpējā zinātnes, tehnoloģiju, vides un sabiedrības mijattiecību kontekstā (Zoller, 1999, 2000). Dž. Holbruks rod pamatojumu prasmju apgūvē intelektuālā, attieksmju, sociālā un starpdisciplinārā kontekstā (Hoolbrook, 1999). A. Tildseps turpina šo domu, parādot dabaszinību izglītības nākotnes paradigmu shēmas veidā (skat. 7. att.).

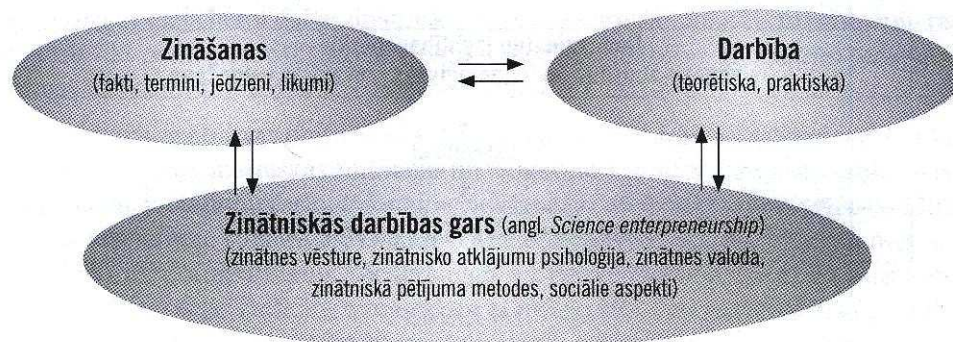


7. att. Dabaszinību izglītības nākotnes paradigma (Tildsepp, 2000)

Izpratību veidojošā mācību procesā par svarīgāko pētnieki A. Tildseps, Dž. Holbruks, L. Troubridža, Dž. Remsdena, V. Ju Jen Su u. c. uzskata, cik liels ir tās nozīmīgums skolēnam. Dž. Holbruks personisko nozīmīgumu saista ar sabiedrību — vidi, veselību, enerģētiskajām vajadzībām, rūpniecību, komunikācijām (Hoolbrook, 1999). A. Tildseps — ar skolēnu un viņa mācīšanās motivāciju. V. Ju Jen Su kā izpratību veidojošas klases pazīmes min ziņkārību, pašiniciētu pētīšanu, saprotamus jautājumus, mācīšanos sadarbojoties, efektīvi komunicējot (Yu—Jen Su, 2001). Kā šo personisko nozīmīgumu panākt? Kā ikdienas zināšanas un pieredzi ienest mācību procesā?

A. Tildseps paredz ideālu dabaszinātņu izglītības nākotnes paradigmas realizāciju, mācot dabaszinātnes saskaņā ar sabalansētu (angl. *balanced*) programmu stingri sociālā kontekstā, pamatojoties uz psiholoģisko un didaktisko traktējumu. Par sabalansētību starp valstisku un nevalstisku izglītību, formālu un neformālu izglītību, priekšmetorientētu un skolēnorientētu mācīšanu, algoritmiskām un nealgoritmiskām aktivitātēm, objektivitāti un pievilcību (Töldsepp, 2001). Par līdzsvara nepieciešamību mācību procesā dažādos aspektos runā N. L. Geidžs, D. C. Berliners, D. Prets, P. Koumars, A. Karids, V. Grābers, T. Erdmans, V. Šlikers un citi pētnieki.

Sabalansēts dabaszinātņu modelis ietver gan dabaszinātniskās zināšanas (izpratni), gan darbību (angl. *activity*), to mijiedarbībā, kas nav iedomājama bez zinātnes vēstures, zinātnisko atklājumu psiholoģijas, zinātnes valodas, zinātniskā pētījuma metodēm, sociālajiem aspektiem — tātad zinātnes bāzes (angl. *scientific entrepreneurship*), kuru savstarpējo sakarību skat. 8. att.



8. att. Sabalansēts dabaszinātņu modelis (Benchmarks for Science Literacy, 1993)

A. Karids un P. Koumars piedāvā sabalansētību kā atslēgas jēdzienu starp dabaszinātniskās izpratības filosofiju, saturu, didaktiskajām modifikācijām, vērtēšanu, tam apkārt esošo vidi izpratības pētīšanas modeli (Karidas, Koumaras, 2001). V. Grābers, T. Erdmans, V. Šlikers apūko dabaszinātnisko izpratību kā sabalansētību starp dažādām kompetencēm — ko cilvēki zina (priekšmetiskā un epistemoloģiskā kompetence), kas cilvēkiem ir vērtība (ētiskā kompetence) un ko cilvēki var darīt (mācīšanās, sociālā, procedurālā, komunikatīvā kompetence) (Graber, Erdman, Schlieker, 2001).

Dabaszinātniskās izpratības attīstīšana ietver organizētu zināšanu iegūšanu, intelektuālo prasmju un manipulatīvo spēju attīstīšanu, ideju un vērtību paplašinātu izpratni. Dabaszinātniskās izpratības kā nākotnes paradigmas apstākļos formulēta mērķa konteksts ietver indivīdam personisko un sabiedrisko nozīmību vēsturiskā un kulturālā kontekstā. Skolēnam jāatpazīst zinātnes piedāvātās idejas un vērtības, bet vēlāk jāveido savējās. Izpratnes attīstība notiek, skolēniem lietojot zināšanas un prasmes, lai izprastu dabaszinības un tehnoloģijas savā personīgajā dzīvē, sabiedrības problēmās, dažādos vēsturiskos periodos un kultūru kontekstos (*Trowbridge, Bybee, 1996*).

R. Beibijs saka, ka, lai sasniegtu izvīrītus mērķus dabaszinātniskās izpratības veidošanā, jāstrādā sekojošās jomās: sociālajā attīstībā, zinātniskā pētījuma metodes izmantošanā, skolēna personības attīstīšanā, jāgūst empīriskas zināšanas par ķīmiskajām, fizikālajām un bioloģiskajām sistēmām, jāapzinās turpmākā karjera (*Bybee, 1993*). Dž. Holbruks, adaptējot R. Beibija piedāvāto, norāda, ka dabaszinātniskās izpratības mācīšanai atbilst tāda prakse, lai atbilstoši sasniegtu mērķus četros aspektos — sociālajā, kognitīvajā, komunikatīvajā un intrapersonālajā (*Hoolbrook, 1999*). Ekspertu uzskati par aspektu prioritāti atšķiras. Ir apkopoti dažādu ekspertu dati, ka 45% mērķu (sasniezamo uzdevumu) būtu jāattiecas uz kognitīvo sfēru, 20% uz komunikatīvo, 15% uz personīgo u. c. (*Hoolbrook, Rannikmae, 2000*). A. Tildseps uzskata, ka dabaszinātnisko izpratību veidojošo mērķu struktūrai — kognitīvajai, sociālajai, intrapersonālajai un komunikatīvajai attīstībai jābūt sabalansētai, īpaši uzsverot, ka postsociālistiskajās valstīs ir jāpaaugstina komunikatīvā, sociālā un intrapersonālā aspekta attīstība dabaszinātņu saturā (*Töldsep, 2001*).

Kopumā varam secināt, ka, mainoties dabaszinātņu izglītības paradigmai, par dabaszinātniskās izglītības nākotnes mērķi ir izvīrīta dabaszinātniskās un tehnoloģiskās izpratības veidošana, kas akcentē indivīda spēju tagad un nākotnē dabaszinātnēs apgūto informāciju lietot personīgās un sabiedriskās dzīves kontekstā, spējot pieņemt atbilstošus lēmumus u. c., kad tas būs nepieciešams. Domājot didaktikas kategorijās — indivīds šāda dabaszinātņu apguves procesa rezultātā pats ir guvis pieredzi¹⁶, kuru spēj tālāk radoši izmantot.

Dabaszinātnisko izpratību veidojoša būtiska mācību procesa pazīme ir tās nozīmīgums katram skolēnam personīgi. Dabaszinātniskā izpratība var tikt veidota, izstrādājot sabalansētu paplašinātu mācību programmu uz zinātnes, tehnoloģiju, vides un sabiedrības vajadzību bāzes, kuras realizācija attīsta skolēnos konceptuālu izpratni, kritisku un radošu domāšanu, problēmrisināšanas un lēmumu pieņemšanas augstākā līmeņa izziņas prasmes.

Dabaszinātniskā izpratība ir plašāks jēdziens. Tā ir atkarīga no skolotāja redzējuma un to zinātnisko pētījumu izmantošanas, kas akcentē skolēnu iesaistīšanos, konstruktīvistu pieejas un skolotāja kā mācību procesa veicinātāja, nevis zināšanu devēja (*Hoolbrook, 1998, 14. lpp.*).

¹⁶ Pieredzes (īpaši skolēna pieredzes) jēdziens dabaszinātņu didaktikā vairāk tiek lietots dzīves kontekstā, mazāk teorijā. Pedagoģi ir vienprātīgi par pieredzes nozīmīgumu mācību satura apgūvē. Vienlaikus tas ir viens no neskaidrāk definētajiem terminiem (Giese M., 2010).

MŪSDIENĪGS DABASZINĀTŅU SATURS

Informācijas laikmetā skolas galvenais uzdevums vairs nav informācijas nodošana, bet gan personības attīstība, kas arī nosaka pamatatzīrības mācību saturā (*Guzejevs, 2001*).

3.1. Kas ir mācību saturs?

Mūsdienu pedagogijā mācību satura jēdziens tiek traktēts plašāk — tas ietver skolēnam apgūstamās zināšanas, prasmes, attīstītas un audzinātas īpašības (kas skolēnam jāiegūst), kā arī mācīšanas saturu (*Žogla, 2001*). Didaktikā tiek runāts par plānoto mācību saturu (mācību saturu reglamentējošie dokumenti, kas iekļauti mācību grāmatās), par reālo mācību saturu (iespēja, kuru piedāvā apgūt konkrētais skolotājs klasē) un reāli apgūto mācību saturu (saturu, kuru skolēns ir apguvis). Reālais mācību saturs aptver skolēnam apgūstamās zināšanas, prasmes un attieksmes, kā arī mācīšanas saturu, skolotāja palīdzību — ieteikumus, demonstrēto paraugu, skolēna ievadišanu patstāvīgajā darbā (*Žogla, 2001, 96. lpp.*).

Mācību saturs ietver zināšanas, prasmes un attieksmes, kas pozitīvi virza izglītojošo, attīstošo un audzinošo mērķu integrāciju mācību procesā. Ja skolēns tiek aplūkots kā aktīvs jēgas un personīgā nozīmīguma meklētājs mācību procesā, ir jāņem vērā, ka skolēna pieredze ir tā, kas ietekmē mācību rezultātu, un visa mācāmā nozīme nevar tikt ietverta mācību saturā.

Zināšanas (šī vārda plašākajā nozīmē) tiek aplūkotas gan kā informējošas zināšanas (zinu, ka), gan kā procesuālas zināšanas (zinu, kā). Skolēns pats iegūst zināšanas no dažādiem avotiem, skolotāja uzdevums ir palīdzēt šīs zināšanas apgūt, strukturēt, sistematizēt, veidot prasmi iegūtās zināšanas pielietot. Radošai izziņas darbībai nepieciešamas prognostiskas zināšanas, kas veidojas uz analītiskas prasmes pamata: prasme formulēt izziņas uzdevumu, problēmu, hipotēzi, paredzēt iespējamās atrisināšanas pieejas un paņēmienus.

Skolēns pats iegūst, organizē, izmanto un nodod informāciju citiem. Vārdu *informācija* saprotam šī vārda plašākā nozīmē, uzskatot, ka informācija ietver faktus, kas raksta par iekšējo un ārējo pasauli, darbības paņēmieniem, vērtīborientāciju un emocionāli personīgajām attiecībām (*Guzejevs, 2002*). Informācijas iegūšana ietver lasīšanu, klausīšanos, eksperimentēšanu, rakstīšanu u. c. darbības, t. i., tās prasmes, ko ietver prasme mācīties. Prasme mācīties attīstās vienlaicīgi ar konkrētā priekšmeta zināšanām un prasmēm, tātad ir divdaļīga. Vispārējā prasme veidojas pēc vispārdidaktiskām un psiholoģiskām likumsakarībām, bet mācību priekšmeta prasmes (piemēram, ķīmijā — prasme sastādīt struktūrformulas) ir mācīšanās mērķis un rezultāts, kas nodrošina turpmāku

konkrētā mācību priekšmeta apgūvi. **Prasme** ir procesuālo zināšanu apguves kvalitāte, kas ļauj cilvēkam tās apzināti pielietot pēc parauga vai izmantot jaunā situācijā. Konkrēto prasmju apguve plānojama kā mācību procesa mērķis un rezultāts.

Uz izpratnes pamata par mācībās bagātinātu pieredzi un attīstītu prātu skolēns veido **attieksmi** pret to, ko mācās, ar ko kopā mācās, pret mācīšanos, sevi un citiem. A. Špona definē attieksmes kā integrētu personības īpašību, kas veidojas dzīvesdarbības pieredzes, zināšanu apguves, pārdzīvojuma un gribas piepūles vienībā un izpaužas vērtībās, mērķos, ideālos un normās (Špona, 2001, 57. lpp.). Attieksme pauž personības aktīvu izvēles pozīciju, kas nosaka darbības un atsevišķu tās komponentu individuālo raksturu (Špona, 2001). Attieksme kā mācību mērķis un rezultāts ir komplicēta personības pamatīpašība, kas aptver cilvēka intereses, darbības motīvus, vērtības, pārliecību, uzskatus, ideālus. Tās struktūru veido kognitīvais, emocionālais un darbības komponents, kurā apvienojas tikai tā zināšanu daļa, kas tiek pārdzīvota kā personiski nozīmīga vai nenozīmīga (Žogla, 2001, 121. lpp.). Mācību priekšmeta personisko nozīmīgumu, kas tiek pieņemts kā vērtība sev un kura savukārt tiek realizēta mācīšanās darbībā, Žogla sauc par kognitīvo attieksmi. Kognitīvā attieksme ietver mācīšanās personisko nozīmīgumu un jēgu, zināšanas par efektīgiem mācīšanās paņēmieniem, prasmi un vēlēšanos mācīties, gribas mobilizēšanu, pozitīvas izziņas emocijas. Iegūtās un izvērtētās zināšanas, prasmes un attieksmes, kas kļuvušas par personīgi nozīmīgām vērtībām, ir indivīda pašpiederze, kas ir katra cilvēka kompetences pamats (Špona, 2006, 161. lpp.).

Pārdzīvojums jeb afektīvais komponents pārvērš zināšanas subjektīvā veidojumā, tās kļūst (vai arī nekļūst) personiski nozīmīgas un vēlamas. Pozitīvs pārdzīvojums mācībās padara mācīšanos vieglu, baudāmu, tuvina to dzīvesstilam, kas pieņemts labprātīgi. H. Gaudīgs ir teicis, ka, „lai attīstītu audzēkņu jūtas, mācībām jārada skolēnos pārdzīvojumi, jāgādā, lai audzēkņi pēc iespējas biežāk „sastaptu” pārsteigumu, kas mūs pārņem, kad izdzirdam ģeniālu domu. Jāgādā, lai skolēni izjustu izziņas prieku, lai viņos veidotos pozitīva attieksme pret darbu. Svarīga ir pārliecība par to, ka aug un veidojas personība.” (Ūsinš, 1996) Lai gūtu rezultātus, skolēnam jājūtas piederīgam. Cilvēki no dabas ir ziņkārīgi, un viņiem patīk mācīties, bet negatīvas kognīcijas un emocijas (nedrošības sajūta, uztraukšanās par kļūdišanos, kautrīgums, baidīšanās no izsmiekla, nozākāšana) šo entuziasmu iznīcina. Pozitīvs personīgs skolotāja atbalsts un mācīšana ar paškontrolētiem paņēmieniem var uzlabot mācīšanos (McComb, 1993).

3.2. Mācību satura dabaszinātnēs teorētiskās pamatnostādnes

Tradicionāli ar mācību saturu dabaszinātnēs saprot konkrētās fizikas, ķīmijas vai bioloģijas tēmas. Piemēram, fizikā mācās par kustību, siltumu, elektrību u. c., ķīmijā par vielām, bioloģijā par augu dzimtām, dzīvnieku tipiēm u. c. Laikam atbilstošu dabaszinātņu mācību priekšmetu saturu skolā veido specifiskas, skolai atlasītas un adaptētas atbilstošo zinātnes nozaru — fizikas, ķīmijas vai bioloģijas tēmas, uz kuru bāzes skolēniem tiek attīstītas prasmes lietot iegūtās zināšanas, dabaszinātniskās izziņas (pētnieciskās) prasmes, komunikatīvās prasmes un veidojas attieksmes, sekmējot skolēna personības veidošanos. Tātad, mainoties mācību satura izpratnei, prasmes kļūst par mācību saturu. Akcentētas tiek nevis zināšanas kā fakti (zinu, ko), bet tieši prasmes šīs zināšanas lietot (zinu, kā), jo zinātnisku zināšanu esamība nav garantija, ka tās tiks lietotas (*Remsden, 1995*), bet prasme faktus lietot ir daudz svarīgāka par pašām faktu zināšanām (*Libby, 1995*). Tieši prasmju veidošanās akcentēšana parāda visbūtiskāko atšķirību starp paradigmām — „mācīt skolēnu” un „mācīt priekšmetu”. Prasmes mācīties un priekšmetam specifisko prasmju būtības konkretizēšana ļauj skolotājam apzināti veidot mācību procesu atbilstoši skolēna attīstībai, viņa izziņas loģikai, neļaujot tam reducēties tikai līdz mācību priekšmeta loģikai. Vienlaikus jāpatur prātā, ka mācoties norisinās mācību satura transformācija skolēna individuālajā pieredzē. Tādējādi mācību procesa centrā ir nevis saturs un zināšanas, bet gan skolēna prasme tās iegūt saviem spēkiem. J. Novaks saka, ka mūsu vislabākā cerība būtu palīdzēt skolēniem mācīties, kā mācīties, lai viņiem būtu lielākas iespējas apgūt galvenās dabaszinātņu idejas, kā arī palīdzēt izprast, kā zināšanas ir konstruētas, daļēji, lai veicinātu viņu mācīšanos, daļēji, lai palīdzētu izprast dabaszinātņu dabu (*Novak, 1990*). Lai skolotājs, kurš tālākizglītībasursos tagad nereti jautā: *Kā lai es „izņemu vielu”, ja man jā māca šādas prasmes?* saprastu un pieņemtu, ka, runājot pedagoģiskajā žargonā, tieši prasmes kļūst par „mācību vielu”, kura „jāizņem”.

Dabaszinātnisko izpratību veidojošā mācību saturā atbilstoši izvirzīto mērķu struktūrai (skat. iepriekš *Bybee, Hoolbrook, Töldsepp* u. c.) ietilpst kognitīvais, sociālais, intrapersonālais un komunikatīvais aspekts. Kā izmantot kognitīvi orientētās dabaszinātņu mācību programmas, lai veicinātu skolēna personības attīstību? Sabiedriskās dzīves jēgu (gluži tāpat kā personiskās dzīves jēgu) nevar iemācīt kognitīvā ceļā. To drīzāk iemāca pieredze (*Prets, 2000*). Dž. Džuijs jau pirms simts gadiem ir teicis: „Māciet visus priekšmetus tā, lai pilnībā realizētu tajos ietvertās sociālās un personiskās iespējas!” (*Dewey, 1902*) Jau J. Grete „runā par tiem blakus nolūkiem, kuri ir uzlikti ķīmijas mācīšanai” (*Grete, 1931*). Veidojot konkrētā dabaszinātņu kursu saturu, jākoncentrējas uz tiem dabaszinātņu jautājumiem, kas var dot skolēniem instrumentus, kas nepieciešami, lai viņi varētu atpazīt problēmas, kad viņi ar tām sastopas, un zināšanas, kur atrast datus, kā tos analizēt un kā risināt problēmas ne tikai šodien, bet visa mūža garumā. Konkrētais saturs kļūst par kontekstu, uz kura šīs prasmes tiek attīstītas (*Ege, Coppola, Lawton, 1995*). Tas sasaucas ar sociālo un intrapersonālo satura aspektu dabaszinātniskās izpratības kontekstā. A. Tildseps uzskata, ka, mācot dabaszināt-

nes, sociālajā un intrapersonālajā aspektā ir ne tikai jāattīsta vispārējās sociālās prasmes, bet jāatspoguļo sabiedrībai nozīmīgais, piemēram, izpratne par dažādu nacionālo resursu — gaisa, ūdens, metālu, degvielas u. c. ražošanas un lietošanas nozīmi sabiedrības ilgtspējīgā attīstībā. Nozīmīgi ir ne tikai attīstīt tādas īpašības kā radošums, iniciatīva, neatlaidība, veidot pozitīvu attieksmi, identificēt un kultivēt ētiskās vērtības, bet nozīmīga ir prasme ikdienas dzīvē (pavadot brīvo laiku, lietojot uzturu u. c.) apzināti ievērot vielu īpašības, ķīmisko procesu īpatnības (*Töldsepp, 2001*). Mūsdienīgām dabaszinātņu apguves procesam jāsekmē attieksmju veidošanos, kas tradicionāli nepelnīti netiek uzlūkota par īpaši nozīmīgu dabaszinātņu mācību procesā. Skolā veidojas ne vien pozitīvās, bet arī negatīvās attieksmes. Tomēr tās nevar iemācīt tāpat kā zināšanas un prasmes. Parasti attieksmes veido nevis informācija, ko cilvēki saņem, bet viņu pārdzīvotā nozīmīgā pieredze (*Prets, 2000, 77. lpp.*). D. Prets un citi pētnieki izeju saskata kritiskās domāšanas prasmju attīstīšanā, emocionālajā attīstībā. Dabaszinātņu apguves procesā veidojas interese par mācību priekšmetu un skolēnu pārliecība par savām spējām šajā jomā. Daudzi pētnieki ir vienprātīgi, ka nozīmīgākais faktors mācību satura apgūvē ir tā personīgais nozīmīgums skolēnam — vai skolēns redz jēgu tam, ko viņš mācās, jo tikai tad veidojas viņa radošā pašpieredze.

3.3. Pieeja mācību satura izveidei

Vērojamas divas strukturāli un principiāli atšķirīgas pieejas mācību satura sakārtojumā — sistemātiskā pieeja un indivīda un sabiedrības vajadzībās balstīta pieeja. A. Tildseps tos sauc par diviem dabaszinātņu izglītības tipiem (*Töldsepp, 2001*), Dž. Holbruks par diviem atšķirīgiem mācību saturiem (angl. *curriculum*) (*Hoolbrook, 1999*).

Pati zinātnes loģiskā struktūra nosaka sistemātisko pieeju (stingru loģisko pēctecību) ķīmijas, fizikas vai bioloģijas mācība satura sakārtojumā. Tā arī ilgu gadu desmitus tiek izmantota šo priekšmetu mācīšanai kā Latvijā, tā daudzviet citur pasaulē. Tā veidotas praktiski visas latviešu valodā izdotās ķīmijas, fizikas un bioloģijas mācību grāmatas. Šādu kursu uzdevums parasti ir bijis skolēnus sagatavot turpmākajām studijām augstskolā. Jau aplūkojot daudzās problēmas dabaszinātņu izglītībā, tika akcentēta problēma par mācību satura (līdz ar to arī mācību grāmatu) teorētisko sarežģītību, centieniem mācīt visus skolēnus tā, it kā viņi vēlētos kļūt par zinātniekiem.

Pārspilējumi dabaszinātņu satura teorētiskajā materiālā un skolēnu intereses trūkums to apgūt ir izraisījuši vairāku alternatīvu pieeju rašanos mācību satura izklāstam. Ir izveidoti daudzi integrēti dabaszinību kursi, kas aplūko dabu kā veselumu no dažādiem tās rakursiem, kā arī cilvēka darbības ietekmi uz to.

Cits virziens priekšplānā izvirza sabiedrības vai indivīda vajadzības un dod ieskatu par dabaszinātņu iespējām sabiedrības problēmu risināšanā. Savā ziņā tas ir argumentēti, jo priekšplānā izvirza indivīdu un viņa, kā arī sabiedrības vajadzības. Viens no spilgtākajiem piemēriem ķīmijā ir ASV Ķīmiķu savienības 80.–90. gados izstrādātā un daudzus izdevumus pieredzējusi *ChemCom* programma un mācību līdzekļi „Ķīmija kopienā” (angl. „*Chemistry in the Community*”). Šajā kursā skolēni iesaistīti tādu problēmu kā „apgāde ar ūdeni”, „pārtikas produktu problēmas”, „ķīmija, atmosfēra, klimats” u. c. risināšanā, nepiedāvājot sistemātisku kursu.

21. gadsimta sākumā atbilstoši mērķim dabaszinātniskās izpratības veidošanā parādās mācību līdzekļi, kas akcentē indivīda vajadzības dabas un zinātnes pasaulē apkārtējās dzīves kontekstā, piemēram, „Dabaszinātnes 21. gadsimtā” (angl. „*21st Century Science*”) Lielbritānijā. Kontekstā balstīta pieeja kļūst par vienu no dominējošām dabaszinātņu satura izveidē tieši gadsimtu mijā. 21. gadsimta sākums iezīmējas ar topošiem mācību līdzekļiem Vācijā, Nīderlandē u. c. valstīs.

Gadsimtu mijā nāk jauns dabaszinātņu reformu vilnis. Jauni mācību satura dokumenti tiek ieviesti ne tikai Latvijā, bet arī Lielbritānijā (2006), Nīderlandē, Jaunzēlandē un daudzās citās valstīs.

4.3. Mūsdienīgu mācību principi dabaszinātnēs

Ar mācību principu didaktikā saprot pamatprasības mācību procesam. Īsi aplūkosim dažus no pašiem būtiskākajiem mācību principiem, kas raksturo mūsdienīgu mācību satura apguvi dabaszinātnēs, mācību procesā sadarbojoties skolēniem un skolotājam.

Personīgais nozīmīgums skolēnam (angl. *relevance*). Dabaszinātniskās izpratības veidošanā, iespējams, visnozīmīgākā ir mācību satura personīgā nozīmība skolēnam — lai skolēns saredzētu apgūstamā mācību satura nozīmi un jēgu. Iespējas, kā to panākt, slēpjas gan apgūstamā mācību satura, gan procesa saistībā ar reālo dzīvi un skolēna vajadzībām.

Integritāte. Šodien cieši savijas dažādu zinātņu nozares un kļūst arvien grūtāk novilkt robežu, kur beidzas ķīmija un sākas fizika vai otrādi. Pasaules praksē mācību procesā dabaszinātnes nereti arī tiek apgūtas integrēti. Arī mācot atsevišķus dabaszinātņu priekšmetus, kuros tiek apgūta tā pati tēma, būtiski ir panākt, lai skolēnam veidotos vienota dabaszinātņu pasaules aina. Piemēram, atomu uzbūvi skolēni apgūst gan fizikā, gan ķīmijā, bet būtiski ir panākt, lai skolēnam veidotos vienota izpratne par atoma uzbūvi un skolēns nedomātu, ka vieni atomi ir ķīmijā, bet pavisam citi fizikā, kā tas diemžēl praksē nereti notiek. Starppriekšmetu saikne ir integrācijas zemākā pakāpe. Ķīmijas apguve cieši integrējas ar bioloģiju, kur skolēni apgūst zināšanas par dabasvielām — taukiem, oghidrātiem, olbaltumvielām, aplūkojot tās no cita skatu punkta, tāpēc svarīga ir šīs pieredzes sasaiste. Veselības mācībā skolēni ir iepazinušies ar uzturvielām, mājturībā ar tekstilšķiedrām u. c. Aprēķinu veikšanai ķīmijā un fizikā tiek izmantotas matemātiskā apgūtās prasmes.

Sistēmiskums. Sistēmiskums ir katras dabaszinātnes pamatā. Tajās apgūstamie jēdzieni ir sakārtoti noteiktā sistēmā. Skolēnam, apgūstot dabaszinātnes, ir veidojama pamatjēdzienu sistēma.

Pēctecība. Jau J. A. Komenskis rakstīja, ka visas zināšanas sakārtojamas tādā veidā, lai nākamās vienmēr balstītos uz iepriekšējām, bet iepriekšējās nostiprinātos ar nākamajām (*Komenskis, 1992*). Mūsdienās pēctecības princips (no zināmā uz nezināmo, no vieglākā uz grūtāko) pamatojas uz jauno zināšanu būvēšanu uz jau iepriekš apgūtajām zināšanām, prasmēm, pieredzi. Uz jautājumu, kas pedagogijā ir vissvarīgākais, psihologs D. Ozbels, ir teicis: „Ja man vajadzētu visu izglītības psiholoģiju reducēt vienā principā, es teiktu — vienīgais un vissvarīgākais faktors, kas ietekmē mācīšanos, ir tas, ko skolēns jau zina. Pārlicinies par to un māci viņu tam atbilstoši!” (*Ausubel, 1968*) Jaunu jēdzienu apguves metodiku ir svarīgi veidot tā, lai jaunapgūtais materiāls bāzētos skolēna iepriekšējās zināšanās, pieredzē. Tas jāņem vērā skolotājam, veidojot mācību saturu un mācību līdzekļus (*Töldsepp, 2009*), veidojot mācību procesu katrā konkrētajā klasē. Skolēna pieredzi veido trīs pamatkomponenti — skolēna uzkrātā praktiskās dzīves pieredze, skolēna iepriekš dabaszinātņu kursā apgūtās zināšanas, prasmes un attieksme, kā arī zināšanas, prasmes un attieksme, kas apgūta citos mācību priekšmetos. Svarīgāko dabaszinātņu jēdzienu apguve tiek veidota atbilstoši Blūma taksonomijai, vispirms no-

4. nodaļa. MŪSDIENĪGA MĀCĪBU PROCESA DABASZINĀTNĒS BŪTĪBA UN ORGANIZĀCIJA.....

skaidrojot, kas tas ir (sākotnējais priekšstats), tad gūstot izpratni par to, tālāk apgūstot prasmī to lietot un veikt augstāka līmeņa izziņas darbības, tā sekmējot pēctecīgu un pakāpenisku mācību satura apguvi.

Pieejamība. Mācību saturam, kuru apgūst skolēns, jāatbilst skolēna vecumam un iepriekš apgūtajām zināšanām. Tam jāsekmē skolēna attīstība. Skolotājiem nevajadzētu mācību procesā dot skolēnam uzdevumu, skaidri zinot, ka konkrētais skolēns ar to nespēs tikt galā, arī augstlēcšanas sacensībās sporta laukumā ļaunā taču visiem sportistiem netiek likta 3,0 metru augstumā.

Aktivitāte (kognitīvi aktīva mācīšanās). Ar aktivitāti mācību procesā saprot skolēna patstāvīgu, kognitīvi aktīvu mācību darbību (mācīšanos). Lai sekmētu skolēna mācīšanās motivāciju, ir būtiski, lai mācību procesā izmantotās metodes radītu skolēnam iespēju zināšanas un prasmes apgūt pašam, nevis lai skolotājs tās „ielietu viņam ar karotīti”. Mācību process tiek aplūkots kā skolēnam atvērta sistēma, kas balstās uz skolēna mācīšanos, tā galvenais uzdevums ir skolēna prasmes mācīties attīstīšana.

Daudzveidīgums. Hārvardas universitātes (ASV) pedagoģijas klasiķis H. Gārdners (*H. Gardner*) saka, ka šodien neviens nevar iemācīties visu un ka skolotājs parasti māca tā, kā viņam pašam patīk mācīties, bet katrā klasē ir skolēni ar daudzveidīgām prāta spējām (angl. *multiply intelligences*). Veidojot mācību procesu konkrētā klasē, skolotājam jāraugās, lai mācību process tiktu veidots, attīstot skolēnu prāta spēju daudzveidību, ievērojot uztveres un mācīšanās stilu atšķirības. Lai skolēna prāts tiktu attīstīts ne tikai tajā virzienā, kur daba jau skolēnu ir apveltījusi ar atbilstošām spējām. Jāattīsta arī citas spējas, izmantojot šim nolūkam daudzveidīgas mācību metodes un mācību līdzekļus.

Sadarbība. Neatņemama prasība darba tirgū mūsdienās ir prasme strādāt komandā. Arī zinātnē neviens vairs šodien neko nevar paveikt viens. Sadarbība ir mūsdienīga mācību procesa atslēga, kas īstenojama, skolēniem mācoties strādāt komandā dažādu laboratorijas darbu, projektu u. c. īstenošanā. Turpmāk sadaļā aplūkosim mācību procesu arī no sadarbības viedokļa.

Individualizācija. Līdztekus komandas darbam mācību procesā jāievēro katra skolēna spējas un vajadzības. Tieši katra skolēna vajadzību ievērošana humanizētā mācību procesā maina mācību procesa būtību.

Efektivitāte. Ar mācību procesa efektivitāti saprot sasniegto rezultātu atbilstību izvirzītajiem mērķiem un skolēnam piemērotiem uzdevumiem. Atbilstoši mācību mērķiem tiek veidots mācību saturs. Veiksmīgai mācību satura apguvei tiek izvēlētas piemērotas mācību metodes un paņēmieni. Īpaši uzdevumi palīdz skolotājam un skolēniem konstatēt, vai izvirzītie mērķi un uzdevumi ir sasniegti.

Veiksmīgai mērķu sasniegšanai ir nepieciešama skolēnam **atbalstoša mācību vide.**