

**RĒZEKNES AUGSTSKOLA
IZGLĪTĪBAS UN DIZAINA FAKULTĀTE
PERSONĪBAS SOCIALIZĀCIJAS PĒTĪJUMU INSTITŪTS**

Jānis Poplavskis

**BIONIKA VIDUSSKOLAS FIZIKAS MĀCĪBU
SATURA APGUVĒ**

Promocijas darbs
pedagoģijas zinātnes nozarē
skolas pedagoģijas apakšnozarē

**Zinātniskais vadītājs:
Dr. paed.
asoc.prof. Jānis Dzerviniks**

Rēzekne 2013



EIROPAS SAVIENĪBA



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

**Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā „Atbalsts doktora studiju programmu īstenošanai Rēzeknes Augstskolā 2.kārtā”
(Nr.2011/0057/1DP/1.1.2.1.2/11/IPIA/VIAA/005)**

Saturs

Ievads	3
1. FIZIKAS MĀCĪBU TEORĒTISKĀ ANALĪZE KONTEKSTORIENTĒTĀ KONSTRUKTĪVĀ PEDAGOĢISKAJĀ PROCESĀ	10
1.1. Konstruktīvisma pamatnostādnes fizikas mācīšanās procesā	10
1.2. Konteksts kā fizikas mācību didaktiskā koncepcija	17
1.2.1. Jēdziena „konteksts” izpratne fizikas didaktikā	17
1.2.2. Kontekstu izmantošana fizikas mācību procesa pilnveidē	21
1.3. Didaktiskās rekonstrukcijas modeļa analīze	27
1.3.1. Didaktiskās rekonstrukcijas modelis fizikas mācībās	27
1.3.2. Modeļa lietojums fizikas mācību procesa attīstībā	30
1.3.3. Kontekstorientētā mācīšanās kā didaktiskās rekonstrukcijas modeļa realizēšanas komponente	31
1.4. Neurokognitīvā mācīšanās teorija un konstruktīvisma zinātnes filozofija	37
1.4.1. Cikliskie mācīšanās modeļi	37
1.4.2. Neurovizualizācijas metodes	43
1.5. Vispārējās vidējās izglītības fizikas mācību saturs	46
1.5.1. Fizikas mācību satura analīze	46
1.5.2. Bionikas elementu pielietošana fizikas mācību satura pilnveidē	56
2. FIZIKAS METODIKAS PILNVEIDOŠANA SKOLĒNU DABASZINĪBU UN TEHNOLOĢIJU KOMPETENCES ATTĪSTĪBAI UN IZZIŅAS INTERESES PAR DABASZINĀTNĒM VEICINĀŠANAI	62
2.1. Skolēnu dabaszinātņu un tehnoloģiju kompetence un tās attīstība fizikas mācību procesā	62
2.2. Fizikas apguves didaktiskais modelis uz kontekstiem balstītā mācību procesā	69
2.3. Kritēriji didaktiskā modeļa efektivitātes pārbaudei	76
3. SKOLĒNU ZINĀŠANAS PAR DABU INTEGRĒJOŠA DIDAKTISKĀ MODEĻA FIZIKAS APGUVEI EFEKTIVITĀTES ANALĪZE	82
3.1. Pētījuma programmas raksturojums	82
3.2. Pētījuma rezultāti un to analīze	89
Nobeigums	107
Literatūras saraksts	116
PIELIKUMI	136

Ievads

ES valstīs atbilstoši Lisabonas stratēģijas pamatnostādņem īpaša uzmanība tiek pievērsta studējošo skaita palielināšanai nozarēs, kuras ir ļoti nepieciešamas inovācijām un zinātņu ietilpīgai ekonomikai. Latvijā augstskolu (Latvijas Universitātes, Daugavpils Universitātes, Rīgas Tehniskās universitātes) dabaszinātņu fakultātēm ir grūtības potenciālo studējošo ieinteresēšanā studijām. Latvijā ir viens no zemākajiem rādītājiem visās ES esošajās un jaunajās dalībvalstīs, salīdzinot studējošo skaitu (%) dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos ar visu studējošos skaitu, kas var tuvākajā nākotnē radīt darbaspēka resursu trūkumu atbilstošajās nozarēs (*ESF Nacionālā programma, 2005*). Arī Latvijas Pašvaldību savienība vēstulē IZM ir norādījusi uz darbaspēka resursu trūkumu noteiktos tautsaimniecības sektoros un uzskata par nepieciešamu uzlabot dabaszinātņu un matemātikas mācību kvalitāti skolās (*ESF Nacionālā programma, 2005*).

Mūsdienu pasaulē dabaszinātņu izglītības mērķis ir dabaszinātniskās izpratības veidošana. Skolēnu dabaszinātniskā izpratība ir arī viens no izglītības kvalitātes indikatoriem, kas tiek mērīts ES. Starptautiskie salīdzinošie pētījumi dabaszinībās (*TIMSS PISA OECD*) (*Geske, 2010*) uzrāda salīdzinoši zemu Latvijas skolēnu sasniegumus dabaszinātnēs un matemātikā. Pētījuma veicēji Latvijā secina, ka skolēnu relatīvi zemie sasniegumi, salīdzinot ar OECD valstu vidējo līmeni, liecina par nepieciešamību vairāk attīstīt skolēnu spējas izmantot skolā iegūtās zināšanas un prasmes reālās dzīves situācijās.

Rezultāti šajos pētījumos, ir izraisījuši debates par nepietiekamām prasmēm dabaszinību mācību priekšmetos, attiecīgi arī fizikā, tāpēc rodas nepieciešamība uzlabot izglītības kvalitāti skolā. Dabaszinību izglītības procesa izpētei ir būtiska loma ne tikai analizējot faktisko zinātniskās kompetences stāvokli un reālo situāciju skolās, bet arī mācību procesa uzlabošanai un pedagoģu izglītībai.

Ir svarīga fizikas mācīšanas un mācīšanās procesa uzlabošana. Šobrīd ir pieejami dažādi pētījumi šajā jomā un ir svarīgi izvēlēties pareizas metodes un paņēmienus, izmantojot pētījumos gūtās atziņas.

Viena no koncepcijām balstās uz didaktiskās rekonstrukcijas modeli, kur tiek uzskatīts, ka ir jāpiešķir vienāda uzmanība skolēnu mācību vajadzībām un iespējām (*Duit, 2000*). Izglītības procesā pētniecības un attīstības darbībām ir jābūt cieši saistītām. Dabaszinību priekšmetu apguve ir cieši saistīta ar izpētes darbu un iemaņām mācību procesā. Zinātniskās un pētnieciskās darbības ir obligāts priekšnoteikums, lai uzlabotu mācību procesu, rezultātu un kompetences,

nepieciešama jauna pieeja fizikas mācīšanas procesā. Kā iespējams risinājums varētu būt arī kontekstu izmantošana. Uz kontekstiem balstīts mācību process priekšplānā izvirza reālās pasaules strīdīgus un pretrunīgus jautājumus, kā arī sociālos jautājumus. „Kontekstu izmantošana var būt veids, kā palielināt sabiedrības izpratni. Izmantojot kontekstus, mēs varam uzlabot fizikas mācīšanas (apguvi) vienlaikus uzlabojot izpratni par apkārtējo vidi, kas atbilst skolēnu un arī sabiedrības vajadzībām” (*Whitelegg and Parry 1999*).

Jau pagājušā gadsimta vidū tika formulētas zinātnieku atziņas par cilvēka izziņas aktīvo dabu un akcenta pārvešanu uz skolēna mērķtiecīgu darbību mācībās. Tā ir doma par pāreju uz pedagoģisko paradigmu, ko var saukt par skolēna darbībā balstītu paradigmu. Pakāpeniski zūd vecie priekšstati par skolēnu kā pasīvu zināšanu uztvērēju, un rodas jauni priekšstati par viņu kā aktīvu zināšanu konstruktoru. Dažādajās izziņas teorijās tiek pausts uzskats, ka cilvēki ir mērķtiecīgi indivīdi, kas meklē zināšanas un kam ir augsti attīstīta spēja organizēt informāciju. Viena no teorijām, kas veidojās 20.gadsimta 90.gados, ir konstruktīvisms, kas uztverams kā brīvi saistītu izziņas viedokļu kopums. Šo viedokļu pamatā ir uzskats, ka zināšanas konstruē tie, kas mācās un attīsta tās pieredzes ceļā. Zināšanas var uzņemt, uzkrāt un uzglabāt, bet visspēcīgākās un dziļākās zināšanas veidojas tur, kur indivīds aktīvi konstruē nozīmes savā mijiedarbībā ar fizisko un sociālo vidi. Ja audzēkņus uzlūko par aktīviem, nevis pasīviem mācīšanās procesa dalībniekiem, tas nozīmē, ka mācības biežāk tiek virzītas uz domāšanas aktivizēšanu nekā uz to, lai papildītu viņu galvas ar zināšanām. Saskaņā ar konstruktīvisma idejām skolēniem jādod iespēja pārbaudīt jaunas idejas, izpētīt informāciju, risināt ikdienas dzīves mīklas, rast jaunas atbildes dažādās situācijās. Mācoties risināt problēmas, skolēni pēta problēmsituācijas, un šāds darbs attīsta domāšanu un motivē mācīšanos. Skolēni strādā sadarbojoties, mācās apšaubīt cits cita, arī skolotāja domas, lai nonāktu pie kopīga slēdziena.

Mūsdienās liela uzmanība tiek pievērsta fizikas teorētiskajām atziņām saistībā ar mums apkārt notiekošajiem procesiem sadzīvē un, kas ir ļoti nozīmīgi, arī dabā. Ļoti efektīvi ir izmantot jau esošus risinājumus dabā, tikai tos jāizskaidro un jāizprot. Liela loma mūsdienās kļūst jaunai zinātnei – bionikai, kurai noteikti būtu jāatvēr zināma vieta skolā fizikas un arī citu dabaszinību mācību priekšmetu apgūvē. Bionika – robežzinātne starp fiziku, bioloģiju un tehniku, kas risina inženiertehniskus uzdevumus, pamatojoties uz dzīvās dabas organismu struktūru modeļiem.

Fizikas mācīšanai vidusskolas posmā ir tradicionālā pieeja: vispirms skolēni tiek iepazīsti ar zinātniskajām atziņām, tad seko teorija un pielietojums sadzīvē, piemēri dabā. Autors promocijas darbā piedāvā izmantot citu pieeju - izstrādājot zinātnisko modeli- vispirms skolēni

atrod, izpēta piemērus dabā, tad izdarot secinājumus, nonāk pie atbilstošas teorijas un tad seko teorijas un dabas piemēru pielietojums tehniskos risinājumos.

Bionikas elementu izmantošana fizikas mācību procesā, pamatojoties uz dzīvās un nedzīvās dabas sakarībām, parāda fizikas un citu dabaszinātņu savstarpējo saistību, padziļina priekšstatus par materiālās pasaules vienotību, dabas parādību savstarpējo saistību, to izpratni, iepazīstina ar fizikālo metožu izmantošanu bioloģisko procesu apgūvē. Tiek aktivizēta skolēnu domāšana, prasme izvirzīt hipotēzes, patstāvīgi izdarīt secinājumus, pamatot savus spriedumus. Skolēnos tiek veidota motivācija apgūt fiziku un citas dabaszinātnes, veikt pētījumus.

Pētījuma aktualitāte:

- Latvijas skolās tiek nodrošināta pilnveidota fizikas mācību satura apguve, tomēr tas neveicina skolēnu interesi par fizikas mācībām, par ko liecina starptautiskie pētījumi (TIMSS, PISA, u.c.);
- Mūsdienās dabaszinātņu un tehnoloģiju attīstība vērsta uz dzīvās un nedzīvās dabas kopsakarību meklējumiem, bet mācību saturs dabaszinātņu mācību priekšmetos, tai skaitā fizikā, nepietiekami akcentē saiknes veidošanu starp dabu un tehniku;
- Skolēni ikdienā sastopas ar dažādiem materiāliem objektiem, kuru darbībā izmantoti dabā balstīti risinājumi, bet neprot izskaidrot dabas un tehnikas saistību, izmantojot fizikas likumsakarības.

Tas arī noteica promocijas darba tēmu „Bionika vidusskolas fizikas mācību satura apgūvē”.

Promocijas darbā pētītas konstruktīvisma pamatnostādnes fizikas mācību procesā, kontekstu izmantošana fizikas apgūvē. Uz empīrisko un teorētisko pētījumu un eksperimenta divās vispārīzglītojošajās vidusskolās bāzes izstrādāts un aprobēts skolēnu zināšanas par dabu integrējošs didaktiskais modelis.

Pētījuma objekts: fizikas mācību process vispārējā vidējā izglītībā.

Pētījuma priekšmets: dabaszinību un tehnoloģiju kompetences veidošanās fizikas mācībās.

Pētījuma mērķis: izpētīt vidusskolas fizikas mācību saturu, bionikas ieviešanas iespējamību fizikas apguves procesā, izstrādāt skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktisko modeli, kas sekmē dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstību un veicina intereses veidošanos par dabaszinātnēm.

Pētījuma hipotēze.

Dabaszinību un tehnoloģiju kompetence attīstīsies, fizikas mācībās pielietojot skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktisko modeli, kurš paredz:

- vidusskolas fizikas mācību saturā integrēt bioniku, kas nodrošinās mācību, dabas un tehnikas vienotību un palīdzēs skolēniem veidot apzinātu praktisku darbību;
- fizikas apguvi īstenot dialogā: skolēns - skolēns, skolēns - skolotājs, skolēns - daba, skolēns - tehnika, prakse - teorija, abstrakcija - konteksti, bioloģiska sistēma - tehnisks risinājums.

Pētījuma uzdevumi:

- Veikt literatūras un izglītības dokumentācijas analīzi par fizikas mācību procesa īstenošanas pedagoģiski psiholoģiskajiem aspektiem, par mācību satura attīstību konstruktīvā, uz kontekstiem balstītā pedagoģiskajā procesā;
- Veikt mācību literatūras un vispārējās vidējās izglītības standarta analīzi par iespēju vidusskolas fizikas apguves procesā ieviest bionikas elementus;
- Apkopot un adaptēt Latvijas apstākļiem mācību metodisko materiālu piemērus bionikas izmantošanai fizikas mācību procesā vidusskolā;
- Izstrādāt skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktisko modeli, integrējot bioniku vidusskolas fizikas mācībās;
- Izstrādāt kritērijus skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskā modeļa efektivitātes pārbaudei;
- Veikt izstrādātā skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskā modeļa aprobāciju un efektivitātes izvērtējumu.

Pētījuma teorētisko pamatu veido:

Konstruktīvisms kā teorija, kuras pamatā ir uzskats, ka zināšanas tiek konstruētas, pamatojoties uz pieredzi un prāta darbību: Božoviča, 1975; Brooks & Brooks, 1994; Bruner, 1961; Bruner, 1996; Geidžs, Berliners, 1999; Joplin, 1995; Linn, 1987; Novak, 1988; Papert, 1993; Piaget, 1970, 1981, 2002; Poplin, 1988; Resnick, 1983; Steffe, Gale, 1995; Дьюи, 2000.

Sociālais konstruktīvisms - mācīšanās kā sociāls process: Brooks & Brooks, 1993; Damasio, 1998; Heilman, 1994; Klafki, 1999; Kolb, 1984; LaBerge, 1995; Lumsdaine, Voitle, 1993; Meeks & Jeste, 2009; Rauste-von Wright, 1999; Reich, 2002; Simons, 1993; Берген, П., Лукман, Т., 1995.

Sistēmiskais konstruktīvisms kā personu un sistēmu savstarpēja integrācija: Bennett, Hogart, Lubben 2003; Campbell, 1994; diSessa, 1988; Shneiderman, 1993; Solomon & Aikenhead, 1994; Yager, Blunck et al, 1988.

Kontekstuālais konstruktīvisms: Aikenhead, 2007; Campbell, 1994; Cole, 1996; Fine, 1987; Glynn, Winter 2004; Mestre, 1991; Posner, 1982; Ryan & Cooper, 2004; Solomon & Aikenhead, 1994.

Kontekstorientētas mācības: 2006; Clark, 1997; Aikenhead, 2002; Bruner, 1960; Chaiklin and Lave, 1993; Clark, 1997; Cole, 1996; Dauge, 1928; Dewey, 1938; Filkenstein, 2001; Klafki, 1985; Klafki, Gudjons, 1998; Komorek, 2006; Komorek, Kattman, 2008; McDermott, 1993; McDermott, Redish, 1999; Miller, 1991, Negt, 1998; Neumann, 2004; Theyßen, 2005; Osewold 2007; Pētersons, 1931; Ģirupnieks, 1931; Redish, 2002; Stavrou, 2004; Sundermeier, 2009; Выготский, 2003; Головки, 2011.

Didaktiskās rekonstrukcijas modelis mācību satura apgūšanā: Bleichroth 1991; Cobb et al., 2003; Cobb, Confrey, di Sessa, Lehrer, & Schauble, 2003; Driver & Ericson, 1983; Duit & Treagust, 1998, 2003; Gibbons et. al., 1994; Holzer, 1994; Kattmann, Duit, Gropengrießer un Komorek, 1997; Kattmann, Duit, GropengieSSer, & Komorek, 1995; Kattmann, Duit, Gropengreper, Komorek, 1997; Lijnse, 1995; Kaestle, 1993; Wright, 1993; McComas, 1998; Nanjappa, Grant, 2003; Raustevon Wright, 1999; Reinhold, 2006; Schulz, 1965; Philips, 2000; Simons, 1993; Kattman 2004, 2007; Viiri, 2004; Vosniadou, 1996; Widodo, 2004.

Neirokognitīvā mācīšanās teorija un konstruktīvisma zinātnes filozofija: Anderson, 2009; Bentley, 2007; Bodner, 1986; Brandt, 1998; Bransford, et al, 2000; Dede, 2009; Eccles, 1989; Fosnot, 2005; Fosnot, 2005; Fox, 2001; Granit, 1977; Klausmeijers, Rippe, 1982; Kleim, Vij, Ballard & Greenough, 1997; Ļeontjevs, 1983; Markova, 1991; Marr, 1982; Marr, 1982; Morton & Johnson, 1991; Sadlers, 2009; Shultz & Mareschal, 1997; Stoll & Fink, 1996; Tobin, 1993; von Glasersfeld, 1993.

Neirovizualācijas metodes: Bleichroth, 1991; Brandoni & Anderson, 2009; Duit, 2000; Eliass, 1995; Finks, et al., 2009; Gardner, 1985; Gropengieser, 2005; Hibnere, 1998; Karpova, 1994; Kattmann, 1997; Komorek, 1997; Longo, Anderson & Wicht, 2002; Osewold, 2007; Picka, 1990; Reinhold, 2006; Sundermeier, 2009; Viiri, 2004.

Bionikas izmantošana dabaszinību kompetences attīstībā: Benckert, 1997; Bennet, 2003; Rayner, 2005; Campbell, Lazonby, Nicholson, Ramsden, Waddington, 1994; Duit, 2004; Filkenstein, 2001; Lubben, Campbell, Dlamini, 1996; Marlow, 2002; Merrill, 2007; Osborne, 2003; Simon, 1993; Rayner, 2005; Sjoberg, 2000; Trowbridge, Bybee, 1990; Ищенко, 2008.

Pētījuma metodes:

1. Teorētiskās:

- 1.1. pedagoģiskās, psiholoģiskās filozofiskās u.c. zinātniskās literatūras un izglītības dokumentācijas analīze;
- 1.2. izglītības normatīvo dokumentu - valsts vispārējās vidējās izglītības standarta, fizikas mācību priekšmeta standarta un fizikas mācību programmas parauga izpēte un izvērtēšana.

2. Empīriskās metodes:
 - 2.1. pedagoģiskais eksperiments,
 - 2.2. pedagoģiskie novērojumi,
 - 2.3. skolēnu un skolotāju anketēšana, iegūto datu analīze,
 - 2.4. skolēnu pārbaudes darba rezultātu analīze,
 - 2.5. skolēnu un skolotāju intervijas.
3. Statistiskās metodes:
 - 3.1. datu kvantitatīvā apstrāde, izmantojot SPSS 19 datu apstrādes programmu,
 - 3.2. datu kvalitatīvā apstrāde.
4. Teorētiskās analīzes un modelēšanas metode.

Pētījuma informācijas avoti:

1. Zinātniskās literatūras saraksts;
2. Mācību literatūras saraksts.

Pētījuma bāze:

Divas vispārējās vidējās izglītības iestādes – vidusskolas, kas atrodas vienā Latvijas reģionā, skolēni apgūst vienādas izglītības programmas.

Respondenti: Latvijas 10. - 12. klašu vidusskolēni, fizikas skolotāji.

Pētījuma teorētiskā novitāte: izstrādāts teorētiski pamatots skolēnu zināšanas par dabu integrējošs didaktiskais modelis ar bionikas elementu pielietojumu, kas padara efektīvāku un interesī veicinošu uz dabas dziļāku izpratni balstītu fizikas mācību procesu.

Pētījuma praktiskā novitāte:

- Veikta metodiskās literatūras bionikā analīze, kā arī izveidoti pētniecisko laboratorijas darbu apraksti vidusskolas fizikas kursā ar bionikas elementu pielietojumu;
- Izstrādāts tematiskais plāns bionikas integrētai iekļaušanai vidusskolas fizikas kursā;
- Izstrādāts skolēnu zināšanas par dabu integrējošs didaktiskais modelis, integrējot bioniku fizikas mācībās.

Pētījuma rezultātu aprobācija:

1. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2010). The continuity of the content in physics education in secondary and higher education. *Pedagogical Technologies in Socialization and Resocialization of Society*. Vol.1. p.56.-64. ISSN 1691-5909, ISBN 978-9984-44-048-4
2. Dzerviniks, J., Poplavskis, J. (2011). Konstruktīvisma didaktikas akcenti fizikas mācībās vidējā izglītībā. *Proceedings of the International Scientific Conference „Society, Integration,*

- Education*". Rēzekne, Rēzeknes Augstskola, p.117.-127. ISSN 1691-5887 Thomson Reuters Web of Knowledge ISI Conference Proceeding datu bāze <http://www.isiwebofknowledge.com>
3. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2011). Results of centralized examination as an indicator of the level of acquirement physics. *Education Reform in Comprehensive School: Education Content Research and Implementation Problems. The Collection of Scientific Papers*. Rēzekne, Rēzeknes Augstskola, p.108.-119. ISSN 1691-5895, EBSCO Index <http://search.ebscohost.com>
 4. Dzerviniks, J., Poplavskis, J. (2012). Acquisition of Physics in Comprehensive School: Accents of Constructivism Approach. *Problems of Education in the 21st Century. Current Tendencies and Problems in Education* - Volume 41. p.10-17. EBSCO Index <http://search.ebscohost.com>
 5. Poplavskis, J. (2013). Didactic model with the integration of the elements of bionics in physics teaching. *Proceedings of The 1st Global Virtual Conference 2013*. p.6. <http://www.gv-conference.com/actual-conferences-and-papers/>
 6. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2013). Nature Studies and Technologies Competence and Criteria of its Development in the Context-oriented Process of Learning Physics. *Teacher of the 21st Century. Quality education for quality teaching*. Cambridge Scholars Publishing. p. 10. Pieņemts publicēšanai.
 7. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2013). Bionika skolas fizikas mācību satura pilnveidei. *Proceedings of the International Scientific Conference „Society, Integration, Education”*. Rēzekne, Rēzeknes Augstskola, 296.-309.lpp. ISSN 1691-5887
 8. Дзервиникс, Я., Поплавскис, Я. (2013). Компетентностный подход в обучении физики как основа долгосрочного образования и развития естественнонаучной и технологической культуры школьников. *Образование для устойчивого развития в поликультурном пространстве региона (Пятые Лозинские чтения)*. с.9. Pieņemts publicēšanai.

Promocijas darba struktūru veido ievads, trīs nodaļas, nobeigums, 17 pielikumi. Darbā ir 39 attēli un 17 tabulas. Darbā ir 135 lpp, izanalizēti 290 literatūras avoti – latviešu, angļu, vācu un krievu valodā.

1. FIZIKAS MĀCĪBU TEORĒTISKĀ ANALĪZE KONTEKSTORIENTĒTĀ KONSTRUKTĪVĀ PEDAGOĢISKAJĀ PROCESĀ

1.1. Konstruktīvisma pamatnostādnes fizikas mācīšanās procesā

Tā kā pasaules izzināšanā būtisks ir dabaszinātņu apguves process skolā un ir nepieciešams paaugstināt dabaszinātņu, t.s., fizikas, mācīšanās efektivitāti, kā arī veicināt šo mācību priekšmetu pievilcību, ir svarīgi, apzināt un izvērtēt mūsdienu didaktiskās nostādnes un to īstenošanas iespējas mācību procesā. Analizējot kognitīvās pamatteorijas un uz tām balstītās konstruktīvisma idejas fizikas mācīšanās aspektā, svarīgi izvērtēt konstruktīvisma didaktiskās nostādnes, izvirzīt un raksturot konstruktīvisma galvenos principus, kas īstenojami fizikas mācībās vidējā izglītībā.

Konstruktīvisma idejas balstās uz kognitīvajām teorijām, kas mācīšanos saista ar iekšējām psihiskām sakarībām, cilvēka psihisko aktivitāti, kuras nozīmīga izpausme ir jaunā izpratnes veidošanās, balstoties uz iepriekšējo pieredzi (*Piaget, 1970; Bruner, 1996*). Konstruktīvisma piekritēju ideju nozīmīgums fizikas apgūvē ir tāds, ka tās rosina skolēnu mācībās izmantot "atklājumus", pētniecisko darbību, palīdz skolēnam pašam konstruēt savas zināšanas, konstatējot atšķirības starp savām sākotnējām zināšanām un jauno pieredzi. Tas nodrošina jēdzienu apguvi un principu izpratni ar personisku atklājumu starpniecību. Šāds mācīšanās veids prasa vairāk laika vienai satura vienībai, un tas nozīmē, ka noteiktā laika daudzumā iespējams izskatīt mazāku satura daudzumu. Taču tas var nozīmēt arī to, ka skolēni attīsta dziļāku mācību vielas izpratni un var to sekmīgāk izmantot turpmākās mācīšanās un problēmu risināšanas gaitā. Saskaņā ar konstruktīvistu teoriju, bērni ir aktīvi skolēni, kuri nepārtraukti veido un pārlabo savu pasaules uzskatu (*Linn, 1987; Novak, 1988; Poplin, 1988; Resnick, 1983*).

Šveiciešu psihologs Ž. Piažē pētīja bērnu kognitīvo attīstību, procesu, kurā tiek iegūtas zināšanas. Viņš novēroja bērnu intelekta izmaiņas, kas nodrošina adaptāciju vidē. Attīstību viņš uzlūkoja kā bērna aktīvu pārveidošanos, kur katras jaunas zināšanas satur sevī tālākas pārveidošanās aspektu. Ž. Piažē izdalīja četras galvenās kognitīvās stadijas jeb izziņas veidus - somomotorā, pirmsoperāciju un intuitīvā, konkrēto operāciju, formāli loģisko operāciju stadija, kas, bērnam augot, nomaina viena

otru, un atbilstoši tam bērns var spert soli uz priekšu savos sasniegumos tad, kad viņš ir sasniedzis noteiktu attīstības līmeni (*Piažē, 1981*).

Jaunības periodā (15-18 gadi) veidojas motīvi, kuri nav tik izteikti pusaudžiem. Tā ir pašizglītošanās tieksme, vēlme paaugstināt savu kultūras līmeni, kļūt par interesantu, zinošu cilvēku. Tas rosina interesi par mācībām.

Jaunības periodā notiek personības izpausmju harmonizācija – stabilizēšanās, līdzsvara iestāšanās. Šajā vecumā personība vairāk individualizējas, personiskā saskarsme kļūst līdzsvarotāka, palielinās paškontroles spējas. Notiek aktīvs pasaules uzskatu veidošanās process filozofēšanas un reālās darbības pārbaudes aspektos. Motivācijā galveno vietu sāk ieņemt motīvi, kas saistīti ar pašnoteikšanos un gatavošanos patstāvīgai dzīvei (*Baltušīte, 2006*). Jauniešu vecums – būtisks posms intelektuālo spēju attīstībā. Domāšana kļūst arvien abstraktāka un patstāvīgāka. Jauniešiem ir vēlme vispārināt, meklējot kādus kopīgus principus un likumības. Indivīds jau ir apguvis spējas veikt loģiskās operācijas, prot izvirzīt hipotēzes, improvizēt ar dažāda satura informāciju, spēj atrast nestandarta risinājumus, ietvert savas problēmas vispārīgo problēmu kontekstā. Jauniešiem attīstās spējas problēmas risināšanai atrast vairākas alternatīvas, nevis orientētas uz vienu standarta variantu (*Božoviča, 1975*).

Atbilstoši Ž.Piažē kognitīvās attīstības stadijām, vidusskolas posms atbilst formāli loģisko operāciju stadijai. Pāreja domāšanā no konkrētām uz formālām operācijām norit ļoti pakāpeniski, savu augstāko līmeni sasniedzot 15-18 gadu vecumā. Formālai operacionālajai domāšanai raksturīgas funkcijas - analīze, vispārināšana, pieņēmumi u.c. Ja skolēns apguvis formāli loģisko domāšanu, viņam jābūt spējīgam uz abstraktu domāšanu, pieļāvumu domāšanu, kombinējošo domāšanu, hipotētiski deduktīvo jeb zinātnisko domāšanu. Pedagoģiskajā literatūrā atrodams ieteikums skolotājiem uzskatīt hipotētisku jautājumu izvirzīšanu par nepieciešamu darba veidu un veidot zinātnisko domāšanu ikvienam jauniešim šajā vecuma grupā, jo maz ticams, ka formāli loģisko operāciju domāšana attīstīsies, ja uz to neskubinās pieaugušie, kuriem pašiem piemīt šāda domāšana (*Geidžs, Berliners, 1999*).

Fizikas priekšmets vidusskolā sekmē formāli loģiskās domāšanas attīstīšanu. Izmantojot mācību eksperimentu, var pārbaudīt izvirzītās hipotēzes, apstiprināt vai noraidīt pieņēmumus, izdomāt loģiskas iespējamības utt.

Saskaņā ar Ž.Piažē teoriju skolēni pakāpeniski izkopj arvien sarežģītākas intelektuālās spējas, meklēdami līdzsvaru starp to, ko viņi, no vienas puses, šobrīd uztver, zina un saprot, un, no otras puses, to, ko saskata ikvienā jaunā parādībā, pieredzē vai problēmā. Ja savā pašreizējā stāvoklī viņi spēj tikt galā ar jauno situāciju, viņu līdzsvars netiek traucēts. Ja nespēj, tad

nepieciešams papildu intelektuāls darbs, lai šo līdzsvaru atgūtu. Tas nozīmē, ka organismam ir jāpielāgojas jaunajai videi. Pielāgošanās jeb adaptācija notiek divos veidos - kā asimilācija un kā akomodācija. Abas tās noris vienlaikus. Asimilācija ir process, kurā uztvertais tiek mainīts tā, lai tas iekļautos jau esošajās izziņas struktūrās. Savukārt akomodācija ir process, kurā izziņas struktūras tiek mainītas tā, lai saderētos ar uztverto (*Geidžs, Berliners, 1999*). Tātad pēc Ž.Piažē teorijas galvenais mācīšanās mehānisms ir esošās pieredzes un jaunās informācijas savstarpēja strukturēšanās akomodācijas un asimilācijas procesā (*Piažē, 2002*).

Piemēram, skolēniem fizikas stundā ir jāapgūst rezonanses parādība. Skolotājs demonstrējumā iesvārsta vienu no divām pretī novietotām toņdakšām. Dzirdamo skaņu skolēni saista ar agrāko pieredzi par to, ka skaņu rada ķermeņi, kas svārstās. Viņi pielāgo objekta uztveri, lai tas saderētos ar esošu izziņas modeli. Tas ir asimilācijas process. Tad skolotājs pārtrauc iesvārstītās toņdakšas skanēšanu, bet skaņa tomēr ir dzirdama. Pēc skolotāja skaidrojuma, skolēniem kļūst saprotams, ka pirmās toņdakšas radītā skaņa iesvārstīja otru, un tā turpināja skanēt pēc pirmās apklusināšanas. Tagad skolēniem jāmaina savs izziņas modelis jēdzienam "skaņa", iekļaujot tajā jaunu īpašību - rezonansi. Rezonējoša skaņa prasa akomodāciju - izziņas modeļa maiņu, lai tas saderētos ar uztverto parādību. Tātad, noskaidrojot, pielāgojot savas idejas, cenšoties atcerēties, atrodot līdzības vai analogijas, realitāte kļūst izprotama (*Piaže, 2002*).

Tādējādi Ž.Piažē velk paralēles starp bioloģiskajām mācībām par evolucionāro mainību un intelekta teoriju, norādot, ka bioloģiskie adaptācijas procesi ir līdzīgi savas izzināmās vides pielāgošanās procesam.

Zinātnieki aizstāv hipotēzi, ka cilvēki mācās labāk, ja pats atklāj vai konstruē sev svarīgas zināšanas. (*Bruner, 1961; Papert, 1993; Steffe, Gale, 1995*). Psihologs Dž.Bruners ir izstrādājis atklājumu mācīšanās veidu. Tas nozīmē formulēt hipotēzes un tās pārbaudīt saviem spēkiem, nevis vienkārši pieņemt skolotāja izteikumus par neapstrīdamu patiesību. No atklājumu mācīšanās rodas pieredze vispārīgu likumu un principu formulēšanā, noderīgu jēdzienu identificēšanā (*Geidžs, Berliners, 1999*). Tā kā jaunas zināšanas vislabāk rodas pietiekami sagatavotā vidē, tad skolotājam mācības jāiekārto tā, lai skolēni atklātu to, ko paredzēts atklāt: piemēram, ka rites berze ir mazāka par slīdes berzi, ka mijiedarbībā mainās ķermeņa ātrums vai spiediens šķidrumos izplatās visos virzienos vienādi.

Pasaulē ir uzskats, ka dabaszinību un fizikas mācībās jāizmanto pētnieciskā pieeja, kurā skolēni konstruē izskaidrojumus, kas attiecas uz dabas objektiem un procesiem (*Trowbridge, Bybee, 1990*).

Mācību aktivitātes, kas prasa atklājumu mācīšanās pieeju, motivē audzēkņus, aktīvi iesaista viņu prātus problēmu risināšanai nepieciešamo zināšanu meklēšanā vai vienkārši zināšanu apgūvē par dažādām norisēm. Dž. Brunera atklājumu mācībās parādās skolēna darbības un aktivitātes kā darbības mēra faktors: zināšanas un prasmes veidojas sekmīgāk, tās ir noturīgākas, ja mācīšana balstās uz skolēna dabisko vēlēšanos atklāt (*Žogla, 2001*).

Fizikas stundā, kurā, piemēram, jāapgūst reaktīvā kustība, skolotājs raksturo reaktīvās kustības piemērus dabā un tehnikā, tieši nepasakot, kāds ir tās mehānisms. Taču pēc atbilstoša mācību eksperimenta (lielgabala modelis, reaktīvais kuģītis vai rotējošais rats) skolēni paši izsaka pieņēmumus un var atklāt tās būtību un turpmākajā sarunā ar skolotāju precizēt to, un formulēt reaktīvās kustības definējumu. Skolotāja izteikumiem ir virzošs raksturs, tie balsta nākamos soļus atklājumu mācīšanās aktivitātēs. Šāda ievirze ir ieteicamāka nekā "tīra" atklājumu mācīšanās bez palīdzības.

Konstruktīvisms ir teorija, kuras pamatā ir uzskats, ka zināšanas tiek konstruētas, pamatojoties uz pieredzi un prāta darbību. Svarīga nozīme ir iepriekšējām strukturētām zināšanām. Skolēns rada jaunas zināšanas balstoties savā pieredzē, saņemot skolotāja atbalstu, īstenojot daudzveidīgas aktivitātes. Mācības ir jēgpilnas, ja skolēniem piemīt domāšanas aktivitāte (*Brooks & Brooks, 1994*). Galvenie konstruktīvisma principi apkopoti 1.1.1 tabulā

1.1.1. tabula

Galvenie konstruktīvisma principi (*Dzerviniks, Poplavskis, 2011*)

Konstruktīvisma principi	Principu raksturojums
Konstruēšana	Zināšanu izveide ar aktivitātes, darbības, uzdevumu risināšanu
Izpratne	Mācību process ir koncentrēts uz domāšanu un izpratnes veidošanos
Konteksts	Tiek risinātas problēmas, uzdevumi pietuvināti reālai dzīvei un profesionālai darbībai
Sadarbība	Savstarpēja palīdzība problēmu risināšanā, ideju novērtēšanā
Saskarsme	Komunikatīvo prasmju attīstība komunicējot grupu darbā, projektos, formulējot savas idejas, uzdodot jautājumus
Atbildība	Skolēns jūtas atbildīgs par savu mācīšanos no tā brīža, kad viņa mācīšanās ir balstīta uz viņa jautājumiem, atklājumiem, risinājumiem
Pārņemšana	Atklājot savas mācīšanās principus, skolēns var tos izmantot citās mācīšanās situācijās
Pārdzīvojums	Emocionāls pārdzīvojums skolēnos izraisa izziņas procesu aktivitāti, rosina viņu prāta darbību. Emocionālos pārdzīvojumus izraisa daudzveidīgu, aktīvu mācīšanās formu izmantošana

Zināšanu uzkrāšana ir dinamisks process, kas prasa skolēna aktīvu darbību (*Holzer, 1994*). Mācīšanās ir nevis pasīva informācijas uzņemšana, bet gan aktīva jaunu zināšanu konstruēšana uz pieredzes pamata (*Nanjappa, Grant, 2003*). Liela nozīme ir tieši iepriekšējām zināšanām un pārlicēbai par kādām patiesībām vai vērtībām (*Rauste-von Wright, 1999; Simons, 1993*). Uz skolēna mācīšanos orientētā pedagoģiskajā procesā svarīga loma zināšanu iegūšanā ir pašam skolēnam. Par mācīšanās būtisku pazīmi tiek atzīta izpratne, kas saistīta ar personisku nozīmīgumu un jēgu, kad skolēna individuālajā apziņā veidojas mācītā nozīme un izpratne. Mācībās domāšana tiek virzīta uz jauno zināšanu iespējami dziļāku izpratni. Izpratne ir esošās pieredzes daļas strukturēšanās ar jauno informāciju (*Žogla, 2001*). Izprast parādības, procesus, objektus nozīmē atklāt tajos būtisko, abstrahējoties no nebūtiskā. Izpratne var izpausties kā lietu un parādību pazīšana un to ieskaitīšana noteiktā grupā. Par augstāku izpratnes pakāpi liecina skolēna spēja noskaidrot iekšējo struktūru vai darbības mehānisma principu, atklāt cēloņus un sekas, uztvert sakarības, saistīt novērojamās parādības un procesus ar vispārīgākiem fizikālajiem jēdzieniem.

Izpratnes pamats ir skolēna iepriekšējā pieredze, tādēļ apjēgšanas gaitā līdz ar būtisko pazīmju izcelšanu notiek arī iepriekšējās pieredzes aktualizēšana un jauno atziņu iekļaušana iepriekšējo zināšanu sistēmā. Ja skolēns domu pareizi izpratis, viņš to var izteikt saviem vārdiem. Tomēr ne vienmēr prasme patstāvīgi izteikties liecina par vajadzīgo izpratni. Vispārinātās atziņas jāprot arī izmantot konkrētās situācijās - jāprot patstāvīgi nosaukt piemērus, risināt uzdevumus, izpildīt demonstrējumus. Tas nozīmē, ka izpratne balstās uz abstraktā un konkrētā, vispārīgā un atsevišķā nešķiramu saistību. Tajā ietverta kā pāreja no konkrētā un atsevišķā uz abstrakto un vispārīgo (būtības atsegšana), tā arī pretējā pāreja. Bez tā nav iespējama būtības izpratne. Jo plašāki un elastīgāki ir šie abpusējie sakari, jo dziļāka ir izpratne. Tādējādi tiek paplašināts skolēnu zināšanu apjoms un padziļināts to saturs. Vienlaikus tiek rosināta un attīstīta arī skolēnu domāšana, jo izpratne notiek sarežģītā domāšanas procesā, kura atsevišķus posmus veido daudzveidīgās domāšanas operācijas (*Dzerviniks, 2005*).

Zināšanām, kuras cilvēks neizmanto vai neprot izmantot, nav vērtības, tādēļ zināšanu apguves gaitā ir svarīgi panākt ne tikai to noturīgumu, plašumu, bet arī prasmi izmantot zināšanas praksē. Zināšanu izmantošana sekmē to brīvāku apguvi, pastiprina mācīšanās motivāciju, atklājot mācāmo jautājumu praktisko nozīmīgumu, padara zināšanas dzīvei tuvākas un nevis abstrakti, bet gan reāli izprastas. Zināšanu izmantošanas kompetences veidošanās procesu organizē skolotājs, pakāpeniski virzot skolēnus no zināšanu pielietošanas pēc parauga uz patstāvīgu radošu darbību,

mācot skolēnam pašam kontrolēt uzdevuma risināšanas gaitu, analizēt panākumu un kļūdu cēloņus.

Zināšanu izmantošanas kompetence skolēniem veidojas pakāpeniski, rosinot domāšanas operācijas skolotājam jācenšas panākt, lai skolēniem veidotos prasme zināšanu izmantošanai nestandarta situācijās. Šāds zināšanu izmantošanas kompetences līmenis raksturīgs produktīvajām mācībām, kur skolēns ir gatavs risināt mācību problēmas, atklāt objektīvi jaunas sakarības, formulēt vispārinātus secinājumus un prot veikt zināšanu pārnesumu jaunu uzdevumu risināšanai. Interpretējošajās mācībās šī kompetence izpaužas prasmē zināšanas izmantot pēc analogijas vai pazīstamās situācijās. Operējot ar zināmiem pieņēmumiem, skolēni definē sakarības, izmanto faktū materiālu izskaidrošanai un pierādīšanai. Zemākais zināšanu izmantošanas kompetences līmenis raksturīgs reproduktīvajām mācībām, kur zināšanu pielietošana notiek pēc parauga. Bieži vien zināšanas tiek iegaumētas mehāniski, kas padara tās grūti pielietojamas mācību uzdevumu risināšanā, kā arī dzīvē (*Dzerviniks, 2008*).

Konstruktīvisma teorijas nosaukums norāda uz koncepciju ar praktisku ievirzi, uz darbīborientējošo un pārveidojošo skatījumu (*Ryan & Cooper, 2004*).

Izmantojot vidusskolas fizikas kursa mācību procesā bionikas elementus, skolotājs rosina skolēnus pētīt, izvirzīt hipotēzes, pamatot savus spriedumus, dabā redzēto pārnest uz tehniku, sadzīvi.

Konstruktīvisma teorija skata arī nostādnes, kas attiecas uz cilvēka uzvedību mācīšanās procesā (*Rauste-von Wright, 1999; Simons, 1993*). Radikālā konstruktīvisma pārstāvji nesaskata sociālo mijiedarbību mācīšanās procesā, jo tas ir katram personīgs un individuāls, savukārt sociālā konstruktīvisma pārstāvji akcentē zināšanu konstruēšanas sociālo dimensiju.

Jebkuras zināšanas, kā realitātes uztveršanas pamats, tomēr tiek veidotas un nostiprinātas sociālās mijiedarbības rezultātā (*Берген, П., Лукман, Т., 1995*). Saskarsme un sadarbība ir izvirzāmi kā nozīmīgi principi konstruktīvā mācību procesā fizikā. Saskarsme saistās ar skolēnu viedokļu apmaiņām, diskusijām par iegūto informāciju, par veiktajiem eksperimentiem, par pētījumu gaitu un rezultātiem, par fiziku kā zinātņi un fizikālo likumsakarību izpausmēm ikdienas dzīvē un tehnoloģijās. Sadarbība īstenojama ideju apmaiņā, eksperimentu, pētījumu, projektu plānošanā un īstenošanā komandas darbā.

Mācības ir mijiedarbības process, kura laikā skolēni apgūst arī patstāvīgā darba prasmes un viņos veidojas atbildība par mācību darbu (*Klafki, 1999*). Atbilstoši konstruktīvisma pamatnostādnēm mācīšanās process subjektivizējas, skolēnam aizvien vairāk pārņemot atbildību par savu mācīšanos. Skolēnu atbildība veidojas viņiem aktīvi iekļaujoties radošā darbībā, kur ir

iespēja jautāt, diskutēt, veikt pētījumus, īstenot projektus un gūt jaunatklāsmes prieku, parādot savu iniciatīvu un ieguldījumu. Kā uzsver S.M.Holzers, skolēni ir atbildīgi par savu izglītību, savukārt skolotāji ir atbildīgi par to, lai radītu efektīvu mācību vidi (*Holzer, 1994*). Jautājums ir par to, kā skolotājs var izveidot radošu mācību vidi, kas veicina aktīvu mācīšanos. Zinātnieku skatījumā aktīva mācīšanās sevī ietver:

- empīrisku mācīšanos (*Kolb, 1984*),
- sadarbības mācīšanos (*Beichner, 1993*),
- kontekstā balstītu mācīšanos (*Lumsdaine, Voitle, 1993*),
- informācijas un komunikācijas tehnoloģijās balstītu mācīšanos (*Shneiderman, 1993*).

Katram skolēnam ir sava individuāla mācīšanās shēma, jo katrs pats konstruē savu mācīšanos un nav izdalāms vienots mācīšanās mehānisms (*Reich, 2002*). Mācīšanās ir ceļojums, nevis galamērķis. Katrs viedoklis ir pagaidu intelektuālais pieturas punkts ceļā uz aizvien pieaugošām zināšanām (*Brooks & Brooks, 1993*). Tomēr katram skolēnam ir būtiski izprast savas mācīšanās principus, lai varētu tos pārnest jaunās mācīšanās situācijās un prasmīgi pielietot. Svarīgi ir arī bagātināt savu mācīšanos ar skolotāja vai vienaudžu atklāto pieredzi.

Fizikas apguves efektivitāte lielā mērā ir atkarīga no skolēnu emocionālās sfēras attīstības līmeņa. Emocijas ietekmē cilvēka uzvedību, darba spējas, palielina vai samazina viņa aktivitāti (*Dzerviniks, 2010*). Pārdzīvojums ir emociju un jūtu pieredzes nosacījums un veids. No pārdzīvojuma rakstura un dziļuma ir atkarīgas tās attieksmes, kas veidojas pret parādībām, darbībām un objektiem. Fizikas apguves procesā skolēnu ieinteresētu attieksmi, pārdzīvojuma izpausmes var novērot:

- daudzveidīgās aktivitātēs, kas balstītas uz reālās dzīves situācijām,
- apgūstot jaunu informāciju, kas satur pārsteiguma momentu,
- īstenojot izteismīgus eksperimentus,
- atklājot izteismīgus problēmu risinājumus, skatot iekārtu un modeļu vizuālo pievilcību,
- uz klausot pārliecinošus spriedumus,
- strādājot pie patstāvīgiem pētījumiem kā rezultātā tiek izjusts jaunatklāsmes prieks.

Skolēnam ir vieglāk mācīties, mācību darbība ir daudz produktīvāka, ja dominē pozitīvas emocijas. Uz kopējā pozitīvās emocionālās attieksmes fona arī epizodiskas neveiksmes, sarūgtinājums izraisa vēlēšanos mācīties, novērst kļūmi, pierādīt sev un citiem savas spējas. Optimālā samērā starp pozitīviem un negatīviem pārdzīvojumiem, kad dominē pozitīvie, bet negatīvie audzina izturību, gribasspēku u.c. ir meklējamas rezerves skolēnu intelektuālās darbības produktivitātes kāpināšanai (*Dzerviniks, 2010*).

Apkopojot literatūras avotos analizētās atziņas, autors secina, ka konstruktīvisma idejas, kas balstās uz kognitīvajām teorijām, palīdz skolēnam pašam konstruēt savas zināšanas, konstatējot atšķirības starp savām sākotnējām zināšanām un jauno pieredzi. Skolēni izkopj savas intelektuālās spējas, meklēdami līdzsvaru starp to, ko viņi uztver, zina un saprot, un, ko saskata ikvienā jaunā parādībā, pieredzē vai problēmā. Ja skolēns pats formulē hipotēzes un pats tās pārbauda, rodas pieredze vispārīgu likumu un principu formulēšanā, noderīgu jēdzienu identificēšanā. Skolēniem ir svarīgi pareizi izprast mācāmo tēmu, izpratne balstās uz abstraktā un konkrētā, vispārīgā un atsevišķā nešķīramu saistību.

Nākošajā nodaļā apskatīsim kā uzlabot fizikas mācīšanās procesu, izmantojot kontekstus.

1.2. Konteksts kā fizikas mācību didaktiskā koncepcija

1.2.1. Jēdziena „konteksts” izpratne fizikas didaktikā

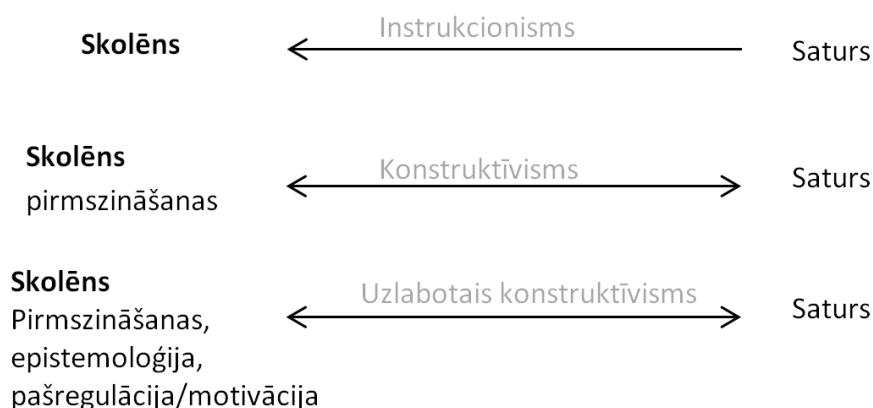
Šobrīd fizikas mācīšanās ir centrēta uz skolēniem un saturu (*McDermott, Redish, 1999*). Kopējais mērķis ir radīt aktivitāšu sistēmas, kas varētu veikt konceptuālas izmaiņas skolēnos, kas parasti paliek ārpus tradicionālajām mācīšanas formām. Kamēr tiek veikti pētījumi kā uzlabot tradicionālo mācīšanās vidi, kurā notiek mijiedarbība starp skolēnu un skolotāju, lai apgūtu mācību programmā noteikto saturu, tā netiek mainīta. Lai saprastu kādi mācību vides konteksti ietekmē skolēnu domāšanu, mums jāizveido šo kontekstu definīcijas un teorijas kā šie konteksti ietekmē mācīšanos.

Skolotāji ir pārgājuši no instrukcijas un tiešas teorijas pārņemšanas modeļiem uz konstruktīvismu balstītiem vai interaktīviem modeļiem. Tiek piedāvāts pāriet uz kontekstuāla konstruktīvisma modeļiem, kas uzmanības centrā novieto kontekstu. Konteksts mācīšanās procesā ir viena no svarīgākajām daļām, nevis analītiski nodalāms faktors. Kontekstā tiek iekļautas īpašības, kas veicina satura uztveres veidošanos.

Instrukcijas un tiešas teorijas pārņemšanas modelis idealizē skolēnu kā nesēju un mācīšanu kā dekontekstualizētas informācijas nodošanu. Skolēns atnāk kā tukšs nesējs un pasniedzējs viņu „piepilda” ar informāciju. Tad skolēnam šī informācija ir pieejama un var tik izmantota, kad ir nepieciešamība. Šis modelis ļoti labi raksturo fizikas mācīšanu lielākajā daļā vidusskolu un augstskolu ievadkursos ASV (*Dewey, 1938*).

Lielākā daļa šā brīža fizikas mācīšanās teoriju pieder konstruktīvisma nometnei. Konstruktīvisms koncentrējas uz skolēnu, kā aktīvo aģentu, kurš veido satura izpratni. Šis process tiek raksturots kā process, kurš ilgst visu dzīvi un skolēna pasaules izpratne tiek attīstīta mācīšanās procesā (*Mestre, 1991*). Kad skolēni mācās, viņi neierodas kā tukši nesēji, bet gan ar priekšzināšanām, kas ietekmē to, kā viņi mācās. Šis priekšzināšanu līmenis bieži vien ir debašu temats. Tiek apskatīti un sagrupēti skolēnu kļūdainie pieņēmumi, lai varētu izveidot stratēģijas, kā tikt galā ar nepareizajiem fizikas modeļiem (*Posner, 1982*). No otras puses, ir jāizprot, kā skolēniem veidojas intuitīvās teorijas par pasauli, lai varētu balstīties uz skolēnu iepriekšējām zināšanām, lai veidotu robustu, zinātnisku pasaules izpratni (*diSessa, 1988*).

Konstruktīvisma modelis atzīst, ka skolēnu īpašības ietekmē mācīšanos. Dziļākā izpratne par to kas notiek skolēnā „iekšā”, ir nepieciešama, lai varētu izveidot skolēnu mācīšanās modeļus. Par uzlabotu konstruktīvisko modeli tiek saukts modelis, kurā tiek iekļauts smalkāks skolēna apraksts. DiSessa, Hammers un Elby ir pētījuši skolēnu epistemoloģiju - mācību par zināšanām un izziņu un to, kā tā ietekmē mācīšanos (*diSessa, 1988*). Viņi runā par to, ko nozīmē zināt un kas ietekmē skolēnu mācīšanos. Piemēram, izstrādātais mācību saturs un tas, kādi ir skolēnu rezultāti, ir atkarīgi no tā, kā tiek uztverta skolēnu zināšanu daba (*Hammer, 1996*). Šie modeļi grafiski ir parādīti 1.2.1.1 attēlā.



1.2.1.1. attēls. Skolēnu mācīšanās modeļi (*Hammer, 1996*).

Ir apzināts, ka šie modeļi ir atkarīgi no konteksta. Tiek diskutēts par to, ka ignorēt konteksta lomu mācīšanās procesā ir tas pats, kas ignorēt skolēnus pašus. Skolēns vairs netiek uzskatīts par homogēnu. Skolēni ierodas ar dažādām pasaules izpratnēm un pagātnes pieredzēm, kas ietekmē viņu mācīšanos. Ir arī zināms, ka situācija kurā notiek mācīšana un mācīšanās pati par sevi, ir saistītas.

Vairāki fizikas mācīšanas pētījumi ir norādījuši, sociālo, vides un kontekstuālo faktoru nozīmi (*diSessa, 1988*).

Kontekstu daudzdimensionālo lomu dabaszinātņu mācību procesa organizēšanā ir analizējuši daudzi zinātnieki: Dž.Bruners (*Bruner, 1960*), E.Klarks (*Clark, 1997*), G.Eikinheds (*Aikenhead, 2002*), V.Klafki (*Klafki, 1985*); *Negt, 1998*; I.Salīte (*Salīte, 2002*) u.c. E.Klarks (*Clark, 1997*) kontekstu interpretē kā virssaturu, kas palīdz formēt jēgpilnu izpratni par to, ko mācās saistībā ar ikdienas dzīves norisēm: kultūru, politiku, ekonomiku un ekoloģiju. Viņš izšķir četrus fundamentālus kontekstu veidus:

- *Subjektīvais konteksts* fokusē mūsu attiecības pašiem ar sevi un ar citiem, ar apkārtējo pasauli, kura tiek uztverta subjektīvi;
- *Laika konteksts* fokusē mūsu attiecības ar pagātni, tagadni un nākotni. Cilvēks izzina to, kas ir nozīmīgs tagadnē, iekļaujot vēsturisko skatījumu un nākotnes perspektīvu;
- *Simboliskais konteksts* - cilvēks domā, apgūst zināšanas, apkopo un organizē informāciju, izmantojot simbolus. Informācija veic informēšanas un mūsu formēšanas funkciju;
- *Ekosistēmas jeb globālais konteksts* pauž cilvēku attiecības ar fizikālo pasauli. Minētie konteksti ir konceptuāli, tie caurvij mācību procesu.

Apkopojot teorētiskās literatūras analīzes rezultātā un praktiskās pieredzes gaitā gūtās atziņas, var secināt par daudzpusīgajiem mācību procesa norises metodoloģiskajiem aspektiem, izmantojot kontekstuālo pieeju.

Pirmkārt, *kontekstuālā pieeja veicina kognitīvās kompetences attīstību:*

- konteksti atvieglo abstrakto jēdzienu uztveri, jo tie ir mazāk abstrakti kā daudzi dabaszinātņu jēdzieni; veicina dziļāku izpratni par zinātnes - tehnikas - sabiedrības mijiedarbību (*Aikenhead, 2007; Campbell, 1994; Negt, 1998*),
- skolēni uzrāda augstāka līmeņa kreativitāti (*Glynn, Winter 2004; Solomon & Aikenhead, 1994*),

Otrkārt, *kontekstuālā pieeja veicina zināšanu izmantošanas prasmju attīstību:*

- skolēni veiksmīgāk spēj pielietot zināšanas jaunā situācijā, strādāt patstāvīgi un pieņemt lēmumus (*Yager, Blunck et al., 1988; Solomon & Aikenhead, 1994*),
- skolēniem ievērojami labāk attīstās dabaszinātniskās izziņas prasmes (*Binadja, 1992; Solomon & Aikenhead, 1994*).

Treškārt, *kontekstuālā pieeja veicina mācību motivācijas un attieksmju attīstību:*

- skolēniem veidojas pozitīva attieksme pret dabaszinātnēm un to lomu civilizācijas

attīstībā (*Solomon & Aikenhead, 1994; Campbell, 1994*),

- konteksti ir noderīgi skolēnu ieinteresēšanai, motivēšanai un individuālās atbildības veicināšanai (*Bennett, Hogartt, Lubben 2003*),
- kontekstuālā pieeja, sasaistot skolēnam apgūstamo fizikas mācību saturu ar cilvēka un sabiedrības aktualitātēm, paaugstina mācīšanās motivāciju un palīdz „pārnest” fizikas zināšanas uz ikdienas dzīvi (*Merill, 2007*).

Izmantojot kontekstuālo pieeju, analizējot izzināmo problēmu, ir iespējams nodrošināt ne tikai fizikas pamatjēdzienu apguvi, bet attīstīt arī mācīšanās prasmes, sistēmisko domāšanu un tādējādi pilnveidot izglītojamo vispārējo kompetenci.

Kontekstuālā pieeja atbilst vadošajām pedagoģiski psiholoģiskajām teorijām: konstruktīvisma teorijai, Ž.Piažē kognitīvās attīstības teorijai jaunu zināšanu apgūvē, balstoties uz esošo pieredzi (*Дьюи, 2000; Piažē, 2002; Joplin, 1995*), Ļ.Vigotska apsteidzošo mācību koncepcijai (*Выготский, 1978*) u.c. Dž. Bruners (*Bruner, 1960*) norāda, ka mācīt specifiskās zināšanas bez šīm zināšanām piemērota konteksta ir neekonomiski, jo mācīšana bez konteksta rada grūtības skolēnam iekļaut jaunās zināšanas esošo zināšanu sistēmā un saskatīt to praktisko nozīmi. Tāpēc fizikas satura modeļos ir akcentējama sociāli nozīmīgu ekoloģisku situāciju vai problēmu izziņa, lai uz to bāzes veidotos nepieciešamība izprast un padziļināt dabaszinātņu pamatjēdzienus, pamatlikumus. Kontekstuālā pieeja sasaucas ar vācu zinātnieku V. Klafki (*Klafki*) un M. Vāgenšeina (*Wagenschein*) pieredzes principu. Šis didaktiskais princips pamatojas atzinumā, ka cilvēks, kas mācās, labāk apgūst kādas tematiskās jomas būtiskās struktūras vai sakarības, izmantojot piemēru un attiecinot to uz citām jomām (*Klafki, 1985*). Izmantojot šo pieeju, 20.gs. 60-jos gados O.Negts (*Negt*) izstrādāja mācīšanās no piemēriem koncepciju. (*Negt, 1998*). Koncepcijas pamatā ir piemēra jēdziens, kas, atvasināts no skolēna pieredzes, kļūst par nozīmīgu viņa pieredzes sastāvdaļu.

Izmantojot piemērus, skolēni labāk izprot vispārējus principus un struktūras. Kā piemērus fizikas mācību procesā varētu izmantot mācību saturam atbilstošas skolēnā uzmanību saistošas situācijas no dabas, lai veidotu izziņas vajadzību jeb mācīšanās - izziņas - rīcības kontekstu.

Fizikas mācīšanās priekšrocība ir tā, ka apgūstamo mācību saturu skolēni var saistīt ar savu dzīvi un tādā veidā tikt vairāk motivēti darbam. Mācību procesā apgūstamās zināšanas var piemērot reālās dzīves situācijās un mācīties fiziku, analizējot šīs situācijas. Balstoties uz minēto skatījumu, zinātnieki (*Rayner, 2005; Benckert, 1997; Filkenstein, 2001*) izvirza atziņu, ka fizikas mācību saturs ir skatāms kontekstā. Tas nozīmē mācību saturu sasaistot ar ikdienas dzīves parādībām, iespējamo nākotnes karjeru, tehnisko iekārtu izstrādānēm vai to skatot vēsturiskā fizikas kontekstā un ietekmē

uz tehnoloģiju attīstību, ietekmē uz sabiedrību un tās kultūras sasniegumiem. Vārds konteksts ir radies no latīņu valodas vārda “contexere”, kas tulkojumā nozīmē “saaust kopā” vai “tas, kas dod saskanību ar tā daļām” (Cole, 1996). Sasaistot mācību saturu ar dažādām reālās pasaules norisēm, skolēnu un skolotāju ikdienas dzīvi, profesionālo darbību un karjeru, fizikas mācības parādās kā aizraujošas un jēgpilnas, tās virza skolēnus kļūt aktīviem un pašmotivētiem mācīties. Mācīšanās ir sociāla aktivitāte un tā nav atdalāma no konteksta. Konteksts ir kā fundamentāls pamats, kas atbalsta skolēna mācīšanos. Ar kontekstu palīdzību tiek parādīta fizikas principu piemērošana dažādām situācijām, tādā veidā nodrošinot konkrētāku un autentiskāku apgūto zināšanu atspoguļojumu praktiskajā dzīvē. Kontekstmācībās profesionālās darbības priekšmetiskais un sociālais saturs tiek modulēts mācību procesā ar didaktiskajiem līdzekļiem, formām un metodēm (Dzerviniks, Poplavskis, 2011).

Raksturojot jēdzienu konteksts, N. D. Filkensteins atzīmē, ka konteksts ir fizikas mācību procesa neatņemama sastāvdaļa, nevis fons vai atsevišķs faktors (Filkenstein, 2001). L. Jonāne jēdzienu konteksts definē kā sākuma impulsu, kas veido mācīšanās motivāciju, rosina saskatīt mācīšanās praktisko nozīmīgumu, palīdz sasaistīt esošo pieredzi un vajadzību pēc jaunajām zināšanām un padara mācību procesu apzinātu un daudzpusīgu (Jonāne, 2009). A. Golovko, apkopojot Krievijas zinātnieku skatījumu uz minēto jēdzienu, pauž uzskatu, ka konteksts ir cilvēka dzīves un darbības iekšējo un ārējo apstākļu sistēma, kura ietekmē uztveri, izpratni un konkrētās situācijas pilnveidi, dodot tai jēgu un nozīmi kā kopumā, tā arī ar tās atsevišķiem komponentiem (Головко, 2011).

N. D. Filkensteins, aplūkojot fizikas mācīšanās procesu, pauž domu, ka konstruktīva mācīšanās un konteksts nevar pastāvēt viens bez otra, tie ir jāsasaista kopā. Fizikas didaktikā tiek sasaistīts konteksts ar konstruktīvismu un tas koncentrējas uz skolēnu kā aktīvu būtni, kas konstruē izpratni par fizikas mācību saturu ar kontekstu palīdzību. Konteksts ir tā vietējās vide, kas „ieskauj” fizikas mācībās aplūkojamās lietas vai „parādās” kā mijiedarbība starp skolēnu un vietējo vidi (Filkenstein, 2001).

1.2.2. Kontekstu izmantošana fizikas mācību procesa pilnveidē

Fizikas mācību saturā ir iekļaujami nozīmīgi atklājumi fizikā, kas izmainījuši cilvēces priekšstatus par pasauli vai devuši pamatu tehnoloģiju, piemēram, radio, televīzijas, mobilo sakaru attīstībai, arī ievērojamu personību dzīves notikumi, nejauši atklājumi u.c. Šī pieeja izmantojama, lai veidotu izpratni par dabaszinātnēm kā kultūras produktu un fizikas lomu ekonomikas, medicīnas, dažādu tehnoloģiju attīstībā un sabiedrības labklājības līmeņa celšanā. Daudzos gadījumos konteksts tiek

izmantots attieksmju veidošanai - personiskās atbildības veicināšanai vides saglabāšanā, izpratnes attīstībai par cilvēku darbības sekām un ilgtspējīgu attīstību.

Konteksts ir izmantojams kā līdzeklis mācību motivācijas veidošanai, akcentējot apgūstamo zināšanu un prasmju praktisko nozīmīgumu. Dažādu fizikas aspektu piemēri kontekstu veidošanai minēti 1.2.2.1 tabulā.

- *Laika konteksts* fokusē mūsu attiecības ar pagātni, tagadni un nākotni. Cilvēks izzina to, kas ir nozīmīgs tagadnē, iekļaujot vēsturisko skatījumu un nākotnes perspektīvu;
- *Simboliskais konteksts* - cilvēks domā, apgūst zināšanas, apkopo un organizē informāciju, izmantojot simbolus. Informācija veic informēšanas un mūsu formēšanas funkciju;
- *Subjektīvais konteksts* ļauj izprast kādu konkrētu objektu, informāciju, noteiktā vidē;
- *Globālais konteksts* skata daudzšķautņainus procesus kopumā (Clark, 1997).

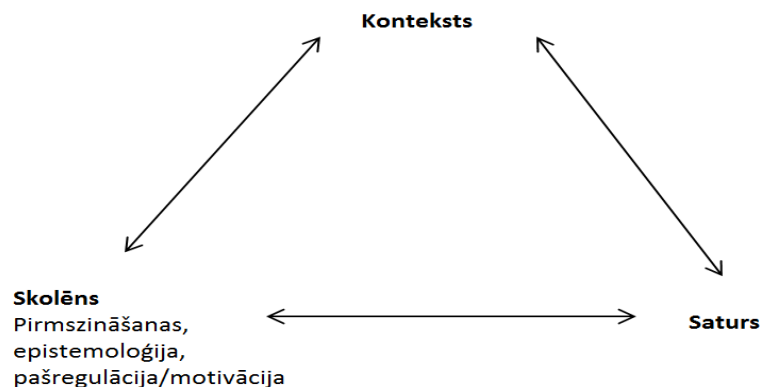
1.2.2.1. tabula

Fizikas izglītības satura konteksti un to galvenie aspekti (autora konstrukcija)

Temats	Subjektīvais konteksts	Laika konteksts	Simboliskais konteksts	Ekosistēmas jeb globālais konteksts
Mehānika	Kustība, ķermeņu mijiedarbība. Nanotehnoloģijas.	Pārvietošanās, transporta attīstīšanās	Mehānikas likumsakarību attēlošana, izmantojot simbolus, formulas	Pārvietošanās, tās efektivitāte. Konstrukcijas, to risinājumi.
Siltums	Siltuma enerģija, enerģijas ražošana, uzglabāšana, transportēšana.	Sistēmu pilnveidošana siltuma enerģijas efektīvai izmantošanai	Siltuma parādību un procesu norises attēlošana, izmantojot simbolus, formulas	Globālā sasilšana.
Elektrība un magnētisms	Elektroenerģijas iegūšana, pārvade, izmantošana, sakaru sistēmas.	Elektroenerģijas iegūšana, ražošana, izmantošana	Elektrisko, magnētisko, elektromagnētisko procesu un parādību apraksts un skaidrojums, izmantojot simbolus, formulas.	Energoresursu pieejamība, racionāla izmantošana, atjaunojamie energoresursi.

Temats	Subjektīvais konteksts	Laika konteksts	Simboliskais konteksts	Ekosistēmas jeb globālais konteksts
Svārstības un viļņi	Mehāniskās, elektromagnētiskās svārstības un viļņi.	Akustikas teorijas, elektromagnētiski e viļņi enerģijas informācijas pārraidīšanā	Svārstību un viļņu procesu norises attēlošana un skaidrojums, izmantojot simbolus, formulas	Ģeofizikālie procesi pasaulē. Elektromagnētisko viļņu ietekme uz dzīvjiem organismiem.
Optika	Gaismas parādības, gaismas iegūšana, optiskie instrumenti.	Optiskie instrumenti, gaismas enerģijas un īpašību izmantošana	Optisko procesu attēlošana, izmantojot simbolus, formulas	Gaismas piesārņojums. Energoresursu efektīva izmantošana.
Kvantu fizika	Kvantu īpašības. Lāzeri. Fotoefekts.	Gaismas enerģijas, viļņu un kvantu dabas izmantošana	Gaismas duālās dabas procesu attēlošana un skaidrojums, izmantojot simbolus, formulas	Standartmodeļa (visuma uzbūves pamatprincipu) izpēte.
Kodolfizika	Kodolpārvērtības. Elementārdaļiņas.	Kodolenerģijas izmantošana	Kodolprocesu un atomu uzbūves attēlojums simbolos un formulās	Radioaktīvais piesārņojums, kodoldraudi.
Bionika	Procesi un inženiertehniskie risinājumi dabā.	Dabā notiekošo procesu pārnese sadzīvē un tehnikā	Dabas procesu pārnešanas apraksts, izmantojot fizikas likumsakarību attēlošanas principus	Efektīvu procesu un risinājumu izmantošana saskaņā ar vidi un dabu.

Konteksta novietošana redzeslokā, kad tiek runāts par skolēnu mācīšanos, ir kontekstuālā konstruktīvisma pamatprincips: satura uztveri skolēni veido kontekstā un šis konteksts ietekmē skolēna satura uztveri. Nav iespējams nodalīt skolēna mācīšanos no konteksta, kādā tas notiek. Konteksts nav mācīšanās blakusefekts, tas tieši ietekmē skolēna mācīšanos, un to ietekmē gan skolēns, gan saturs (1.2.2.1 attēls). Konteksts ir tik pat fundamentāls, kā skolēns un mācību saturs.



1.2.2.1. attēls. Kontekstuālā konstruktīvisma mācīšanās modelis (Filkenstein, 2001)

Ir skaidrs, ka jēdzienam „konteksts” ir daudz nozīmju. (*Redish, 2002; diSessa, 1988*). Michael Cole ir strādājis kulturālās psiholoģijas jomā un uzsver vietējā un vēsturiskā konteksta nozīmi, valodu, vidi un sabiedrības rīkus, un to kā šie faktori ietekmē mācīšanos (*Cole, 1996*).

Konteksta tradicionālās definīcijas ir šādas – vietēja vide, kurā tiek novietoti priekšmeti, apkārtnē. Konteksts ir mijiedarbība starp vidi un skolēnu (*McDermott, 1993*).

Noderīga ir analogija ar virvi. Virve ir veidota no atsevišķām šķiedrām, no kurām neviena nestiepj visas virves garumā. Virve neieskauj šķiedras, tā drīzāk ir šķiedru sakopojums un šo šķiedru mijiedarbība nosaka visas šīs sistēmas īpašības. Apskatīt katru šķiedru atsevišķi, lai noteiktu virves īpašības nav iespējams. Līdzīgi ir ar uzdevumu un tā kontekstu. Mācīšanās un tās konteksts veido viens otru un viens nevar eksistēt bez otra. Ir noderīgi uztvert kontekstu kā aptverošu un kā interaktīvu (*Fine, 1987*).

Kad tiek pētīta konteksta loma skolēna mācīšanās procesā, ir jāidentificē kāds konteksta līmenis tiek apskatīts. Ir iespējams, ka konteksts ir ieguldīts kontekstā, kas ir ieguldīts kontekstā. Katrs līmenis ietekmē un katru līmeni ietekmē citi līmeņi. Piemēram, var apskatīt 3 konteksta līmeņus: forma, kādu ieņem uzdevums (tiek apskatīta atspere, vai svārsts), situācija, kur rodas šī problēma, un plašāka vide, kas rada apstākļus šīs problēmas radīšanai. Šos līmeņus attiecīgi var nosaukt par formāciju, situāciju un vidi (*Fine, 1987*). Piemēram, mācoties par kapacitāti skolēns sāk darboties ar uzdevumu (risināt noteiktu problēmu saistība ar kapacitāti), kas ir paredzēts, lai veicinātu skolēna izpratni par šo koncepciju (kā kapacitāti aprēķināt virknes vai paralēlā slēgumā). Skolēns un uzdevums eksistē plašākā aktivitātē, piemēram, problēmu risināšanā. Aktivitāte, darbs ar citiem skolēniem ir situācija. Skolēna mācīšanās nav izolēta darbība, bet gan drīzāk sociāla aktivitāte, ko ietekmē vietējie konteksti - uzdevuma informācija, situācija un vide. Šie konteksti nav analītiski atdalīti, bet ir būtiski skolēna mācīšanās procesam. No šī skatupunkta konceptuālas izmaiņas notiek gan indivīdā, gan kontekstā. Ir jāizveido vides, kurās konteksts veicina skolēnu mācīšanās procesu. Tādēļ ir svarīgi izveidot vides, ar pietiekamiem ierobežojumiem un iespējām, ka skolēni, kas ir iesaistīti aktivitātē var veidot asociācijas ar koncepcijām. Ir svarīgi, lai šī koncepcija skolēnam kļūtu nozīmīga un pielietojama. Ar šīm koncepcijām ir saistītas arī abstrakcijas, kas ļaus skolēniem pielietot šo koncepciju citās situācijās. Videi ir jāveicina gan noteiktās situācijas konceptuālo uztveršanu, gan spēju pārnest šīs zināšanas uz citām, saistītām situācijām (*McDermott, 1993*).

Pēc dažādu autoru (*Miller, 1991, 2006; Clark, 1997; Piažē, 2002; Bruner, 1960; Klafki, Gudjons, 1998; Выготский, 2003; Dauge, 1928; Pētersons, 1931; Ģirupnieks, 1931*) atziņām,

fizikas mācību procesu organizējot kontekstuālā aspektā jāņem vērā konceptuālā, tematiskā un metodoloģiskā nostāja. Kas jā māca, ko skolēni jau zina, prot no iepriekšējām stundām, citiem priekšmetiem norāda fizikas saturs. Mācību saturs atbild par zināšanām, prasmēm, attieksmēm, ko skolēnam jāapgūst.

Skolotājam jābūt skaidram fizikas izglītības stratēģiskajam mērķim un kādus kontekstus izmantot mācību procesā, un atbilstoši tam jāplāno un jāorganizē mācību vidi kontekstuālam, mērķtiecīgam un konstruktīvam skolēna izglītojošam procesam.

Izmantojot kontekstuālo pieeju tematiskā aspektā, jāņem vērā fizikas mācību saturs, tā saistība ar apkārtējo vidi, dabu. Izvēloties informāciju, kas aktualizē esošās pieredzes mērķtiecīgu izmantošanu, mēs varam izmantot kontekstuālo pieeju metodoloģiskā aspektā.

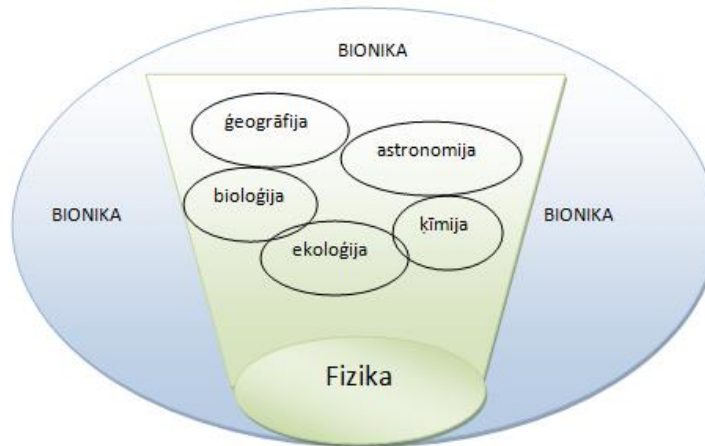
Kontekstuālā pieeja, kas palīdz veidot asociācijas, sasaistīt esošo pieredzi un vajadzību pēc jaunām zināšanām un pārnest esošo pieredzi uz jaunu situāciju, īstenojama izvēloties informāciju konkrētu mācību stundu ietvaros. Šī pieeja balstās uz skolēnu pieredzes aktualizēšanu, veidojot mācību motivāciju un iesaistot skolēnu daudzveidīgā, aktīvā mācīšanās procesā, padarot to apzinātu un daudzpusīgu un nodrošinot pakāpenisku skolēna kompetences attīstību, kas vērsta uz ilgtspējīgu darbību. Šo kompetenci var raksturot kā holistisku personības īpašību, kuras pamatu veido integrētu zināšanu, prasmju un attieksmju kopums par cilvēka un ekosistēmas mijiedarbību un kopveselumu. Uz ilgtspējīgu darbību vērstā kompetence tiek attīstīta konstruktīvā mācību procesā, akcentējot cilvēka spēju savas zināšanas un prasmes saprātīgi lietot, pilnveidot un paplašināt mainīgajos sociālajos apstākļos, un rīkoties atbilstoši ilgtspējīgas attīstības principiem.

Veidot izpratni par fiziku palīdz kā kultūras produktu un fizikas lomu dažādu tehnoloģiju attīstībā un sabiedrības labklājības līmeņa celšanā palīdz subjektīvā, sociālā un globālā konteksta izmantošana no vienas puses, un katra atbildība ilgtspējīga attīstībā, no otras puses (*Redish, 2002*).

Kontekstuālā pieeja fizikas mācību satura apgūvē ļauj uzlabot fizikas izglītības kvalitāti. Tā veicina esošās pieredzes aktualizēšanu, esošu atskaites sistēmu paplašināšanu un jaunas pieredzes konstruēšanas spēju attīstību. Izvēloties kontekstu, kas rada skolēna izziņas vajadzību personiski nozīmīgu situāciju problēmu iepazīšanai un analīzei, viņš iesaistās jēgpilnā mācību darbībā un vienlaicīgi integrēti apgūst būtiskākos fizikas jēdzienus un likumus. Fizikas saturs tiek izmantots kā līdzeklis personiskās jēgas konstruēšanai, un izglītojoši audzinošā procesā skolēnam tiek nodrošināta satura un virssatura integrācijas iespēja (*Jonāne, 2009*).

Kontekstuālā pieeja rada nepieciešamību pēc integrētu mācību satura vienību izveides. Fizika ir viena no dabaszinātnēm, un to nevar mācīt nošķirti no citām dabaszinātnēm - ķīmijas,

bioloģijas, ģeogrāfijas, ekoloģijas, astronomijas, jo visās tiek iekļautas atziņas par pasauli un bionikas elementi. To kopsaistība attēlota 1.2.2.2 attēlā.



1.2.2.2. attēls. Fizikas kopsaistība ar bioniku un dabaszinātnēm (autora konstrukcija).

Zinātnieki (*Зверева, 1980, Ильченко, 1986*) pētījuši fizikas un citu zinātņu saikni (fizika - ķīmija, fizika - bioloģija). Kontekstuālajā pieejā plašākā mērogā var pētīt fizikas saikni ar bioniku un citām zinātnēm (fizika – bionika, bionika – fizika – bioloģija, u.c.).

Veidojot integrētu fizikas mācību saturu, ņemot vērā kopsaistības ideju, integrējot bionikas elementus var balstīties uz E. Klarks ieteiktajiem principiem - „lietu” kopsaistību, kontekstu, reālās dzīves un apgūstamā satura vienotība, skolēncentrēta, informācijas kvalitāte dominē par kvantitāti (*Clark, 1997*). Fizikas mācību saturs ar integrētiem bionikas elementiem varētu balstīties uz šādiem principiem (par pamatu ņemot E. Klarka ieteikumus):

1. bionikas un fizikas saistības pieņemšana,
2. fizika tiek mācīta bionikas kontekstā,
3. apgūstamā fizikas satura vienotība ar apkārtējā vidē un dabā notiekošajiem procesiem,
4. mācību procesā skolēns pētnieciskajā darbībā atklāj fizikas likumības,
5. fizikas likumsakarības tiek apgūtas caur dabā notiekošajiem procesiem,
6. informācijas kvalitāte dominē par kvantitāti.

Analizējot dažādu autoru (*R.McDermota, J. Mestres, E.Klarka u.c.*) atziņas par kontekstorientētu mācīšanos, autors secināja, ka kontekstā tiek iekļautas īpašības, kas veicina satura uztveres veidošanos. Pārsvārā fizikas mācīšana ir centrēta uz skolēniem un apgūstamo saturu, skolēna pasaules izpratne tiek attīstīta mācīšanās procesā. Lai veidotu skolēniem zinātnisku pasaules izpratni, kas balstās uz iepriekšējām zināšanām, ir jāizprot, kā skolēniem veidojas intuitīvās teorijas par pasauli. Konteksts palīdz formēt jēgpilnu izpratni par to, ko mācās saistībā ar ikdienas dzīves

norisēm, bioniku. Kontekstuālā pieeja veicina kognitīvās kompetences attīstību, zināšanu izmantošanas prasmju attīstību, mācību motivācijas un attieksmju attīstību. Fizikas principu piemērošanu dažādām situācijām, nodrošinot konkrētāku apgūto zināšanu atspoguļojumu praktiskajā dzīvē var panākt ar kontekstu palīdzību. Skolēni saturs uztveri veido kontekstā un tas nav nodalāms no skolēna mācīšanās no konteksta, kādā tas notiek un tas atbilst kontekstuālā konstruktīvisma pamatprincipam. Pēc dažādu autoru atziņām, fizikas mācību saturā un procesa organizēšanā kontekstuālā pieeja īstenojama trīs aspektos - konceptuālā, tematiskā un metodoloģiskā. Kontekstuālā pieeja rada nepieciešamību pēc integrētu fizikas mācību saturs izveides, ņemot vērā kopsaistības ideju, radīt iespēju katram skolēnam pašam veidot jēgpilnu izpratni par pasauli un sevi tajā.

Kontekstuālās pieejas principi darbojas didaktiskās rekonstrukcijas modelī. Didaktiskās rekonstrukcijas modelis veido pētniecības pamatnostādnes, kontekstorientēta mācību procesa izpētei, kā speciāla didaktiska koncepcija fizikas mācību procesa organizēšanā un tiek apskatīts 1.3. nodaļā.

1.3. Didaktiskās rekonstrukcijas modeļa analīze

1.3.1. Didaktiskās rekonstrukcijas modelis fizikas mācībās

„Didaktiskās rekonstrukcijas modelis ir kā pamats, lai apvienotu profesionālās un izglītības kompetences pētniecībā un mācību procesā” (*Kattman, 2004*).

Fizikas priekšmeta didaktiskās koncepcijas sasaista mācību stundas plānošanas un vadīšanas elementus sistemātiskā saistībā un ņem vērā mācību stundas mērķus, saturus, metodes un struktūras specifiskā veidā.

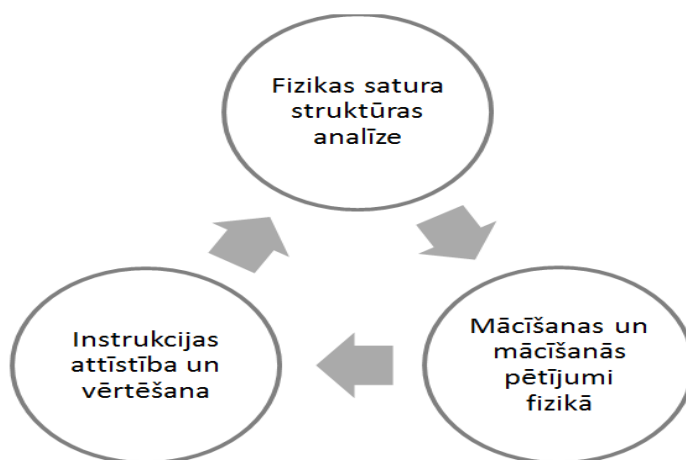
Modelis mērķēts uz teorētisku mācību stundas metožu un struktūru izskaidrošanu, kā arī uz mācību procesu plānošanas, realizēšanas un refleksijas izskaidrošanu. Tas arī pieļauj aprakstīt didaktiskās koncepcijas lomu un funkciju no skolotāju skatu punkta un no priekšmeta didaktiskās perspektīvas skatu punkta. Bez tam tas padara iespējamu pētīt stundas didaktisko koncepciju lomu skolotāju izglītībā un tālākizglītībā.

Vispārējie didaktiskie modeļi nevar sniegt pietiekamu ietvaru priekšmeta didaktiskajā pētīšanā, jo didaktiskais darbs ir vairāk kā jebkuru saturu metodiska pārveidošana (*Eschenhagen, 2006*). Priekšmetu didaktikas nodarbojas ar „saistīto zinātņu sakarībām” (*Kattmann, 2007*).

Kattmanns, Duits, Gropengiessers, Komoreks (*Kattmann, Duit, Gropengiesser, Komorek, 1997*) attīstīja didaktiskās rekonstrukcijas modeli, kuram vajag sniegt priekšmeta didaktiskās pētīšanas ietvaru. Šis modelis piekļaujas Wolfganga Klafki (*Klafki, 1964*) vispārējās didaktiskās analīzes modelim un Heimann, Otto un Schulz (*Heimann, Otto, Schulz, 1965*) struktūru momentmodelim. Didaktiskajā analīzē ir pamatota satura izvēle, tāpēc to pieskaita pie izglītības teorētiskās didaktikas. Struktūru momentmodelis parāda, kā dažādas lēmumu un apstākļu jomas attiecas viena uz otru stundas plānošanā, lai stunda būtu efektīva. Šis modelis tiek pieskaitīts pie mācīšanās teorētiskās didaktikas. Gan satura izvēle, gan konkrēti lēmumi par mācību stundu tiek uzskatīti par ļoti svarīgiem Kattmana didaktikas rekonstrukcijas modelī un tiek ņemti vērā kā obligāti atbildami jautājumi, plānojot stundu (*Kattmann, 1997*).

Didaktiskā rekonstrukcija ir saistīta ar konstruktīvu epistemoloģisko pamatstruktūru (*Philips, 2000; Duit & Treagust, 1998, 2003; Widodo, 2004*). Šai epistemoloģiskajai orientācijai ir divi galvenie motīvi. Pirmkārt, mācīšanās ir apskatīta kā process, kad skolēni veido zināšanas uz jau esošo zināšanu pamata. Konceptijas un pārlicības ar kurām skolēni sāk mācīšanos netiek uzskatīti par šķēršļiem mācīšanās procesā, bet gan par pieturas punktiem, lai vadītu viņus līdz zinātniskajām zināšanām, kas jāapgūst. Otrkārt, fizikas zināšanas tiek uztvertas kā cilvēka konstrukcija. Tas, kas parasti tik saukts par fizikas satura struktūru, tiek uztverts kā noteiktās dabaszinātnes sabiedrības vienprātība. Katra šīs vienprātības prezentācija ir idiosinkrāziskā rekonstrukcija, saistībā ar specifiskajiem mērķiem, ko tie atklāti vai slēpti iekļauj sevī (*Kattmann, Duit, Gropengiesser, & Komorek, 1995*). Tāpat arī fizikas saturs ir jāveido skolotājam, pamatojoties uz mērķiem, kas saistīti ar noteiktā satura mācīšanu. Fizikas satura struktūru vajag rekonstruēt no izglītības viedokļa. Tā ir didaktiskās rekonstrukcijas būtība.

Daudzi skolotāji uzskata, ka satura struktūrai, kas paredzēta mācīšanai ir jābūt vienkāršākai, lai skolēni to varētu uztvert. Tādēļ viņi satura struktūru, kas paredzēta mācīšanai, veidošanu sauc par redukciju. Tomēr šis uzskats palaiž garām galveno ideju. Savā ziņā satura struktūrai, kas paredzēta mācīšanai ir jābūt sarežģītākai, nekā fizikas satura struktūrai. Ir nepieciešamas abstraktas fizikas zināšanas saistīt ar dažādiem kontekstiem, lai tās saistītos ar mācāmām problēmām un mācīšanās spējām. Didaktiskajā rekonstrukcijā ir trīs saistīti komponenti (1.3.1.1. attēls).



1.3.1.1. attēls. Fizikas didaktikas rekonstrukcijas komponenti (autora konstrukcija)

Fizikas didaktikas rekonstrukcijas komponenti sastāv no:

1) *Fizikas satura struktūras analīzes*, kas iekļauj sevī divus saistītus procesus – priekšmeta noskaidrošanu un izglītošanas nozīmības analīzi (*Driver & Ericson, 1983*). Priekšmeta noskaidrošana balstās uz satura analīzi vadošajās mācību grāmatās un publikācijās saistībā ar tēmu, kā arī tēmas vēsturisko attīstību (*Kattmann, 2001; Duit, Komorek & Wilbers, 1997*). Pieredze rāda, ka koncepcijas, kas skolēniem jau ir, var parādīt jaunu pieeju un skatu uz zinātniskajām koncepcijām un atļauj savādāku, dziļāku izpratni. Zinātnes nozīmei sabiedrībā arī jābūt iekļautām didaktiskās rekonstrukcijas procesā (*Osborne, Racliffe, Millar, & Dustchl, 2003; McComas, 1998*).

2) *Mācīšanas un mācīšanās pētījumi fizikā*, kas satur mācīšanās vides īpatnību empīriskos pētījumus. Skolēnu perspektīvu pētījumi, iekļaujot pirmsinstrukcijas koncepcijas un ietekmējošos mainīgos, kā piemēram, intereses, paškonceptiju un attieksmes. Šiem faktoriem ir liela nozīme didaktiskās rekonstrukcijas procesā. Ir pieejami arī daudz dažādi pētījumi saistībā ar mācīšanu un mācīšanās procesu un tā lomu instrukcionālajās metodēs un eksperimentos. Arī pētījumi saistībā ar skolotāja uzskatiem un koncepcijām saistībā ar fizikas saturu un skolēnu mācīšanu, ir ļoti svarīgi.

3) *Instrukcijas attīstības un vērtēšana*, kas saistās ar instrukcionālo materiālu, mācīšanās aktivitāšu un mācīšanas un mācīšanās procesu projektēšanu fizikā. Mācīšanai atbilstošas vides projektēšana ir šīs komponentes pamatā. Šo projektēšanu ietekmēs specifiskās skolēnu vajadzības un mācīšanās spējas, kas nepieciešamas, lai sasniegtu uzstādītos mērķus. Tiek pielietotas dažādas empīriskās metodes, kā intervijas ar skolēniem un skolotājiem, viņu skatījums uz fizikas priekšmeta

nozīmi, aptaujas par skolēnu kognitīvo un mācīšanos ietekmējošo mainīgo attīstību (*Duit, & Komorek, 2004*).

Didaktiskās rekonstrukcijas modelis, kas tiek piedāvāts, daļa galvenās īpašības ar dažiem citiem instrukcionālās projektēšanas modeļiem, kuri cenšas uzlabot mācīšanas procesu. Cikliskais didaktiskās rekonstrukcijas process, teorētiskās atspoguļošanas process, konceptuālā analīze, maza apjoma mācību satura attīstība, klases pētījumi saistībā ar mijiedarbību mācīšanas un mācīšanās procesā ir svarīga sastāvdaļa pētniecības attīstībā, ko prezentē Lijnse (*Lijnse, 1995*).

Pedagoģiskās psiholoģijas jomā ir bijušas intensīvas diskusijas par to, vai mācīšanas un mācīšanās pētījumu rezultāti ir derīgi, lai uzlabotu mācīšanu. Kaestle publicēja rakstu ar nosaukumu „Izglītības pētījumu briesmīgā reputācija” (*Kaestle, 1993*). Wright uzdeva līdzīgu jautājumu – „Zinātnes izglītības pētījumu nenozīmīgums: mīts vai realitāte?” (*Wright, 1993*) Galvenais arguments abos gadījumos bija, ka izglītības pētījumu kultūra ir tāda, ka pētījumu rezultātiem nav ietekmes uz mācību procesa uzlabojumiem. (*Gibbons et. al., 1994; Vosniadou, 1996; Cobb, Confrey, di Sessa, Lehrer, & Schauble, 2003*). Šo diskusiju rezultātā notiek pavērsiens virzienā uz lietišķiem izglītības pētījumiem. Tika diskutēts par to, ka dizaina pētījums („Design Research”) (*Cobb et al., 2003*) ir tas, kas ir nepieciešams, lai samazinātu attālumu starp izglītības procesa pētījumiem un mācīšanas procesu. Šis darbs sasaista pētījumus un mācību procesu, līdzīgi, kā to dara didaktiskās rekonstrukcijas modelis. Šis modelis ir ne tikai sevi pierādījis kā efektīva pamatstruktūra mācību procesa plānošanai un projektēšanai, bet arī skolotāju profesionālajai attīstībai. (*Komorek, Wendorf, & Duit, 2002*)

1.3.2. Modeļa lietojums fizikas mācību procesa attīstībā

Didaktiskās rekonstrukcijas modelis ”kalpo didaktiskajam uzdevumam, savest kopā tos, kas mācās un zinātnes nozares” (*Eschenhugen, 2006*). Pie tam runa ir gan par fizikas satura izvēles aspektiem, gan par metodiskiem un profesionāliem apsvērumiem. Bez tam didaktiskās rekonstrukcijas modelis fizikas mācību procesā ir mērķēts uz fizikas priekšmeta specifiskajām zināšanām. Tas pieslēdzas arī elementarizēšanas atziņām (*Bleichroth, 1991; Jung 1984*), lai pielāgotu profesionālos saturus un skolēnu kognitīvo struktūru un lai padarītu pieejamu attēlošanas procesu.

Didaktiskās rekonstrukcijas modeļa mērķis ir dot virzību fizikas priekšmeta stundas plānošanai un pētīšanai, kurš ir uz skolēnu orientēts, ir konstruktīvisks no mācību teorijas viedokļa:

skolēniem pašiem jākonstruē savas zināšanas, kamēr viņi, piemēram, paši izmēģina un eksperimentē. Stundā jādod skolēniem iespēju iegūt savu pieredzi. Tiek skaidri atbalstīta nesabiedriska zināšanu paškonstrukcija.

Mācību stundas satura profesionāls skaidrojums, šī satura skolēnu perspektīvas un satura didaktiskā strukturēšana tiek sistemātiski attiecināti viens uz otru un ir noteicoši mācību stundā. Atsevišķu uzdevumu savstarpējā struktūra tiek atainota kā didaktiskais triplets (*Kattmann, 1997*).

Didaktikas uzdevums ir strukturēt un analizēt mācību saturu atbilstoši priekšmeta didaktiskām metodēm, no mūsdienu zinātnes skatu punkta. Didaktiskās rekonstrukcijas modelis galvenokārt domāts zinātnisko struktūru pielāgošanai skolēnu spējām (*Kattmann, 1997*).

Skolēnu priekšstati par fizikas likumiem, parādībām nekādā gadījumā netiek uzskatīti par kļūdainiem. Tie ir svarīgs izejas punkts skolēniem atbilstoši fizikas mācību stundas strukturēšanai. Ar priekšstatiem *Kattmann, Duit, Gropengiesser* un *Komorek* (*Kattmann, Duit, Gropengiesser, Komorek, 1997*) saprot dažādu kompleksitātes līmeņu kognitīvos konstruktus, tātad jēdzienus, konceptus, domu figūras un teorijas.

Skolēnu priekšstati par konkrētu specifisku jomu zināšanām fizikā ir arī didaktisko pētījumu priekšmets. Didaktiskās rekonstrukcijas modelī fizikā tiem ir centrālā loma, plānojot mācību stundu. Didaktiskās strukturēšanas galvenais mērķis stundā ir profesionālā skaidrojuma rezultātu sistemātiska saskaņošana ar skolēnu izpratni par šo tēmu, ar atziņām par skolēnu priekšstatiem un priekšzināšanām fizikā. Pie tam fizikas stundas plānojumā tiek iekļautas arī paredzamās mācīšanās grūtības (*Kattmann, 1997*).

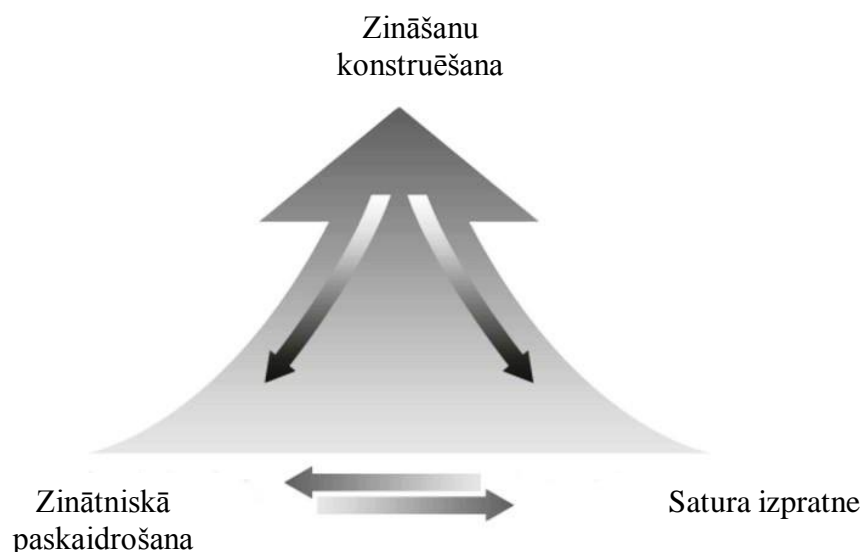
Skolēnu priekšstati un zinātniskā skaidrojuma rezultāti tiek aplūkoti kā līdzvērtīgi, tie tiek salīdzināti un saskaņoti. Zinātnisko saturu elementārizācija (*Bleichroth 1991, Reinhold, 2006*) ir viens no didaktiskās strukturēšanas virzieniem. Ar elementārizāciju saprot mācību satura reducēšanu, sadalīšanu skolēniem saprotamos fizikas mācību stundas elementos (*Reinhold, 2006*).

1.3.3. Kontekstorientētā mācīšanās kā didaktiskās rekonstrukcijas modeļa realizēšanas komponente

Didaktiskās rekonstrukcijas modelis Vācijā ir attaisnojis sevi pēdējos gados gan mācību stundas plānošanā, gan didaktiskajos pētījumos. Vācijas izglītības un zinātnes ministrijas atbalstītajā un finansētajā promocijas programmā "Fachdidaktische Lehr- und Lernforschung - Didaktische Rekonstruktion" ir liels skaits disertāciju un publikāciju, kuras izmanto didaktisko rekonstrukcijas

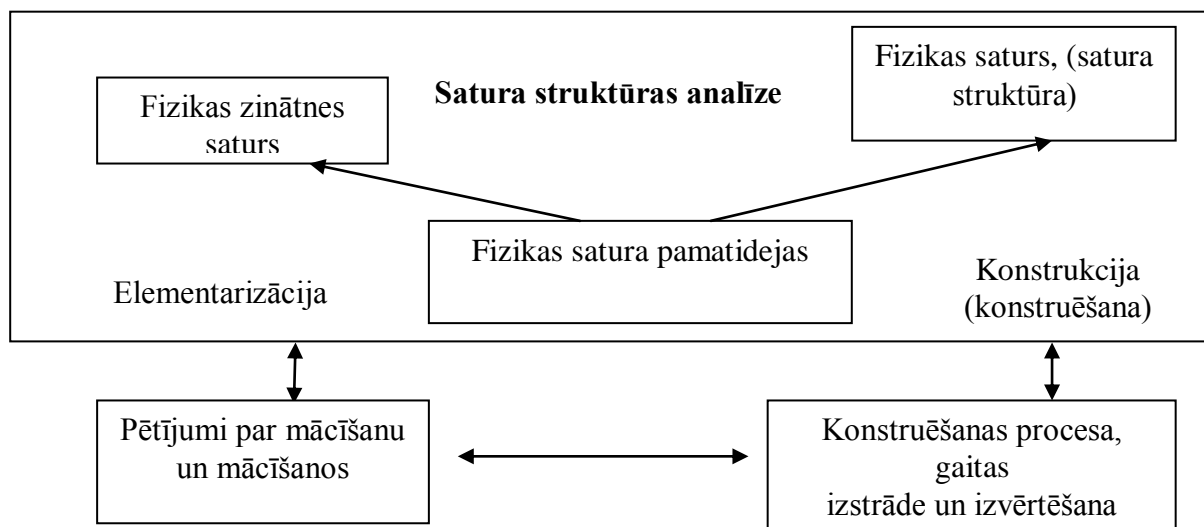
modeli. Bez tam parādījās diplomdarbi, bakalaura un maģistra darbi (*Komorek, Kattman, 2008*). Fizikas didaktiskajos pētījumos šo modeli izmantoja daudzas universitātes (*Stavrou, 2004, Neumann, 2004, Theyßen, 2005, Komorek, 2006, Osewold 2007, Sundermeier, 2009*). Līdz šim tas vairāk attiecas uz mācību stundas saturiskās strukturēšanas izpēti, bet vēl nekalpo skolotāju izglītības un tālākizglītības aspektu izpētei.

Didaktiskā rekonstrukcija fokusējas uz fizikas zināšanu rekonstrukciju, lai palīdzētu skolēniem saprast svarīgākās lietas. Kopējais mērķis ir identificēt saiknes starp fizikas zināšanām un skolēnu alternatīvajām sistēmām ikdienā (*Kattman, 1998; Duit, 2005*). Fizikas zināšanas ir abstrakcijas un redukcijas procesu rezultāts, bet fizikas mācīšana iekļauj sevī dabaszinātņu skatupunkta padarīšanu par saprotamu skolēnam. Pirmais solis ir noskaidrot fizikas zināšanu struktūru vai priekšmetu. Didaktiskā rekonstrukcija, satura struktūras analīze ir pedagoģiskā procesa komponents (1.3.3.1.attēls).



1.3.3.1. attēls. Dinamiskās saistības didaktiskās rekonstrukcijas modelī (*Kattmann, 1998*)

Otrais solis (1.3.3.2. attēls) didaktiskajā rekonstrukcijā ir „elementarizācija”, kuras mērķis ir identificēt galvenās „elementārās” idejas vajadzīgajā fizikas saturā.



1.3.3.2. attēls. Elementārās idejas saturs. Didaktiskās rekonstrukcijas modelis (*Duit, Gropengiesser, Kattmann, 2005*)

Fizikas satura analīze un rekonstrukcija tiek balstīta uz vadošo mācību grāmatu analīzi, svarīgākajām publikācijām un pat attiecīgo zinātnisko ideju vēsturisko attīstību. Daži pētījumi saistībā ar fizikas mācīšanos var tikt izmantoti kā pieejas punkts fizikas satura analīzei. Jautājumu noskaidrošana tiek izmantota analīze, piemēram:

- Kādas zinātniskās teorijas, principi un koncepcijas ir iesaistītas noteiktajā tēmā un kādas ir to iespējas un ierobežojumi?
- Kādi zinātniski jēdzieni tiek izmantoti, un kuri no tiem ierobežo vai balsta mācīšanos tikai ar savu tiešo nozīmi?

Jēdziens „saturs” ir izmantots šajā modelī ar plašu nozīmju spektru. Tas ietver ne tikai zinātniskas koncepcijas un principus, bet arī zinātniskus procesus un uzskatus par zinātnes dabu un tās nozīmi sabiedrībā (*Duit, Gropengiesser, Kattmann, 2005*).

Didaktiskā rekonstrukcija arī ietver sevī skolēnu sapratnes par pamatidejām, pētīšanu. Tas var būt kā empīriskā pētīšana un literatūras pētīšana. Rezultāti saistībā ar skolēnu mācīšanās procesu un grūtībām, mācoties tiek izmantoti satura strukturēšanai un efektīvas mācību vides plānošanai. Ietekmējošiem faktoriem, kā piemēram, skolēna ieinteresētībai un motivācijai, tiek pievērsta tikai minimāla uzmanība.

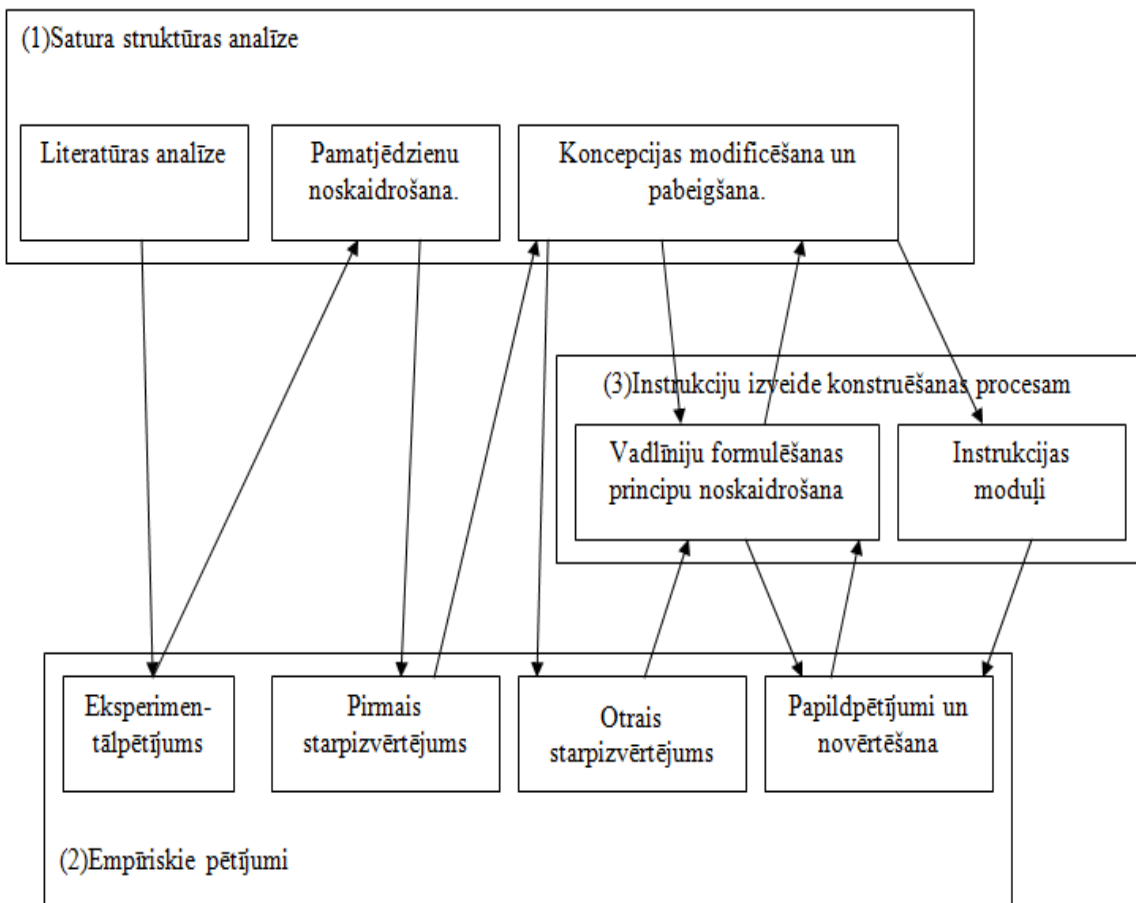
Lai noskaidrotu svarīgas koncepcijas, kas ir skolēniem saistībā ar mērķa zonu tiek izmantoti jautājumi, piemēram:

- Kā zinātniskās koncepcijas ir attēlotas no skolēna izpratnes pozīcijas?

- Kuras koncepcijas izmanto skolēni? (Duit, 2000)

Viena svarīga didaktiskās rekonstrukcijas īpašība ir tā, ka rekonstruēts fizikas mācību saturs ir „vienkāršāks” nekā zinātniskais fizikas saturs, proti, fizikas saturs ir mainīts, lai padarītu to pieejamāku skolēniem. Galvenās zinātnisko ideju iezīmes un to attiecības vajadzētu adekvāti saskaņot rekonstruētajā fizikas mācību saturā. No otras puses, rekonstruētajam fizikas mācību saturam jābūt sarežģītākam nekā abstraktajam fizikas saturam, kuram jābūt ieguldītam dažādos kontekstos, lai mijiedarbotos ar skolēna problēmām un mācīšanās potenciālu.

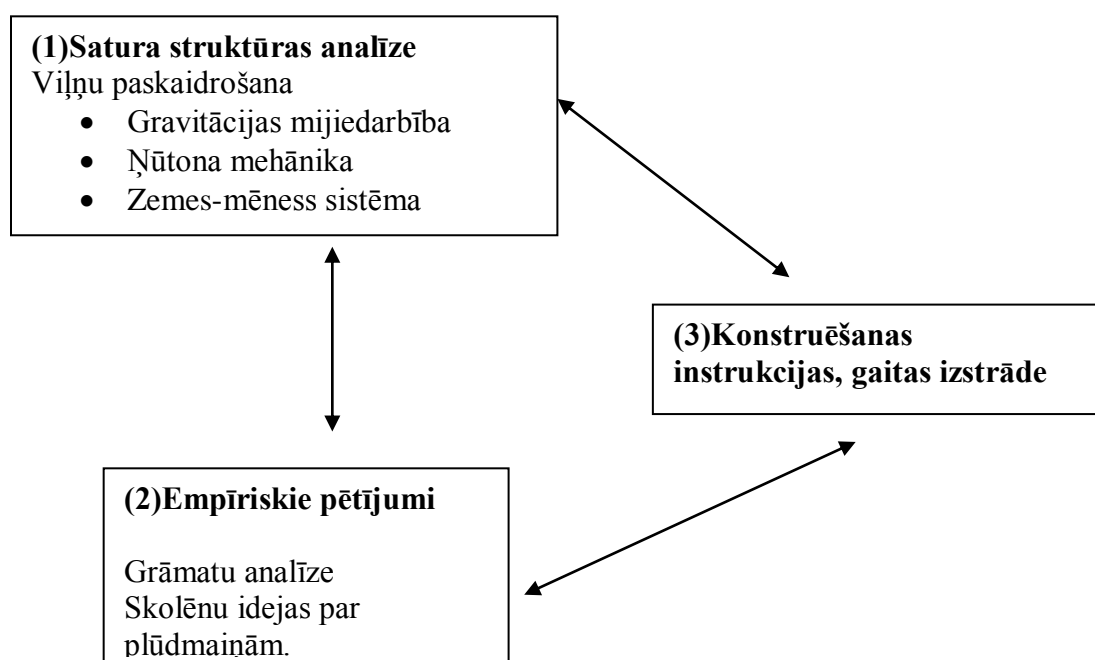
Didaktiskajā rekonstrukcijā skolēna idejas, pieredze ir jāuztver nopietni. Šī pieredze un alternatīvās sistēmas ikdienas dzīvē tiek ņemtas par pamatu mācībām. Didaktiskā rekonstrukcija balstās uz skolēna pieredzi un tās mērķis ir šo pieredzi attīstīt jaunā fāzē, lai veicinātu konceptuālas izmaiņas (Duit, 2000). Tas varētu būt ļoti sarežģīti, ņemot vērā visu iesaistīto problēmu sarežģītību holistiskā manierē, jau no paša sākuma, tādēļ ir jābūt kādai iteratīvai procedūrai, kā redzams 1.3.3.3 attēlā.



1.3.3.3. attēls. Didaktiskās rekonstrukcijas process (Duit, 2000)

Nākamais didaktiskās rekonstrukcijas solis ir satura struktūras norādījumi rekonstrukcijai, pamatojoties uz vienkāršajām idejām. Didaktiskās rekonstrukcijas procesa daļas –satura struktūras analīze un empīriskais pētījums, būtiski ietekmē skolēnu attīstības perspektīvas un mācību mērķus. Šos mērķus parasti sniedz mācību saturs. Pēc tam šie mērķi var tikt uztverti kā nosacījumi par to, kādā detalizācijas un matemātiskās abstrakcijas līmenī ar doto fizikas tēmu ir jātiek galā (Viiri, 2004).

Piemērs kā didaktiskā rekonstrukcija tika izmantota mācību procesā par plūdmaiņām. Veidošanas procedūra bija cikliska, nevis lineāra un bija vairākas mijiedarbības un iterācijas starp šīm 3 fāzēm (1.3.3.4. attēls).



1.3.3.4. attēls. Didaktiskās rekonstrukcijas modelis par plūdmaiņām (Viiri, 2004).

Satura struktūras analīzes mērķis bija identificēt svarīgākās idejas un koncepcijas, kas varētu tikt izmantotas viļņu aprakstīšanai zemā pamatskolas līmenī. Principā, visas teorijas, kas izskaidro viļņus ir balstītas uz to, ka gravitācijas spēks ir atkarīgs no attāluma starp ķermeņiem, kas ir gravitācijas mijiedarbībā. Ņūtona gravitācijas likums ietver sevī, ka spēks ir lielāks, tad, kad ķermeņi ir tuvāk viens otram, piemēram, Mēness gravitācijas spēks būs stiprāks tad, kad mēs tam esam tuvāk. No tā seko, ka Mēness gravitācija ir stiprāka tajā Zemes pusē, kas ir pavērsta pret Mēnesi, nekā otrā pusē. Šo dažādo spēku efekts ir tāds, ka tas maina ūdens līmeni katrā Zemes pusē. Tika analizēts arī kā tas tika izskaidrots vēstures gaitā. Šīs dažādās teorijas sniedza ieskatu tajā,

kuras zinātniskā izskaidrojuma daļas ir bijušas vissarežģītākās saistībā ar dažādiem viļņu aspektiem. (Viiri, 2004).

Zinātniskā skaidrojuma rekonstrukcija un modifikācija tika balstīta uz zinātnisko skaidrojumu un skolēnu koncepciju zināšanām. Tika savākti visi skolēnu skaidrojumi par viļņiem, tie tika analizēti un šī informācija tika izmantota modifikācijā. Satura mācāmā struktūra tika fokusēta uz diviem galvenajiem fenomeniem:

- Pirmkārt, ir divas vienlaicīgas viļņu izspiešanās, zemeslodes pretējās pusēs. To var izskaidrot ar mēness gravitācijas spēku un Zemes kustību Zemes-Mēness sistēmā.
- Otrkārt, paisums iestājas reizi 12 stundās. To izraisa Zemes rotācija ap tās asi un abas viļņu izspiešanās. (Viiri, 2004).

Empīriskie pētījumi iekļāva sevī skolēnu idejas par viļņiem, grāmatu analīzi un mācīšanas eksperimentu veikšanu skolā. Tika veikta aptauja, lai noskaidrotu skolēnu spontānos veidus viļņu izskaidrošanā un saprašanā. Grāmatu analīzes mērķis bija atklāt, kādus izskaidrošanas tipus piedāvā grāmatas un kā šie skaidrojumi ir saistīti ar zinātnisko skaidrojumu, kā arī kā grāmatas skaidrojumi ņem vērā mācību problēmas, kādas varētu rasties skolēnam. Tā kā grāmatas analīze tika balstīta uz skolēnu idejām un zinātniskajām idejām, un no otras puses zinātniskās idejas tika rekonstruētas balstoties uz skolēnu idejām, tad izveides process bija ciklisks (Viiri, 2004).

Fizikas satura analīzē vairāk jāizmanto didaktiskās rekonstrukcijas nekā mācību pieprasījuma metodes. Didaktiskā rekonstrukcija ir ilglaicīgs process, bet mācību pieprasījuma pieeja ir vairāk lineāra. Mācību pieprasījuma pieeja pievēršas dažāda veida klases komunikācijai, un tas motivē skolēnus, jo viņu uzskati un paskaidrojumi tiek uzklauti un atbalstīti no skolotāja. Skolēniem pētāmā parādība nav jāzina, jo interesi rada praktiska parādības izpēte (Leach, 2005).

Neviena sistēma skaidri nenosaka kāda metodika klasē jāizmanto, tas ir atkarīgs no konkrētas situācijas. Tomēr interaktivitāti un komunikāciju skolēnam ar skolotāju var raksturot kā spēju izmantot konstruktīvismu dažādos kontekstos (Leach, 2005), ko uzsver arī neirozinātnes un neirokognitīvā mācīšanās teorija, kas apskatīta nākošajā nodaļā.

Didaktiskās rekonstrukcijas modelis fizikas mācībās balstīts uz teorētisku mācību stundas metožu un struktūru izskaidrošanu, tas sasaista mācību stundas plānošanas un vadīšanas elementus sistemātiskā saistībā. Autors secina, ka didaktiskās rekonstrukcijas modeļa galvenās komponentes ir satura struktūras analīze, mācīšanās vides empīriskie pētījumi, mācīšanās procesu projektēšana fizikā. Didaktiskās rekonstrukcijas modelī fizikas saturs ir padarīts pieejamāks skolēniem, kaut gan tas ir sarežģītāks, jo ir iekļauts dažādos kontekstos un mijiedarbojas ar skolēna mācīšanās spējām.

1.4. Neurokognitīvā mācīšanās teorija un konstruktīvisma zinātnes filozofija

1.4.1. Cikliskie mācīšanās modeļi

Neurozinātnes teorija un pētījumi izglītībā īpašu uzmanību pievērš mācīšanas un mācīšanās zinātnei, uzsverot kognitīvo teoriju un konstruktīvisma perspektīvas. Šīs idejas parādījās divdesmitā gadsimta otrajā pusē, kontekstā integrējot neurokognitīvo informācijas apstrādes modeli - skolēni domā, mācās zinātniskas idejas, izmantojot pierādījumus (*Anderson, 2009*).

Neurozinātne piedāvā jaunu iespēju mācīšanās un mācīšanas teorijā, sintēzi starp divām jaunām jomām: neurokognitīvo mācīšanās teoriju un konstruktīvisma zinātnes filozofiju.

Neurokognitīvā mācīšanās teorija ir sintēze no 3 atsevišķiem virzieniem:

1. Neurofizioloģijas, ar uzsvaru uz bioloģisko bāzi smadzeņu un nervu aktivitātēm.
2. Kognitīvās zinātnes, koncentrējoties uz informācijas apstrādes un iekšējās pārstāvēniecības pieredzi.
3. Mācīšanās teorijas, kas izskaidro, kā cilvēki kopumā mijiedarbojas un pielāgojas dažādās vidēs.

Katrs no šiem atsevišķajiem virzieniem savstarpēji papildina viens otru ar skaidrojumiem par cilvēku mācīšanos, spēju izprast un prognozēt zināšanu apguvi (*Eccles, 1989; Granit, 1977*).

Divdesmit pirmajā gadsimtā, pateicoties zinātnes un tehnoloģiju attīstībai, nozīmīga loma ir cilvēka spējām radīt inovācijas un metakognitīvu ilgtspējīgu vidi. Tāpēc, zinātnes mācīšanas un mācīšanās turpina būt galvenais uzdevums, kas tiek veicināta izmantojot starpdisciplināru teoriju. Tās mērķis ir izpētīt pieredzes izmantošanu mācīšanās (*Anderson, 2009*).

Konstruktīvisms kā zināšanu teorija (*Bentley, 2007; Bodner, 1986, Fosnot, 2005, Tobin, 1993, von Glasersfeld, 1993*) ir cieši saistīta ar zināšanas apriti. Zināšanas tiek aktīvi radītas mijiedarbībā ar sajūtu pieredzi un ir saistītas ar indivīda kultūras un izglītības vēsturi. Zināšanu konstrukcija notiek saistībā ar jaunu informāciju. Mēs interpretējot jaunu pieredzi, pamatojamies uz to, ko jau zinām, konstruējam jaunas zināšanas uz asimilāciju un akomodāciju, iekļaujot konstruktīvisma modeļus. Asimilācijas procesā apvienojas jaunas zināšanas ar esošajām. Akomodācijas procesā esošās zināšanas papildina un pārveido, kad tās nesaskan ar jauno pieredzi (*Fosnot, 2005*).

20. gadsimtā mācību procesā dominēja divas atšķirīgas pieejas – biheiviorisma un kognitīvā. Tās atšķīrās gan pēc mērķiem, gan izpratnē par cilvēci. Biheiviorisma piekritēji meklē vispārējo mācīšanas modeli, lai izskaidrotu visu dzīvo organismu darbību. Saskaņā ar šo pieeju mācīšana ir

stimuls un mācīšanas rezultāts – reakcija. Skolēnus viņi redz kā pasīvus ņēmējus, kas neatbild par to, kā viņi mācās.

20. gadsimta beigās parādījās konstruktīvā mācīšanās, ar to domājot darbību, kas akcentē indivīda aktīvu lomu informācijas apstrādē un zināšanu skaidrojumā. Konstruktīvistu uzsver skolēnu priekšzināšanu struktūras nozīmi (*Brooks & Brooks, 1993, Brandt, 1998*).

Viens no lielākajiem izaicinājumiem attīstības psiholoģijā ir izskaidrot kognitīvās pārmaiņas mehānismu. Attīstības psiholoģija interesējas par cilvēka psihisko attīstību no dzimšanas brīža līdz sirmam vecumam. Attīstības psiholoģija tiek saistīta ar bērnu spēju pētīšanu dažādos vecumos, ar mehānismiem, kuri šīs spējas attīsta un kā laika gaitā bērnu spējas mainās (*Shultz & Mareschal, 1997*).

Neirokonstruktīvā pieeja ir vērsta uz faktoriem, kas ietekmē psihisko priekšstatu rašanos un attīstību. Neirālā attīstība, jo īpaši smadzeņu garozā, bieži ir atkarīga no nervu darbības, kas ir kā starpnieks starp pieredzi un vidi. Kognitīvo attīstību var raksturot ar savstarpēji radītajām pārmaiņām starp nervu un izziņas līmeņiem (*Marr, 1982*).

Dažādu smadzeņu jomu integrācija ir izmantota, lai izskaidrotu izmaiņas uzvedības attīstībā (*Morton & Johnson, 1991*), objektorientētā uzvedībā (*Mareschal & Johnson, 2003*), atmiņā (*Munakata, 2004*), pieradumos (*Sirois & Mareschal, 2004*), runā (*Guenther, Ghosh & Tourville, 2006; Westermann & Miranda, 2004*) un valodā (*Mills et al, 1997*).

Galvenais aspekts izziņas attīstībā: skolēnam nav pasīvi jāuzņem informāciju, bet, izmantojot savu pieredzi, jāpārcējas no apkārtējās vides. Tas, ko var saukt par "klasisko" izziņas modeli - iegūt autonomi priekšstatus par ārējo pasauli, neņemot vērā reālā laika mijiedarbību ar mainīgo pasauli. Alternatīvais klasiskais izziņas modelis uzsver vairākas reālā laika korekcijas - savienot smadzeņu un intelektuālo vides sistēmu, lai saskaņotu iekšējo un ārējo pasauli (*Kleim, Vij, Ballard & Greenough, 1997*).

Neirokonstruktīvisms piedāvā teorētisko bāzi, kurā izziņas attīstība ir cieši saistīta ar notiekošo attīstību neironu struktūrā smadzenēs. Raksturojot ierobežojumus, kas darbojas uz neironu attīstības struktūru, kognitīvā attīstība tiek skaidrota mijiedarbībā šiem ierobežojumiem (*Marr, 1982*).

Mācīšanās ir aktīva informācijas apstrāde. Konstruktīvistu uzsver skolēna zināšanu un saprašanu kā aktivitāti, nevis kā ārējās pasaules informāciju (*Fox, 2001*.)

Mācīšanās ir atkarīga no daudziem faktoriem. No konstruktīvisma viedokļa izšķirošie faktori ir skolēna sākotnējie pieņēmumi un pieredze, informācijas un zināšanu raksturs un konteksts, kurā notiek mācīšanās. Saskaņā ar konstruktīvismu nozīmīgākā skolotāja loma ir radīt mācību vidi, kurā

skolēnam ir iespēja izpētīt savu iepriekšējo pieredzi un zināšanas, būt aktīvam zināšanu apguvējam un apstrādāt jauno informāciju reālā un nozīmīgā kontekstā.

Skolēni grib zināt un saprast apkārtējo pasauli, ja vien mēs viņiem skolā esam spējīgi piedāvāt bagātu intelektuālo un sociālo vidi. Pētnieciskās darbības iemaņu apgūšanas metodes galvenais mērķis ir palīdzēt skolēniem attīstīt intelektuālo darbību un nepieciešamās prasmes jautājumu uzdošanā un atbilžu meklēšanā, kas izriet no skolēnu zinātkāres (*Joyce et al., 1992*).

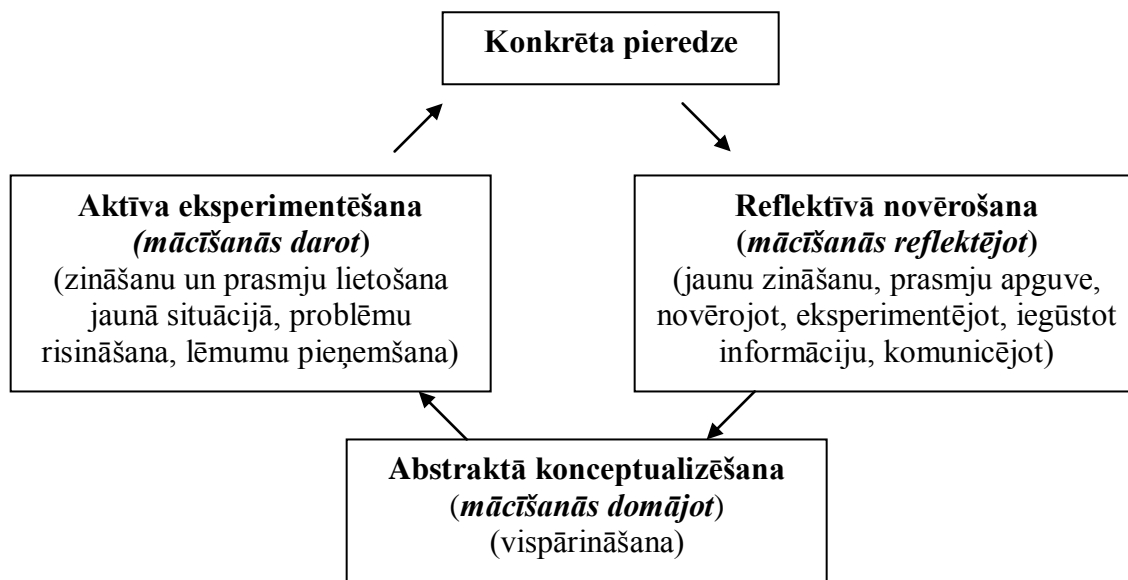
Pētnieciskās darbības iemaņu apguve sākas ar to, ka skolēnam tiek piedāvāta kāda sarežģīta problēma, kas viņu ieinteresē un izraisa uzmanību. Problēmai jābūt tādai, lai skolēns šo problēmu varētu reāli atrisināt.

Mērķi, kā nākotnes rezultāta tēli, nerodas paši no sevis. Tēli kļūst par mērķi tad, ja tiem ir personiskā jēga, tie saistās ar motīvu. Motīvs iegūst savu virzošo un rosinošo funkciju tikai attieksmju sistēmā ar mērķi. Motīva pārtapšana par mērķi ir atkarīga ne tikai no pedagoga ietekmēm, bet arī no skolēna iekšējās pozīcijas un mācīšanās objektīvās situācijās. Tāpēc svarīga loma ir skolēna dzīves, pasaules redzējuma paplašināšanai (*Klausmeijers, Riple.198; Markova, 1991; Ļeontjevs, 1983*). Mācīšanās motivācija pieder pie būtiskiem faktoriem, kas sekmē mācību procesu visos vecuma posmos. Motivācijā notiek mijiedarbība starp ārējām ietekmēm un iekšējo cilvēka stāvokli, ar viņa vajadzībām un citiem psihiskiem veidojumiem, kuri ietver sevī iedzimto un iegūto pieredzi (*Božoviča, 1975; Rozenfelds, 1972*). Motīvs veido ievirzi uz darbību, mērķa meklēšana un apzināšanās nodrošina reālās darbības izpildi. Apvienojot apziņas aktīvo pusi - mērķi, ar iniciatoru, mēs izprotam mērķa izvirzīšanas būtību (*Baltušīte, 2006*).

Saņemtā informāciju, izmantojot piecus maņu orgānus, tiek apstrādāta paralēlās plūsmās. Cikliskie mācīšanās modeļi, kas samazina izzīņas ar apļveida virkni darbību (saskaņā ar neirobioloģisko atgriezenisko cilpu), atspēko sarežģītību daudzajiem ceļiem informācijas apstrādē, kas var rasties centrālajā nervu sistēmā. Vadošais funkcijas modulis smadzenēs koordinē ienākošo sensoro informāciju saistībā ar iepriekšējo pieredzi, kas glabājas atmiņā.

D. Kolba cikliskais mācīšanās modelis (*Kolb, 1984*) (1.4.1.1. attēls.) aptver četras cikla pakāpes:

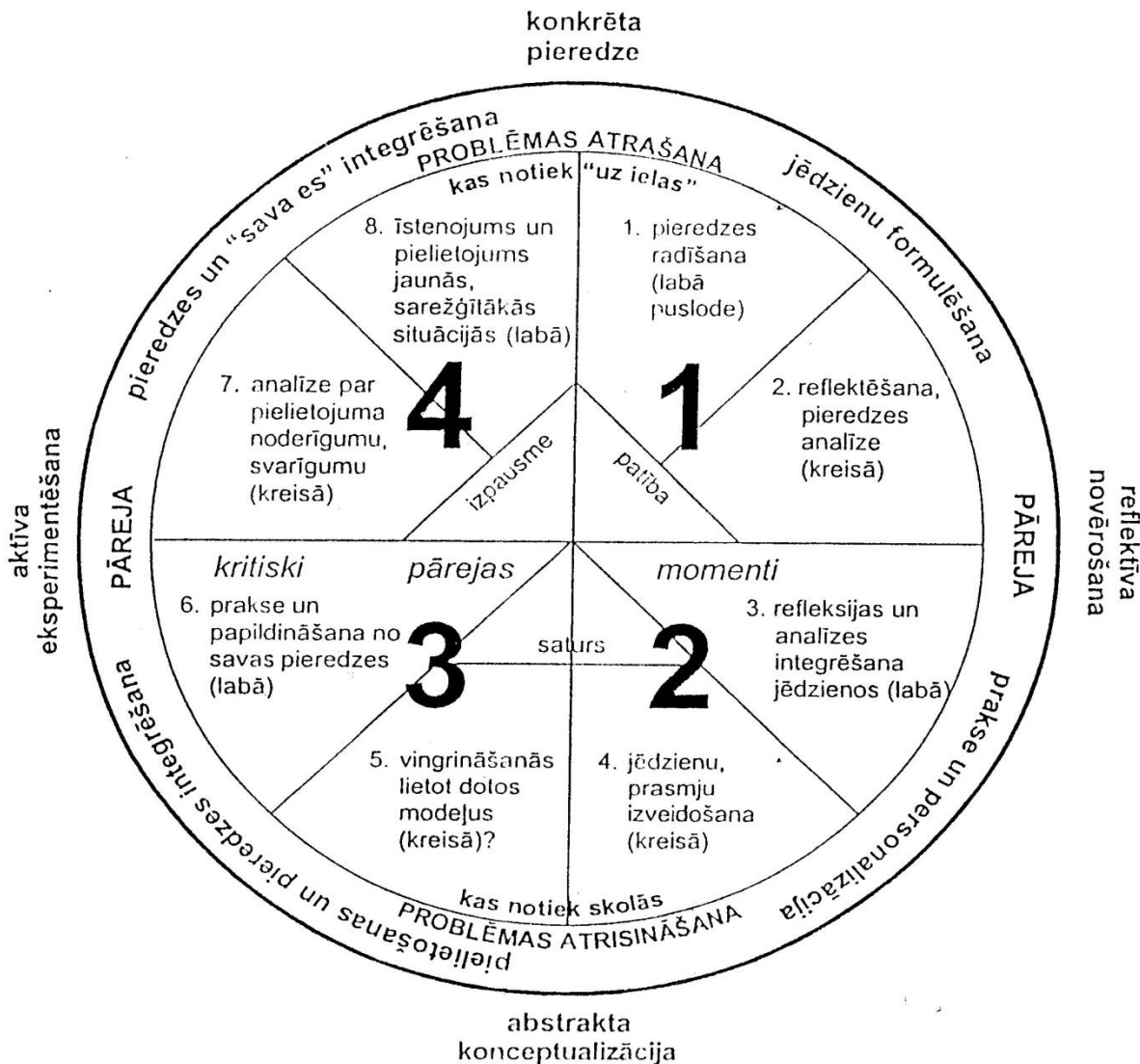
- 1) konkrēta pieredze,
- 2) reflektīva novērošana,
- 3) abstrakta konceptualizēšana,
- 4) aktīva eksperimentēšana.



1.4.1.1. attēls. D. Kolba cikliskais mācīšanās modelis (Kolb, 1984)

B. Makartijas (McCarty, 1987) 4MAT mācīšanās cikla modelis (1.4.1.2. attēls) detalizētāk atsedz virzību no konkrētas pieredzes uz reflektīvu novērošanu, no tās uz personalizāciju, praksi, uz pielietojuma un pieredzes integrāciju. Tas akcentē abu galvas smadzeņu pusložu saskaņotu darbību un sastāv no astoņām stadijām:

- pieredzes aktualizēšana,
- pieredzes pārdomāšana un analīze,
- refleksijas un analīzes integrēšana jēdzienos,
- jēdzienu apjēgšana, prasmju veidošana,
- vingrināšanās noteiktajās darbībās,
- praktizēšanās un papildināšanās no personīgās pieredzes,
- analīze, lietojums pēc būtības,
- īstenojums un lietojums jaunās, sarežģītākās situācijās.



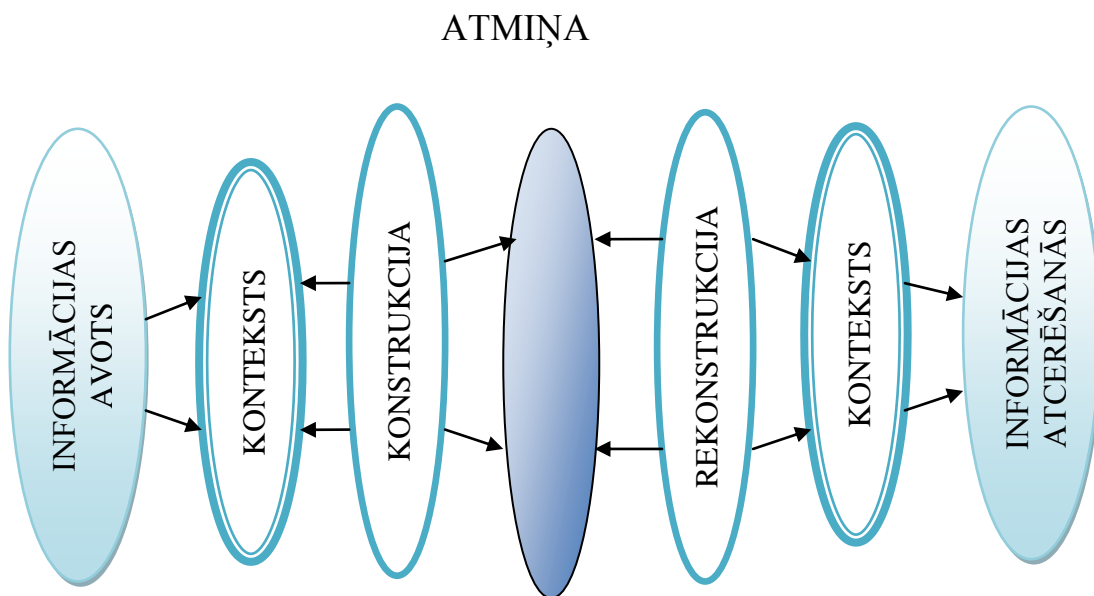
1.4.1.2. attēls. B. Makartijas (McCarty, 1987) 4MAT mācīšanās cikla modelis

Uztveres modeļus mēs konstruējam atkarībā no mijiedarbības ar iepriekšējām zināšanām, ar sajūtām. Emocionāla reakcija, ko izraisa apstrādātā informācija, ietekmē mūsu uztveri, un balstoties uz iepriekšējo pieredzi, var ietekmēt domāšanas un lēmumu pieņemšanu (Damasio, 1998, Heilman, 1994; LaBerge, 1995; Meeks & Jeste, 2009).

Neirokognitīvā zinātne var nodrošināt paskaidrojumus par pašreizējo labāko praksi zinātnes izglītībā, kā arī sniegt jaunas atziņas par to, kā attīstīt modernās mācīšanas un mācīšanās metodes. Kaut arī mēs neesam tik labi informēti par smadzeņu funkciju "kur, ko, kā un kāpēc", mēs diezgan daudz varam pateikt, lai "kur un ko" un "kāpēc" darbotos (Shepherd, 1998).

Mūsdienu neirokognitīvajā zinātnē ir noteikts, ka iekšējā informācijas apstrāde ir sarežģīts process un plūst cauri daudziem neironu tīkliem un informācijas apstrādes smadzeņu moduļi koordinē vienlaicīgi smadzeņu un modulāro saistību un funkcijas kā vienotu veselu tīklu (Andersons 2009).

Kognitīvā pētniecība pēta mācīšanās kvalitatīvos raksturojumus un domāšanas procesus. Tā balstās uz informācijas apstrādes modeli, ko izmanto izziņas psiholoģijā, kas raksturo cilvēku kā aktīvu un mērķorientētu saņēmēju, informācijas apstrādātāju un informācijas radītāju. Saskaņā ar šo pieeju mācīšanās ir pieredžu kopa, kuru ārēji nevar pamanīt. Ar tehnoloģisko modeļu palīdzību ir kļuvis iespējams veicināt mūsu izpratni par mūsu domām un atmiņu (*Stoll & Fink, 1996*). 1.4.1.3.attēlā parādīta zināšanu konstrukcijas dinamiskā nozīme informācijas glabāšanā un informācijas atcerēšanās (*Anderson, 2009*). Ienākošā informācija tiek uztverta attiecībā pret konteksta iezīmēm mācību vidē un konstruēta saistībā ar iepriekšējām zināšanām un uzglabāta atmiņā kā pieredze. Pēc informācijas rekonstrukcijas kontekstu ietekmē, informācija tiek atsaukta no uzkrātajām zināšanām, un tādējādi atcerēšanās nav vienkārši tiešs, nolasīšanas process, bet zināšanu konstrukcija.



1.4.1.3. attēls. Zināšanu konstrukcija un rekonstrukcija. (*Anderson, Demetrius, 1993*)

Konstruktīvisma teorētiķi uzsvēra skolēna aktīvo lomu mācību procesā, apgūstot jaunas zināšanas. Informācijas saņemšanu no atmiņas bieži uzskata par vienkāršu nolasīšanas procesu. Neurokognitīvajā teorijā norādīts uz informācijas dinamisku atcerēšanos. Informācija ir veidota kontekstā ar zināšanām un tiek glabāta ilgtermiņa atmiņā (*Baddeley, 1992*). Līdz ar kontekstu izmantošanu zināšanu apgūvē, par galveno mācīšanas metodi kļūst no kontekstiem atkarīga mācīšanās, kur skolēnam aktuālas problēmas vai situācijas tiek izmantotas, lai ieviestu specifisku

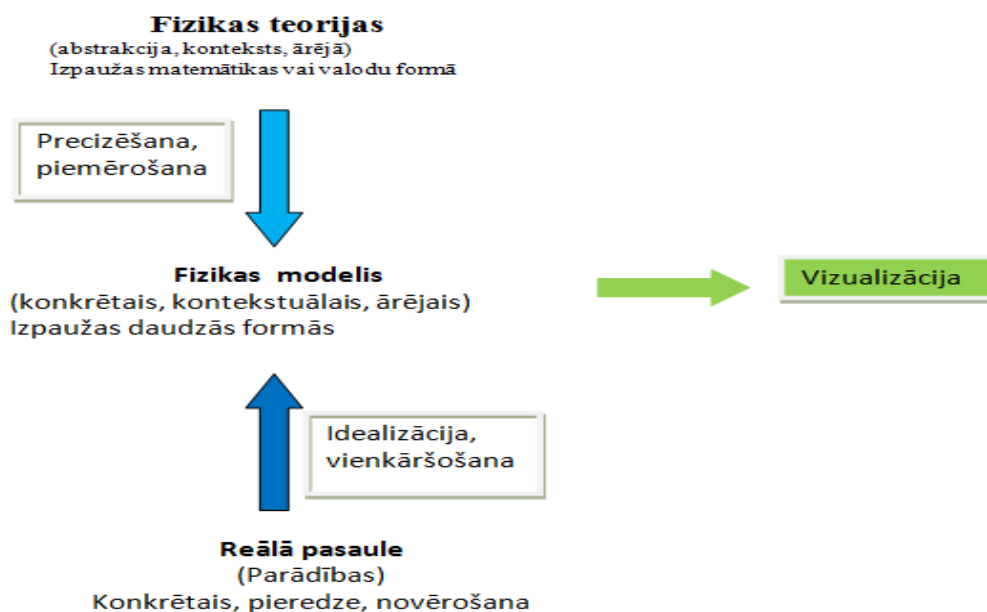
zinātnes saturu (piemēram, fizikā) vai problēmuzdevumus un ir saistīts ar neirokognitīvo modeli. (Bransford, et al, 2000; Dede, 2009; Sadlers, 2009)

Izmantojot idejas zināmās situācijās un nostiprinot saikni starp teorētisko zinātņi un pieredzi, ar kuru skolēni ir pazīstami, skolēna interesi var palielināt, piedāvājot viņiem izpētes uzdevumus (Brook and Driver, 1984). Šī nostāja liecina, ka mācīšanās kontekstā saista mācības ar reālo pasauli. Skolēni ir pietiekami motivēti izpētīt teoriju, lai censtos izprast tās pielietojumu. Diemžēl daudzi skolēni, kas ir ieinteresēti par to, kur fizika ir atrodama pasaulē ap viņiem, zaudē interesi, pirms viņi saprot, kur to pielieto, kā tas tiek ieviests un pamatots. Interesi par fiziku varētu radīt neirovizualizācijas metožu izmantošana mācību procesā.

1.4.2. Neirovizualizācijas metodes

Jau kopš pirmsskolas vecuma skolēniem dominē vizuālā uztvere. Skolēni pakāpeniski apgūst prasmi uztvert objektu krāsu, lielumu, formu, proporcijas, frontālo perspektīvu. Izziņas darbība kopumā ir sagatavošanās vizuālajai darbībai. No dažādā veidā uztvertajiem tēliem gūtā vizuālā informācija apziņā tiek transformēta par tēlu, objektu. (Hibnere, 1998).

Arī psiholoģijā ir zināms, ka vizuālā uztvere ir prioritārā. Šī īpatnība būtu jāievēro visos mācību priekšmetos (Hibnere, 1998). Arī fiziku vieglāk uztvert izmantojot modeļus, vizualizējot teoriju, parādot ka fizika ir starpnieks starp teoriju un praksi, parādībām. To var redzēt Grecaanda un Moreira izveidotajā modelī (1.4.2.1. attēls).

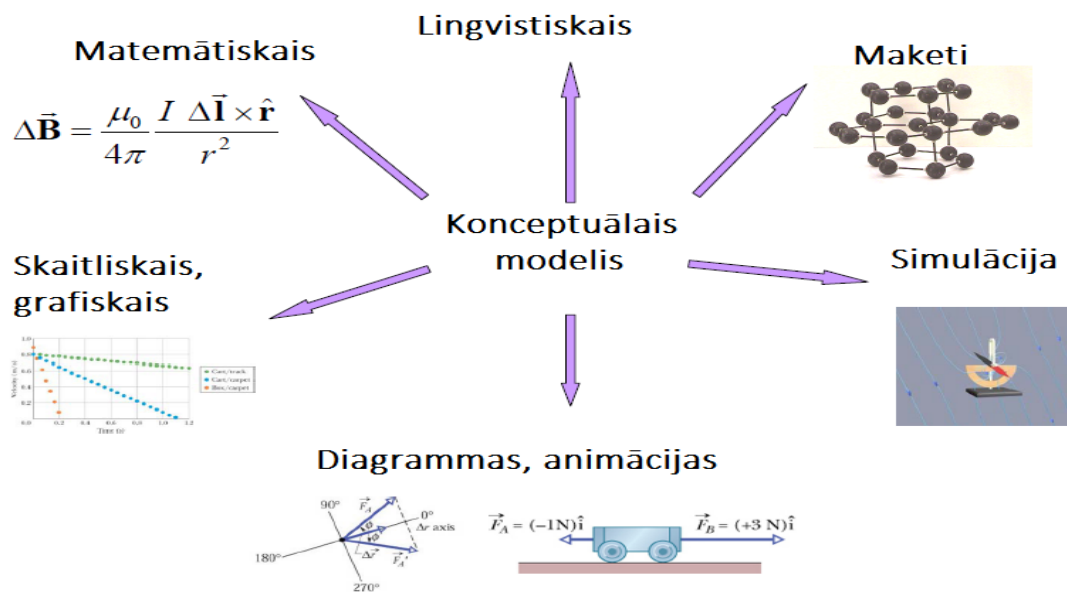


1.4.2.1. attēls. Fizikas modelis (Grecaand, Moreira, 2000)

Skolēna personība ir objektīva, unikāla sabiedrības vērtība. Tās attīstība atkarīga no ārējiem faktoriem (no vides, audzināšanas, izglītības) un no iekšējiem faktoriem – no refleksijām, no izziņas darbības veida un īpatnībām, uzskatiem un to maiņas, darbības veidu maiņas (Karpova, 1994).

Neirokognitīvā perspektīva ir radošuma un zinātnes izglītība. Dabas zinātņu izglītības izpētē noskaidrots, ka radošums ir cieši saistīts ar plastiskumu mobilizēt daudzveidīgu mehānisku un izziņu pieredzi atmiņā, ieskaitot spēju elastīgi pārslēgties starp dažādiem maņu orgāniem, analizējot pieredzes informāciju (Brandoni & Anderson, 2009).

Vizuālās informācijas apstrādes analīze norāda, ka uztverot objektu tas tiek apzīmēts ar krāsu, kustību, orientāciju un formu. Ja kāds izveidots modelis spēj aprakstīt un izskaidrot novērojamās dabas parādības un empīriskos faktus, tas nebūt nenozīmē, ka ir iegūts vienīgais patiesais īstenības apraksts. Ar prātu var radīt ne tikai vienu, bet vairākus, pat daudzus modeļus, kas vienlīdz labi apraksta empīriskos faktus un norises. Aprakstot sarežģītu dabas parādību, sastopamies ar zinātniski pamatotu modeļu daudzveidību. Cilvēkiem ir jāsaprot, ka vienmēr eksistē vairāki modeļi, pēc kuriem izskaidrot novērotos faktus, starp tiem nozīmīgākie ir modeļi, kas ir loģiski vienkārši, saprotami un uzskatāmi (Eliiss, 1995). Viens no fizikas vizualizācijas modeļiem parādīts 1.4.2.2 attēlā.



1.4.2.2. attēls. Fizikas vizualizācijas konceptuālais modelis. (Houlloun, 1996)

Ar matemātisko domāšanu cieši saistīta telpiskā domāšana liecina, ka starppriekšmetu labvēlīgā iedarbība mācīšanās ir nepieciešama, lai attīstītu pētniecību kvantitatīvā kontekstā.

Laboratorijas darbi, kas ir ar praktisku ievirzi, mudina skolēnus izmantot psihomotorās prasmes, kas pārstāv zinātnisko un kvantitatīvo informāciju diagrammu, grafikas vai citu vizuāli telpisko priekšmetu formās (*Longo, Anderson & Wicht, 2002*).

Izmantojot neirovizualizācijas metodes var pārliecināties, ka radošās domas un oriģinālu ideju ģenerēšana ir saistīta ar sinhronizācijas darbības frontālo smadzeņu reģioniem, ka radošums var ietvert mobilizāciju un netraucētu pāreju starp lielākajiem smadzeņu centriem (*Finks, et al., 2009*).

Lai veicinātu radošu zinātnisko domāšanu, skolēni būtu jāmotivē mobilizēt un integrēt dažādus izziņas veidus (redzes, psihomotoros, semantiskos, loģiskos, kvantitatīvos, muzikālos, u.c). Daudzveidīgo spēju integrēšana augstākajās radošās domāšanas formās var veicināt būtiskus jauninājumus zinātnē (*Gardner, 1985*).

Radošā zinātniskā domāšana ir spēja ar imaginācijas (izdomas, iztēles) palīdzību aptvert lietas jaunā skatījumā, tā ir prasme atrast kaut ko jaunu, piemēroties neparastām situācijām (*Picka, 1990*). Kreativitāte ieviešama visos izglītības posmos un jomās: tā bagātina skolēnu pieredzi un attīsta kompetences.

Analizējot neirokognitīvās mācīšanās teoriju, autors secināja, ka neirozinātne piedāvā sintēzi starp neirokognitīvo mācīšanās teoriju, kas izskaidro, kā cilvēki kopumā mijiedarbojas un pielāgojas dažādās vidēs, un kognitīvā zinātne, kas koncentrējas uz informācijas apstrādi un pieredzi. Zināšanu konstrukcija notiek saistībā ar jaunu informāciju, jaunas zināšanas konstruējam izmantojot asimilāciju un akomodāciju, iekļaujot konstruktīvisma modeļus. Skolēnam nav pasīvi jāuzņem informāciju, bet, izmantojot savu pieredzi, jāmacās no apkārtējās vides, savienojot smadzeņu un intelektuālo vides sistēmu, lai saskaņotu iekšējo un ārējo pasauli. Skolēna galvenā mācīšanās metode ir kontekstatkarīga mācīšanās, kur skolēnam aktuālas problēmas vai situācijas tiek izmantotas, lai ieviestu specifisku zinātnes saturu vai problēmuzdevumus un ir saistīts ar neirokognitīvo modeli. Fiziku vieglāk uztvert izmantojot modeļus, vizualizējot teoriju, parādot ka fizika ir starpnieks starp teoriju un praksi.

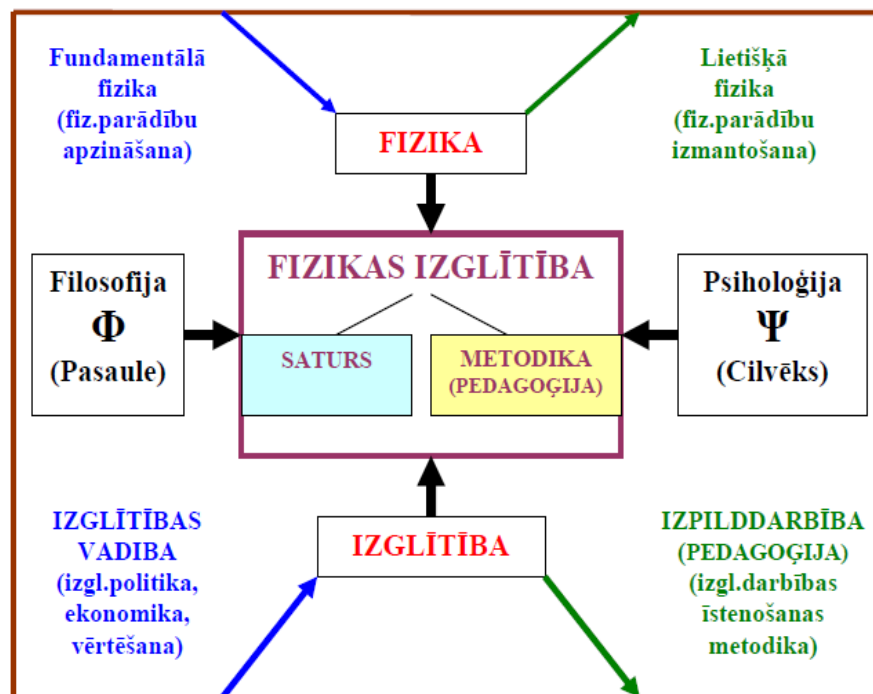
1.5. Vispārējās vidējās izglītības fizikas mācību saturs

1.5.1. Fizikas mācību satura analīze

Fizika ir zinātne par vispārīgākajām matērijas kustības formām un materiālo ķermeņu īpašībām. Tās uzdevums ir pētīt ķermeņu iekšējo struktūru, kā arī noskaidrot fizikālo procesu likumsakarības un to izmantošanas iespējas cilvēces vajadzībām. Visu, kas atrodas ap mums, ietver viens jēdziens - daba. Gaiss, ūdens, Zeme, cilvēki, augi, dzīvnieki, Saule, planētas, Visums atrodas nepārtrauktā mainībā. Notiek kustība uz Zemes, kosmosā. Aug un attīstās dzīvnieki, augi, pats cilvēks ir dabas sastāvdaļa.

Fizikas skaistums slēpjas tajā faktā, ka uztverot apkārt notiekošā likumsakarības un tās aprakstot stingri eksaktā, matemātiskā veidā, rodas dziļāka izpratne ne tik vien par fiziku kā formālu zinātņi, bet arī par pasaules uzbūvi kā tādu. Šajā izziņas procesā, protams, rodas ne tik vien eksakta rakstura jautājumi, bet arī filozofiskas pārdomas, kas arī piesaista fizikai. Spēja ielūkoties fizikas pasaulē emocionāli, intuitīvi un radoši, pie tam izprotot arī tīri teorētisko un bieži sarežģīto matemātisko aprakstu – tā ir iespēja ieraudzīt pasauli ārkārtīgi košās un iedvesmojošās krāsās. Jāpiebilst, ka zinot tikai likumus, iespējams, var veiksmīgi darboties fizikas jomā, tomēr dvēseliski cilvēku bagātina tieši tas, ko sauc par atklāsmi, un tāda rodas izprotot apskatāmās parādības pietiekoši dziļi, kas nav iespējams, ja trūkst vai nu teorētiskās zināšanu bāzes, vai emocionālās izjūtas. Līdz ar to redzu nepieciešamību, lai fizikā parādītos vairāk emocijas un tīra atklāsmes prieka, kuru rašanos no vienas puses bremzē fizikas likumu matemātiskā pieraksta sarežģītība, no otras puses – nespēja šo sarežģīto parādību aprakstu iztēloties, vai, ja tas izdevies, uzburt izprastā burvības ainu kādam citam cilvēkam.

Kopš 1996.gada Izglītības un zinātnes ministrija īsteno izglītības satura reformu, kuras gaitā plānotās nozīmīgākās izmaiņas ir mūsdienīgu tēmu ietveršana mācību saturā un praktiskajai dzīvei noderīgu atziņu un prasmju akcentēšana: pāreja no liela daudzuma informācijas apguves uz prasmēm darboties ar informāciju, mācību satura integrācija un saskaņošana starp mācību priekšmetiem, novēršot tā pārblīvētību un atsevišķu tēmu dublēšanos. Šādas stratēģijas īstenošanai ir nepieciešamas izmaiņas mācību priekšmetu didaktiskās, mācību literatūras veidošanā, skolotāju izglītībā un tālākizglītībā, kā arī nepieciešams mainīt sabiedrības izpratni par mūsdienīgu un uz nākotni virzītu izglītības saturu (1.5.1.1.attēls).



1.5.1.1. attēls. Fizikālo parādību zinātniskās izziņas un izmantošanas apzināšana, veicot fizikālo parādību izglītojošo pētniecību (Broks, 2011)

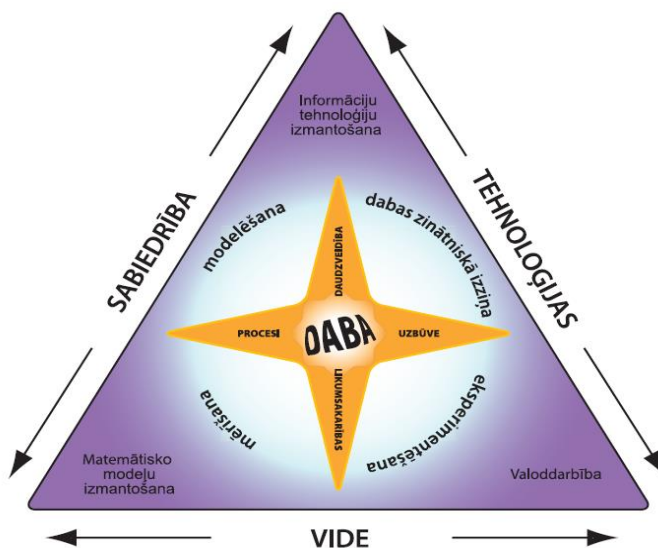
Atšķirībā no daudzām Eiropas Savienības (ES) valstīm Latvijā vietējā rūpniecība (ķīmiskā rūpniecība, pārtikas rūpniecība, u.c.) pagaidām nespēj sniegt atbalstu izglītības sistēmas attīstībai tehnoloģiju un zinātņu pamatu jomā. Valsts atbalsts šajā jomā ir sniegts, ieguldot līdzekļus tikai informāciju tehnoloģiju attīstībai skolās Latvijas Izglītības informatizācijas sistēmas projekts LIIS ietvaros. Sākot ar 2005. gadu ar Eiropas Savienības struktūrfondu nacionālās programmas ietvaros tika īstenots projekts „Mācību satura izstrāde un skolotāju tālākizglītība dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos”. Īstenojot projektu, modernizēts minēto mācību priekšmetu, tai skaitā arī fizikas, saturs pamatskolā un vidusskolā, kā arī ieviesti atbalsta materiāli skolotājiem, ieviesta e-mācību vide, iekārtoti kabineti un uzlabots to aprīkojums.

Fizikas mācību saturs, ir pakļauts izmaiņām, ko nosaka tehnikas un pedagoģijas attīstība Latvijā un pasaulē. Fizikas mācīšanā vēsturiski novērojamas izmaiņas, vairākas tendences.

Atbilstoši dabaszinātniskās izpratības būtībai mācību saturs fizikā strukturēts trijos blokos – vide, sabiedrība, tehnoloģijas, pamatojoties uz mācību satura konceptuālo modeli, un ierakstīts fizikas mācību priekšmeta standartā (Cābelis, 2006). Šāda pieeja nodrošina mācību satura pēctecību un realizē starppriekšmetu saikni starp dabaszinātņu priekšmetiem. (1.5.1.2. attēls).

Fizikas standartā akcentēta dabaszinātniskās izziņas prasmju attīstīšana, skolēniem apgūstot pētnieciskās darbības pamatus. Pētnieciskās darbības pamatu apguve aptver darbu ar informāciju,

prognozēšanu, eksperimenta plānošanu, eksperimentēšanu, datu apstrādi un analīzi, iepazīstināšanu ar iegūtajiem rezultātiem. Atbilstoši savam vecumam skolēni pakāpeniski turpina apgūt dabaszinātniskās izziņas prasmes, lai skolēnam veidotos pieredze, kā norisinās pētnieciskā darbība un kāpēc tā nepieciešama. Vienlaikus skolēni apgūst fizikālos lielumus, to mērīšanu, likumsakarības par dabas parādībām un procesiem. Fizikas mācību saturs konceptuālā modelī atklāts trīs būtiskos jautājumos: Ko skolēns mācās fizikā? Kā mācās? Kāpēc mācās? (1.5.1.2. attēls).



1.5.1.2. attēls. Mācību saturs un tā struktūra fizikā (Cābelis, 2006)

Modeļa centrā ir „Daba”, kurā rodama atbilde uz jautājumu „Ko skolēns mācās?” (standartā mācību satura komponents “Daba un tehnika”) Fizikā skolēns apgūst zināšanas par daudzveidīgām fizikālām parādībām un procesiem, to raksturojošām likumsakarībām. Lai fizikā vienoti varētu aprakstīt procesus, kas notiek dabā un tehnikā, skolēnam jāiemācās un jālieto fizikas valoda – fizikas jēdzieni, fizikālo lielumu apzīmējumi un mērvienības. Šīs zināšanas ir nepieciešamas, arī lasot fizikāla satura tekstus mācību grāmatās vai internetā.

Tālāk modelis skaidro „Kā skolēns mācās?” (standartā mācību satura komponents “Pētnieciskā darbība”) Fizikā dabas procesu un parādību daudzveidības un likumsakarību noskaidrošana notiek caur dabaszinātnisko izziņu: novērojot, eksperimentējot, mērot, modelējot, darbojoties ar vārdiskās un vizuālās informācijas avotiem un lietojot informācijas tehnoloģijas. Tādējādi par mūsdienīgu mācību saturu kļūst ne tikai zināšanas un prasmes, bet arī zinātnes metodes satura apguvē. Šis bloks strukturēts atbilstoši pētnieka darbības virzieniem:

- izziņas prasmju attīstīšana, matemātisko modeļu lietošana u. c. kognitīva darbība,

- eksperimentālo prasmju attīstīšana,
- darbs ar vārdiskās un vizuālās informācijas avotiem (komunikatīvās prasmes, informācijas tehnoloģiju lietojums),
- sadarbības prasmju attīstīšana.

Skolēns stundās darbojas kā pētnieks, pilnveido apgūto un apgūst – prognozēšanu, plānošanu, eksperimentālās prasmes (praktiska darbība), rezultātu analīzi un izvērtēšanu, darbojas ar vārdiskas un vizuālas informācijas avotiem (komunikatīva darbība), vienlaikus attīstot kognitīvās (domāšanas) prasmes.

Viena modeļa daļa atbild uz jautājumu „Kāpēc skolēns mācās fiziku?” (standartā mācību satura komponents “Cilvēka, sabiedrības un vides mijiedarbības fizikālie aspekti”). Šis bloks veido kontekstu, kas skolēnam palīdz izprast, kāpēc nepieciešama izpratne par dabu, tehniku un zinātni, kāpēc nepieciešams apgūt atbilstošās prasmes, padarot fiziku skolēnam personiski nozīmīgu.

Sākotnēji fizikas standartā bija uzskaitīti fizikas satura jautājumi un prasmes, kas jāapgūst. Standarts neparedzēja domāšanas attīstīšanu, ko vislabāk veikt ar pētniecisko darbību. Fizikas mācību priekšmeta standartā, kas darbojas no 2008. gada, viens no mācību priekšmeta uzdevumiem ir attīstīt zinātnisko domāšanu un pilnveidot pētnieciskās darbības un sadarbības prasmes fizikā.

Izpētot mācību līdzekļus - vidusskolas fizikas mācību grāmatas, darba burtnīcas, uzdevumu krājumus, autors konstatēja, ka mācību līdzekļos, kas izdoti līdz 2008. gadam (*Šilters, Reguts, 2005, 2006; Dzērve, Eidiņš, 2005; Vinogradovs, 2006; Būts, 1999; Krūmiņš, Puķītis, 1992, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998; Buhovcevs, Mjakiševs, 1988, 1989, 1984, 1980*), nav atrodamī piemēri, kuros būtu parādīta fizikas saistība ar dabu un pielietojums ikdienā un sadzīvē. Stājoties spēkā jaunajam standartam 2008. gadā, tika pievērsta lielāka uzmanība fizikālo procesu praktiskam pielietojumam un saistībai ar dabu (*Šilters, Reguts, 2008; Puķītis, 2010, 2011, 2012*). Tomēr šādu piemēru nav daudz. Raksturīgākie piemēri apkopoti 1.5.1.1 tabulā.

Piemēri par fizikas saistību ar dabu fizikas vidusskolas mācību grāmatās. (autora konstrukcija)

Tēma	Piemērs
Mehāniskā kustība	Ģeocentriska, heliocentriska atskaites sistēma, saules sistēma
	Putna lidojums 3 dimensiju atskaites sistēmā
	Sprinterā pāātrinājums no 0
	Cilvēks nokrīt no zirga tam apstājoties
	Medūza - reaktīvā kustība
Deformācijas veidi	Košājot barību, tā pakļauta deformācijai
Gravitācija	Saule un Zeme savstarpēji pievelkas. Uz visiem ķermeņiem darbojas zemes pievilkšanas spēks.
Keplera likumi	Saules sistēma
Hidrostatiskai spiediens	Artēziskie urbumi.
Kapilārās parādības	Šķidrums pacelšanās augu stublājos, asins kustība kapilāros.
Arhimēda spēks.	Aisbergs – ledus ūdenī.

Pētniecisko prasmju realizācijai dabaszinātņu priekšmetu un matemātikas speciālisti ir izveidojuši modeli, kā apgūt zinātniski pētniecisko izziņas ceļu, ko skolēni lieto gan laboratorijas darbos, gan zinātniski pētnieciskajos darbos. Katru reizi skolēnam tiek piedāvāts kļūt par mazu zinātnieku, atklājot savā darbībā ko jaunu.

Pa šiem gadiem būtiski mainījušās arī mērīšanas metodes, jo šobrīd visur plaši izmanto datorus. Skolēniem bez klasiskajiem laboratorijas darbiem ir paredzēts veikt laboratorijas darbus, kuros mērījumus veic sensori, bet datu apstrādi skolēni veic paši, izmantojot datoru. Jaunums ir arī virtuālie laboratorijas darbi, kuros fizikālos procesus pēta, izmantojot datorā izveidotu modeli.

Mainījušās arī demonstrējumu parādīšanas iespējas – mikroskopam iespējams pievienot videokameru un, piemēram, kristālu augšanu novērot uz ekrāna, izmantojot videoprojektoru. Informācijas un komunikācijas tehnoloģiju izmantošana ļauj skolēnam ne tikai labāk izprast dabas procesus, tos modelējot, bet arī prezentēt paša sagatavotos ziņojumus. Liela uzmanība ir pievērsta informāciju tehnoloģiju izmantošanai. Zināms, ka vislabāk skolēni mācību saturu apgūst aktīvā darbībā, kas, saprotams, prasa ilgāku laiku. Skolā nepieciešams atteikties no atsevišķu tematu apguves, lai ietaupītu laiku pētnieciskajai darbībai. Veidojot mācību priekšmeta programmas paraugu, fizikas speciālisti ir centušies izvairīties no liekiem matemātiskiem aprēķiniem fizikā un vidusskolas mācību kursā neaplūkot tos jautājumus, kas jau detalizēti apgūti pamatskolā.

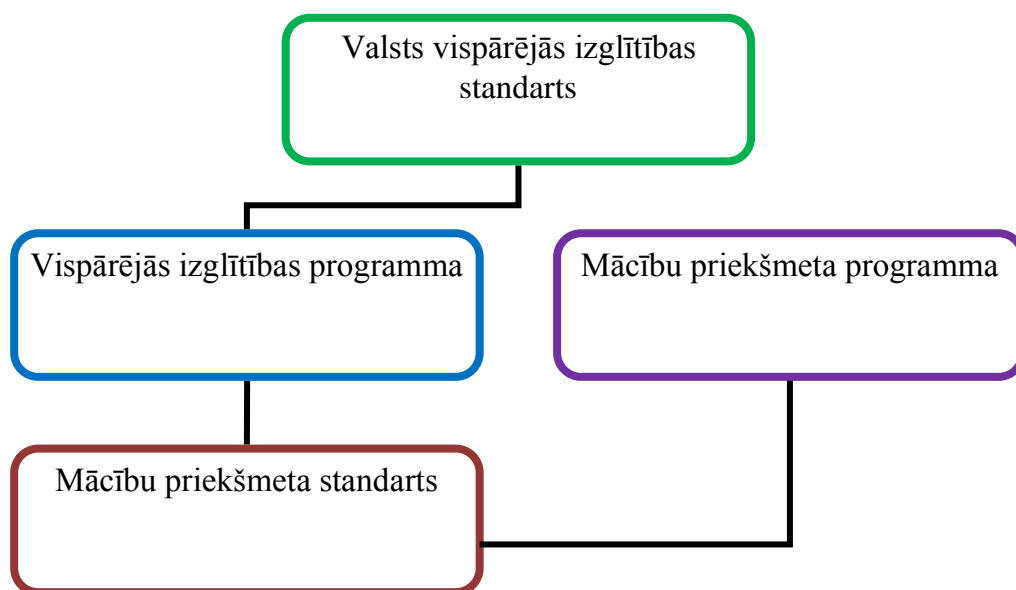
Mācību procesā iegūtās zināšanas jāprot lietot praksē. Prasme savas zināšanas izmantot ikdienā, izprast fizikas, sabiedrības un vides mijiedarbību – vēl viens no standarta uzdevumiem. Skolēniem šīs prasmes tiek attīstītas, izmantojot mācību metodes, kurās skolēniem jāizsaka savs viedoklis – diskusija, situāciju analīze, problēmu risināšana, projekts. Tās rosina skolēnu izvērtēt problēmas un argumentēt savu viedokli. Agrāk netika veikta satura saskaņošanas starp mācību priekšmetiem, kam tagad pievērsta īpaša uzmanība, piemēram, darbības ar vektoriem un funkciju grafiku veidošana matemātikā tiek apgūta 10. klasē, septembrī un oktobrī, lai fizikā sekmīgāk varētu pētīt ķermeņu kustību. Tāpat notiek sadarbība ar ķīmijas speciālistiem, lai tēmas, kas iepriekš tika aplūkotas gan fizikā, gan ķīmijā, turpmāk skolēni apgūtu tikai vienā no mācību priekšmetiem. Fizikas mācību priekšmeta standartā galvenā uzmanība tiek veltīta pētnieciskajai darbībai, zinātniskās domāšanas attīstīšanai, informācijas tehnoloģiju pielietojumam mācību procesā, fizikas saistībai ar ilgtspējīgu attīstību un profesijas izvēli.

Pēc fizikas pamatu (fizikālo parādību kopu) iepazīšanas pamatskolā seko vispārinoša metodoloģiska rakstura fizikas iepazīšana vidusskolā, īpaši akcentējot zinātniskās domāšanas attīstību. Vidusskolas fizikas priekšmetā nenotiek pamatskolā gūtā padziļināšana, ieejot fizikālo parādību profesionālā apskata detaļās, bet notiek pacelšanās – noskaidrojot daudzveidīgajām fizikālajām parādībām kopīgo. Tiek apzināti attīstītas skolēnu domāšanas spējas (gribēšana un varēšana pilnvērtīgi domāt), fizikas apgūvē izkopjot trīs ikviena cilvēka domāšanas vispārīgās darbības: salīdzināšanu, analīzi un sintēzi. Kā dabaszinātniskās un tehniskās izglītības priekšmets fizika vidusskolā ir veltīta zinātniskās domāšanas - prāta attīstības veicināšanai, kas līdztekus jūtu un gribas attīstībai savukārt nodrošina pilnvērtīgu skolēnu garīgo attīstību dzīvei mūsdienu pasaulē (dabas, tehnikas un cilvēku vidē). Šie apsvērumi ir liekami pamatā mūsdienu vispārīgajās fizikas izglītības satura veidošanai vidusskolā, kamēr šī satura īstenošana atbilstošajā pedagoģiskajā procesā ir veicama kā atbilstoša izglītojošā zinātniskā pētniecība. Citiem vārdiem, zinātniskie izglītības priekšmeti vienmēr un visur ir jāīsteno zinātniski gan pēc satura, gan formas (metodikas). Šis zinātniskums mūsdienu patērētājsabiedrības ir nopietni apdraudēts gan pēc satura, gan formas, kā rezultātā draud ievērojamas sabiedrības daļas nepilnvērtīga izglītošana ar visām no izejošām sekām (*Broks, 2011*).

Latvijā vispārējo vidējo izglītību var apgūt četrās izglītības programmās (IP). Visās izglītības programmās obligāti jāapgūst dabaszinātņu cikla priekšmeti – fizika, ķīmija, bioloģija vai dabaszinības (šī mācību priekšmeta saturu veido fizikas, ķīmijas un bioloģijas satura jautājumi). Mācību priekšmeta stundu skaitu un izvēles iespējas nosaka izglītības iestādē izstrādāta un Izglītības un Zinātnes ministrijā apstiprināta izglītības programma.

Fizikas mācību saturs ir noteikts 2008.gada 2.septembra Ministru kabineta noteikumos Nr.715 „Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības mācību priekšmetu standartiem”.

Savukārt mācību priekšmetu programmas norāda ceļu, kā īstenot valsts standartos izvirzītās prasības. Šī ceļa izvēlē un pašā ceļā jāievēro vairāki nosacījumi, starp kuriem svarīgākais ir pats bērns, viņa uztveres un domāšanas veids, mērķi, vajadzības un vērtības. Izglītības standartu un programmu savstarpējā saistība attēlota 1.5.1.3. attēlā, kurā atspoguļotas Vispārējā izglītības likuma prasības.



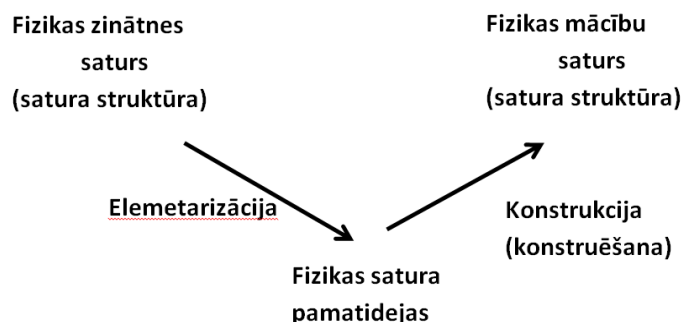
1.5.1.3. attēls. Izglītības standartu un programmu saistība (Andersone, 2007).

Lai sekmīgi īstenotu izglītības programmas un mācību priekšmetu programmas, skolēnu vajadzībām un iespējām jābūt sabalansētām (Andersone, 2007).

Pasaulē nemitīgi vērojamas dažādas parādības un noris dažādi procesi, gan dabā, gan tehnikā. Fizika meklē likumsakarības, kas apraksta gan parādības, gan procesus. Paaugstināt fizikas mācīšanas efektivitāti un veicināt šī mācību priekšmeta pievilcību ir svarīgi divu iemeslu dēļ: pirmkārt, tas sniedz pietiekamu vispārēju izpratni par zinātnei skolēniem, kuriem jāklūst par pilntiesīgiem tehnoloģiski attīstītas sabiedrības pilsoņiem un, otrkārt, tas iedrošina arvien vairāk jauniešu nodoties karjerai zinātnes jomā (Euridice paziņojums medijiem, Eurydice Eiropas nodaļa – Avenue Louise, 240 – B – 1050 Brussels, www.Eurydice.org).

Skolas uzdevums ir izveidot skolēnam pēc iespējas vienotu fizikālo pasaules ainu. Lai to izdarītu, laikam līdzī jāmainās arī fizikas mācību procesam skolā, to varētu papildināt ar bionikas elementu ieviešanu vidusskolas fizikas kursā.

Ir svarīgi atrast bionikas pielietošanai vidusskolas fizikas kursā pareizu pieeju. Procesi dabā ir ļoti sarežģīti un komplicēti, tāpēc viens no risinājumiem varētu būt didaktiskās rekonstrukcijas izmantošana, kas nosaka, ka fizikālie procesi ir nevis jāvienkāršo, bet jāelemantē skolēniem uztveramā formā turpmāko zināšanu konstruēšanai. (1.5.1.4. attēls).

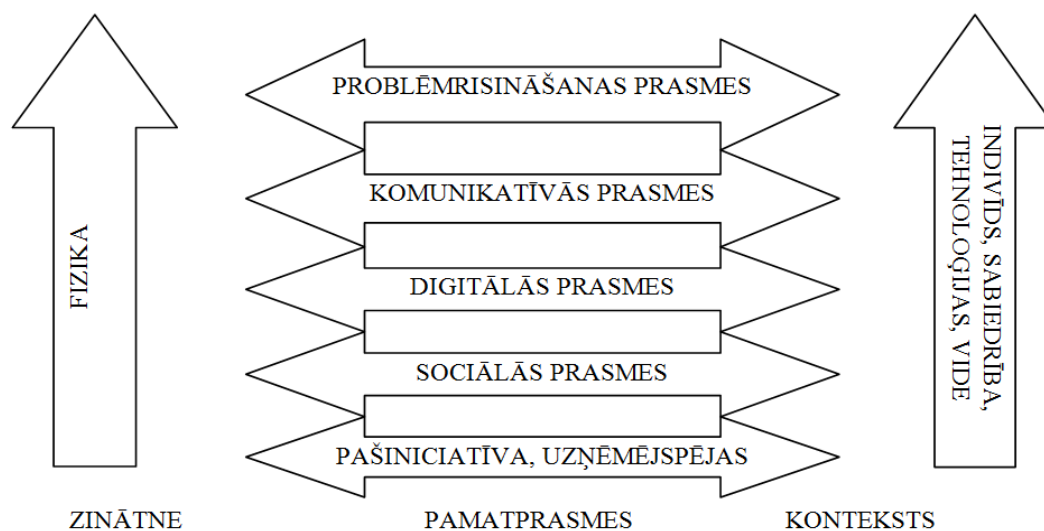


1.5.1.4. attēls. Fizikas saturs struktūras analīze (Duit, 2006).

Mācību procesa maiņu nosaka ārēji objektīvi faktori, sabiedrības attīstības tendences un pieprasījums attiecībā uz izglītību kopumā, tai skaitā uz fizikas izglītību. Viens no faktoriem, kas nosaka pārmaiņu nepieciešamību, ir cilvēkam pieejamais informācijas daudzums. Nozīmīgas kļūst nevis tikai pašas zināšanas, bet zināšanas un prasmes, kur un kā tās lietot. Otrs būtisks faktors – zinātnes sasniegumu un moderno tehnoloģiju radītā iespējas katram cilvēkam. Lai iespējas realizētu, jāmainās skolotāja lomai: skolotāja pamatuzdevums ir nevis tikai sniegt skolēniem zināšanas, bet gan iesaistīt skolēnus aktīvā mācību procesā. Skolēniem pašiem jāveido zināšanas, pašiem jāmeklē atbildes uz jautājumiem, kas viņiem rodas. Skolēnam no atdarinātāja jāklūst par pētnieku, kas meklē risinājumus nestandarta situācijās. Trešais faktors ir tas, ka laiks, kas paiet no teorētiskas idejas līdz tās praktiskai realizācijai, kļūst arvien īsāks. Sabiedrībā pozitīvāk tiek vērtētas tās idejas, kuras var realizēt praksē, lietot.

Viens no faktoriem, kas ilustrē nepieciešamās izmaiņas izglītībā, ir mērķtiecīga komunikatīvo, sociālo un kognitīvo prasmju apgūšana līdz ar specifiskajām fizikas priekšmeta zināšanām un prasmēm, kas nepieciešamas, lai skolēns varētu veidot šo pārnesumu – demonstrēt dabaszinātnisko

izpratību. Skolēnu kognitīvo (domāšanas), komunikatīvo un sociālo prasmju pilnveide ir pilnībā pakārtota fizikas prasmju apguvei, to īpatsvaru mācību procesā nodrošina skolotājs. Problēmas būtība ir tajā, ka sabiedrības apziņā ir nostiprinājies priekšstats, ka skolēns automātiski iemācās strādāt ar tekstu un analizēt doto informāciju, bet tā tas nav. Arī fizikas skolotājam bieži vien ir jāpaskaidro, kā lasīt tekstu, atrast galveno domu, izvērtēt lasīto tekstu. Šodien vienlaikus ar mācību priekšmeta zināšanām skolēnam jāiegūst dzīvē vajadzīgās prasmes (1.5.1.5.attēls).



1.5.1.5. attēls. Prasmju apguve fizikā (VISC, 2011)

Problēmrisināšanas prasmes, komunikatīvās prasmes, digitālās prasmes, sociālās prasmes, pašiniciatīva un uzņēmējspējas ir pamatprasmes dzīvei, kuras līdz ar fizikas zināšanām un prasmēm kļūst par mācību saturu skolā

Apgūstot fiziku, skolēnam veidojas izpratne par to, ka apgūtās zināšanas ir izmantojamas, lai skaidrotu procesus dabā un to izmantošanu daudzveidīgās tehnoloģijās, kā arī fizikas apguves gaitā veidotu vienotu fizikālo pasaules uzbūves ainu. Zināšanas par dabas parādību un procesu likumsakarībām veido izpratni kvalitatīvi, bet fizikas valoda, aprēķini, modeļi to apraksta un pamato kvantitatīvi. Lai uzbūvētu vienotu pasaules ainu, skolēnam jāsaprot, kā notiek parādības un procesi, viņam nozīmīgā kontekstā (1.5.1.6.attēls).



1.5.1.6. attēls. Fizikas mācību satura konceptuāla struktūra (autora konstrukcija)

Mums visapkārt ir fizika - mēs lietojam visdažādākos mehānismus, elektroierīces, starojuma avotus u.c. tas nozīmē, ka ir vajadzīgas fizikas zināšanas, kuras jālieto mūsdienu cilvēkiem, lai uzlabotu savas dzīves kvalitāti.

Skolēnu interese par fiziku katru gadu palielinās. Acīmredzot zinātnes un tehnikas progress, sasniegumu lietošana (datori, audio video attīstība, satelītsistēmas, nanotehnoloģijas) pierāda, ka ir vajadzīgi fiziķi, inženieri, elektrotehniķi un daudzi citi speciālisti saistīti ar šīm nozarēm.

Izvēli kārtot fizikas eksāmenu vai nekārtot ietekmē interese par izvēlēto profesiju, ja tā ir saistīta ar zināšanām fizikā. Tās ir specialitātes inženierzinātnēs vai arī medicīnā. Lai skolēniem radītu lielāku interesi par fiziku un motivētu viņus izvēlēties studēt inženierzinātnes, fizikas mācīšanās procesā autors piedāvā ieviest bionikas elementus. Par bionikas elementu pielietošanu vidusskolas fizikas kursā aprakstīts nodaļā 1.5.2.

Pētot fizikas mācību standartu, vidusskolas fizikas mācību grāmatas un citus literatūras avotus, autors secina, ka mācību saturs fizikā strukturēts trijos blokos – vide, sabiedrība, tehnoloģijas. Fizikas standartā akcentēta pētnieciskās darbības pamatu apguve, kas ietver darbu ar informāciju, prognozēšanu, eksperimenta plānošanu, eksperimentēšanu, datu apstrādi un analīzi, iepazīstināšanu ar iegūtajiem rezultātiem. Viens no mācību priekšmeta uzdevumiem ir attīstīt zinātnisko domāšanu un pilnveidot pētnieciskās darbības un sadarbības prasmes fizikā, ko veicina izstrādātā didaktiskā modeļa ieviešana mācību procesā.

1.5.2. Bionikas elementu pielietošana fizikas mācību satura pilnveidē

Cilvēks jau no seniem laikiem mācījies no dabas. Uzmanību piesaistījušas arī dzīvās būtnes ar gan ar savu skaistumu, gan to spējām lidot, pārvietoties, vai veikt citas darbības. Pakāpeniski uzkrājās zināšanas par dabu, un aizvien vairāk cilvēka radīto priekšmetu iemiesoja sevī dabā aizgūtās idejas. Izmainījās pati cilvēka dzīves vide. Daļa mūsdienu izgudrojumu izauga uz dabas likumu bāzes. Cilvēki laika gaitā aizvien vairāk pārliecinājās, ka daba dažādu konstruktīvu ideju meklējumos nereti aizsteigusies tiem priekšā. Kļuva skaidrs, ka dzīvā daba ir neizsmeļams ideju avots gan jaunu tehnisku, gan arī estētisku risinājumu radīšanai.

Bionikas pamatā ir ideja, ka visoptimālākie praktisku problēmu risinājumi nav jāizdomā no jauna – tos jau ir atrisinājusi daba gandrīz 4 miljardus gadu garā procesā, ko sauc par evolūciju. Bionikas piekritēji uzskata, ka daba ir galvenais ideju, inovāciju avots. Daba – pasaules ietekmīgākais inženieris, gudrākais fiziķis – piedāvā cilvēkiem neskaitāmus veidus, kā ar vienkāršām, mazām, nedārgām metodēm veidot jaunus un uzlabot jau esošus mehānismus. Piemēram, mušām un jūras ežiem ir vakuumpiesūcekņi, pateicoties kam jūras eži var kāpt ļoti stāvās klintīs, bet mušas rāpot pa griestiem. Zirnekļus daba apveltījusi ar hidraulisku piedziņu, kas ļauj ātri pārvietoties (*Ищенко, 2008*).

Bionikas speciālisti jau sen pēta konstruktīvos risinājumus oriģināliem "dzīvajiem modeļiem", kas atšķiras ar augstu manevrētspēju, elastību, uzticamību un efektivitāti (1.pielikums). Balstoties uz tiem, tiek veidoti projekti un izstrādāti visurgājēji un citi universāli transporta līdzekļi. Vakuuma piesūcekņu principu izmanto celtņiem, izveidots sniega motocikls "Pingvīns" .

Bionika plašākā nozīmē ir dzīvās dabas uzkrātās pieredzes izmantošana tehnikā, galveno uzmanību veltot orientēšanās, uztveres un bioloģisko struktūru vadīšanas un regulēšanas problēmām (*Rolovs, 1989*).

Viena no iespējām ir fizikas mācību procesā iesaistīt skolēnus dabaszinātnisku problēmu izpētē reālās dzīves kontekstā. Salīdzinoši jaunā zinātnes nozare piešķirusi gan makro-tehnoloģijām, gan nanotehnoloģijām progresīvu attīstības virzienu – vairs nav jāizmēģina visus iespējamus problēmas risinājumus, tikai jāatrod līdzīga problēma dabā un jāatdarina dabīgais mehānisms, kas tiek efektīvi ar to galā.

Bionikas elementu integrēšana fizikas mācību saturā, kas kontekstā, ņemot vērā mērķus, metodes un profesionālās pilnveides struktūru, ļauj mums aprakstīt koncepcijas lomu no skolotāju viedokļa un mācību perspektīvu no abiem- gan skolēnam, gan skolotājam.

Mācību procesā ir izskatāmi un izvērtējami visi skolēnu viedokļi, uzskati un idejas. Ir būtiski cienīt un pieņemt skolēna domu, to laika gaitā attīstīt, pilnveidot vai mainīt. Viedokļu, iespējamo risinājumu variācijas un to atzīšana no skolotāja puses fizikas mācībās ir būtisks nosacījums skolēnu radošas domāšanas attīstībai un secīgai problēmu risināšanai vai pētījumu īstenošanai.

Daba nodrošinājusi mūs ar savdabīgiem etaloniem, ļaujot vērtēt proporcijas, ritmus, krāsas un citas pazīmes, kas piemīt visam redzamajam. Dabā viss ir savstarpēji saskaņots un nodrošina līdzsvaru. Dzīvība var pastāvēt tikmēr, kamēr pastāv šis līdzsvars.

Bionika pēta bioloģisku sistēmu uzbūves un darbības principu izmantošanu inženiertehniskās konstrukcijās, aparātos un tehnoloģiskos procesos; robežzinātne starp bioloģiju un tehniku, dizainu, robežzinātne starpbioloģiju un tehniku. Bionika cieši saistīta ar fiziku, ķīmiju, kibernetiku, elektroniku, navigāciju.

Viena no svarīgākajām bionikas problēmām ir vadības un sakaru sistēmu izstrādāšana. Šajā ziņā bionika cieši saistīta ar kibernetiku, it īpaši ar bioloģisko kibernetiku, kura modelē dzīvo organismu funkcijas un elementus. Bioloģiskā kibernetika rada tādus modeļus, kas palīdz izprast vadīšanas un regulēšanas mehānismus dzīvā organismā, turpretī bionika izstrādā tikai tādus modeļus, kam ir konkrēta praktiska nozīme un kas ir derīgi darbam reālā tehniskā sistēmā ar noteiktu uzdevumu.

Bionika risina šādas konkrētas inženiertehniskas problēmas:

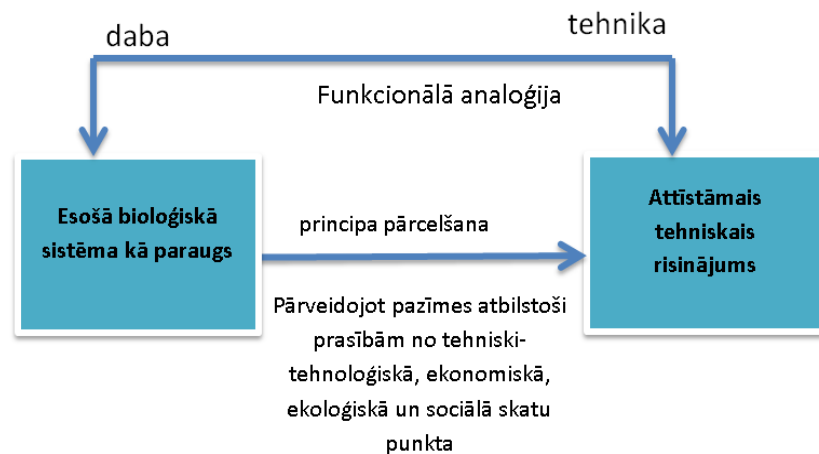
- plaša apjoma informācijas uzkrāšana un apstrāde,
- tādu elektronisko sistēmu radīšana, kuras spētu automātiski mainīt savus parametrus atbilstoši apkārtējās vides pārmaiņām, saglabājot optimālus tehniskos raksturlielumus,
- radioelektroniskās aparatūras elementu apmēru samazināšana (miniaturizācija); attēlu pazīšana (identificēšana informācijas uztveres un apstrādes sistēmās,
- principiāli jaunu navigācijas aparātu izveidošana,
- dažādas enerģijas pārvēršana mehāniskā enerģijā,
- ķīmiskās un bioķīmiskās enerģijas pārvēršana elektriskajā enerģijā.

Ļoti aktuāla problēma ir sistēma «cilvēks - mašīna», kuras efektīvs atrisinājums stipri samazinātu cilvēku saslimstību ar arodslimībām un palīdzētu pilnveidot informatīvos sakarus starp mašīnu un operatoru. Mūsdienās mijiedarbība starp mašīnu un cilvēku ir ļoti ierobežota. Tehnisko ierīču vadīšanai operators izmanto tikai vienu (mehānisko) mijiedarbības veidu (slēdžu nospiešana,

sviru pārvietošana, rokturu pagriešana), turklāt informācija par vadāmās ierīces darbību parasti tiek uztverta tikai skaņas vai gaismas signālu veidā. Bionika pētī iespējas mašīnu vadīšanai izmantot vārdiskas komandas un organisma biopotenciālus, izstrādā signālierīces, kas iedarbotos arī uz citiem maņu orgāniem. Mūsdienās mācot fiziku, mācāmā tēma jāsaista ar praktisko pielietojamību.

Skolēni paši varētu saskatīt un atklāt sakarības starp mācāmo tēmu un to, ko var novērot dabā. Tas radītu lielāku interesi mācīties un varbūt labāk apgūt tēmu.

Bioloģiskā evolūcija kā universāls sevi organizējošs process ir neizsmeļams inovācijas avots, kas ir nepieciešams uz nākotni orientētās tehnoloģijās. Nav šaubu, ka šis evolūcijas process rada ļoti efektīvas struktūras, kuras var tikt izmantotas kā modeļi potenciāliem tehniskiem risinājumiem. Daba ir pārpildīta ar efektīvām struktūrām, kas pārāk maz tiek izmantots kā avots tehnoloģiju inovācijās (1.5.2.1.attēls).

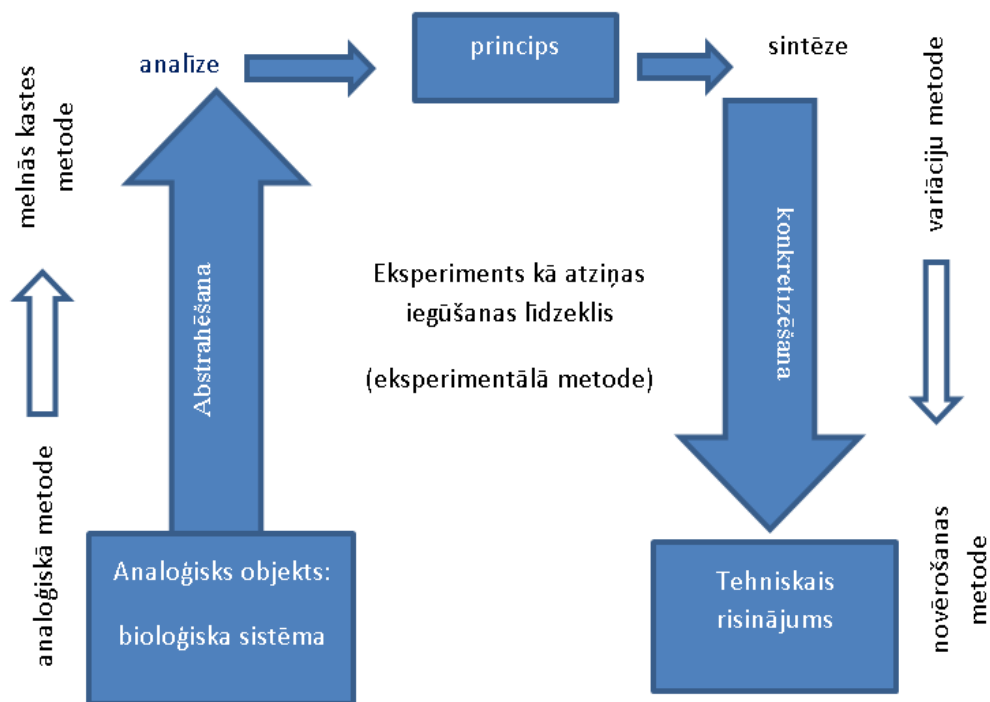


1.5.2.1. attēls. Daba kā tehnoloģiju inovāciju avots (Hill,2001).

Cilvēku darbības sekas uz dabu atspoguļojas jau kopš industriālās ražošanas sākuma un izpaužas kā biosfēras reģenerēšanās spēju samazināšanās. Ekonomisko guvumu maksimalizācija un seku ignorēšana ir novedusi pie tehnoloģiska strupceļa. Tāpat arī cilvēka atsvešināšanās no dabas caur visu iespējamo dzīves aspektu mehanizēšanu ir jūtama. Sagatavošanās dzīvei tehnoloģiju pasaulē pieprasa nākotnes tehnoloģiju smalku plānošanu.

Harmonijas atjaunošana starp cilvēku, dabu un tehnoloģiju pieprasa ne tikai citu vērtību uztveri, bet arī tādu domāšanas un darbību veidu, kas patur prātā ilglaicīgas sekas. Viens veids, kā šādu domāšanu ieviest, ir „dabai-draudzīgas izglītības” ieviešana skolās. Šāda izglītība balstītos uz saistību ar dabu, un šāda principa ieviešana mācību priekšmetos varētu būt pat pilnīga nepieciešamība. Uz tehnoloģiskās izglītības balstīta, uz dabu orientēta izglītība varētu būt kā pamats tādas situācijas mainīšanai, kad „Daba” un „Tehnoloģijas” tiek uzskatītas par divām dažādām lietām, un aizstāt to ar dabiskā apbrīnošanu un saistīšanu ar tehnisko, tādā veidā mazinot cilvēka

atsvešināšanos no dabas. Bionika, kā sasaistoša zinātniska disciplīna kļūtu par galveno satura avotu šādam mācību procesam, tā stimulē tehnisku problēmu risināšanu. Saistība ar bioloģiskajām sistēmām, kas kalpo par modeļiem tehnisku problēmu risināšanas procesā, var palīdzēt pārvarēt atsvešināšanos no dabas. Bioniskas domāšanas un rīcības mācīšana varētu palīdzēt skolēniem attīstīt spējas domāt tādā veidā, kad daba un tehnoloģijas tiek uztvertas kā savstarpēji saistītas lietas, kas varētu novest pie interesantas, starpnozaru domāšanas. Tādējādi tiek izveidotas īpašas attiecības ar dabu, kur augi un dzīvnieki tiek uztverti kā modeļi tehniskām figūrām (1.5.2.2.attēls).



1.5.2.2. attēls. Bioniskā domāšanas un rīcība (Hill,2002).

Bioloģisko struktūru piemērotība un pielāgotība bieži vien ir sākumpunkts tehnoloģisku problēmu risināšanai. Dabai vajadzētu rosināt, attīstīt interesēs un tādējādi padarīt šo risinājumu meklēšanu efektīvāku. No visām šī brīža apskatītājām 1,5 miljoni dzīvnieku sugām, aptuveni 0,5 miljoni ir ar potenciālu sniegt idejas tehnoloģisku risinājumu atrašanai, jo šī sugu dažādība ir radījusi bioloģiskās struktūras kas ir krasi atšķirīgas viena no otras (Hill,2001).

Kopumā dabas formu atpazīšana, abstrakcija un radoša pielietošana tehnoloģisku risinājumu meklēšanā ir tiešs un praktisks kognitīvā procesa pielietojums. Tādēļ ir svarīgi apskatīt un analizēt līdzīgi strādājošas sistēmas dabā un to struktūru abstrahēt līdz pamatā esošiem principiem. Šie principi tālāk varētu tikt realizēti variējot un vai kombinējot jau esošus tehnoloģiskus risinājumus, kas varētu kalpot citu problēmu risināšanai.

Izpratni par bioloģiskās struktūras funkcionēšanu var atbalstīt ar eksperimentiem. Lai skolēns pats varētu modelēt funkcionālu tehnoloģisku risinājumu, viņam ir labi jāizprot pamatā esošais princips. Pašrocīgi eksperimenti ļauj sniegt dziļāku izpratni un sniegt garīga un praktiska darba apvienojumu.

Pamatprincips dzīvot saistībā ar dabu, lai varētu sasniegt minimālu materiālu un enerģijas patēriņu, un no tā iegūtu maksimālu labumu varētu būt kā vadmotīvs ideju ģenerēšanā. Tas ir balstīts uz to, ka bioloģiskās sistēmās materiāls tiek pilnībā izmantots, pateicoties optimālam izkārtojumam, kā piemēram koka lapas, kukaiņu spārni, skeleta kauli.

Saistību veidošana starp dabu un tehnoloģijām ir perspektīvs veids, kā uzlabot ekoloģisko situāciju, attīstot harmoniju starp dabu un tehnoloģijām un tādu mehānismu un tehnoloģiju attīstību, kas ir orientētas uz dabu. Autors piedāvā vidusskolas fizikas kursā integrēt bionikas elementus atbilstošās fizikas tēmās (1.5.2.1 . tabula).

1.5.2.1. tabula

Tematiskais plāns bionikas integrētai iekļaušanai vidusskolas fizikas kursā (autora konstrukcija).

Nr.	Tēmas nosaukums	Stundu skaits	Saistītās tēmas
1.	Ievads. • Bionika kā zinātne.	1	
2.	Fiziskie kontakti dabā • Velkro aizdare (auduma lipekļi)	2	Spēks, spēka mērīšana, berze, ķermeņu mijiedarbība.
3.	Bionika un arhitektūra. • Stiebra arhitektūra. • Gofrētās struktūras arhitektūra. • Konuss, tīklveida, režģveida, ribveida konstrukcijas. • Fotosintēze un arhitektūra. • Transformācija.	5	Statikas pamati. Apgaismojums, Apgaismojuma likums. Elastības spēks. Deformācijas
4.	Biomehāniskie modeļi.	1	Spiediens. Hidrodinamika
5.	Aerodinamika un bionika • Kukaiņu lidojums. • Aerodinamiskie prototipi.	2	Šķidrumu un gāzu plūsma
6.	Hidrodinamika un hidrolokācija • Bioloģisku sistēmu hidrodinamika • Hidrolokācija dabā.	2	Svārstības un viļņi.
7.	Tuneļu rakšana	1	Ķermeņu mijiedarbība.

Nr.	Tēmas nosaukums	Stundu skaits	Saistītās tēmas
	<ul style="list-style-type: none"> „Dzīvie zemes racēji” 		
8.	Bioloģiskās virsmas <ul style="list-style-type: none"> Virsmu salipšana. Lotosa lapas efekts Gaismas atstarošana 	3	Virsmas slapināšana Nanoefekts Difrakcijas režģis, gaismas interference.
9.	Lokācijas sistēmas dabā <ul style="list-style-type: none"> Termolokatori, Eholokatori, „Dzīvie radari” 	3	Svārstības un viļņi.
10.	Siltuma procesi dabā <ul style="list-style-type: none"> Siltuma izolācija. Polārlāča āda. Mikroklimata nodrošināšana ēkās. Termītu māja. 	3	Siltuma izstarošana, atstarošana, absorbēšana. Gaismas iekšējā atstarošanās. Konvekcija
11.	Gaismas elements. <ul style="list-style-type: none"> Bio saules elements 	1	Apgaismojums. Gaismas enerģija.
12.	Foto un videokameras dabā <ul style="list-style-type: none"> Acs uzbūve. 	1	Optiskie instrumenti. Lēca
13.	Noslēgums <ul style="list-style-type: none"> Bionikas nozīme tehnikas un tehnoloģu attīstībā. 	1	

Iepazīstoties ar pieejamo ārzemju literatūru par bioniku, autors secina, ka bionikas piekritēji uzskata, ka daba ir galvenais ideju, inovāciju avots, kas piedāvā kā ar vienkāršām metodēm veidot jaunus un uzlabot jau esošus mehānismus. Eksperimentējot skolēnam rodas izpratne par bioloģiskās struktūras funkcionēšanu, skolēns pats var modelēt funkcionālus tehnoloģiskus risinājumus, meklēt saistību starp dabu un tehnoloģijām, meklēt risinājumu kā uzlabot ekoloģisko situāciju.

Lai veicinātu dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstību, jāpilnveido fizikas mācīšanas un mācīšanās metodiku. Nākošajā nodaļā var iepazīties ar autora izveidoto skolēnu zināšanas par dabu integrējošu fizikas apguves didaktisko modeli, kas vērsts uz kompetenču attīstību.

2. FIZIKAS METODIKAS PILNVEIDOŠANA SKOLĒNU DABASZINĪBU UN TEHNOĻĪJU KOMPETENCES ATTĪSTĪBAI UN IZZIŅAS INTERESES PAR DABASZINĀTNĒM VEICINĀŠANAI

2.1. Skolēnu dabaszinātņu un tehnoloģiju kompetence un tās attīstība fizikas mācību procesā

Pasaulē, kurā faktu zināšanu krājuma radīšanas, izplatīšanas un pieejamības ātrums arvien palielinās, samazinās nepieciešamība iegaumēt zināšanas par lietu pasauli un stāvokli. Tā vietā cilvēkiem ir nepieciešami instrumenti, lai atlasītu, apstrādātu un pielietotu zināšanas, kas vajadzīgas, lai tiktu galā ar mainīgo pasauli un tās dzīves modeļiem. Tas ir iemesls pieaugošai tendencei attīstīt kompetences, nevis mācīt faktu zināšanas.

Kvalitatīvs fizikas mācīšanās process skolā dod iespēju skolēniem iegūt vispārējās pamatzināšanas un pamatprasmes zinātnes jomā, attīstīt dabaszinību un tehnoloģiju kompetenci, sekmējot audzēkņa tapšanu par tehnoloģiski izglītotu sabiedrības pārstāvi un iedrošinot tālākai padziļinātai virzībai zinātnes un tehnoloģiju jomā.

Intereses radīšanai par fiziku un zināšanu apgūšanas ar izpratni veicināšanai ir izmantojamas pedagoģiskas pieejas, kas dod iespēju pāriet no zinātnes faktu materiāla iegaumēšanas uz zināšanu konstruēšanu skolēnam saprotamos un nozīmīgos veidos. Viena no iespējām ir mācību procesā iesaistīt skolēnus dabaszinātnisku problēmu izpētē reālās dzīves kontekstā. Tas nozīmē, ka dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstība ir sekmējama kontekstorientētā mācību procesā. Daudzi zinātnieki ir definējuši kompetences jēdzienu. Sākotnēji šis jēdziens ir lietots profesionālās izglītības jomā un definēts kā cilvēka spēja izpildīt noteiktu uzdevumu (*Key competencies, 2002*). Vispārējā izglītībā kompetenci saista ar skolēna iespējām darboties noteiktos apstākļos. P. Perenoda kompetenci definē kā spēju, balstoties uz zināšanām, efektīvi darboties dotajās situācijās (*Perrenoud, 1995*). Dž. Kulahans kompetenci uzskata par vispārēju spēju, kas balstās uz zināšanām, pieredzi, vērtībām, disponētību, kuru persona attīsta izglītības ieguves procesā (*Key competencies for Europe, 1997*). I. Maslo un I. Tiļļa kompetenci skata kā pieredzes gūšanas iespējās pamatotu spēju un pieredzes individuālu kombināciju, kas nepārtraukti pilnīgojas (*Maslo, Tiļļa, 2005*). Tātad kompetences jēdziens, kas mūsdienās ieviests vispārējās izglītības jomā attiecināms uz zināmu kapacitāti jeb potenciālu efektīvi darboties dotajos apstākļos lietot un pilnveidot zināšanas, prasmes attieksmes.

Dabaszinību un tehnoloģiju apguvi bieži saista ar kompetenci un tajā ietver kapacitāti lietot zinātniskas zināšanas, formulēt jautājumus un izdarīt uz pierādījumiem balstītus secinājumus, lai izprastu un palīdzētu pieņemt lēmumus par dabas pasauli un izmaiņām, ko tai rada cilvēku darbība (*Key competencies, 2002*). Eiropas Parlaments un Padome ir pieņēmusi ieteikumus par pamatprasmēm mūžizglītībā. Šajā dokumentā starp galvenajām kompetencēm tiek minēta kompetence dabaszinībās un tehnoloģijās. Kompetence dabaszinībās attiecināma uz spēju un vēlmi pielietot zināšanas un metodes, lai izskaidrotu dabisko pasauli, lai identificētu jautājumus un izdarītu uz pierādījumiem pamatotus secinājumus. Tehnoloģiju kompetence tiek skatīta kā zināšanas un metodes, kas nepieciešamas, uztverot cilvēka vēlmes un vajadzības. Prasme dabaszinībās un tehnoloģijās ietver izpratni par cilvēku ierosinātām izmaiņām dabā un atbildību, kas kā sabiedrības indivīdam būtu jāuzņemas (*Mūžizglītības galvenās pamatprasmes 2007*). Kompetence ir uztverama kā zināšanu, prasmju un attieksmju komplekss, kas nepieciešams darbību veikšanai (*Tijlla, 2004*).

Dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstība ir nepieciešama cilvēka personiskai izaugsmei un iekļaušanai sabiedrībā, lai spētu apzināti lietot mūsdienu tehnoloģiskos produktus, diskutēt par zinātnes un tehnoloģiju procesu, kā arī nodarbinātībai dabas un inženierzinātņu jomā. Dabaszinātnes ir svarīgs sabiedrības kultūras produkts, pasaules uzskata elements, tāpēc ir dabiski ikvienam izglītotam cilvēkam pārzināt dabaszinātnisko domu. Dabas parādību zinātniskās izziņas iepazīšana un izpratnes veidošana ir ļoti nozīmīga jau skolā.

Dabaszinātņu apguve ir labākais veids, kā nodrošināt skolēniem iespējas rast atbildes uz saviem jautājumiem, izvērtēt iegūto informāciju, apgūt patstāvīgā darba prasmes. Skolēniem ir jāveido dabaszinību un tehnoloģiju kompetence, kurai ir nozīmīga loma veiksmīgā personīgajā dzīvē un iespējams nākotnē profesionālajā darbībā. Būtiskākais virziens šīs kompetences attīstībā ir fizikas satura kvalitatīva un pēctecīga apguve vidusskolā un tālākajās studijās augstskolā. Tas savukārt nozīmē to, ka ir svarīgi nodrošināt nepārtrauktību fizikas izglītībā.

Mūžizglītībā ir ļoti būtiska loma visa mācību procesa nepārtrauktībai. Viens no izglītības posmiem ir vidējā izglītība un pāreja uz augstāko izglītību. Aplūkojot mācību satura nepārtrauktību, tad būtisks jautājums ir par to, kāds kritērijs parāda skolēna izglītības nepārtrauktību. Izejot no skolēna zināšanām, prasmēm, attīstības būtiski ir saprast, kā būvēt mācību saturu, lai tas nodrošina izglītības satura nepārtrauktību.

Valstī ir izstrādāti jauni atbilstoši vispārējās izglītības mācību priekšmetu standarti, kas vērsti uz mācību satura nepārtrauktības nodrošināšanu. Būtiski ir definēt nosacījumus, kas jāievēro, lai pedagogiski tiktu nodrošināta nepārtrauktība. Ļoti bieži jaunajiem studentiem ir zināmas grūtības uzsākot studijas augstākās izglītības iestādēs. Tas nozīmē, ka ir nepieciešams pētīt pārejas posmu no

vidējās izglītības uz augstāko izglītību tieši izglītības nepārtrauktības nodrošināšanas aspektā. Nepārtrauktība izpaužas vairākos aspektos:

- Pedagoģiskajā procesā – mācību metodes skolā un augstskolā.
- Skolēnu sagatavotība – akadēmiskā sagatavotība, prasmes, attieksmes.
- Augstskolas programmu un skolas programmu pēctecība.

Jautājumam par izglītības satura pēctecību kopš 2007.gada ir pievērsta īpaša uzmanība, ir notikušas dažādas tikšanās, diskusijas, kurās ir izvirzītas idejas par reformu nepieciešamību izglītībā. Tomēr šajā laikā reāli rezultāti nav sasniegti.

Stratēģiskās analīzes komisija (SAK) savā ziņojumā 2009.gada 2.aprīlī raksta: "Sakarā ar esošo un gaidāmo valsts budžeta samazināšanos izglītības jomā Latvijā pašlaik raksturo "liela izaicinājuma, maza atbalsta" situācija. Izglītības jomā Latvijā jau agrāk tika konstatētas vairākas sistēmiskas problēmas. Izglītībā – zems arodizglītības līmenis, salīdzinoši liels no pamatzglītības izkritušo skolēnu skaits, augstākās izglītības nevienmērīga kvalitāte, vāja saikne starp izglītību un sabiedrības un tirgus vajadzībām (SAK, 2009).

Ja pirms vairākiem gadiem vidusskolas absolventi vismaz zināja, kuras profesijas pārstāvju valstī vairāk nepieciešams un varēja izvēlēties, tad pašlaik neviens nezina vai beidzot augstskolu pēc 4 – 5 gadiem vispār Latvijā būs darbs, nemaz nerunājot par darbu savā profesijā. Protams var aizbildināties ar ekonomisko krīzi, bet jaunieši min nepieciešamas garantijas, kā kredītu par augstāko izglītību varēs arī atdot, jo darbs būs. Tieši tāpēc daudzi vidusskolas beidzēji izvēlas studijas ārzemēs.

Stratēģiskās analīzes komisija izvirzīja galvenos mērķus īstermiņa efektīvai un stratēģiski adekvātai rīcībai: pārstrukturēt izglītības pārvaldību, radikāli samazinot administratīvo aparātu, skolotāju skaitu un mainot finansēšanas modeli, lai nodrošinātu izglītības sistēmas ilgtspēju. Izveidot „drošības tīklu” no pamatzglītības izkritušajiem skolēniem – plāns trīs mēnešu laikā, īstenošana – 15 mēnešu laikā.

Raiti reģionalizēt augstāko izglītību (Baltijas jūras reģions) un ieviest efektivitātes ekonomiskās atdeves kritērijus augstākās izglītības finansēšanā. Mainīt zinātnes attīstības atbalsta principus (efektivitātes uzlabošana, internacionalizācija un starptautiskās kvalitātes standartu vispārēja ieviešana) līdz 2010. gada rudenim.

- Veikt augstskolu akadēmiskā un ekonomiskā snieguma un to cilvēkresursu zinātniskās kvalifikācijas starptautisku izvērtējumu, turpmāk valsts līdzfinansējumu augstskolām plānojot saskaņā ar attiecīgās nozares/augstskolas akadēmisko un zinātnisko sniegumu. Nodrošināt Latvijas studējošajiem iespēju iegūt kopējos akadēmiskos un zinātniskos grādus

Latvijas un ārvalstu augstskolās, īpaši rosinot sadarbību starp Baltijas jūras reģiona augstskolām, paplašinot iespēju apgūt daļu no mācību programmām Latvijā svešvalodās, lai piesaistītu vairāk starptautiski izglītoto pētnieku un pasniedzēju zinātniskajam darbam Latvijā (SAK,2009).

SAK ir izvērtējusi situāciju uz 2009.gada pavasari, pēc gada nekas būtiski nav mainījies – it sevišķi augstākās izglītības kvalitātē un saiknē starp sabiedrības un tirgus vajadzībām. Pētījuma rezultātā tika izvirzīti mērķi, kuros neietilpa saiknes veidošana vai stiprināšana starp izglītību, sabiedrību, tirgus pieprasījumu. Visas reformas, kas notiek izglītībā pašlaik, notiek saistībā ar finansējumu. Nav līdzekļu skolas uzturēšanai – slēdzam, samazinām skolotāju skaitu, nav līdzekļu augstskolu finansēšanai – apvienojam, piesaistām ārzemju studentus, mācām svešvalodā. Pirmajā vietā ir nauda, skolēns un students vispār ir aizmirsts.

Gan mūsu valstī, gan arī citur pasaulē pēdējos gados vairāk uzmanības tiek pievērsts dabaszinātņu mācību priekšmetiem. Pasaules izzināšanā nozīmīgs ir dabaszinību, fizikas, ķīmijas un bioloģijas apguves process skolā. Paaugstināta dabaszinātņu mācīšanas efektivitāti un veicināt šo mācību priekšmetu pievilcību ir svarīgi, jo:

- tie sniedz pietiekamu vispārēju izpratni par zinātņi skolēniem, kuriem jāklūst par pilntiesīgiem tehnoloģiski attīstītas sabiedrības pilsoņiem,
- tie iedrošina jauniešus nodoties karjerai zinātnes jomā (*Science Teaching in Schools in Europe, 2006; Dzerviniks, 2007*).

Fizikas pamatprasmju trūkums var atstāt negatīvu ietekmi uz tālāko izglītību un nodarbinātību daudzās jomās. Tas nozīmē, ka ir būtiski izpētīt mūsdienās raksturīgās tendences skolēnu zinātnisko priekšstatu par pasauli veidošanās procesā skolā, kā arī pēctecības un nepārtrauktības nodrošināšanā fizikas, kā vienas no dabaszinātņu pamatnozārēm, izglītības ieguvē (*OECD, 2001*).

Mūsdienu izglītībai ir jānodrošina nepieciešamais dzīves pieredzes zinātniskums, lai cilvēku prāta zinātniski radītais tiktu prātīgi izmantots cilvēku labā (*Broks, 1998*). Apgūstot dabaszinātnes, cilvēks iegūst to, kas nepieciešams, lai palielinātos viņa izpratne par apkārtējo pasauli. Zinātne izgaismo saikni, kas pastāv starp cilvēku un dabu, tā veicina zinātkāri, kritisku skatījumu un atgādina par to, ka dabas resursu patēriņš nav bezgalīgs (*Science Teaching in Schools in Europe, 2006*).

2008.gada vasarā noslēdzās Nacionālās programmas projekts „Mācību satura izstrāde un skolotāju tālākizglītība dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģijas priekšmetos”. Projekts tika īstenots ar Eiropas Savienības finansiālu atbalstu no 2005.gada līdz 2008.gada 20.augustam (*VISC,2008*).

Projekta rezultātā Latvijas vidusskolas saņēma jaunus, mūsdienīgus mācību materiālus ķīmijas, bioloģijas, fizikas, matemātikas un dabaszinību priekšmetos 10. – 12.klasēm un, sākot ar 2008./2009.mācību gadu vidusskolēni dabaszinātnes un matemātiku mācās pēc jaunajiem mācību priekšmetu standartiem. 2008.gada 2.septembrī tos apstiprināja Ministru kabinetā.

Jaunais mācību saturs veidots atbilstoši pasaules tendencēm, lai 21.gadsimtā, kad dabaszinātņu izglītības mērķis ir veidot skolēnos izpratni par procesiem un norisēm dabā, vidē, tehnoloģijās, tā vietā, lai iemācītos faktus, skolēns kļūtu par pētnieku un aktīvu mācību procesa dalībnieku. Projekta eksperti ir centušies mainīti izglītības filozofiju skolā: no zināšanu sniegšanas uz skolēnu mācīšanās prasmju apgūšanu; no zinātniskām zināšanām un algoritmiem uz skolēna pašatklājumiem un prasmēm; no skolēna kā pasīva mācību procesa dalībnieka uz aktīvu mācību procesa dalībnieku; no skolotāja kā zināšanu devēja uz skolotāju kā konsultantu.

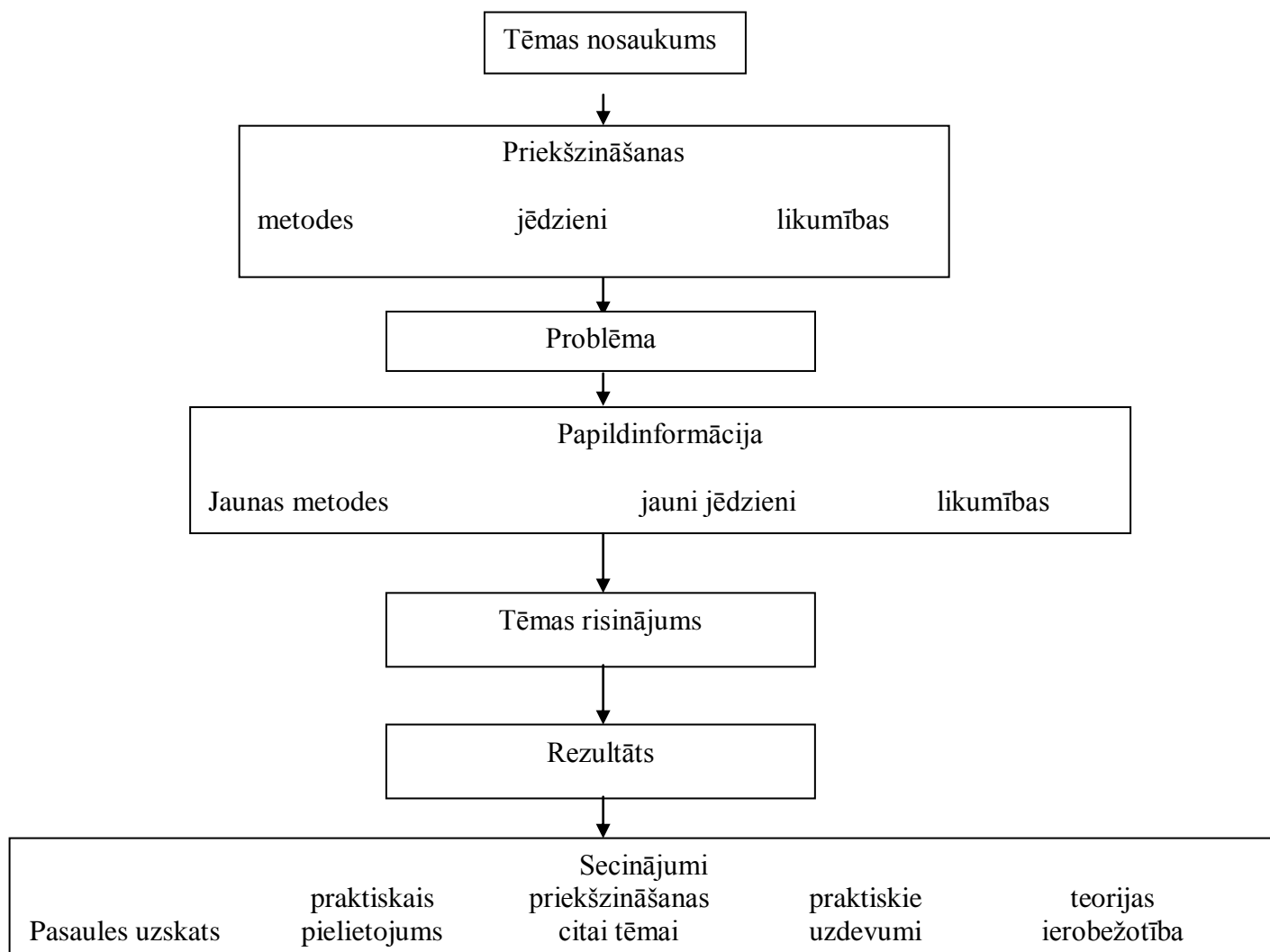
Sākotnēji skolēnam un tad jau studentam ir svarīgi apgūt zinātnisko domāšanas veidu – kā zinātnieki izvirza kādu jautājumu, ko viņi vēlas noskaidrot, kā vāc informāciju, veic eksperimentus, kā top pētījuma rezultāti un secinājumi.

Lielākas grūtības, ieviešot jaunus mācību standartus, sagādā skolotājiem, jo ir jāmaina mācīšanas metodes un jāļauj skolēniem pašiem mācīties. Lai gan skolotāji ir beiguši tālākizglītības programmas, apguvuši mācīšanas metodes un citas jaunākās metodiskās nostādnes, tomēr mācību procesā nepietiekami daudz laika veltīta pētniecībai, problēmu risināšanai.

Vispārējās vidējās izglītības mācību priekšmeta “Fizika” mērķis ir padziļināt izpratni par fizikālajiem procesiem dabā un tehnikā, pilnveidojot pētnieciskās darbības prasmes un veicinot izglītojamā līdzatbildīgu attieksmi sabiedrības ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanā (*Valsts vispārējās vidējās izglītības standarti, 2008*).

Vairāk uzmanības fizikas stundās tiek veltīts teorijai, uzdevumu risināšanai un laboratorijas darbiem, jo Valsts pārbaudes darbos uz to tiek likts akcents. 12.klases centralizētais eksāmens fizikā sastāv no 2 daļām. 1.daļa – zināšanas un pamatprasmes, tajā vērtē zināšanas un zināšanu lietošanu (35%), 2.daļa – situāciju analīze, tajā vērtē zināšanu lietošanu un spriešanu (65%). Skolās lielāks akcents tiek likts uz pamatprasmēm, zināšanām un to pielietojumu. Augstskolās lielāks akcents tiek likts tieši uz situāciju analīzi un pētniecību, protams, ka tam visam pamatā jābūt zināšanām. Pēdējā vietā fizikas mācīšanas procesā paliek skolēna līdzatbildīgas attieksmes veicināšana sabiedrības ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanā.

Mācību procesu nepieciešams dažādot, izmantojot modernus, progresīvus pedagoģiskos paņēmienus, pakāpeniski atsakoties no skolās dominējoša ilustratīvi izskaidrojoša mācību tipa par labu pētnieciskajam. 2.1.1.attēlā ir parādīts viens no variantiem fizikas tēmas apguves sadalījumā.



2.1.1. attēls. Tēmas sadale vidusskolas fizikas kursā (autora konstrukcija).

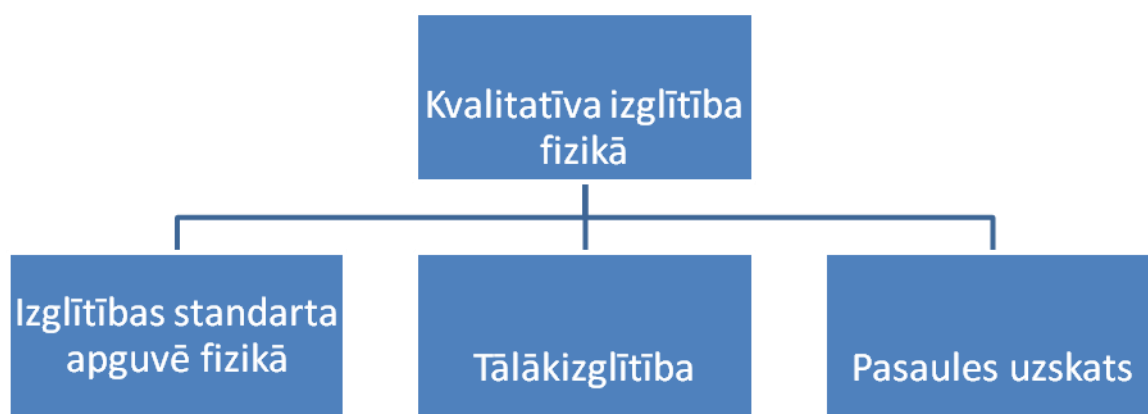
Plānojot tēmas sadali šādā veidā var un vajag iesaistīt skolēnus. Skolēni paši būs izvirzījuši problēmu, piedāvājuši tās risinājumus, noteikuši sev vēlamu un sasniedzamo rezultātu, noskaidrojuši apgūto zināšanu praktisko pielietojumu. Tas nozīmē, ka palielināsies skolēnu līdzatbildība par savu apgūto zināšanu un prasmju kvalitāti.

Mācot fiziku, svarīgi uzsvērt tēmas rezultāta nozīmi pasaules uzskata veidošanā, globālu likumību skatījumā, ļaut skolēniem atrast praktisko pielietojumu, saskatīt dabas likumu izmantošanu (Albrehta, 2001).

Mācot fiziku, svarīgi sekot zinātnes iekšējai loģikai, realizējot sistēmiskuma principu. Sistēmiskuma aspekts ir zinātnes attīstības vēsturiskā virzība, kas ļauj parādīt to meklējumu ceļu, ko zinātne nogājusi daudzos gadsimtos. Ieskatoties pagātnē un izsekojot tam, kā gadsimtu gaitā mainījušies un papildinājušies pasaules uzbūves modeļi, var skaidrāk izprast tagadni un labāk

prognozēt nākotni. Strādājot ar problēmmācību metodi, jaunieši noteikti saskarsies ar kļūdām, kas tika pieļautas zinātnes attīstības gaitā, un mācīsies izvairīties no tām.

Kā pārlicināties, vai skolēns ir kvalitatīvi apguvis fizikas kursu? Nepietiek tikai ar to, ka skolēns prot atreferēt lekcijās dzirdēto, risināt uzdevumus, nepieciešams iegūtās zināšanas izmantot attiecīgās situācijās (2.1.2. attēls).



2.1.2. attēls. Kvalitatīva izglītība fizikā(*autora konstrukcija*).

Skolēnam ir jāapgūst fizika atbilstoši izglītības standartā noteiktajām prasībām, ar iegūtajām zināšanām fizikā jāpietiek, lai studētu tālāk augstskolā, jābūt pietiekami plašam pasaules uzskatam, jāizprot jāprot izskaidrot notiekošais dabā un apkārt.

Autors secina, ka, ja mācību procesā iesaistītu skolēnus dabaszinātnisku problēmu izpētē reālās dzīves kontekstā, tad dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstība ir iespējama skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskajā modelī. Zinātnieki (P. Perenoda Dž. Kulahans I. Maslo un I. Tiļļa) kompetenci saista ar skolēna spējām darboties noteiktos apstākļos, balstoties uz zināšanām, efektīvi darboties dotajās situācijās, kā pieredzes gūšanas iespēju. Kompetence ir uztverama kā zināšanu, prasmju un attieksmju komplekss, kas nepieciešams darbību veikšanai. Kompetence dabaszinībās un tehnoloģijās attiecināma uz spēju un vēlmi pielietot zināšanas un metodes, lai izskaidrotu pasauli, izdarītu uz pierādījumiem pamatotus secinājumus, pielietojot zināšanas un metodes atbilstoši cilvēka vēlmēm un vajadzībām.

2.2. Fizikas apguves didaktiskais modelis uz kontekstiem balstītā mācību procesā

Daudzi iepriekšējie pētījumi liecina, ka skolēni izvēlas apgūt dabaszinātnes, t.s. fiziku, un mācās labāk, ja ir ieinteresēti tajā (*Sjoberg, 2000; Osborne, Simon, Collins, 2003; Bennet, 2003*). Skolēni aktīvi strādā, ja ir interese par veicamajām darbībām, ja darbībās ir novitāte, skolēni izjūt izaicinājumu un saskata vērtību apgūstamajām zināšanām un prasmēm. Tādejādi fizikas mācībās ir jāīsteno tādu didaktisko pieeju, kas ieinteresē skolēnus mācīties.

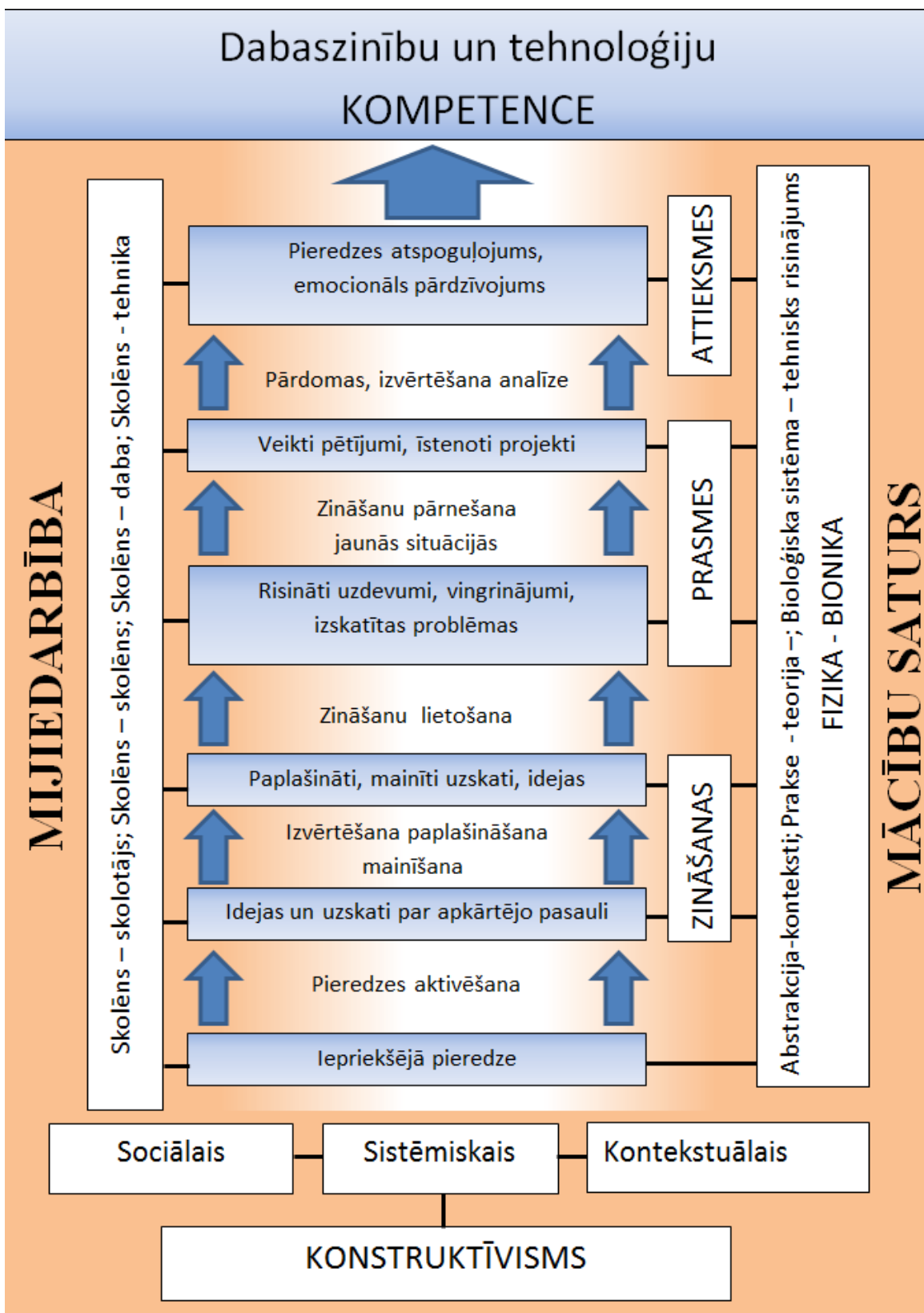
Fizikas mācībās ir būtiski veidot skolēnos izpratni par procesiem dabā, par mūsdienu tehnoloģijām un dabaszinātņu lomu to attīstībā. Tā vietā, lai mācītos faktus, skolēnam jāķļūst par pētnieku un aktīvu mācību procesa dalībnieku. Mūsdienu pedagoģiskajā paradigmā, ko var saukt par skolēna darbībā balstītu paradigmu, ir skatījums uz skolēnu kā aktīvu zināšanu konstruktoru un skolotāju kā konsultantu, iedvesmotāju. Cilvēks ir uzskatāms par mērķtiecīgu indivīdu, kas meklē zināšanas un kam ir augsti attīstīta spēja organizēt informāciju.

Autors ir izstrādājis skolēnu zināšanas par dabu integrējošu kontekstorientētu didaktisko modeli fizikas apguvei, kura galvenā ideja saistās ar bionikas elementu integrēšanu fizikas mācību saturā, nodrošinot mācību, dabas un tehnikas vienotību un mācības īstenojot sociālā dialogā un mijiedarbībā ar dabu un tehniku (2.2.1. attēls). Minētais modelis paredz efektīvāku fizikālo zināšanu apguvi, dziļāku izpratni par fizikas mācību saturu un dabas un tehnikas mijiedarbību, fizikālo zināšanu izmantošanas un zinātniskās izziņas prasmju attīstību, pozitīvas emocionālas attieksmes bagātināšanos un zinātniskās refleksijas izpausmju veidošanos.

Konstruktīvisma teorija ir ar praktisku ievirzi, ar darbīborientējošo un pārveidojošo skatījumu. Tā skata mācīšanos:

- kā zināšanu veidošanu, sasaistot iepriekšējās zināšanas ar jaunu informāciju,
- kā aktīvu procesu, kas atkarīgs no tā, kā skolēns uzņemas atbildību par savu mācīšanos.

Modeļa teorētiskais pamats balstās konstruktīvisma teorijā, kas skaidro, ka mācīšanās ir zināšanu konstruēšanas process, kas savukārt balstīts sociālajā mijiedarbībā, skolēna iepriekšējā pieredzē, skolēnam aktīvi strādājot ar kontekstorientētu, zināšanas par dabu integrējošu, sistēmiski veidotu mācību saturu (2.2.1.attēls).



2.2.1. attēls. Skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis (autora konstrukcija).

Izveidotajā fizikas apguves didaktiskajā modelī ir paredzēts skatīt mijiedarbību -dialogu, „skolēns – skolotājs”, „skolēns – skolēns”, „skolēns – daba”, „skolēns – tehnika”, aktivizējot iepriekšējo pieredzi, paplašinot zināšanu pielietošanas iespējas, attīstot pētnieciskās prasmes.

Autors piedāvā šādu dialogu risinājumus:

„ skolēns – skolotājs”

- 1) skolēnam nepietiek iepriekšējo zināšanu un pieredzes kādas problēmas risināšanai;
- 2) skolēns lūdz palīdzību skolotājam problēmas risināšanai;
- 3) skolotājs iesaka problēmas risinājumu variantus,
- 4) skolēns izvēlas sev pieņemamāko vai pārbauda vairākus;
- 5) skolēns atrod problēmas risinājumu (2. pielikums).

„skolēns – skolēns”

- 1) skolēni darbojas pāros vai grupās, kopīgi meklē risinājumu problēmai;
- 2) katrs no grupas piedāvā savus variantus problēmas risinājuma;
- 3) tiek pieņemti un izanalizēti visi ieteikumi, hipotēzes;
- 4) atlasa vienu vai vairākus ietekumus problēmas risinājumam un to/tos pārbauda
- 5) kopīgi darbojoties nonāk pie problēmas atrisinājuma;
- 6) skolotājs procesu vēro no malas (3.pielikums).

„skolēns – daba”

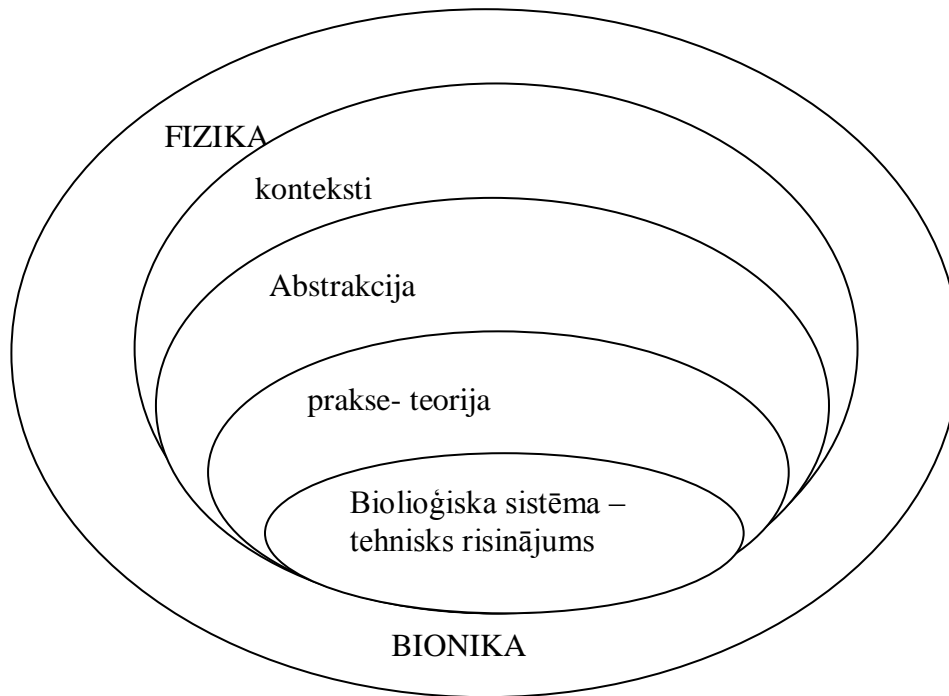
- 1) skolēnam tiek piedāvāti dabā pastāvoši risinājumi (piemēram dadzis pieķeras pie apgērba);
- 2) skolēna uzdevums – izpētīt dabas piedāvāto risinājumu;
- 3) piedāvāt iespējamo dabas risinājuma pielietojumu sadzīvē (bionika);
- 4) pārbaudīt vai šāda veida risinājumi jau netiek izmantoti (4.pielikums).

„ skolēns – tehnika”

- 1) skolēnam tiek piedāvāts tehnisks risinājums;
- 2) skolēns analizē, pēta tehniskā risinājuma darbības pamatus (var strādāt grupās, var izmantot skolotāja palīdzību);
- 3) skolēns ar teorijas palīdzību pamato tehniskā risinājuma darbību;
- 4) tehniskā risinājuma pielietojums dažādās jomās (5.pielikums).

Šādu mijiedarbību izmantošana fizikas mācību procesā izraisa skolēnu interesi, piesaista uzmanību, aktivizē skolēnu mācību darbību, sasaista mācību procesu ar praktisko dzīvi.

Iekļaujot bioniku fizikas mācību saturā, kontekstā tiek skatīta bioloģiskā sistēma un šīs sistēmas tehniskais risinājums, kas ļauj praksi pielietot teorijā un otrādi (2.2.2.attēls).



2.2.2.attēls. Bionikas iekļaušana fizikas mācību saturā (*autora konstrukcija*).

Fizikas mācību saturu var mācīt kontekstā ar abstrakciju, kad izdala pētāmā objekta galvenos aspektus, neņemot vērā mazsvarīgus aspektus, piemēram, objektu var raksturot tikai ar tā ārējām īpašībām, ignorējot iekšējo struktūru. Abstrakciju izmanto sarežģītu procesu un parādību izpratnes atvieglošanai. Piemēram, apskatot fizikā putna lidojumu, putna spārnu var iedomāties kā plakni – abstrakcija, neņemot vērā putna spārna spalvu uzbūvi, spārna izliekumu, spārna formu.

Autors piedāvā fizikas mācību saturā izmantot dialogu „prakse – teorija”, skolēns vispirms praktiski atklāj kādu dabas likumu, izpēta kā darbojas kāda ierīce, tad meklē atbilstošus fizikas likumus, fiziku apgūstot caur bioniku.

Balstoties uz konstruktīvisma teoriju jāatzīst, ka mācīšanās ir zināšanu konstruēšanas process, kas balstīts sociālās vides un personīgajā pieredzē (*Vygotsky, 1978; Bell, 1991; Bandura, 1977; Kim, 2001*). Zināšanas tiek apgūtas mijiedarbībā skolēnam ar skolotāju, ar citiem skolēniem, analizējot problēmsituācijas, īstenojot projektus, izpildot laboratorijas darbus, darbojoties grupās un pāros. Mācību procesā ir svarīgi, lai vienlīdz aktīvi iesaistās gan skolotājs, gan skolēni un mācās viens no otra. Skolotājam ir jāiepazīst skolēna izziņas vajadzības, mācīšanās problēmas un spējas un turpmākajā darbā jāpievērš uzmanība fizikas mācību materiālu izstrādei, mācību metožu izvēlei un citiem metodiskā darba aspektiem. Nozīmīgs skolotāja un skolēna sadarbības rezultāts ir skolēnā izveidojusies vēlēšanās izziņāt un aktīvi darboties. Mācīšanās gaitā skolēniem ir jāapmainās viedokļiem un jāveido izpratne par fizikāliem jēdzieniem, likumiem un teorijām kopējā darbā.

Konstruktīvismā izdalāmi vairāki virzieni un trīs no tiem- sociālais, sistēmiskais un kontekstuālais konstruktīvisms saistās ar piedāvāto modeli.

Sociālajā konstruktīvismā izvirzās doma, ka zināšanas vispirms ir sociālas un pēc tam kļūst individuālas, personiskas (*Выготский, 1982*). Tas nozīmē, ka mācīšanās ir sociāla darbība un īstenojama, izmantojot sadarbības metodes.

Svarīgāku vietu mācību procesā ieņem mācīšanās ar novērošanas palīdzību. Jaunu darbības programmu skolēns var iegūt, atdarinot tos cilvēkus (skolotāju, citus skolēnus), kurus darba procesā viņš novēro. Šajā gadījumā svarīgu vietu personības darbības organizācijā ieņem pašregulācija (*Bandura, 1977*).

Piedāvātajā didaktiskajā modelī tiek paredzēts, ka zināšanas tiek konstruētas sociālā mijiedarbībā un ir sociāli orientētas. Viens no mācīšanās elementiem ir sociālais konteksts. Ar kontekstu nesaistītas zināšanas skolēniem nedod iespējas tās pilnvērtīgi pielietot reālās dzīves situācijās un problēmu risinājumos. Individuālās un sociālās realitātes uztveršana un konstruēšana mācīšanās procesā ir atkarīga no konteksta un tas, kā nozīmīgs elements ir uzskatāms arī no sistēmiskā konstruktīvisma viedokļa.

Sistēmiskais konstruktīvisms saistās ar didaktiskajā modelī iekļautu noteiktu fizikas mācīšanās secīgu sistēmu, kā arī starppriekšmetu saiknes jeb starpdisciplināras sadarbības (bioloģija – fizika, daba – tehnika, bioloģiskas sistēmas – tehniski risinājumi) akcentēšanu (*Kriz, 2008*). No sistēmiskā konstruktīvisma viedokļa mācīšanās ir skatāma kā:

- aktīvs process,
- konstruktīvs process,
- paškontrolēts process,
- sociāls process,
- situatīvs process (*Kriz, 2000*).

Sistēmiskajā konstruktīvismā tiek skatīts arī jautājums par skolēnu domāšanas savstarpējās sakarībās attīstību, skatot un saistot teoriju un praksi, konkrētajā gadījumā saistot bioloģiju un fiziku, dabu un tehniku, bioloģiskas sistēmas un tehniskus risinājumus. Būtībā, lai skatot un analizējot bioloģiskas sistēmas, nonāktu līdz iespējamajam tehniskajam risinājumam, ir īstenojama vesela virkne domāšanas operāciju (abstrahēšana, analīze, sintēze, konkretizēšana). Dabas un tehnikas savstarpējās saistības vērtēšana norāda uz mācību procesa īstenošanu kontekstos. Kontekstu izmantošana par nozīmīgu nosacījumu izvirzās gan sistēmiskajā konstruktīvismā, gan jo īpaši kontekstuālajā konstruktīvismā.

Kontekstuālais konstruktīvisms zināmā mērā tiek saistīts ar saturu - zinātniskais fizikas saturs tiek rekonstruēts, sasaistīts ar notikumiem un faktiem, dabā notiekošajām parādībām un procesiem, ierīcēm un iekārtām, tehniskām izstrādņēm un zinātniskām problēmām. Mācības pašos pamatos satur vajadzību lietot dažādus kontekstus, jo ir nepieciešams sasaistīt mācību saturu ar dažādām dzīves situācijām vai arī piemērot apgūtās zināšanas šo situāciju izpētē.

Kontekstuālā konstruktīvismā balstītās mācības ļauj skolēniem:

- veidot autentisku izpratni par dabaszinātnēm, to lomu cilvēka dzīvē,
- sasaistīt zinātnes mācīšanos ar ikdienas dzīvi, ražošanu, nākotnes profesionālo darbību (*Campbell, Lazonby, Nicholson, Ramsden, Waddington, 1994*),
- strādāt pie personiski nozīmīgiem, noderīgiem jautājumiem, problēmām,
- veidot pieredzi uz pašu aktīva darba pamata,
- apspriest strīdīgus tehniskus jautājumus (*Lubben, Campbell, Dlamini, 1996*).

Kā būtiski konceptuāli nosacījumi fizikas mācības izvirzās:

- teorētiskā un praktiskā satura integrācija,
- kontekstmācību īstenošanas pedagoģiskā modelēšana,
- kontekstorientētās mācību vides veidošana dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības veicināšanai.

Viens no būtiskākajiem fizikas mācību elementiem ir iepriekšējā pieredze, ko veido praktiski apgūto zināšanu, prasmju un attieksmju kopums. Izziņas procesā notiek pieredzes paplašināšanās. Pieredze mācīšanos skata kā mijiedarbību starp skolēnam piemītošām iezīmēm un ārējiem nosacījumiem, starp skolēna iegūtajām un uzkrātajām zināšanām. Pie iepriekšējām zināšanām skolēni pievieno jaunu informāciju, veidojot jaunas saiknes ar eksistējošām zināšanām. Balstoties uz iepriekšējo pieredzi, un interesi, nepieciešams veikt pieredzes aktualizēšanu, tādejādi konstruēt jaunu pieredzi. Nozīmīgs faktors pieredzes veidošanā ir pētnieciskā darbība. Kā atzīmē E. Marlovs (*Marlow, 2002*), lai skolēni varētu būt sekmīgi pētnieki, nepieciešama plaša pieredze eksperimentu un demonstrējumu veikšanai.

Skolēnu izaugsmi, pašrealizāciju un atbildību par savu izaugsmi nodrošina tādas metodiskas pieejas, kas orientē uz konstruktīvu procesu, jeb skolēna aktīvo mācīšanos, izmantojot iepriekšējo pieredzi. T. Koķe pieredzi definē kā tagadnes situācijas subjektīvu apzināšanos, kuru daļēji determinē indivīda iepriekšējā mācīšanās (*Koķe, 1999*). Dž. Djūijs uzsver, ka „pieredzes unce ir labāka par tonnu teorijas tikai tāpēc vien, ka pieredze padara teoriju aktuālu Dž. Djūijs pieredzi traktē ļoti plaši. Tajā ietilpst gan emocionālā, gan sociālā, gan intelektuālā, garīgā un kultūras pieredze. Aplūkojot pieredzi, var skatīt tās aktīvo komponentu – pieredzes ieguvi darbībā, kā arī

pasīvo komponentu – pieredzes kā kaut kā iepriekšnotikušā seku pārdzīvojumu. Pieredzes vērtība šajā saiknē starp aktīvo un pasīvo komponenti, jo darbība kā tāda vēl nerada pieredzi. Jēgu pieredze iegūst tikai tad, kad darbība pāriet seku pārdzīvojumā (*Дьюи, 2000*).

Skolotājam jāsaprot, kā izaicināt skolēnu iepriekšējo pieredzi, tiklīdz sastopas ar neizpratni, neskaidru situāciju. Tad skolēnā notiek iepriekšējās pieredzes faktu interpretācija, rodas nojausma par situācijas atrisinājumu. D. Kolbs šajā sakarā ir izstrādājis mācību norises modeli, kurā akcentē četrus posmus: konkrētā pieredze, reflektīvā vērošana, aktīvā eksperimentēšana, abstraktā konceptualizēšana (*Kolb, 1984*).

Piedāvātajā didaktiskajā modelī ir attēlots mācību process, tā norise un starprezultāti. Skolēnam ir uzkrāta iepriekšēja pieredze. Tālāk skolotāja vadībā un paša skolēna aktīvas darbības rezultātā pieredze tiek aktualizēta. Aktualizēšanas rezultātā un jaunu mācību tēmu apguves gaitā attīstās jaunas idejas un uzskati, kas sākotnēji varētu būt arī nepilnīgi no zinātniskā viedokļa, tie var būt arī pretrunā ar zinātniskam atziņām. Jaunizveidotās idejas un uzskatus nepieciešams izvērtēt, pilnveidot, papildināt un labot. Šīs darbības rezultātā pieredze bagātinās, uzskati kļūst pilnīgāki. Pieredzes aktualizēšanu, pilnveidošanu var saistīt ar zināšanu apgūšanu, to papildināšanu. Apgūtās zināšanas nedrīkst palikt pasīvas, neizmantotas, tās ir nepieciešams pielietot praksē, lai attīstītos prasmes. Prasmju attīstīšanai ir nepieciešama praktiskā darbība, uzdevumu, vingrinājumu, problēmu risināšana. Apgūstot standartsituācijas, zināšanu izmantošana ir jāīsteno jaunās situācijās, veicot praktiskus pētījumus, izpildot laboratorijas darbus, kā arī īstenojot dažādus projektus. Aktīva darba procesā skolēns izjūt emocionālu pārdzīvojumu par sasniegto, pārvarētajām grūtībām, savu intelektuālo spēju un prasmju attīstību, skolēnā attīstās zinātniskās refleksijas prasmes, kas izpaužas savas darbības un apgūto zināšanu kritiskā analizē, pārdomās par zināšanu nozīmi un robežām.

Mācību procesā ir izskatāmi un izvērtējami visi skolēnu viedokļi, uzskati un idejas. Ir būtiski cienīt un pieņemt skolēna domu, to laika gaitā attīstīt, pilnveidot vai mainīt. Viedokļu, iespējamo risinājumu variācijas un to atzīšana no skolotāja puses fizikas mācībās ir būtisks nosacījums skolēnu radošas domāšanas attīstībai un secīgai problēmu risināšanai vai pētījumu īstenošanai.

Piedāvātais fizikas didaktiskais modelis vērsts uz skolēnu dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstību konstruktīvā kontekstorientētā mācību procesā, īpaši akcentējot sociālo mijiedarbību un mācību satura izstrādi, īstenojot fizikas un bionikas integrāciju.

Autors secina, ka fizikas mācībās ir būtiski veidot skolēnos izpratni par procesiem dabā, par mūsdienu tehnoloģijām un dabaszinātņu lomu to attīstībā, skolēnam jāklūst par pētnieku un aktīvu mācību procesa dalībnieku. Autors ir izstrādājis skolēnu zināšanas par dabu integrējošu kontekstorientētu didaktisko modeli fizikas apguvei, kur bionikas elementi ir integrēti fizikas

mācību saturā, nodrošinot mācību, dabas un tehnikas vienotību un mācības īstenojot sociālā dialogā un mijiedarbībā ar dabu un tehniku, paredz efektīvāku fizikālo zināšanu apguvi, dziļāku izpratni par fizikas mācību saturu un dabas un tehnikas mijiedarbību, fizikālo zināšanu izmantošanas un zinātniskās izziņas prasmju attīstību, pozitīvas emocionālas attieksmes bagātināšanos un zinātniskās refleksijas izpausmju veidošanos. Autors izveidotajā fizikas apguves didaktiskajā modelī kontekstā skata mijiedarbību skolēns – daba, skolēns – tehnika, aktivizējot iepriekšējo pieredzi, paplašinot zināšanu pielietošanas iespējas, attīstot pētnieciskās prasmes. Iekļaujot bioniku fizikas mācību saturā, kontekstā tiek skatīta bioloģiskā sistēma un šīs sistēmas tehniskais risinājums, kas ļauj praksi pielietot teorijā un otrādi.

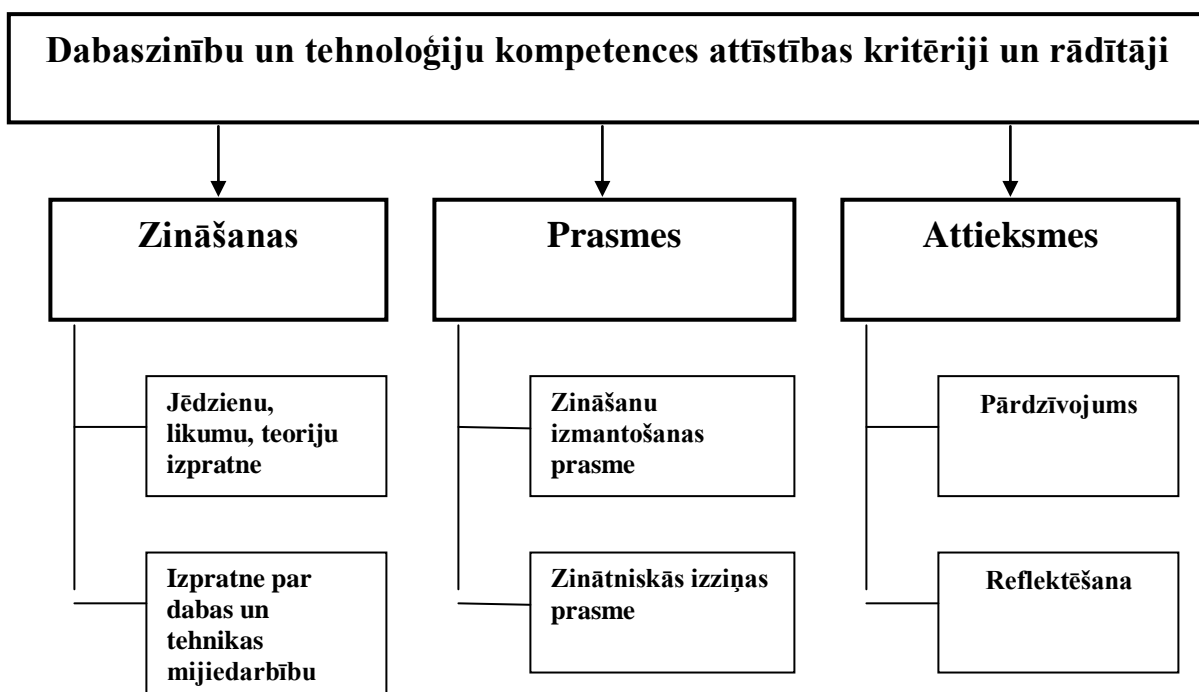
2.3.Kritēriji didaktiskā modeļa efektivitātes pārbaudei

Mācību procesā, apgūstot fiziku, skolēns izzina apkārtējo pasauli. Tas nozīmē, ka tiek veikta dabas parādību novērošana, aprakstīšanu un izskaidrošanu. Fizikas apguve saistās ar zināšanu apguvi un fizikālo parādību un procesu izpratni, kā arī prasmju attīstību izmantot apgūtās zināšanas uzdevumu, problēmu risināšanā, pētījumu, eksperimentu plānošanā, īstenošanā un iegūto rezultātu izskaidrošanā un prezentēšanā.

Mūsdienu skatījumā fizikas apguve ir vērsta uz integrētu zināšanu par dabu apguvi un īstenojama kontekstorientētā konstruktīvā pedagoģiskajā procesā, kur svarīga loma zināšanu apgūšanā ir pašam skolēnam. Mācību process ir vērsts uz skolēna dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības veicināšanu. Dabaszinību un tehnoloģiju kompetence ir uztverama kā zināšanu, prasmju un attieksmju kopums, kas nepieciešams, lai izskaidrotu apkārtējo pasauli, uztvertu problēmas, analizētu un pētnieciskā darbā risinātu tās, lai izprastu dabas procesus un izmaiņas dabā, tās vērtētu un atbildīgi rīkotos. Tas nozīmē, ka par dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības kritērijiem ir izvirzāmas:

- zināšanas,
- prasmes,
- attieksmes.

Katrs no kritērijiem ir izteikts divos rādītājos (2.3.1. attēls).



2.3.1. attēls. Dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības kritēriji un rādītāji (*autora konstrukcija*).

Lai izskaidrotu fizikālos procesus un parādības, lai spētu atrisināt uzdevumus, skolēniem jābūt labai zināšanu bāzei. Precīzas un plašas faktu zināšanas ļauj sekmīgāk iesaistīt skolēnus uzdevumu, problēmsituāciju risināšanā, kas ir būtiski zinātniskajā izziņā. Mācībās domāšana ir virzāma uz jauno zināšanu iespējami dziļāku izpratni. Izpratne ir atzīstama par mācīšanās nozīmīgu pazīmi, kas saistīta ar jēdzienu, likumu, teoriju apguvi, kad skolēna apziņā veidojas mācītā nozīme un izpratne. Nozīmīgs aspekts ir arī izpratnes veidošana par dabas un tehnikas mijiedarbību, veidojot savienojumus starp dzīvo un nedzīvo dabu, mācību situācijas padarot jēgpilnas un nodrošinot iespēju būvēt jaunas zināšanas no autentiskas pieredzes. Izpratne saistās ar esošās pieredzes daļas strukturēšanu ar jauno informāciju. Izprast parādības, procesus, objektus nozīmē atklāt tajos būtisko, abstrahējoties no nebūtiskā. Iegūtajām zināšanām ir jāklūst izmantojamām. Fizikā aplūkojamo fizikālo parādību un procesu saistība ar praktisko dzīvi, to izmantojamība dabā un tehnikā ir nenoliedzama, tādēļ ir nozīmīgi, lai skolēni šīs sakarības apjaustu un prastu izmantot tās dažādās dzīves jomās (1. pielikums).

Zināšanu piemērošana stimulē mācīšanās motivāciju, atklāj praktisko nozīmi, sniedz zināšanas no dzīves. Prasmes pielietot zināšanas veidojas pakāpeniski, kad skolotājs virza skolēnus no zināšanu piemērošanas atbilstoši paraugam uz neatkarīgu, radošu darbību, tādējādi mācot skolēnus, lai risinātu uzdevumu paši, lai analizētu cēloņus, veiksmes un neveiksmes. Šāda zināšanu

līmeņa prasmes ir tipiska produktīvā darbība, kur skolēni ir gatavi risināt mācību problēmas, atklāt jaunas sakarības, formulēt vispārējus secinājumus un spēj pielietot zināšanas, lai atrisinātu jaunus uzdevumus. Skolēna darbības ir orientētas uz prasmēm pielietot zināšanas pēc analogijas vai zināmām situācijās. Rosinot domāšanas operācijas skolotājam jācenšas panākt, lai skolēniem veidotos prasme zināšanu izmantošanai nestandarta situācijās. Šāds zināšanu izmantošanas prasmju līmenis raksturīgs produktīvai darbībai, kur skolēns ir gatavs risināt mācību problēmas, atklāt objektīvi jaunas sakarības, formulēt vispārīgus secinājumus un prot veikt zināšanu pārņemšanu jaunu uzdevumu risināšanai. Interpretējošās darbībās ir orientācija uz prasmēm zināšanas izmantot pēc analogijas vai pazīstamās situācijās. Operējot ar zināmiem pieņēmumiem, skolēni definē sakarības, izmanto faktu materiālu izskaidrošanai un pierādīšanai.

Darbojoties ar zināmiem pieņēmumiem, skolēni atklāj sakarības, izmanto faktus, lai izskaidrotu un pierādītu. Izmantojot zināšanas atbilstoši paraugam, var veikt reproduktīvo darbību. Diezgan bieži zināšanas iegaumē mehāniski, tādējādi grūti tās izmantot mācību procesā uzdevumu risināšanā un reālajā dzīvē.

Dabaszinību un tehnoloģiju kompetences veidošanos, balstoties uz apgūtajām zināšanām un attīstītajām prasmēm, ietekmē arī attieksmes. Attieksme balstās prasmē mācīties, apzinātās iespējās un paškritiskā pieejā (*Žogla, 2001*). Attieksme ir saistīta ar skolēna interesēm, motīviem, uzskatiem un pārliecību. V.Makgvaira skatījumā attieksmes sastāv no izzīņas, emocijām un darbības, kas izpaužas verbālā vai neverbālā veidā (*McGuire, 1985; Ajzen, 1988*). Balstoties uz iepriekšminēto atziņu, par nozīmīgiem attieksmes komponentiem var izdalīt pārdzīvojumu un reflektēšanu. Mācīšanās ietver adekvāta pārdzīvojuma klātbūtni, savas rīcības un zināšanu izvērtēšanu, pārdomas par apkārtējo pasauli un zinātnes lomu sabiedrībā, tehnoloģiju attīstībā.

Fizikas apguve ir atkarīga no skolēnu emocionālās sfēras attīstības līmeņa. Emocijas ietekmē cilvēka uzvedību, darba spējas, palielina vai samazina viņa aktivitāti. Prieks, draudzīga sadarbība, sajūsma paaugstina darba spējas. Šādu emociju ietekmē paaugstinās visa organisma aktivitāte, paaugstinās vispārējais nervu sistēmas tonuss. Savukārt rūpes, bailes, kauns iedarbojas nomācoši, pavājina organisma dzīvības norises un samazina enerģiju. Šo emociju ietekmē cilvēks kļūst inerts, ar tieksmi uz bezdarbību (*Čehlova, 2002*).

Pārdzīvojums ir emociju un jūtu pieredzes nosacījums un veids. No pārdzīvojuma rakstura un dziļuma ir atkarīgas tās attieksmes, kas veidojas pret parādībām, darbībām un objektiem. Fizikas apguves procesā skolēnu ieinteresētu attieksmi, pārdzīvojuma izpausmes var novērot:

- apgūstot jaunu informāciju, kas satur pārsteiguma momentu,
- skolotājam demonstrējot izteiksmīgus eksperimentus,

- nodrošinot iespēju skolēniem plānot, sagatavot un īstenot eksperimentus,
- skolotājam parādot iespējas, kā skolēni varētu likt lietā savu enerģiju un darbaspējas,
- skolotājam atklājot izteiksmīgus problēmu risinājumus, izceļot iekārtu un modeļu vizuālo pievilcību,
- uzklausot pārliecinošus spriedumus,
- strādājot pie patstāvīgiem pētījumiem kā rezultātā tiek izjuts jaunatklāsmes prieks.

I.Žogla norāda, ka skolēnam ir vieglāk mācīties, mācību darbība ir daudz produktīvāka, ja dominē pozitīvas emocijas. Uz kopējā pozitīvās emocionālās attieksmes fona arī epizodiskas neveiksmes, sarūgtinājums izraisa vēlēšanos mācīties, novērst kļūmi, pierādīt sev un citiem savas spējas (*Žogla, 1994*). Optimālā samērā starp pozitīviem un negatīviem pārdzīvojumiem, kad dominē pozitīvie, bet negatīvie audzina izturību un gribasspēku ir meklējamas rezerves skolēnu intelektuālās darbības produktivitātes kāpināšanai.

Fizikas mācībās ir veicināma arī reflektīva darbība. Tā ļauj atskatīties uz paveikto un kalpo par pamatu tālākai attīstībai. Z.Rubene reflektēšanu skaidro kā spēju kritiski domāt un veidot patstāvīgus kritiskus spriedumus (*Rubene, 2004*). Reflektēšana saistās ar analizēšanu, domu un spriedumu kritisku izvērtēšanu, zināšanu un viedokļu aktīvu pārstrukturēšanu (*Rubene, 2009*). Tā ir cilvēka pašizziņa, savu izjūtu un pārdomu uztveršana un apcerēšana (*Garleja, 2003*). Attīstīta reflektēšanas prasme dod skolēniem sapratni par savas dabaszinību un tehnoloģiju kompetences līmeni, par nepieciešamību tās pilnveidē. Reflektēšana sevī ietver pārdomas, pašnovērtēšanu, personisko domu un pārdzīvojumu analīzi un norit izteikto domu un emociju apmaiņas veidā. Pārdzīvojumam un reflektēšanai ir raksturīgas dažādas izpausmes – no praktiskās darbības konkrētu sasniegumu apceres un pārdzīvojumiem līdz to pārejai uz garīgās darbības pieredzi, to personiskā nozīmīguma pārdzīvojumiem un pašanalīzi

Izvirzīto rādītāju raksturojums strukturējas līmeņos. 2.3.1. tabulā ir ietverti dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības kritēriji, to rādītāji un skolēnu un viņu darbības raksturojums trīs līmeņos (2.3.1.tabula).

Dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības kritēriji un rādītāji (autora konstrukcija).

Kritērijs	Rādītājs	Līmenis		
Zināšanas	Jēdzienu, likumu, teoriju izpratne	REPRODUKTĪVAS ZINĀŠANAS Dabas parādību un procesu izpratnes aspektus raksturojošās prasmes izpaužas epizodiski, reizēm pozitīvs rezultāts. Lietojot formulu lapu, konstatē līdzīgo fizikas likumus mehānikā aplūkotajiem dabas procesiem. Ilustrē mērīšanas tehnoloģiju daudzveidību fizikā. Izprot fizikālā lieluma jēdzienu (vērtība, mērvienība).	INTERPRETĒJOŠAS ZINĀŠANAS Spēj analizēt situācijas, izskaidrot dabas parādību un procesu būtību, to attīstības gaitu. Saskata vienojošo dabas procesu daudzveidībā. Izskaidro Visuma struktūru. Saskata daudzveidīgajos mehāniskajos dabas procesos enerģijas pārvēršanos un nezūdamību. Apraksta elektromagnētiskā starojuma veidu vienojošās īpašības un daudzveidīgo izpausmi dabā un tehnikā, izmantojot elektromagnētisko viļņu skalu.	PRODUKTĪVAS ZINĀŠANAS Zināšanas apgūtas, prasmes attīstītas atbilstoši vidusskolas fizikas standarta prasībām. Izskaidro fizikālos procesus enerģijas ieguves, sakaru, medicīnas tehnoloģijās un nanotehnoloģijās.
	Izpratne par dabas un tehnikas mijiedarbību			
Prasmes	Zināšanu izmantošanas prasme	REPRODUCĒJOŠA DARBĪBA Skolēns prot izpildīt mācību uzdevumus pēc parauga, bet pilnībā neizprot to būtību. Raksturīga darbību vērošana un tai sekojoša atdarināšana. Izskaidro fizikālos procesus.	INTERPRETĒJOŠA DARBĪBA Ilustrē siltumvadīšanas, konvekcijas, siltumstarojuma, termiskās izplešanās, fāžu pāreju un elektromagnētisko īpašību izpausmju daudzveidību dabā un tehnikā. Analizē gravitācijas un elektromagnētisko mijiedarbību izpausmi (debess ķermeņu kustība; smaguma, elastības, berzes, šķidrums virsmas spraiguma, Kulona, Ampēra, Lorenca spēki) dabā un tehnikā. Analizē cēloņsakarības. Lieto informācijas tehnoloģijas (IT) fizikālo procesu vizualizēšanai un datu ieguvei. Lieto vizuālo un grafisko informāciju fizikālo procesu un likumsakarību attēlošanā, arī pārveidojot fizikālo procesu grafiskos attēlojumus no viena veida citā.	PRODUKTĪVA DARBĪBA Apraksta dažādās Visuma evolūcijas fāzes un vielas, kā arī fizikālo lauku strukturizācijas pakāpi šajās fāzēs. Apraksta kustības rakstura un spēku daudzveidību. Apraksta enerģijas ieguves daudzveidību dabā un tehnikā. Apraksta mehānisko kustību, sadursmes, termodinamiskos procesus gāzēs, fotoelektrisko efektu, izmantojot matemātiskos vienādojumus. Analizē mehānikas, siltuma un elektromagnētisma procesus no enerģētiskā viedokļa. pilnveidot pētnieciskās darbības, komunikatīvās darbības un sadarbības prasmes fizikā: risinot problēmas, veicot pētījumus vai eksperimentus, analizējot un izvērtējot iegūto informāciju. Pētāmā problēmas izvirzīšana un
	Zinātniskās izziņas prasme			

				darba plānošana. Lieto informācijas tehnoloģijas (IT), lai pārbaudītu hipotēzi par funkcionālo sakarību starp fizikāliem lielumiem.
Attieksmes	Pārdzīvojums	SITUATĪVA ATTIEKSME	PARADUMU ATTIEKSME	PAŠREGULĒTA ATTIEKSME
	Reflektēšana	Pārdzīvo mācību darbības vidē sociālās sekas – uzslavu, prieku par sasniegto, iegūto vērtējumu, prieku par pārvarētām grūtībām, bailēm. Iegūtā pieredze atspoguļojas emocionālos pārdzīvojumos. Apzinās tehnoloģiju attīstības fizikā ietekmi uz indivīda dzīves kvalitāti. Izprot vajadzību saprātīgi izmantot enerģijas resursus un attiecīgi rīkojas.	Pārdzīvo intelektuālās darbības sasniegumus. Negatīvās emocijas ir pamatā darbam, lai novērst neveiksmju cēloņus. Saskata praktisko un intelektuālo pasākumu nozīmi savā izaugsmē un tos pozitīvi pārdzīvo. Raksturīgas pārdomas par savu mācību darbību, savu emocionālo reakciju apzināšana. Pilnveido izpratni par fizikas kā dabaszinātņu nozares un tehnoloģiju nozīmi indivīda un sabiedrības attīstībā, kā arī veicina līdzdalību sabiedrības ilgtspējīgā attīstībā. Izvērtē tehnoloģiju izmantošanas pieredzi fizikā, ietekmi uz sabiedrību un nākotnes perspektīvas. Analizē dažādu faktoru (sociālo, ekonomisko, vides) ietekmi uz fizikā pamatotu tehnoloģiju attīstību. Analizē savu rīcību sadzīves situācijās, izmantojot fizikas zināšanas.	Pārdzīvo paškontroles un pašanalīzes rezultātus, intelektuālo spēju paplašināšanos, patstāvīgas izziņas darbības rezultātus, prasmju attīstību zināšanu praktiskam pielietojumam. Raksturīga pašizziņa, kas izpaužas savas rīcības un zināšanu kritiskā analizē, pārdomās par zināšanu nozīmi un robežām. Pilnveido izpratni par fizikālās pasaules daudzveidību un vienotību, uzbūvi, procesiem un likumsakarībām dabas un tehnikas vidē. Izprot fizikas zināšanu un prasmju nozīmi ikdienas dzīvē, tālākizglītībā un turpmākajā profesionālajā darbībā. Novērtē fizikas zināšanu nozīmi vides saglabāšanā un tās kvalitātes uzlabošanā

Tādējādi fizikas mācīšanos var uzlūkot kā skolēna aktīvu mērķtiecīgu darbību savas pieredzes aktivizēšanai un tālākai bagātināšanai sistēmiski organizētā vidē, ar izpratni apgūstot zināšanas, tās pielietojot daudzveidīgās situācijās sociālā un funkcionālā kontekstā un aktualizējot pārdzīvojumus un motīvus, paužot pieredzes atspoguļojumu, kas balstās uz aktuālām mūsdienu vajadzībām.

Lai pārbaudītu autora izveidoto skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktisko modeli fizikas apguvei, tika izvirzīti dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības kritēriji - zināšanas, prasmes, attieksmes. Zināšanām ir raksturīgs sistēmiskums, sakārtotība, izmantojamība un dinamiskums, kas ļauj saskatīt dabas un tehnikas mijiedarbības aspektus, jābūt attīstītām prasmēm risināt ne tikai pamata mācību problēmas, bet arī zināšanas un prasmes pārnest jaunu sakarību atklāšanai un tehnoloģisku problēmu risināšanai, attieksmēm raksturīga pašizziņa, kas izpaužas savas rīcības un zināšanu kritiskā analizē, pārdomās par zināšanu nozīmi un robežām.

3. SKOLĒNU ZINĀŠANAS PAR DABU INTEGRĒJOŠA DIDAKTISKĀ MODEĻA FIZIKAS APGUEVI EFEKTIVITĀTES ANALĪZE

3.1. Pētījuma programmas raksturojums

Pētījuma aktualitāti nosaka atšķirība fizikas priekšstatos par materiālās pasaules vienotību, dabas parādību savstarpējo saistību, to izpratni, bionikas elementu izmantošanu fizikas mācību procesā, pamatojoties uz dzīvās un nedzīvās dabas sakarībām un piedāvāto saturu vidusskolas fizikas kursā.

Atbilstoši promocijas darba mērķim un izvirzītajiem uzdevumiem - izstrādāt skolēnu zināšanas par dabu integrējoša fizikas apguves didaktisko modeli ar bionikas elementiem, izstrādāt kritērijus didaktiskā modeļa efektivitātes pārbaudei un veikt izstrādātā fizikas apguves didaktiskā modeļa aprobāciju un efektivitātes izvērtējumu, tika secīgi veikts jauktu metožu pētījums.

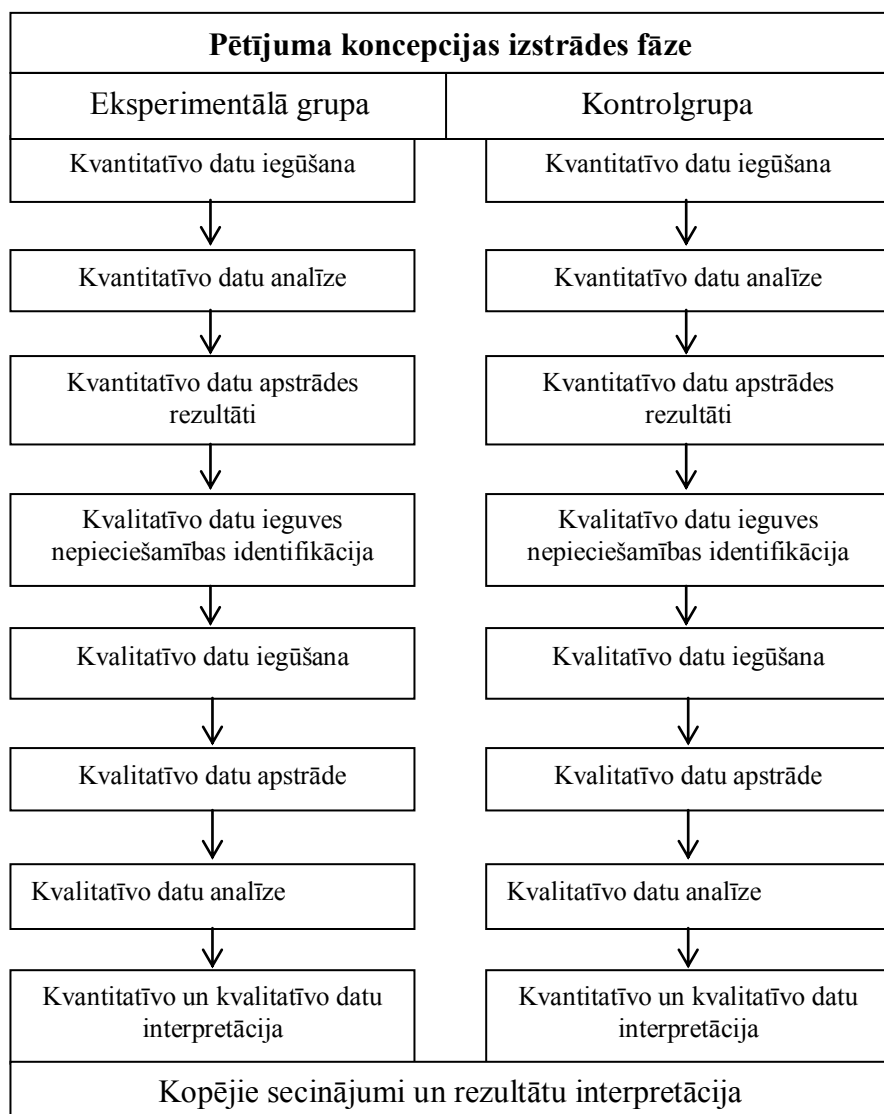
Pētījums ietver teoriju izpēti par pētījuma priekšmetu un fizikas mācību procesa īstenošanas pedagoģiski psiholoģiskajiem aspektiem, par mācību satura attīstību konstruktīvā, uz kontekstiem balstītā pedagoģiskajā procesā, skolēnu zināšanas par dabu integrējoša fizikas apguves didaktiskā modeļa izveidi. Pēc pētījuma veida tas ir darbības pētījums (action research). To raksturo:

- uz kopienu orientēta pētījuma forma (*Stringer, 1996*),
- konkrētas problēmas risinājums konkrētā kontekstā – konkrētos apstākļos esošās prakses analīze un attīstāmo elementu noteikšana (*Geske@Grīnfelds, 2001, Waters-Adams, 2006*);
- situācijas novērtēšana un darbības korekcija, kam seko prakses pilnveidošana un inovācija, mazinot plaisu starp teoriju un praksi (*Geske@Grīnfelds, 2006, Waters - Adams, 2006*);
- ieguldījums gan teorijā, gan praksē (*Geske@Grīnfelds, 2006; Eliot, 1991*)
- pieejamība citiem pedagogiem (*Eliot, 1991*).

Lai nodrošinātu pētījuma ticamību un validitāti, attīstības dinamika tika aplūkota no dažādām perspektīvām, izmantojot triangulāciju – rezultāti tika iegūti dažādos veidos un savstarpēji salīdzināti.

Pētījums tika organizēts balstoties uz secīgu jauktu metožu pētījuma dizainu (3.1.1. attēls). Pētījuma dizains pamatojoties uz secīgu jauktu metožu pētījumu (*Teddle & Tashakkori, 2006*), kur sākotnēji tika izstrādāta pētījuma koncepcija, pētījums tika veikts eksperimentālajā un kontrolgrupā.

Sākotnēji tika veikts kvantitatīvais pētījums – vidusskolēnu un fizikas skolotāju aptauja (6., 7., 8. pielikums), tad eksperimentālo skolēnu grupu mācībās tika pielietots autora izveidotais modelis (2.2.1.attēls), vidusskolēniem piedāvāja ar bionikas elementiem papildinātu fizikas saturu (1., 9., 10.pielikums), pēc tam tika veikta gan eksperimentālās, gan kontrolgrupas skolēnu mācību sasniegumu rezultātu analīze, kā arī kvalitatīvais pētījums - vidusskolēnu un fizikas skolotāju, kas piedalījās pedagoģiskajā eksperimentā, atbildes uz atvērtajiem jautājumiem intervijā.



3.1.1. attēls. Pētījuma dizains pamatojoties uz secīgu jauktu metožu pētījumu (Teddlie & Tashakkori, 2006)

Pētījumu rezultātus un izveidoto skolēnu zināšanas par dabu integrējoša fizikas apguves didaktisko modeli ar bionikas elementiem var izmantot vidusskolas mācību procesā.

Pētījuma organizācija notika hronoloģiskā secībā vairākos posmos (3.1.1.tabula)

Pētījuma posmi

1.posms 2008. – 2009. g.	
Pirmsdoktorantūras posms	Pētījuma sagatavošanas posms. Analizēta esošā situācija, izstrādātas idejas pētījuma veikšanai
2. posms 2009. – 2010 g.	
Teorētiskās studijas	Izstrādāts pētījuma mērķis, objekts, priekšmets, uzdevumi, izvirzīta hipotēze. Analizēta teorētiskā literatūra par fizikas mācību procesu, mācību saturu, didaktiskās rekonstrukcijas teoriju, konstruktīvisma teoriju, neirokognitīvo mācīšanās teoriju un konstruktīvisma zinātnes filozofiju, neirovizualizācijas metodēm, kontekstu, bionikas elementu izmantošanas iespējām vidusskolas fizikas mācību procesā.
3. posms 2010. – 2011. g.	
Modeļa izveide, pilnveide un aprobācija	Sistematizētas iegūtās teorētiskās zināšanas, precizēts darba objekts, priekšmets. Izstrādāts didaktiskais modelis „Skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis”. Izpētīta ārzemju pieredze un mācību materiāli bionikā un veikta to pielāgošana Latvijas apstākļiem. Izstrādāti un pārbaudīti didaktiskā modeļa pārbaudes kritēriji. Veikta skolēnu, skolotāju anketēšana.
4. posms 2011. – 2013. g.	
Modeļa pārbaude, pētījuma rezultātu apkopojums, analīze, interpretācija.	Precizēts promocijas darba nosaukums. Veikts pedagoģiskais eksperiments pielietojot izstrādāto didaktisko modeli, izmantojot bionikas elementus vidusskolas fizikas mācību procesā. Veikta atkārtota skolēnu anketēšana, skolēnu un skolotāju intervēšana eksperimenta beigās, veikta iegūto datu analīze un interpretācija, izdarīti secinājumi, izstrādāti ieteikumi fizikas skolotājiem, izvirzītas tēzes aizstāvēšanai.

Praktiskā pētījuma norise. Praktiskais pētījums norisinājās divos posmos. Vispirms tika veikta skolēnu zināšanas par dabu integrējoša fizikas apguves didaktiskā modeļa sākotnējās koncepcijas pārbaude (2011. gads), kuras laikā noskaidrojās nepieciešamie uzlabojumi: precizēt kritērijus un rādītājus un paplašināt modeļa aprakstu. Pēc tam tika pētīta literatūra un pilnveidota pedagoģiskā

profesionalitāte lai precizētu kritērijus un rādītājus, kā arī izstrādātu citiem pedagogiem saprotamu didaktiskā modeļa aprakstu. Sadarbībā ar pedagogiem, tika sagatavots atbilstošs mācību saturs vidusskolas fizikas kursā ar iekļautajiem bionikas elementiem, kā arī tā īstenošanas plāns. Otrajā posmā tika organizēta praktiskā darbība, pētījums un veikti mērījumi. Pētījumā tika izmantotas:

- Teorētiskās analīzes metode - pedagoģiskās, psiholoģiskās filozofiskās u.c. zinātniskās literatūras un izglītības dokumentācijas analīze;
- Kvantitatīvās pētniecības metodes – aptauja, skolēnu pārbaudes darba rezultātu analīze, skolotāju novērojumi;
- Kvalitatīvās pētniecības metodes – skolēnu un skolotāju intervija;
- Teorētiskās analīzes un modelēšanas metode

Pētījuma datu avoti. Skolotāju anketēšanas rezultāti, skolēnu anketēšanas rezultāti, skolēnu pārbaudes darba rezultāti, aprobācijā iesaistīto skolotāju novērojumi, balstoties uz pedagoģiskā eksperimenta laikā novēroto eksperimentālās grupas skolēnu darbu.

Lai pārbaudītu skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskā modeļa efektivitāti, tika izstrādāti kritēriji, modelis tika piedāvāts eksperimentālajai grupai un tika salīdzināti kontrolgrupas un eksperimentālās grupas skolēnu pārbaudes darba rezultāti, skolotāju novērojumi un interviju atbildes (3.1.2.attēls).



3.1.2. attēls. Skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskā modeļa efektivitātes pārbaudes process (*autora konstrukcija*).

Praktiskā pētījuma galvenie uzdevumi:

Noskaidrot skolēnu un skolotāju informētību par bioniku un dabas procesu pārnesei tehnikā.

Pārbaudīt, kā skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskā modeļa izmantošana mācību procesā ietekmē vidusskolas fizikas satura apguvi.

Novērtēt skolēnu apgūto zināšanu, prasmi līmeni fizikā pedagoģiskā eksperimenta beigās.

Noskaidrot, kā mainījies skolēnu attieksme pret fiziku pēc pedagoģiskā eksperimenta.

Analizējot skolēnu apguves līmeni, uzmanība tika pievērsta šādiem aspektiem:

1. Skolēnu iegūtās zināšanas, jēdzienu, teoriju, likumu izpratne, kā arī izpratne par dabas un tehnikas mijiedarbību.
2. Zināšanu izmantošanas prasmes, zinātniskās izziņas prasmes.
3. Zināšanu un rīcību analīze, attieksmes (3.1.2. tabula).

3.1.2. tabula

Skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskā modeļa ar bionikas elementiem kritēriju efektivitātes pārbaudes rādītāji un rādītājiem atbilstošie anketu jautājumi

Fizikas apguves didaktiskā modeļa ar bionikas elementiem kritēriji	Rādītāji	Līmeņu raksturojums	Kritēriju rādītājiem atbilstošie anketas jautājumi, apgalvojumi
Zināšanas	Jēdzienu, likumu, teoriju izpratne	<i>Zems līmenis - REPRODUKTĪVAS ZINĀŠANAS</i> Izpratnes aspektus raksturojošās prasmes izpaužas epizodiski, reizēm pozitīvs rezultāts. Zināšanas reproducē, balstās uz atmiņu, reproduktīvo domāšanas līmeni. Raksturīga lasīšana vai klausīšanās un tai sekojoša teksta atstāstīšana.	<p>Esmu bieži dzirdējis jēdzienu „Bionika”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es varu nosaukt vairākus piemērus, kur dabas sistēmu principi ir pārnesti uz tehniskām konstrukcijām • Bionikas elementu izmantošana fizikas mācību procesā veicina integrētu zināšanu par dabu attīstību. <p>Ko Tu vari teikt par jēdzienu, likumu, teoriju izpratni fizikā</p> <ul style="list-style-type: none"> • Varu atcerēties likumus, formulas, sakarības • Izprotu sakarības, likumus, formulas, protu izmantot uzdevumu risināšanā • Izprotu sakarības, likumus, formulas teorijas, varu paskaidrot citiem <p>Ko Tu vari teikt par dabas un tehnikas mijiedarbību?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Varu nosaukt piemērus par dabas un tehnikas mijiedarbību Varu izskaidrot
	Dabas un tehnikas mijiedarbības izpratne	<i>Vidējs līmenis - INTERPRETĒJOŠAS ZINĀŠANAS</i> Izpratnes aspektus raksturojošās prasmes attīstītas pietiekami, tās tiek uzrādītas ar daļēji pozitīviem rezultātiem. Spēj analizēt situācijas, izskaidrot parādību un procesu būtību, to attīstības gaitu. Konstatējama atsevišķu sīkāku jautājumu nepietiekama izpratne, tomēr pastāv tendence virzīties uz dziļāku izpratni.	
		<i>Augsts līmenis - PRODUKTĪVAS ZINĀŠANAS</i> Zināšanas apgūtas, prasmes attīstītas atbilstoši vidusskolas fizikas	

		standarta prasībām. Izpratnes aspektus raksturojošās prasmes uzrāda regulāri, tās ir noturīgas. Zināšanām ir raksturīgs sistēmiskums, sakārtotība, izmantojamība un dinamiskums, kas ļauj saskatīt dabas un tehnikas mijiedarbības aspektus	dabas un tehnikas mijiedarbības piemērus <ul style="list-style-type: none"> Man ir priekšstats par to, kā zināšanas par dabas un tehnikas mijiedarbību izmantot praksē
Prasmes	Zināšanu izmantošanas prasme	<i>Zems līmenis - REPRODUCĒJOŠĀ DARBĪBA</i> Skolēns prot izpildīt mācību uzdevumus pēc parauga, bet pilnībā neizprot to būtību. Raksturīga darbību vērošana un tai sekojoša atdarināšana.	<ul style="list-style-type: none"> Es protu pielietot fizikas zināšanas dabas sistēmu analīzei un principu pārņemšanai uz tehniskām konstrukcijām Skolēni prot saskatīt saikni starp dabā notiekošajiem procesiem un fizikas mācībās aplūkotajām likumībām. Skolēni prot pielietot fizikas zināšanas dabas sistēmu analīzei un principu pārņemšanai uz tehniskām konstrukcijām. Bionikas elementus (bioloģisku sistēmu principu pārņemšana uz tehniskiem risinājumiem) izmantoju fizikas mācību procesā. <p>Kā Tu pielieto savas prasmes praktiskajā darbībā?</p> <ul style="list-style-type: none"> Varu izpildīt skolā uzdotos laboratorijas un praktiskos darbus; Varu izskaidrot un pamatot laboratorijas vai praktiskajos darbos iegūtos rezultātus; Es varētu izstrādāt pētniecisku darbu <p>Vai fizikā apgūto tavuprāt var praktiski pielietot?</p> <ul style="list-style-type: none"> Neredzu praktisku pielietojumu fizikā mācītajam; Dažām tēmām redzu pielietojumu, dažām nē; Saprotu, kur ikdienā tiek pielietots fizikā apgūtais <p>Kā Tu pielieto savas zināšanas?</p> <ul style="list-style-type: none"> Varu atrisināt vienkāršākos uzdevumus; Varu atrisināt paaugstinātas grūtības pakāpes uzdevumus; Iegūtās zināšanas varu izmantot dažādās tēmās, citos mācību priekšmetos, sadzīvē.
	Zinātniskās izziņas prasme	<i>Vidējs līmenis - INTERPRETĒJOŠĀ DARBĪBA</i> <i>Zināšanas prot izmantot pēc parauga, līdzīgās situācijās. Prot risināt tipveida un kombinētus mācību uzdevumus. Raksturīga darbība ar informāciju, to interpretējot, veidojot shēmas, modeļus un pielietojot standartsituācijās</i>	
		<i>Augsts līmenis - PRODUKTĪVA DARBĪBA</i> Zināšanas prot izmantot patstāvīgi radošās nepazīstamās situācijās. Attīstīta loģiska domāšana, patstāvīgi spriedumi, oriģinālas pieejas. Spēj risināt ne tikai pamata mācību problēmas, bet arī zināšanas un prasmes pārnest jaunu sakarību atklāšanai un tehnoloģisku problēmu risināšanai.	
Attieksmes	Pārdzīvoju ms	<i>Zems līmenis - SITUATĪVA ATTIEKSME</i> Pārdzīvo mācību darbības vidē sociālās sekas – uzslavu, prieku par	Fizikas mācīšanos vidusskolā varētu padarīt interesantāku, ja mācību procesā izmantotu... Kas varētu pozitīvi ietekmēt Tavu

		<p>sasniegto, iegūto vērtējumu, prieku par pārvarētām grūtībām, bailēm. Iegūtā pieredze atspoguļojas emocionālos pārdzīvojumos.</p>	<p>attieksmi pret fizikas mācīšanos skolā? Kāda ir Tava attieksme pret fizikas mācīšanos skolā?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fizika sarežģī dzīvi un man tas nav vajadzīgs; • Mani Tas būtiski neietekmē; • Fizikas mācību priekšmets ir interesants un vajadzīgs.
	Reflektēšana	<p><i>Vidējs līmenis - PARADUMU ATTIEKSME</i></p> <p><i>Pārdzīvo intelektuālās darbības sasniegumus. Negatīvās emocijas ir pamatā darbam, lai novērst neveiksmju cēloņus. Saskata praktisko un intelektuālo pasākumu nozīmi savā izaugsmē un tos pozitīvi pārdzīvo. Raksturīgas pārdomas par savu mācību darbību, savu emocionālo reakciju apzināšana.</i></p>	
		<p><i>Augsts līmenis - PAŠREGULĒTA ATTIEKSME</i></p> <p><i>Pārdzīvo paškontroles un pašanalīzes rezultātus, intelektuālo spēju paplašināšanos, patstāvīgas izziņas darbības rezultātus, prasmju attīstību zināšanu praktiskam pielietojumam. Raksturīga pašizziņa, kas izpaužas savas rīcības un zināšanu kritiskā analīzē, pārdomās par zināšanu nozīmi un robežām.</i></p>	

Praktiskā pētījuma otrā daļa.

Pedagoģiskais eksperiments norisinājās divās vidusskolās. (A vidusskola, B vidusskola). Skolas tika izvēlētas ņemot vērā līdzvērtīgu skolēnu skaitu, ģeogrāfisko izvietojumu, skolēnu zināšanu un prasmju līmeni fizikas mācību priekšmetā, fizikas skolotāju ieinteresētību un atsaucību pētījuma veikšanā.

Pētījuma sākumā tika veikta skolēnu (6.pielikums) un fizikas skolotāju (7.pielikums) anketēšana, lai konstatētu ko skolēni zina par bioniku, vidusskolas fizikas mācību kursā apskatīto piemēru saistību ar bioniku (diagnostika). Sākotnēji tika aptaujāti 93 respondenti - vidusskolēni no A un B vidusskolas un 24 fizikas skolotāji no dažādiem Latvijas reģioniem.

A un B vidusskolu fizikas skolotājiem tika piedāvāts aprobēt skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktisko modeli fizikas apguvei, tematiskais plāns (1.5.2.1 . tabula) bionikas integrētai iekļaušanai vidusskolas fizikas kursā. No mācību materiāliem tika piedāvāti laboratorijas darbi (piemērs -9.pielikums), ārpusstundu nodarbību materiāli (piemērs – 10.pielikums), bionikas piemēri (1. pielikums). Pedagoģiskajā eksperimentā skolēni tika sadalīti katrā skolā divās grupās– grupa, kurā fizikas mācību procesā nekas netika mainīts (kontrolgrupa) un grupa, kurā fizikas mācību procesā tika aprobēts skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis

(eksperimentālā grupa) (3.1.3. tabula). Visas grupas apgūst fiziku pēc vienādas fizikas mācību programmas ar vienādu stundu skaitu nedēļā. Pedagoģiskā eksperimenta laikā eksperimentālās grupas skolēni tika novēroti un novērojumi piefiksēti tabulā (11. pielikums), skolēniem tika piedāvātas pašvērtējuma darba lapas (12.pielikums), ko aizpildīja pēc laboratorijas, pētnieciskajiem darbiem, pārbaudes darba.

Pēc piedāvātā modeļa aprobācijas mācību procesā, skolēni pildīja pārbaudes darbu (13. pielikums), notika skolēnu (14. pielikums), skolotāju intervēšana. (15.pielikums).

3.1.3. tabula

Respondentu skaits eksperimenta sākumā un beigās eksperimentālajā un kontrolgrupās

	Eksperimentālā grupa	Kontrolgrupa	Kopā
Sākumā	48	49	97
Beigās	48	48	96

Pedagoģiskā eksperimenta beigās viens skolēns no kontrolgrupas neveica pārbaudes darbu un nepiedalījās intervijā, jo bija saslimis. Pedagoģiskā eksperimenta laikā skolēnu skaits gan eksperimentālajā, gan kontrolgrupā bija vienāds un sākotnējās zināšanas par bioniku abām grupām bija līdzvērtīgas.

Pēc pedagoģiskā eksperimenta tika apkopoti un analizēti pārbaudes darba rezultāti, izdarīti secinājumi un izstrādāti ieteikumi fizikas skolotājiem.

3.2.Pētījuma rezultāti un to analīze

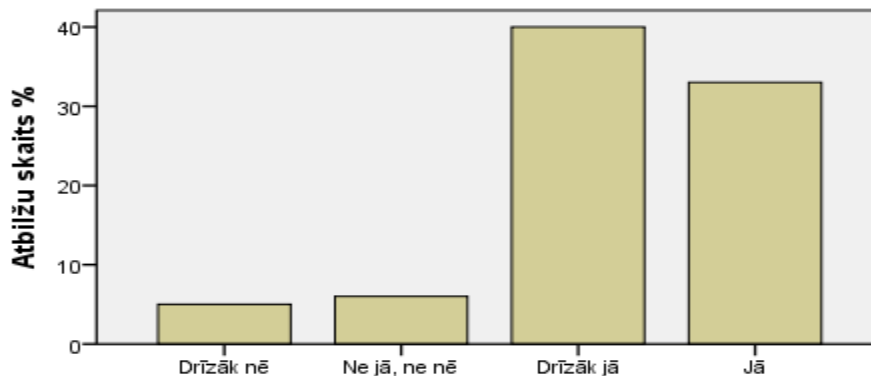
Pētījuma laikā iegūto datu apstrādei un analīzei SPSS vidē tika izmantotas šādas metodes:

- **Frīdmana tests** („*K related Samples...*”; *Friedman*), kas ir neparametriska metode vairāk kā divu atkarīgu izlašu salīdzināšanai.
- **Manna – Vitnija U – tests** (*Mann – Whitney U*), kas ir neparametriska metode divu neatkarīgu izlašu salīdzināšanai un atšķirību noteikšanai pētāmo pazīmju līmenī. **Kruskal – Walisa H – tests** („*K Independent Samples...*”; *Kruskal – Walis H*), kas ir Manna – Vitnija U – testa modifikācija un derīga kā neparametriskā metode vairāk kā divu neatkarīgu izlašu salīdzināšanai un atšķirību noteikšanai pētāmās pazīmes līmenī. **Kendella**

korelācija (*Kendall's tau - b*), kas ir neparametriska metode sakarību noteikšanai, ja mainīgais lielums satur vienādas rangu nozīmes jeb tā saucamos saistītos rangus (*tied ranks*).

- **Vilkoksona Tests (W)** – izmantots pētāmās pazīmes salīdzināšanai 2 mērījumos, kas veikti vienai un tai pašai izlasei. Lai analizētu attīstības dinamiku, tika salīdzināti eksperimenta sākumā iegūtie rezultāti ar eksperimenta beigās iegūtajiem rezultātiem.

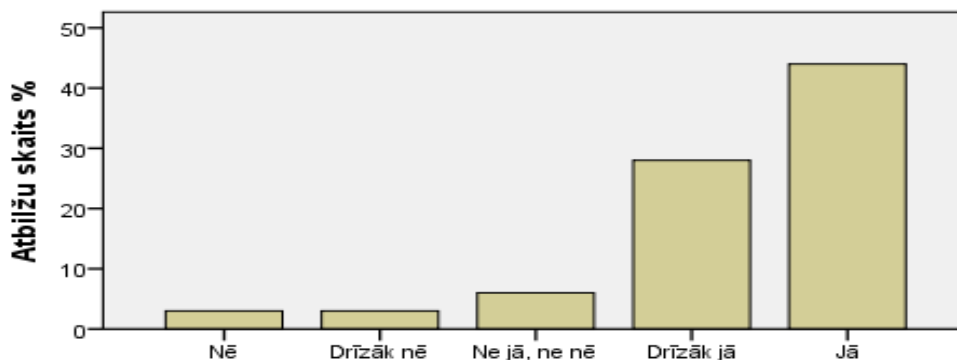
Pirms skolēnu zināšanas par dabu integrējošā fizikas apguves didaktiskā modeļa aprobācijas, tika veikta skolēnu anketēšana (6. pielikums). Autors noskaidroja, ka skolēni saskata saikni starp dabā notiekošajiem procesiem un tehnoloģiju attīstību (3.2.1. attēls), kaut arī fizikas kursā netiek pieminēts, ka daudzu tehnoloģisku risinājumu pamatā ir dabas procesi.



3.2.1. attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu par dabā vērojamo procesu un tehnoloģiju saistību.

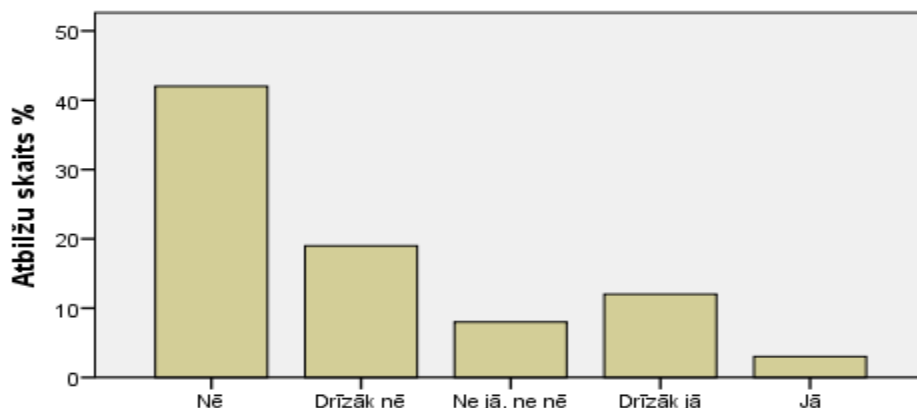
Lielākajai daļai skolēnu fizika saistās ar tehniku un tās darbības procesus izpēti, tāpēc daudzi skolēni uzsvēra, ka dabā notiekošajiem procesiem ir saistība ar tehnoloģijām.

Skolēni (86% respondentu) labprāt fizikas mācību saturā vēlētos vairāk piemērus no dabas un fizikas likumu skaidrojumu pamatojoties uz dabas likumiem (3.2.2. attēls). Trīs respondenti atbildēja – nē, trīs respondenti atbildēja – drīzāk nē, ko varētu skaidrot ar viņu subjektīvo viedokli un attieksmi pret fizikas mācīšanos vispār.



3.2.2. attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu par fizikas apguvi.

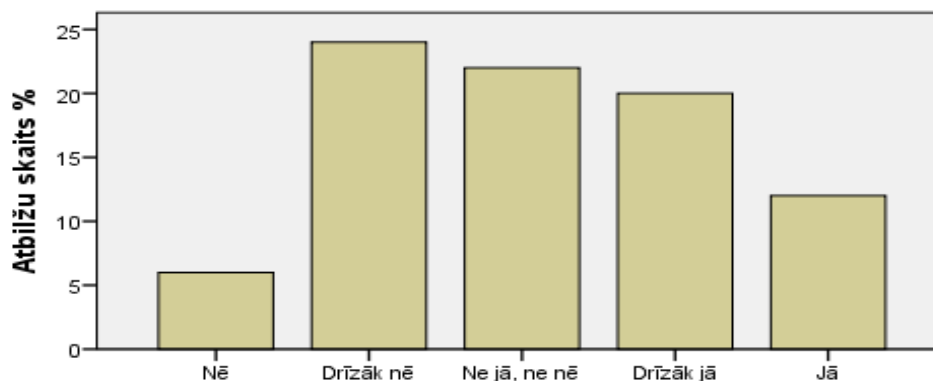
Jēdziens „bionika” reti tiek lietots ikdienā un mācību saturā nav akcentēts, tāpēc likumsakarīgi, ka 81%, jeb 70 respondenti nav saskārušies ar šo jēdzienu. (3.2.3.attēls). Daži respondenti saprata, ka jēdzienam „bionika” ir saistība ar dabas procesiem un daži respondenti bija saskārušies ar šo jēdzienu literatūrā. Bionikas elementu apguvi vajadzētu iekļaut vidusskolas mācību saturā, jo tai ir saistība gan ar fiziku, gan bioloģiju.



3.2.3. attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu par jēdzienu "bionika".

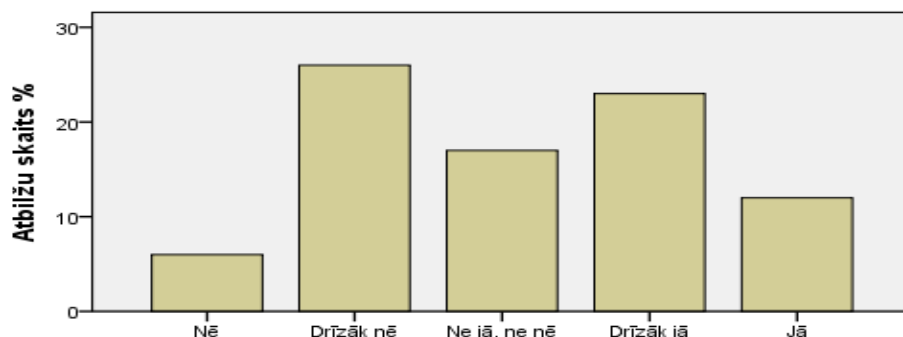
Fizikas mācību satura apguve parasti sagādā diezgan lielas grūtības skolēniem un to vieglāk ir apgūt, ja ir zināms, kā šīs zināšanas un likumsakarības var pielietot sadzīvē un ikdienā, tāpēc fizikas kursā būtu nepieciešams vairāk piemēru no dabas, dabā un sadzīvē notiekošajiem procesiem, kam piekrīt 64 respondenti.

Neskatoties uz ierobežotajām zināšanām par bioniku, 39% respondentu (3.2.4.attēls) ir saskārušies un var nosaukt piemērus, kuros dabas sistēmu principi ir pārnesti uz tehniskām konstrukcijām, ko var skaidrot ar to, ka skolēniem ir interese par fiziku un dabaszinātnēm un viņi seko līdzī novitātēm un atklājumiem.



3.2.4. attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu par dabas principu pārnesi un tehniskām konstrukcijām.

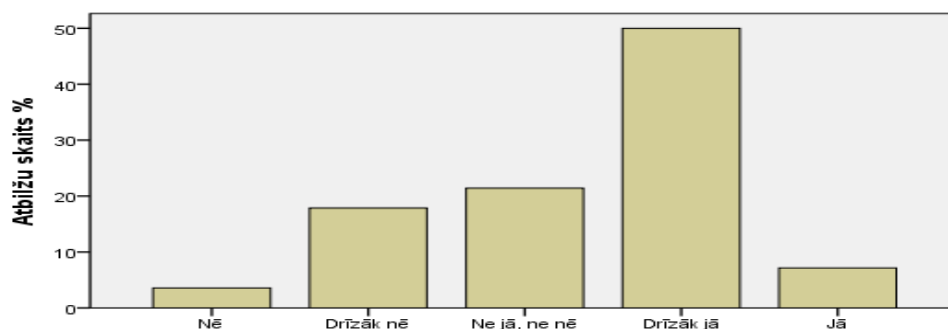
Skolēni var nosaukt piemērus, bet pielietot esošās fizikas zināšanas un prasmes dabas sistēmu analīzei vai dabas sistēmu principus izmantot tehniskām konstrukcijām spēj 44% respondenti (3.2.5.attēls). Skolēniem varētu piedāvāt laboratorijas darbus, kuros jāizpēta, jāsaskata un dabas likumsakarības un to pielietojums teknikā, sadzīvē.



3.2.5. attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu par fizikas zināšanu pielietošanu dabas sistēmu analīzei.

Fizikas mācību priekšmeta apguve ir saistīta ar lielu faktu daudzumu, uzdevumu risināšanu, kur ir nepieciešamas zināšanas un loģiskā domāšana, vairākumam respondentu fizikas mācību satura apguve sagādā grūtības, tāpēc fizikas mācību priekšmeta saturā nepieciešamas izmaiņas – skolēniem ir vairāk jāpiedāvā praktiskas atziņas, jādod iespēja vairāk pašiem praktiski darboties un pētīt. Vairāk kā puse respondentu apgalvo, ka fizikas zināšanas noderēs turpmākajā dzīvē. Tā kā mūsdienās strauji attīstās tehnoloģijas un praktiski jebkurā profesijā ir nepieciešamas tehnoloģiju zināšanas, kā arī darba tirgū pieprasītas tehniska un tehnoloģiska rakstura profesijas, tad tas ir likumsakarīgi, ka skolēni atzīst fizikas zināšanu nepieciešamību.

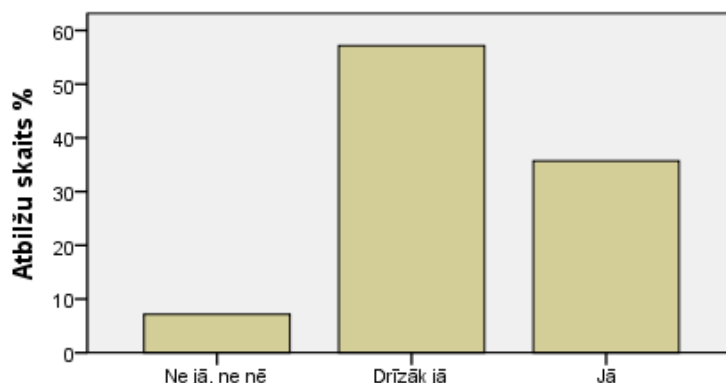
Fizikas skolotāju aizpildītajās anketās (7. pielikums) par bionikas izmantošanu fizikas mācību stundās (3.2.6.attēls) ir redzams, ka pārliecinošas atbildes par bionikas elementu izmantošanu ir tikai 5% gadījumu, pārējās atbildes nav pārliecinošas (47%), kas norāda uz to, ka bioniku neizmanto vidusskolas fizikas mācību satura mācīšanā.



3.2.6. attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu par bionikas elementu izmantošanu fizikas mācību procesā.

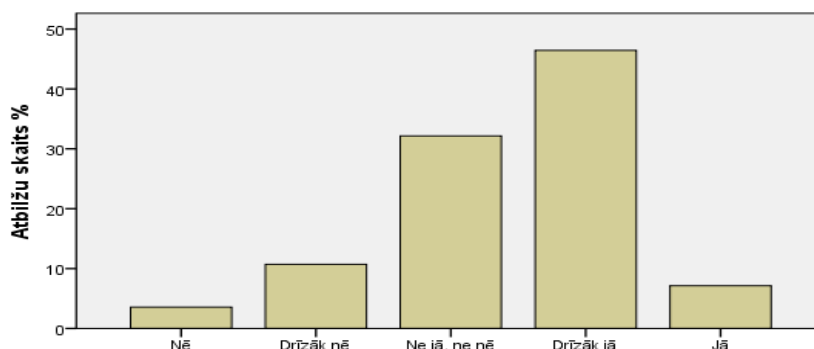
Fizikas mācību procesā tiek izmantoti piemēri, kas ir saistīti ar procesiem sadzīvē, tehnikā un dabā, bet nav pārliecinošas informācijas tieši par bionikas izmantošanu.

Pēc 3.2.7.attēlā attēlotajiem rezultātiem var secināt, ka fizikas mācību satura pamatidejas tiek saistītas ar dabas sistēmām un tehniskiem risinājumiem, jo 94% no respondentiem snieguši apstiprinošu atbildi, kas liecina par pozitīvām izmaiņām fizikas mācību saturā.



3.2.7.attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu par fizikas teorijas saistību ar dabas sistēmām un tehniskiem risinājumiem.

Pēc skolotāju domām (3.2.8.attēls), skolēni pārsvarā prot pielietot fizikas zināšanas dabas sistēmu analīzei un principu pārņemšanai uz tehniskām konstrukcijām. Tas skaidrojams ar to, ka fizikas skolotāji lielu nozīmi pievērš pētnieciskajai darbībai. Skolēniem patīk pētīt, izdarīt secinājumus, pielietot iepriekš apgūtās zināšanas, pieredzi, bet skolēni to nesaista ar dabas sistēmu pārņemšanu uz tehniskām konstrukcijām, tāpēc skolēnu atbildes atšķiras no skolotāju viedokļiem. Skolotāji, mācot fiziku, min piemērus no dabas un to pielietojumus tehniskās iekārtās, kaut arī tas nav minēts mācību grāmatās.



3.2.8.attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu par fizikas zināšanu pielietošanu dabas sistēmu analīzei un principu pārņemšanai uz tehniskām konstrukcijām.

No anketu rezultātiem var secināt, ka bionikas elementi netiek plaši izmantoti vidusskolas fizikas mācību saturā, kas ietekmē arī zināšanas un prasmes izmantot dabā norītošos procesus un likumsakarības to pārņemšanai uz tehniskām konstrukcijām, kā arī izpratni par fizikālajiem procesiem.

Skolēnu zināšanas par dabu integrējošā fizikas apguves didaktiskā modeļa efektivitātes pārbaudei tika organizēta pedagoģiskajā eksperimentā iesaistīto skolēnu anketēšana (8.pielikums).

Iegūtie anketēšanas dati ir apstrādāti ar SPSS 19 programmu un ir noteikta Pīrsona korelācija atbildēm uz jautājumiem (16. pielikums).

Korelācija parāda, ka tie skolēni, kas ieinteresēti fizikas apgūvē, saista to ar dabas un tehnoloģiju piemēriem, tai skaitā arī ar bioniku. Turpretī mazāk motivētie skolēni nav īpaši iedziļinājušies fizikas mācību procesā, nepiešķirot būtisku lomu savā izglītībā. Lai motivētu apgūt fiziku, līdz ar to iegūt plašākas, lietojamākas un noderīgākas zināšanas, prasmes varētu paaugstināt tieši palielinot bionikas elementu īpatsvaru vidusskolas fizikas mācību saturā.

Tā kā empīriskais sadalījums neatbilst normālajam sadalījumam, jo tika apstrādāti ne paši mērījumi, bet to rangi (izvietojums grupā), tika izmantotas neparametriskās statistikas (*nonparametris statistics*) metodes.

Grupu sagatavotības līmeņa salīdzināšanai tika izmantots Kruskal-Wallis Test.

Tabulā 3.2.1. ir parādīti jautājumi, balstoties uz kuru atbildēm tika veikts izvērtējums, kā arī rezultāti. Katrā skolā ir eksperimentālā un kontrolgrupa. Izmantoti šādi apzīmējumi: Eksperiment.1sk – eksperimentālā grupa A. vidusskolā, Kontrol. 1vsk – kontrolgrupa A. vidusskolā, Eksperiment.2vsk – eksperimentālā grupa B. vidusskolā, Kontrol. 2v 2vsk – kontrolgrupa B. vidusskolā (tabula 3.2.1.).

Kruskal-Wallis tests pedagoģiskā eksperimenta sākumā visām grupām

Jautājums	Respondents	N	Mean Rank
Ko Tu vari teikt par jēdzienu, likumu, teoriju izpratni fizikā	Eksperiment. 1sk	25	48,36
	Kontrol. 1vsk	24	48,04
	Eksperiment. 2vsk	23	51,39
	Kontrol. 2v 2vsk	25	48,36
	Total	97	
Ko Tu vari teikt par dabas un tehnikas mijiedarbību?	Eksperiment. 1sk	25	49,64
	Kontrol. 1vsk	24	46,42
	Eksperiment. 2vsk	23	50,30
	Kontrol. 2v 2vsk	25	49,64
	Total	97	
Kā Tu pielieto savas zināšanas?	Eksperiment. 1sk	25	48,12
	Kontrol. 1vsk	24	49,00
	Eksperiment. 2vsk	23	50,91
	Kontrol. 2v 2vsk	25	48,12
	Total	97	
Kā Tu pielieto savas prasmes praktiskajā darbībā?	Eksperiment. 1sk	25	47,90
	Kontrol. 1vsk	24	49,69
	Eksperiment. 2vsk	23	50,67
	Kontrol. 2v 2vsk	25	47,90
	Total	97	
Kāda ir Tava attieksme pret fizikas mācīšanos skolā?	Eksperiment. 1sk	25	49,64
	Kontrol. 1vsk	24	46,42
	Eksperiment. 2vsk	23	50,30
	Kontrol. 2v 2vsk	25	49,64
	Total	97	
Vai fizikā apgūto tavuprāt var praktiski pielietot?	Eksperiment. 1sk	25	48,68
	Kontrol. 1vsk	24	48,38
	Eksperiment. 2vsk	23	50,35
	Kontrol. 2v 2vsk	25	48,68
	Total	97	

Būtiskas atšķirības starp grupām attiecīgajās skolās nav novērojamas, kas liecina par pētījumā iesaistīto dalībnieku līdzvērtīgu sagatavotību (3.2.2. tabula). Nelielas atšķirības parādās jautājumos par dabas un tehnikas mijiedarbību un attieksmē pret fizikas mācīšanos, kur kontrolgrupa A vidusskolā vairāk atbild negatīvi. Ja skolēnam nav intereses par fizikas jautājumiem, tad arī attieksme pret mācāmo priekšmetu nav pozitīva.

Testa rezultāti pedagoģiskā eksperimenta sākumā visām grupām

Test Statistics ^{a, b}						
	1jaut	2jaut	3jaut	4jaut	5jaut	6jaut
Chi-Square	,388	,490	,201	,214	,490	,090
Df	3	3	3	3	3	3
Asymp. Sig.	,943	,921	,977	,975	,921	,993

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: RespNr.

Kruskal Wallis H – testa rezultāti liecina, ka pirms eksperimenta būtiskas atšķirības atkarībā no klases netiek novērotas. Visos gadījumos $p \geq 0,05$.

Eksperimenta beigās atkārtoti tika veikta aptauja ar mērķi noskaidrot, vai ir mainījusies attieksme pret fizikas mācīšanos (3.2.3. tabula).

Kruskal-Wallis Test pedagoģiskā eksperimenta beigās visām grupām

	RespNr.	N	Mean Rank
Ko Tu vari teikt par jēdzienu, likumu, teoriju izpratni fizikā	Eksperiment. 1sk	25	45,32
	Kontrol. 1vsk	24	45,02
	Eksperiment. 2vsk	23	59,24
	Kontrol. 2v 2vsk	25	47,08
	Total	97	
Ko Tu vari teikt par dabas un tehnikas mijiedarbību?	Eksperiment. 1sk	25	57,82
	Kontrol. 1vsk	24	36,88
	Eksperiment. 2vsk	23	58,07
	Kontrol. 2v 2vsk	25	43,48
	Total	97	
Kā Tu pielieto savas zināšanas?	Eksperiment. 1sk	25	47,88
	Kontrol. 1vsk	24	47,27
	Eksperiment. 2vsk	23	50,59
	Kontrol. 2v 2vsk	25	50,32
	Total	97	
Kā Tu pielieto savas prasmes praktiskajā darbībā?	Eksperiment. 1sk	25	50,00
	Kontrol. 1vsk	24	47,33
	Eksperiment. 2vsk	23	53,02
	Kontrol. 2v 2vsk	25	45,90
	Total	97	
Kāda ir Tava attieksme pret fizikas mācīšanos skolā?	Eksperiment. 1sk	25	68,06
	Kontrol. 1vsk	24	34,54
	Eksperiment. 2vsk	23	57,30
	Kontrol. 2v 2vsk	25	36,18
	Total	97	
Vai fizikā apgūto tavuprāt var praktiski pielietot?	Eksperiment. 1sk	25	57,48
	Kontrol. 1vsk	24	43,52
	Eksperiment. 2vsk	23	51,37
	Kontrol. 2v 2vsk	25	43,60
	Total	97	

Analizējot respondentu atbildes autors secina, ka augstāka ranga vērtība ir eksperimentālgrupas skolēniem jautājumos par dabas un tehnikas mijiedarbību, prasmju praktisko

pielietošanu un attieksmi pret fizikas mācīšanos. Ranga vērtības kontrolgrupas un eksperimentālgrupas skolēniem gandrīz neatšķiras jautājumā par fizikas zināšanu pielietošanu.

Salīdzinot visu grupu atbildes eksperimenta beigās (3.2.4. tabula), tika noskaidrots, kuros jautājumos ir vērojamas izmaiņas.

3.2.4. tabula

Testa rezultāti pedagoģiskā eksperimenta beigās visām grupām

Test Statistics ^{a, b}						
	1jaut2	2jaut2	3jaut2	4jaut2	5jaut2	6jaut2
Chi-Square	6,943	13,721	,325	1,007	32,127	5,590
Df	3	3	3	3	3	3
Asymp. Sig.	,074	,003	,955	,800	,000	,133

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: RespNr.

Eksperimenta beigās Kruskal Wallis H – testa atšķirību noteikšana atkarībā no klases liecina, ka pastāv maksimāli būtiskas atšķirības parādās skolēnu atbildēs 2. jautājumā „Ko tu vari teikt par dabas un tehnikas mijiedarbību?” ($p \leq 0,003$) un 5. jautājumā „Kāda ir Tava attieksme pret fizikas mācīšanos skolā?” ($p=0,000$). Pārējos jautājumos atšķirības nav būtiskas, kaut gan vērojama pozitīva tendence, kas liecina par skolēnu dabaszinību un tehnoloģiju kompetenču pozitīvu attīstību.

Sekojošajās datu apstrādes tabulās 3.2.5. – 3.2.8 jautājumi tiek kodēti, lai nebūtu jāraksta viss pilnais jautājums un salīdzināti rezultāti pedagoģiskā eksperimenta sākumā un beigās.

Kodējuma apzīmējums: 1jaut1 – atbilde uz 1. jautājumu pedagoģiskā eksperimenta sākumā,

1jaut2 - atbilde uz 1. jautājumu pedagoģiskā eksperimenta beigās.

„1jaut1-1jaut2” – 1. jautājums: Kā Tu izproti jēdzienus, likumus, teoriju fizikā?

„2jaut1-2jaut2” - 2. jautājums: Kā Tu izproti dabas un tehnikas mijiedarbību?

„3jaut1-3jaut2” - 3. jautājums: Kā Tu pielieto savas zināšanas?

„4jaut1-4jaut2” - 4. jautājums: Kā Tu pielieto savas prasmes praktiskajā darbībā?

„5jaut1-5jaut2” - 5. Jautājums: Kāda ir Tava attieksme pret fizikas mācīšanos skolā?

„6jaut1-6jaut2” - 6. Jautājums: Vai fizikā apgūto tavuprāt var praktiski pielietot?

Tika salīdzinātas A vidusskolas eksperimentālās grupas skolēnu atbildes eksperimenta sākumā un eksperimenta beigās (3.2.5.tabula), lai noskaidrotu, kuros jautājumos ir izmaiņas.

A vidusskolas eksperimentālās grupas eksperimenta sākuma un beigu rezultātu salīdzinājums

Test Statistics ^c						
	1jaut1 - 1jaut2	2jaut1 - 2jaut2	3jaut1 - 3jaut2	4jaut1 - 4jaut2	5jaut1 - 5jaut2	6jaut1 - 6jaut2
Z	,000 ^a	-3,162 ^b	-2,236 ^b	-3,000 ^b	-3,900 ^b	-2,828 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000	,002	,025	,003	,000	,005

a. The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks.

b. Based on negative ranks.

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Balstoties uz Vilkoksona testa rezultātiem autors secina, ka 5. jautājumā ir būtiskas atšķirības ($p \leq 0,001$) un 2.,4.,6. jautājumā ir vērojamas maksimālas atšķirības. Tas norāda, ka bionikas elementu izmantošana skolas fizikas mācību saturā un balstīšanās uz darbā izstrādāto skolēnu zināšanas par dabu integrējoša fizikas apguves didaktisko modeli rada pozitīvas izmaiņas. Tikai 1. un 3. jautājumā būtiskas izmaiņas nav novērojamas, jo izpratni par fizikas likumiem un teorijām iespējams novērot garākā laika periodā.

Kontrolgrupas skolēni arī tika anketēti gan pedagoģiskā eksperimenta sākumā, gan beigās. Tabulā 3.2.6. redzams A vidusskolas kontrolgrupas skolēnu atbilžu salīdzinājumu.

A vidusskolas kontrolgrupas eksperimenta sākuma un beigu rezultātu salīdzinājums

Test Statistics ^c						
	1jaut2 - 1jaut	2jaut2 - 2jaut	3jaut2 - 3jaut	4jaut2 - 4jaut	5jaut2 - 5jaut	6jaut2 - 6jaut
Z	,000 ^a	,000 ^a	-2,000 ^b	-2,236 ^b	,000 ^a	,000 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000	1,000	,046	,025	1,000	1,000

a. The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks.

b. Based on negative ranks.

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

B vidusskolas kontrolgrupas skolēnu atbildes pēc Vilkoksona testa rezultātiem redzamas tabulā 3.2.7.

B vidusskolas kontrolgrupa eksperimenta sākuma un beigu rezultātu salīdzinājums

Test Statistics ^d						
	1jaut2 - 1jaut	2jaut2 - 2jaut	3jaut2 - 3jaut	4jaut2 - 4jaut	5jaut2 - 5jaut	6jaut2 - 6jaut
Z	-1,000 ^a	-1,414 ^a	-2,646 ^a	-2,449 ^a	-1,000 ^b	,000 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	,317	,157	,008	,014	,317	1,000

a. Based on negative ranks.

b. Based on positive ranks.

c. The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks.

d. Wilcoxon Signed Ranks Test

A un B vidusskolas kontrolgrupas skolēniem visos jautājumos nav vērojamas būtiskas atšķirības ($p \geq 0,005$). Skolēni uz visiem jautājumiem atbildēja līdzīgi gan pirms pedagoģiskā eksperimenta, gan pēc. Kontrolgrupas skolēniem fizikas mācību process netika mainīts un tajā netika izmantoti bionikas elementi un netika aprobēts skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis.

Tabulā 3.2.8, balstoties uz Vilkoksona testa rezultātiem, apkopots B vidusskolas eksperimentālās grupas skolēnu atbilžu salīdzinājums.

3.2.8. tabula

B vidusskolas eksperimentālās grupa eksperimenta sākuma un beigu rezultātu salīdzinājums

Test Statistics ^b						
	1jaut2 - 1jaut	2jaut2 - 2jaut	3jaut2 - 3jaut	4jaut2 - 4jaut	5jaut2 - 5jaut	6jaut2 - 6jaut
Z	-2,449 ^a	-3,000 ^a	-2,236 ^a	-2,828 ^a	-3,162 ^a	-2,932 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,014	,003	,025	,005	,002	,003

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Ļoti būtiskas atšķirības ($p \leq 0,005$) ir vērojamas 2.,4.,5. un 6. jautājumā.

Salīdzinot A un B vidusskolu eksperimentālo grupu skolēnu atbildes pēc Vilkoksona testa rezultātiem, autors secina, ka atšķirības parādās vienos un tajos pašos jautājumos (Ko Tu vari teikt par dabas un tehnikas mijiedarbību? Kā Tu pielieto savas prasmes praktiskajā darbībā? Kāda ir Tava attieksme pret fizikas mācīšanos skolā? Vai fizikā apgūto tavuprāt var praktiski pielietot?) Tas liecina, ka mācot fiziku, izmantojot autora izveidoto skolēnu zināšanas par dabu integrējošu fizikas apguves didaktisko modeli, dabaszinību un tehnoloģiju kompetenču attīstības rādītāji prasmēm un attieksmēm ir uzlabojušies. Skolēniem ir lielāka izpratne par dabā notiekošo procesu pārnese uz tehnoloģijām, pilnveidojies priekšstats par fizikas likumību praktisku pielietojamību, attieksme pret fizikas mācīšanos ir pozitīvāka, jo fizikas stundas ir kļuvušas interesantākas.

Lai pārbaudītu skolēnu dabaszinību un tehnoloģiju kompetenču attīstību, pedagoģiskā eksperimenta beigās visi iesaistītie skolēni pildīja vienu un to pašu pārbaudes darbu (13. pielikums), kurš ir izveidots DZM projekta ietvaros un atbilst vispārējās vidējās izglītības standartos noteiktajām prasībām.

1. uzdevums.

Vai apgalvojums ir patiess? Apvelc aplīti vārdam „Jā” vai „Nē”!

- Relatīvā kustība rodas ķermeņu mijiedarbībā. (Jā/Nē)
- Berzes spēks rodas tikai tad, kad ķermeņi pārvietojas viens pa otra virsmu. (Jā/Nē)
- Ja pa horizontālu virsmu vienmērīgi pārvieto kasti, tad berzes spēka modulis nemainās. (Jā/Nē)
- Jo lielāka ir automobiļa masa, jo lielāks ir automobiļa inertums. (Jā/Nē)
- Divu dažādas masas ķermeņu mijiedarbībā abi ķermeņi iegūst vienāda lieluma paātrinājumu. (Jā/Nē)
- Deformējot ķermeņus, rodas elastības spēks. (Jā/Nē)
- Vienu ņūtonu liels spēks ķermenim, kura masa ir 1 grams, piešķir paātrinājumu 1 m/s^2 . (Jā/Nē)

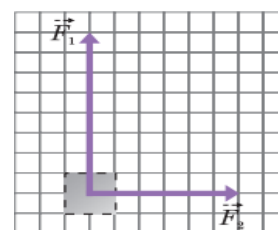
1. uzdevumā tiek pārbaudīta jēdzienu, likumu, teorijas izpratne reprodiktīvo zināšanu līmenī, atbilstoši kritērijam – zināšanas.

Abās eksperimentā iesaistītajās skolās eksperimentālās grupas 1. uzdevumu izpildīja labāk (tabula 3.2.9.), pateicoties modeļa pielietošanai.

2. uzdevums.

Klucītim pielikti divi spēki F1 un F2.

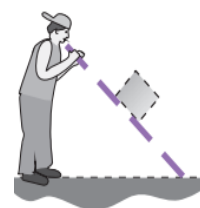
- Konstrukcijas ceļā atrodi rezultējošo spēku (kospēku)!
Konstrukciju veic zīmējumā!
- Nosaki rezultējošā spēka moduli (nosacītās vienībās)! Pieraksti to zīmējumā blakus uzzīmētajam rezultējošajam spēkam.



2.uzdevumā tiek pārbaudīta fizikas likumu un teorijas izpratne atbilstoši interpretējošo zināšanu kritērija līmenim. Eksperimentālās grupas B vidusskolas skolēni šo uzdevumu izpildīja sliktāk, taču tas vēl neliecina par fizikas apguves didaktiskā modeļa kompetences pielietošanas neefektivitāti.

3. uzdevums. Uz dēļa, kas novietots 500 leņķī pret grīdu, atrodas kaste, kuras masa ir 10 kg.

- Papildini zīmējumu ar vienu koordinātu asi paralēli dēlim, bet ar otru asi – perpendikulāri dēlim.
- Uzzīmē kastei pielikto smaguma spēku.
- Uzzīmē kastes smaguma spēka projekciju uz asi, kas paralēla dēlim.



- d) Uzzīmē kastes smaguma spēka projekciju uz asi, kas perpendikulāra dēlim.
- e) Uzzīmē kastei pielikto dēļa normālās reakcijas spēku.
- f) Aprēķini kastei pielikto dēļa normālās reakcijas spēku.
3. uzdevumā tiek pārbaudītas zināšanu izmantošanas prasmes reproducējošā un interpretējošā darbībā atbilstoši modeļa kritērijam prasmes.
4. uzdevums. Tabulā parādīts, kā mainās 40cm garas gumijas auklas pagarinājums Δl atkarībā no spēka F_1 , ar kādu stiepjam auklu.

Nr.p.k.	Δl , cm	F_1 , N
1.	0	0
2.	0,6	0,3
3.	0,8	0,4
4.	1,0	0,5
5.	1,2	0,6
6.	1,6	0,8
7.	2,0	1,0

- a) cik gara ir aukla, ja to stiepjam ar 1N spēku?
- b) Parādi grafiski, kā mainās auklas garums l atkarībā no spēka F_1 ar kādu stiepjam auklu.
- c) Aprēķini auklas elastības (stinguma) koeficientu.

Pārbaudes darba 4. uzdevumā tiek pārbaudīta izpratne par dabas un tehnikas mijiedarbību produktīvo zināšanu līmenī un zināšanu izmantošanas prasmes interpretējošās darbības līmenī, atbilstoši didaktiskā modeļa kompetenču kritērijiem. Pārbaudes darba rezultāti (3.2.9.tabula) 4. uzdevumā apstiprina, ka izmantojot autora izveidoto skolēnu zināšanas par dabu integrējošā fizikas apguves didaktiskā modeļa kompetences un laboratorijas darbus ar bionikas elementiem (11.pielikums), skolēnu zināšanas uzlabojas. Visi eksperimentālās grupas skolēni 4. uzdevumu izpildīja labāk nekā kontrolgrupas skolēni.

5. uzdevums.

Iedomāsimies situāciju: zinātnieki paziņo, ka drīzumā notiks būtiskas izmaiņas uz Zemes. Starp zemes virsmu (ceļa virsmu, zālājiem, smilšainiem laukiem) un transportlīdzekļu riteņiem, kas saskaras ar zemi, izzudīs berze, bet citos gadījumos berze tomēr saglabāsies.

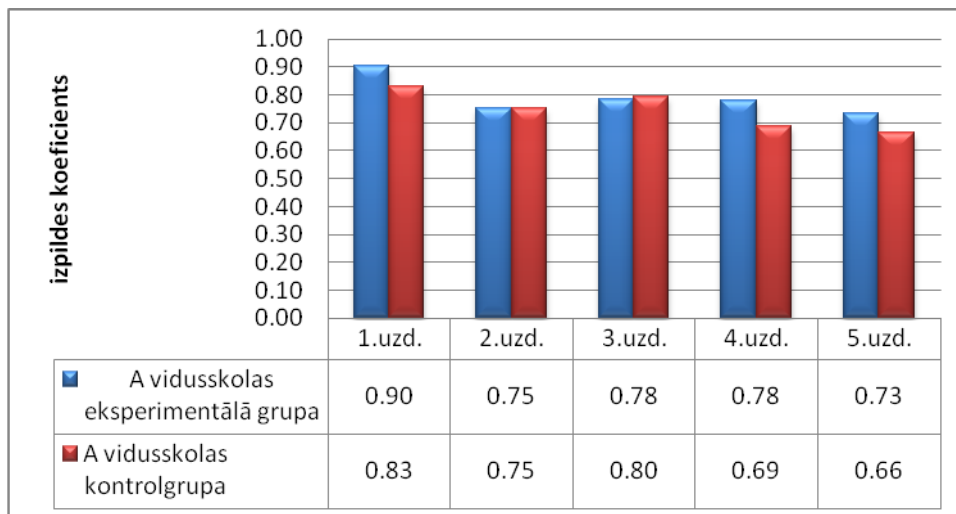
Uzraksti pārspriedumu par šo tematu! Apraksti, kādos veidos, tavuprāt, varētu nodrošināt transportlīdzekļu pārvietošanos, kustības virziena maiņu, stabilitāti un bremsēšanu! Savus priekšlikumus paskaidro ar mijiedarbības likumsakarībām!

Pārbaudes darba 5. uzdevumā tiek pārbaudīta zinātniskās izziņas produktīvā darbība un refleksija pašregulētas attieksmes līmenī. Visi eksperimentālās grupas skolēni 5. uzdevumu izpildīja labāk nekā kontrolgrupas skolēni, pateicoties modeļa pielietošanai.

Pārbaudes darba izpildes rezultāti

Uzdevumi	1.uzd.	2.uzd.	3.uzd.	4.uzd.	5.uzd.	Kopā
A vidusskolas eksperimentālā grupa	0,90	0,75	0,78	0,78	0,73	0,80
A vidusskolas kontrolgrupa	0,83	0,75	0,80	0,69	0,66	0,74
eksperimentālās un kontrolgrupas rezultātu atšķirība A vidusskolā	0,07	0,00	-0,01	0,09	0,07	0,06
B vidusskolas eksperimentālā grupa	0,91	0,74	0,82	0,80	0,79	0,82
B vidusskolas kontrolgrupa	0,86	0,81	0,78	0,73	0,71	0,77
eksperimentālās un kontrolgrupas rezultātu atšķirība B vidusskolā	0,05	-0,07	0,04	0,08	0,08	0,05

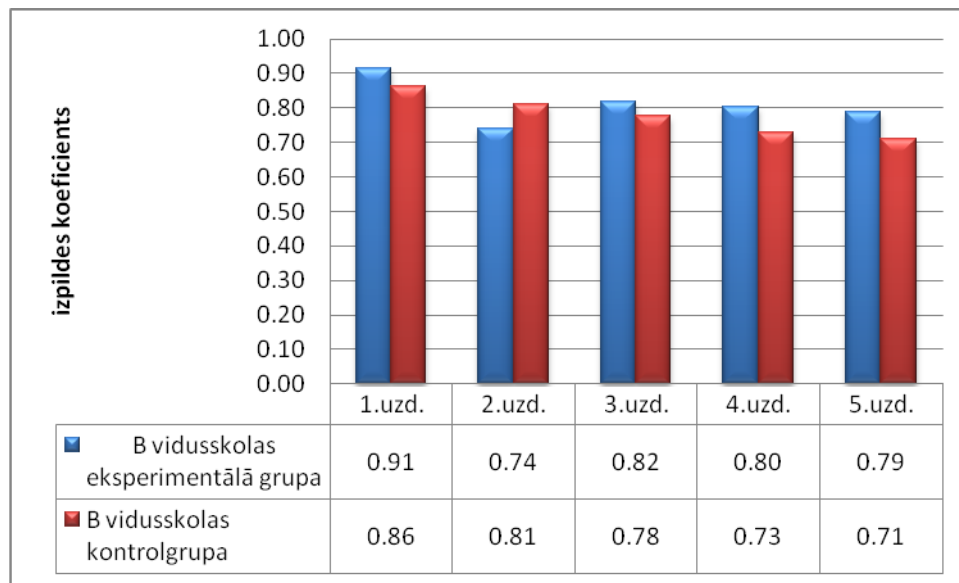
Autors secina, ka eksperimentālās grupas abās vidusskolās pārbaudes darbā ir uzrādījušas augstākus rezultātus. Labākus rezultātus uzrādot tieši 1., 4. un 5.uzdevumā (3.2.9. un 3.2.10. attēli). To varētu izskaidrot ar to, ka eksperimentālās grupas skolēni bija pildījuši piedāvātos laboratorijas darbus bionikā (9. pielikums) un izmantoja autora izveidoto skolēnu zināšanas par dabu integrējošā fizikas apguves didaktisko modeli (2.2.1. attēls). Salīdzinot abu grupu pārbaudes darbu rezultātus, jāņem vērā gan sociālais aspekts, gan subjektīvisms.



3.2.9. attēls. Pārbaudes darba izpildes rezultāti A vidusskolā.

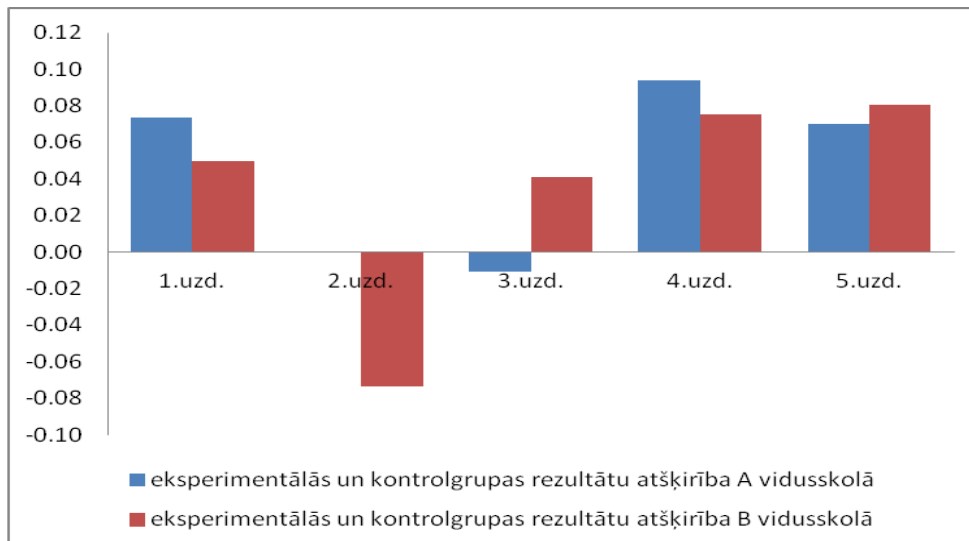
Pārrunājot iegūtos skolēnu rezultātus ar eksperimentā iesaistīto A vidusskolas fizikas skolotāju, noskaidrojās, ka eksperimentā iesaistītajā klasē ir izmantoti ieteiktie materiāli par bioniku un izmēģināts ieteiktais fizikas apguves didaktiskais modelis.

Salīdzinot pārbaudes darbā uzrādītos rezultātus B vidusskolā (3.2.10.attēls), varam secināt, ka kontrolgrupas skolēni labāk izpildīja 2. uzdevumu. Pārējos uzdevumos labākus rezultātus uzrādīja eksperimentālās grupas skolēni.



3.2.10. attēls. Pārbaudes darba izpildes rezultāti B vidusskolā

Lai noskaidrotu kopējās atšķirības pārbaudes darba izpildē, autors salīdzināja A un B vidusskolas eksperimentālās un kontrolgrupas skolēnu pārbaudes darba rezultātus (3.2.11.attēls).



3.2.11. attēls. Izmaiņas pārbaudes darba rezultātos

Pētot atšķirību eksperimentālās un kontrolgrupas skolēniem iegūtās zināšanas pielietot praktiski, pildot pārbaudes darbu, autors secina, ka atšķirības ir pozitīvas, izņemot 2. un 3. uzdevumu. Tas nozīmē, ka skolēniem aktīvi strādājot ar kontekstorientētu, zināšanas par dabu integrējošu mācību saturu, uzlabojas skolēnu fizikas zināšanas, pētnieciskās prasmes, skolēni labāk var formulēt un pamatot savus spriedumus par dažādiem fizikas jautājumiem.

Pedagoģiskā eksperimenta laikā, fizikas skolotājām tika palūgts eksperimentālās grupas skolēnus novērot un novērojumus atzīmēt tabulā eksperimenta sākumā, vidū un beigās (17. pielikums). Izanalizējot skolotāju novērojumu tabulas, autors secināja, ka pedagoģiskā eksperimenta laikā 18 skolēniem ir parādījusies ieinteresētība par fizikas mācīšanos, ņemot vērā, ka 8 skolēni fiziku jau sākumā mācījās ar interesi, 25 skolēni aktīvāk sāka uzdot jautājumus, izteikt priekšlikumus, iesaistījās stundas norisē, 17 skolēni sāka vairāk kontaktēties ar klasesbiedriem (laboratorijas darbus veica pāros), 12 skolēni fizikas likumus apguva labāk, 18 skolēniem bija lielāka skaidrība, kā un kur pielietot fizikas likumus un formulas. Tā kā pedagoģiskā eksperimenta laikā uzsvars tika likts uz skolēnu zināšanas par dabu integrējoša didaktiskā modeļa fizikas apguvi aprobāciju, tad loģiski, ka 26 skolēni eksperimenta beigās prata saskatīt dabas likumsakarību pārnesi tehnoloģijās, kas norāda, ka mācot fiziku pēc autora piedāvātā modeļa, skolēnos parādās gan interese par fiziku, gan par dabas integrāciju fizikā un tehnoloģijās.

Analizējot skolēnu pašvērtējumu (12.pielikums), autors secina, ka pedagoģiskā eksperimenta beigās skolēni vairāk atzīmē sadaļā – uzzināju no jauna un pielietošu, neviens skolēns neatzīmē, ka apgūto nepielietos, daži skolēni pašvērtējumā atzīmē, ka vēlas uzzināt vēl vairāk.

Lai pārbaudītu autora izveidotā didaktiskā modeļa kritērija – attieksmes efektivitāti, pedagoģiskā eksperimenta beigās notika intervija ar A un B vidusskolas eksperimenta un kontrolgrupas skolēniem (14.pielikums) Intervijas laikā skolēni atbildēja uz 3 jautājumiem.

Uz jautājumu, kas jāizmanto fizikas mācību procesā, lai fizikas mācīšanos vidusskolā padarītu interesantāku skolēni visbiežāk minēja:

Eksperimentālās grupas atbildes:

prezentācijas,
eksperimenti,
demonstrējumi,
video piemēri no dzīves,
vizuālus materiālus,
vairāk laboratorijas darbus,
praktiskus darbus.

Kontrolgrupas skolēnu atbildes:

prezentācijas,
demonstrējumi,
video, filmas,
piemērus no dzīves,
jaunākās tehnoloģijas,
mazāk likumu un teorijas

Abu grupu skolēni vēlas, la fizikas apguves procesā skolotājs izmantotu vizualizāciju – prezentācijas, demonstrējumus. Eksperimentālās grupas skolēni vēlas vairāk paši darboties un atklāt.

Uz jautājumu, kādas prasmes vēlētos apgūt un attīstīt, mācoties fiziku, gan eksperimentālās, gan kontrolgrupas skolēni min vienas un tās pašas prasmes:

- erudīciju,
- loģisko domāšanu,
- ikdienai noderīgas prasmes,
- sasaistīt fiziku ar praksi, jo teorija bez tās īsti nekam nav derīga,
- izprast fizikas likumsakarības dabā un ikdienas dzīvē.

Uz jautājumu: Kas varētu pozitīvi ietekmēt Tavu attieksmi pret fizikas mācīšanos skolā?”, - skolēni min:

pozitīva attieksme no skolotāja,

mazāk teorijas,

radošāka pieeja (eksperimentālās grupas skolēnu atbildes),

jaunas metodes,

vairāk praktisku darbu (eksperimentālās grupas skolēnu atbildes),

pētījumi, ko veic skolēni paši (eksperimentālās grupas skolēnu atbildes).

Mācīšanas procesā skolēniem ir svarīgi kāda ir skolotāja attieksme, kādas metodes izmanto.

Analizējot intervijas rezultātus, autors secina, ka kontrolgrupas skolēnu atbildēs uz intervijas jautājumiem neparādās vārds „bionika”, 16 reizes parādās vārds „daba”, 36 reizes vārds „eksperiments”, 10 reizes vārds „pētījums”. Eksperimenta grupas skolēnu atbildēs 20 reizes parādās vārds „daba”, 8 reizes vārds „bionika”, 66 reizes vārds „eksperiments”, 16 reizes vārds „pētījums”. Salīdzinot skolēnu atbildes uz anketas jautājumiem pirms pedagoģiskā eksperimenta un atbildes uz intervijas jautājumiem pēc eksperimenta, kura laikā tika izmantots autora izveidotais skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis (2.2.1. attēls) un laboratorijas darbi ar bionikas elementiem (9. pielikums), autors secina, ka skolēnu attieksme pret fizikas mācīšanos ir mainījusies. Skolēni vēlas, lai fizikas apguve būtu vairāk saistīta ar dabu un eksperimentiem, piemēri saistīti ar bioniku (1.pielikums), kas pierāda dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības kritērija- attieksmes efektivitāti.

Intervijā ar fizikas skolotājām, kas piedalījās pedagoģiskajā eksperimentā (15. pielikums), autors noskaidroja, ka eksperimentālgrupas skolēni ar interesi pildīja laboratorijas darbus ar bionikas elementiem, izmantojot skolēnu zināšanas par dabu integrējošu fizikas apguves didaktisko modeli, labāk apguva mācāmo vielu. Skolotājām bija interesanti mācīt fiziku savādāk, kaut arī tas prasīja papildus laiku, lai sagatavotos stundām, grūti aizpildīt stundas laikā skolēnu novērošanas tabulu (11. pielikums), jo tas aizņem laiku. Papildinot fizikas mācību saturu ar bionikas elementiem,

nepieciešamas papildus stundas, kas rada zināmas problēmas, kaut gan bionikas elementu izmantošana paplašina skolēnu redzesloku un veicina vairāku tēmu vienlaicīgu apguvi, kas turpmākajā darbā dod gan laika ietaupījumu, gan skolēniem pilnīgāku priekšstatu par dabā notiekošajiem procesiem un fiziku kopumā. Piedāvāto tematisko plānu bionikas elementu ieviešanai abas eksperimentā iesaistītās skolotājas ieteica izmantot fizikas pulciņu, fakultatīvo nodarbību plānošanā.

Nobeigums

Atbilstoši promocijas darba „Bionika vidusskolas fizikas mācību satura apguvē” mērķim, lai pārbaudītu izvirzīto hipotēzi, autors ir izpētījis vidusskolas fizikas mācību saturu, bionikas ieviešanas iespējamību fizikas apguves procesā, izstrādājis skolēnu zināšanas par dabu integrējošu fizikas apguves didaktisko modeli ar bionikas elementiem, kas sekmē dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstību un veicina intereses veidošanos par dabaszinātnēm un pārbaudījis to praksē.

Lai sasniegtu pētījuma mērķi, autors ir veicis plānotos uzdevumus:

- Veicot literatūras un vispārējās vidējās izglītības standarta analīzi, noskaidrojis kā iespējams vidusskolas fizikas apguves procesā ieviest bionikas elementus;
- Apkopojis un adaptējis Latvijas apstākļiem mācību metodisko materiālu piemērus bionikas izmantošanai fizikas mācību procesā vidusskolā;
- Izstrādājis skolēnu zināšanas par dabu integrējošu fizikas apguves didaktisko modeli, integrējot bioniku vidusskolas fizikas mācībās;
- Izstrādājis kritērijus skolēnu zināšanas par dabu integrējošā fizikas apguves didaktiskā modeļa efektivitātes pārbaudei;
- Veicis izstrādātā skolēnu zināšanas par dabu integrējošā fizikas apguves didaktiskā modeļa aprobāciju un efektivitātes izvērtējumu.

Izpildot izvirzītos mērķus, autors ir nonācis pie secinājumiem:

- Izvirzītā hipotēze ir apstiprinājusies. Izstrādātais skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis un bionikas elementu izmantošana vidusskolas fizikas mācību procesā, paaugstina skolēnu interesi par fiziku un dabaszinātnēm, efektīvāk attīsta skolēnu dabaszinību un tehnoloģiju kompetenci.
- Fizikas didaktikā par aktualitāti ir izvirzāma kontekstorientēta pieeja, kas vērsta uz aktīvi strādājošu skolēnu, kas konstruē izpratni par fizikas mācību saturu ar kontekstu palīdzību. Kontekstorientētas mācības saistās ar jaunas mācību kultūras veidošanu, kas vērsta uz skolēnu zinātniskās domāšanas veicināšanu, sekmējot izpratni par pētniecisko darbību par tēmām, kurās integrētas ikdienas dzīves norises, dabas parādības, tehnoloģijas un ražošanas procesi.
- Fizikas mācības ir īstenojamas, balstoties uz skolēnu zināšanas par dabu integrējošu fizikas apguves didaktisko modeli, kas pamatojas konstruktīvisma teorijā un paredz mācīšanos sociālā mijiedarbībā, uz skolēna iepriekšējās pieredzes pamata, aktīvi strādājot ar

kontekstorientētu, zināšanas par dabu integrējošu, sistēmiski veidotu mācību saturu, attīstot dabaszinību un tehnoloģiju kompetenci.

- Dabaszinību un tehnoloģiju kompetence ir uztverama kā zināšanu, prasmju un attieksmju komplekss, kas nepieciešams, lai izskaidrotu apkārtējo pasauli, lai uztvertu problēmas, analizētu un aktīvā pētnieciskā darbā risinātu tās, lai izprastu izmaiņas dabā, tās vērtētu un atbildīgi rīkotos.
- Dabas pētījumi un tehnoloģiju kompetences attīstība veicina izpratnes veidošanos fizikā, izpratni par dabas un tehnoloģiju mijiedarbību, uzlabojas prasmes piemērot fizikas zināšanas un zinātniskās izziņas prasmes praktiski, veidojas pozitīvi pārdzīvojumi.
- Skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis ir devis pozitīvus rezultātus, sekmējot dziļākas izpratnes veidošanos par fizikas teoriju un dabas un tehnikas mijiedarbību, fizikas zināšanu izmantošanas un zinātniskās reflektēšanas prasmju attīstību, pozitīvas emocionālas attieksmes bagātināšanos.
- Izstrādātā skolēnu zināšanas par dabu integrējošā fizikas apguves didaktiskā modeļa aprobācija norāda uz to, ka kontekstorientēts, dialogā īstenots mācību process un bionikas elementu izmantošana vidusskolas fizikas mācību saturā, paaugstina skolēnu interesi par fiziku, efektīvāk attīsta dabaszinību un tehnoloģiju kompetenci.

Pētījuma gaitā gūtās galvenās teorētiskās atziņas

1. Konstruktīvisma idejas, kas balstās uz kognitīvajām teorijām, palīdz skolēnam pašam konstruēt savas zināšanas, konstatējot atšķirības starp savām sākotnējām zināšanām un jauno pieredzi. Skolēni izkopj savas intelektuālās spējas, meklējami līdzsvaru starp to, ko viņi uztver, zina un saprot, un, ko saskata ikvienā jaunā parādībā, pieredzē vai problēmā. Ja skolēns pats formulē hipotēzes un pats tās pārbauda, rodas pieredze vispārīgu likumu un principu formulēšanā, noderīgu jēdzienu identificēšanā. Šādu mācīšanās modeli paredz izveidotais skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis. Skolēniem ir svarīgi pareizi izprast mācāmo tēmu, izpratne balstās uz abstraktā un konkrētā, vispārīgā un atsevišķā nešķiramu saistību. Bionikas elementu izmantošana fizikas mācību procesā ļauj pētīt, izvirzīt hipotēzes, pamatot savus spriedumus, dabā redzēto pārnest uz tehniku, sadzīvi. Konstruktīvisma pamatnostādnes, ko var izmantot fizikas mācīšanās procesā, atrodamas Ž. Piažē, Dž. Brunera u.c. atziņās.

2. Dažādu autoru (R. McDermota, J. Mestres, E. Klarka u.c.) atziņās par kontekstorientētu mācīšanos tiek iekļautas īpašības, kas veicina satura uztveres veidošanos. Pārsvārā fizikas mācīšana

ir centrēta uz skolēniem un apgūstamo saturu, skolēna pasaules izpratne tiek attīstīta mācīšanās procesā. Lai veidotu skolēniem zinātnisku pasaules izpratni, kas balstās uz iepriekšējām zināšanām, ir jāizprot, kā skolēniem veidojas intuitīvās teorijas par pasauli. Konteksts palīdz formēt jēgpilnu izpratni par to, ko mācās saistībā ar ikdienas dzīves norisēm, bioniku. Kontekstuālā pieeja veicina kognitīvās kompetences attīstību, zināšanu izmantošanas prasmju attīstību, mācību motivācijas un attieksmju attīstību. Fizikas principu piemērošanu dažādām situācijām, nodrošinot konkrētāku apgūto zināšanu atspoguļojumu praktiskajā dzīvē var panākt ar kontekstu palīdzību. Skolēni satura uztveri veido kontekstā un tas nav nodalāms no skolēna mācīšanās no konteksta, kādā tas notiek un tas atbilst kontekstuālā konstruktīvisma pamatprincipam. Kontekstuālā pieeja rada nepieciešamību pēc integrēta fizikas mācību satura izveides, radīt iespēju katram skolēnam pašam veidot jēgpilnu izpratni par pasauli un sevi tajā.

3. Didaktiskās rekonstrukcijas modelis fizikas mācībās balstīts uz teorētisku mācību stundas metožu un struktūru izskaidrošanu, tas sasaista mācību stundas plānošanas un vadīšanas elementus sistemātiskā saistībā. Var secināt, ka fizikas didaktiskā modeļa galvenās komponentes ir satura struktūras analīze, mācīšanās vides empīriskie pētījumi, mācīšanās procesu projektēšana fizikā. Didaktiskās rekonstrukcijas modelī fizikas saturs ir padarīts pieejamāks skolēniem, kaut gan tas ir sarežģītāks, jo ir iekļauts dažādos kontekstos un mijiedarbojas ar skolēna mācīšanās spējām.

4. Neurozinātne piedāvā sintēzi starp neirokognitīvo mācīšanās teoriju, kas izskaidro, kā cilvēki kopumā mijiedarbojas un pielāgojas dažādās vidēs, un kognitīvās zinātnes, kas koncentrējas uz informācijas apstrādi un pieredzi. Zināšanu konstrukcija notiek saistībā ar jaunu informāciju, jaunas zināšanas konstruējam uz asimilāciju un akomodāciju, iekļaujot konstruktīvisma modeļus. Skolēnam nav pasīvi jāuzņem informāciju, bet, izmantojot savu pieredzi, jāmācās no apkārtējās vides, savienojot smadzeņu un intelektuālo vides sistēmu, lai saskaņotu iekšējo un ārējo pasauli. Skolēna galvenā mācīšanās metode ir kontekstatkarīga mācīšanās, kur skolēnam aktuālas problēmas vai situācijas tiek izmantotas, lai ieviestu specifisku zinātnes saturu vai problēmuzdevumus un ir saistīts ar neirokognitīvo modeli. Fiziku vieglāk uztvert izmantojot modeļus, vizualizējot teoriju, parādot ka fizika ir starpnieks starp teoriju un praksi, parādībām

5. Fizikas mācību standartā, vidusskolas fizikas mācību grāmatās un citos literatūras avotos, norādīts, ka mācību saturs fizikā strukturēts trijos blokos – vide, sabiedrība, tehnoloģijas. Fizikas standartā akcentēta pētnieciskās darbības pamatu apguve, kas ietver darbu ar informāciju, prognozēšanu, eksperimenta plānošanu, eksperimentēšanu, datu apstrādi un analīzi, iepazīstināšanu ar iegūtajiem rezultātiem. Viens no mācību priekšmeta uzdevumiem ir attīstīt zinātnisko domāšanu un pilnveidot pētnieciskās darbības un sadarbības prasmes fizikā.

6. Bionikas piekritēji uzskata, ka daba ir galvenais ideju, inovāciju avots, kas piedāvā kā ar vienkāršām metodēm veidot jaunus un uzlabot jau esošus mehānismus. Eksperimentējot skolēnam rodas izpratne par bioloģiskās struktūras funkcionēšanu, skolēns pats var modelēt funkcionālus tehnoloģiskus risinājumus, meklēt saistību starp dabu un tehnoloģijām, meklēt risinājumu kā uzlabot ekoloģisko situāciju.

7. Ja mācību procesā iesaistītu skolēnus dabaszinātnisku problēmu izpētē reālās dzīves kontekstā, tad dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstība ir iespējama skolēnu zināšanas par dabu integrējošā fizikas apguves didaktiskajā modelī. Zinātnieki (P. Perenoda Dž. Kulahans I. Maslo un I. Tiļļa) kompetenci saista ar skolēna spējām darboties noteiktos apstākļos, balstoties uz zināšanām, efektīvi darboties dotajās situācijās, gūt pieredzi. Kompetence ir uztverama kā zināšanu, prasmju un attieksmju komplekss, kas nepieciešams darbību veikšanai. Kompetence dabaszinībās un tehnoloģijās attiecināma uz spēju un vēlmi pielietot zināšanas un metodes, lai izskaidrotu pasauli, izdarītu uz pierādījumiem pamatotus secinājumus, pielietojot zināšanas un metodes atbilstoši cilvēka vēlmēm un vajadzībām

8. Fizikas mācībās ir būtiski veidot skolēnos izpratni par procesiem dabā, par mūsdienu tehnoloģijām un dabaszinātņu lomu to attīstībā, skolēnam jāklūst par pētnieku un aktīvu mācību procesa dalībnieku. Autors ir izstrādājis skolēnu zināšanas par dabu integrējošu kontekstorientētu didaktisko modeli fizikas apguvei, kur bionikas elementi ir integrēti fizikas mācību saturā, nodrošinot mācību, dabas un tehnikas vienotību un mācības īstenojot sociālā dialogā un mijiedarbībā ar dabu un tehniku, paredz efektīvāku fizikālo zināšanu apguvi, dziļāku izpratni par fizikas mācību saturu un dabas un tehnikas mijiedarbību, fizikālo zināšanu izmantošanas un zinātniskās izziņas prasmju attīstību, pozitīvas emocionālas attieksmes bagātināšanos un zinātniskās refleksijas izpausmju veidošanos. Autors, izveidotajā fizikas apguves didaktiskajā modelī kontekstā skata dialogus skolēns – skolotājs, skolēns – skolēns, skolēns – daba, skolēns – tehnika, aktivizējot iepriekšējo pieredzi, paplašinot zināšanu pielietošanas iespējas, attīstot pētnieciskās prasmes. Iekļaujot bioniku fizikas mācību saturā, kontekstā tiek skatīta bioloģiskā sistēma un šīs sistēmas tehniskais risinājums, kas ļauj praksi pielietot teorijā un otrādi. Fizikas mācību saturu var mācīt kontekstā ar abstrakciju, kad izdala pētāmā objekta galvenos aspektus, neņemot vērā mazsvarīgus aspektus.

9. Lai pārbaudītu autora izveidoto skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktisko modeli fizikas apguvei, tika izvirzīti dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības kritēriji - zināšanas, prasmes, attieksmes. Zināšanām ir raksturīgs sistēmiskums, sakārtotība, izmantojamība un dinamiskums, kas ļauj saskatīt dabas un tehnikas mijiedarbības aspektus, jābūt attīstītām

prasmēm risināt ne tikai pamata mācību problēmas, bet arī zināšanas un prasmes pārnest jaunu sakarību atklāšanai un tehnoloģisku problēmu risināšanai, attieksmēm raksturīga pašizziņa, kas izpaužas savas rīcības un zināšanu kritiskā analizē, pārdomās par zināšanu nozīmi un robežām.

10. Pētījuma gaitā paralēli tika vākti kvalitatīvie un kvantitatīvie dati, lai pārbaudītu pētījuma hipotēzi. Kvantitatīvo un kvalitatīvo datu rezultātu interpretācijas integrācija noslēdzās ar datu iegūvi un analīzi. Datu analīze veikta izmantojot datorprogrammas SPSS 19 un Microsoft Office Excel 2007.

Empīriskā pētījuma galvenie rezultāti

- Skolēni saskata saikni starp dabā notiekošajiem procesiem un tehnoloģiju attīstību, kaut arī fizikas kursā netiek pieminēts, ka daudzu tehnoloģisku risinājumu pamatā ir dabas procesi;
- Skolēni vēlas, lai fizikas apguves procesā skolotājs izmantotu vizualizāciju – prezentācijas, demonstrējumus, interaktīvus materiālus, līdzdarbošanos demonstrājumos, maketus, modeļus.
- Skolēni labprāt fizikas mācību saturā vēlētos vairāk piemērus no dabas un fizikas likumu skaidrojumu pamatojoties uz dabas likumiem;
- Skolēniem patīk pētīt, izdarīt secinājumus, pielietot iepriekš apgūtās zināšanas, pieredzi, bet skolēni to nesaista ar dabas sistēmu pārņemšanu uz tehniskām konstrukcijām;
- Izmantojot bionikas elementus, fizikas mācību process ir efektīvāks, skolēni ātrāk un labāk apgūst mācāmo vielu, iegūtās zināšanas prot labāk pielietot praktiski, prot saskatīt un izskaidrot kopsakarību starp procesiem dabā, tehnikā un sadzīvē, labāk var formulēt un pamatot savus spriedumus par dažādiem fizikas jautājumiem.
- Izmantojot vidusskolas fizikas kursa apgūvē autora izstrādāto skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modeli ar bionikas elementiem, var panākt pozitīvas izmaiņas skolēnu attieksmē pret fiziku. Skolēniem parādījās ieinteresētība par fizikas mācīšanos, skolēni aktīvāk sāka uzdot jautājumus, izteikt priekšlikumus, iesaistījās stundas norisē.
- Skolēni labāk apguva fizikas likumus, radās lielāka skaidrība, kā un kur pielietot fizikas likumus un formulas, kā dabas likumsakarības integrāt fizikā un tehnoloģijās.

Pētījuma validitāte un ticamība

Lai nodrošinātu pētījuma ticamību un validitāti, attīstības dinamika tika aplūkota no dažādām perspektīvām, izmantojot triangulāciju – rezultāti tika iegūti dažādos veidos un savstarpēji salīdzināti. Pētījums tika organizēts balstoties uz secīgu jauktu metožu pētījuma dizainu. Pētījums

ietver teoriju izpēti par pētījuma priekšmetu un fizikas mācību procesa īstenošanas pedagogiski psiholoģiskajiem aspektiem, par mācību satura attīstību konstruktīvā, uz kontekstiem balstītā pedagogiskajā procesā, skolēnu zināšanas par dabu integrējoša fizikas apguves didaktiskā modeļa izveidi. Statistikas datu ticamības pārbaudei tika noteikts Kronbaha alfa koeficients.

Izmantoto metožu un izvirzītās hipotēzes pārbaudes rezultātu validitāte liecina, ka pētījuma mērķis ir sasniegts, un pētījuma datu analīzes rezultātā izstrādātie secinājumi un ieteikumi ir izvirzāmi aizstāvēšanai.

Aizstāvēšanai tiek izvirzītas šādas tēzes:

- Fizikas mācības ir īstenojamas, balstoties uz skolēnu zināšanas par dabu integrējošu fizikas apguves didaktisko modeli, kas paredz skolēnu mācīšanos sociālā mijiedarbībā, aktīvi strādājot ar kontekstorientētu, zināšanas par dabu integrējošu, sistēmiski veidotu mācību saturu, attīstot dabaszinību un tehnoloģiju kompetenci.
- Fizikas mācību saturs ir pilnveidojams tajā integrējot bionikas elementus, kas nodrošina mācību, dabas un tehnikas vienotību un veicina skolēnu domāšanas savstarpējās sakarībās attīstību, saistot teoriju un praksi, bioloģiju un fiziku, bioloģiskas sistēmas un tehniskus risinājumus.
- Modelis aktualizē didaktiskās likumības un nodrošina skolēna zināšanu, prasmju, attieksmju attīstību, sistēmiskumu, sakārtotību, izmantojamību, kas ļauj saskatīt dabas un tehnikas mijiedarbības aspektus, atklāt jaunas sakarības tehnoloģisku problēmu risināšanai.

Ieteikumi vidusskolas fizikas skolotājiem

- Vidusskolas fizikas kursa apguves procesā izmantot autora izveidoto skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modeli (2.2.1. attēls).
- Pilnveidot un papildināt vidusskolas fizikas mācību saturu ar bionikas elementiem (tematiskais plāns bionikas integrētai iekļaušanai vidusskolas fizikas kursā.1.5.2.1. tabula)
- Aktualizēt starppriekšmetu saikni ar bionikas palīdzību, veidojot savstarpēji saistītu dabaszinību mācību priekšmetu saturu, kurš balstās uz šādiem principiem (par pamatu ņemti E. Klarka ieteikumi):
 1. bionikas un fizikas saistības pieņemšana,
 2. fizika tiek mācīta bionikas kontekstā,
 3. apgūstamā fizikas satura vienotība ar apkārtējā vidē un dabā notiekošajiem procesiem,
 4. mācību procesā skolēns pētnieciskajā darbībā atklāj fizikas likumības,
 5. fizikas likumsakarības tiek apgūtas caur dabā notiekošajiem procesiem,
 6. informācijas kvalitāte dominē par kvantitāti.
- Mācību procesu klasē organizēt, izmantojot konstruktīvisma idejas.
- Mācot fiziku kontekstā, izmantot dialogus : „skolēns – skolēns”, „skolēns – skolotājs”, „skolēns – daba”, skolēns - tehnika”(2., 3., 4., 5. pielikums)

Turpmāko pētījumu virzieni

Turpināt teorijas izpēti par bionikas lomu fizikas satura pilnveidē, skolēnu mācīšanas un mācīšanās procesā.

Latvijā plaši pētījumi par bionikas mācīšanu vidusskolā nav veikti, tāpēc pētījumu var turpināt aktualizējot starppriekšmetu saikni bionika– fizika –bioloģija.

Autora izveidotais skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis jāaprobē vairākās vidusskolās ar dažādiem izglītības virzieniem.

Veidot izdales materiālus fizikā ar bionikas elementiem, izveidot pilnīgāku bionikas elementu ieviešanas programmu vidusskolas fizikas kursā.

Promocijas darbā biežāk izmantoto terminu skaidrojums

Akomodācija ir process, kurā izziņas struktūras tiek mainītas tā, lai saderētos ar uztverto (Geidžs, Berliners, 1999)

Asimilācija ir process, kurā uztvertais tiek mainīts tā, lai tas iekļautos jau esošajās izziņas struktūrās. (Geidžs, Berliners, 1999)

Bionika ir dzīvās dabas uzkrātās pieredzes izmantošana tehnikā, galveno uzmanību veltot orientēšanās, uztveres un bioloģisko struktūru vadīšanas un regulēšanas problēmām (Rolovs, 1989).

Cikliskais mācīšanās modelis aptver četras cikla pakāpes:

- 1) konkrēta pieredze,
- 2) reflektīva novērošana,
- 3) abstrakta konceptualizēšana,
- 4) aktīva eksperimentēšana. (Kolb, 1984)

Dabaszinību kompetence - spēja un vēlme pielietot zināšanas un metodes, lai izskaidrotu dabisko pasauli, lai identificētu jautājumus un izdarītu uz pierādījumiem pamatotus secinājumus.

Didaktika – mācību teorija, kura pēta izglītības procesa teorētiskos pamatus.

Didaktiskās rekonstrukcijas modelis- izskaidro teorētisku mācību stundas metožu un struktūru, kā arī plāno mācību procesu, realizēšanu un refleksiju.

Fizika ir zinātne par vispārīgākajām matērijas kustības formām un materiālo ķermeņu īpašībām.

Integrēts mācību saturs - „lietu” kopsaistību, kontekstu, reālās dzīves un apgūstamā satura vienotība, skolēncentrēta, informācijas kvalitāte dominē par kvantitāti (Clark, 1997).

Kognitīvās zinātne -koncentrējas uz informācijas apstrādes un iekšējās pārstāvēniecības pieredzi.

Kompetence – spēja, balstoties uz zināšanām, efektīvi darboties dotajās situācijās (Perrenoud,1995).

Konstruktīvisms ir teorija, kuras pamatā ir uzskats, ka zināšanas tiek konstruētas, pamatojoties uz pieredzi un prāta darbību.

Konteksts ir virssaturs, kas palīdz formēt jēgpilnu izpratni par to, ko mācās saistībā ar ikdienas dzīves norisēm kā fundamentāls pamats, kas atbalsta skolēna mācīšanos. Ar kontekstu palīdzību tiek parādīta fizikas principu piemērošana dažādām situācijām, tādā veidā nodrošinot konkrētāku un autentiskāku apgūto zināšanu atspoguļojumu praktiskajā dzīvē.

Kontekstorientēta pieeja- prasmes tiek mācītas jēgpilnā kontekstā, nevis sastingušā, mākslīgā, izolētā un fragmentētā veidā.

Neirozinātne piedāvā jaunu iespēju mācīšanās un mācīšanas teorijā, sintēzi starp divām jaunām jomām: neirokognitīvo mācīšanās teoriju un konstruktīvisma zinātnes filozofiju

Mācīšanās ir mijiedarbības process, kura laikā skolēni apgūst arī patstāvīgā darba prasmes un viņos veidojas atbildība par mācību darbu (Klafki, 1999).

Reflektēšana - spēja kritiski domāt un veidot patstāvīgus kritiskus spriedumus (Rubene, 2004)

Tehnoloģiju kompetence tiek skatīta kā zināšanas un metodes, kas nepieciešamas, uztverot cilvēka vēlmes un vajadzības.

Vizuālā uztvere - uztverot objektu tas tiek apzīmēts ar krāsu, kustību, orientāciju un formu

Literatūras saraksts

Zinātniskās literatūras saraksts

1. Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-702.
2. Abell, S.K. (2007). *Research on Science Teacher Knowledge*. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on Science Education* (S. 1105-1150). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
3. Adey, P., Hewitt, G., Hewitt, J. & Landau, N. (2004). *The professional development of teachers: Practice and theory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
4. Aikenhead, G.S. (2007). *Expanding the Research Agenda for Scientific Literacy* In: <http://www.conference.slu.se/lslsvposium/speakers/AikenheadPo.pdf>
5. Aikenhead, G. (1994). *What is STS Science Teaching?* In J. Solomon & G. Aikenhead (Hrsg.), *STS Education. International Perspectives on reform* (S. 47-59). New York and London: Teachers College Press.
6. Aikenhead, G.S. (2002). *Renegotiating the Culture of School Science: Scientific Literacy for an Informed Public* <http://vww.usask.ca/education/people/aikenhead/portugal.html>
7. Ajzen, I. *Attitudes, personality, and behaviour*. Maidenhead, England: Open University Press, 2005, p.174.
8. Altrichter, H. (2005). *Curriculum implementation – limiting and facilitating factors*. In P. Nentwig & D. Waddington (Hrsg.), *Making it relevant. Context based learning of science* (S. 35-62). Münster: Waxmann Verlag.
9. Anderson, O. R. & Demetrius, O. J. (1993). A flow map method of representing cognitive structure based on respondents' narrative using science content. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 953-969.
10. Anderson, O. R. (1991). Neurocognitive models of information processing and knowledge acquisition. *Progress in Sensory Physiology*, 12, 116-191.

11. Anderson, O. R. (1999). Neurocognitive Bases for Constructivism in Education. Paper presented at the meeting of the International Conference on Thinking and Education, Ponce, Puerto Rico.
12. Anderson, O.R. (2009) Neurocognitive theory and constructivism in science education: a review of neurobiological, cognitive and cultural perspectives
13. Andersone, R. (2007) *Izglītības un mācību priekšmetu programmas*. – Rīga.: RaKa.
14. Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 235, 556-559.
15. Baltušīte, R. (2006). Skolotāja loma mācīšanās motivācijā. Rīga: RaKa.
16. Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 247.
17. Barrow, R., Milburn, G. (ed.) (1990). *A Critical Dictionary of Educational Concepts: An Appraisal of Selected Ideas and Issues in Educational Theory*. 2nd ed. Teacher College Press, 370.
18. Beichner, R.J. (1993). *A Multimedia Editing Environment Promoting Science Learning in a Unique Setting a Case Study*. Proceeding of Ed-Media 93 Word Conference Multimedia and Hypermedia, Orlando, Florida.
19. Bell, B.F.: (1991), A Constructivist View of Learning and the Draft Forms 1-5 Science Syllabus', *SAME Papers 1991*, 154-180.
20. Beļickis, I. (2001) *Izglītības alternatīvās teorijas*. – Rīga.: RaKa.
21. Benckert, S. Conversation and Context in Physics Education. 1997, Retrieved 14 January, 2013, from, http://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/18144/1/gupea_2077_18144_1.pdf.
22. Benckert, S. (1997). Conversation and Context in Physics Education. Retrieved 16 January, 2011 from http://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/18144/1/gupea_2077_18144_1.pdf
23. Bennett, J. *Teaching and Learning Science: A guide to Recent Research and its Applications*. London: Continuum, 2003, p.289.
24. Bennett, J., Gräsel, C., Parchmann, I. & Waddington, D. (2005). Context-Based and Conventional Approaches to Teaching Chemistry: Comparing Teachers' views. *International Journal of Science Education*, 27 (13), 1521-1547.
25. Bennett, J., Hogarth, S., Lubben F. (2003) A systematic review of the effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approaches in the teaching of secondary science In: <http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=330>
26. Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing Science to life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches of Science Teaching. *Science Education*, 91, 347 – 370.

27. Bentley, M. L. (2007). Teaching constructivist science, K-8: nurturing natural investigations in the standards-based classroom. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
28. Binadja, A. (1992). Development of science process skills when science is taught with a focus on science-technology-society. In R.E. Yager (ed.), The status of STS: Reform efforts around the world. ICASE 1992 Yearbook. Knapp Hill, South Harting, Petersfield GU31 5LR, U.K.: International Council of Associations for Science Education.
29. Bleichroth, W. (1991). Elementarisierung, das Kernstück der Unterrichtsvorbereitung. Naturwissenschaften im Unterricht - Physik, März 1991, 4-11.
30. Bloomfield, L. (1997). How Things Work – The Physics of Everyday Life. New York: John Wiley & Sons, Inc.
31. Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. Journal of Chemical Education, 63, 873-877.
32. Bogdan, R.C., Biklen S.,K. (2003). *Qualitative Research for Education. An Introduction to Theory and Methods. Fourth Edition.* Boston: Allyn and Bacon. (1998, 1992, 1982 Pearson Education Group, Inc), 291.
33. Bork, A. (1970). The Harvard Project Physics Film Program. The Physics Teacher, 8(4), 163-168.
34. Božoviča, L. (1975). Personība un tās veidošanās skolas gados. Rīga: Zvaigzne,.
35. Brandoni, C. & Anderson, O. R. (2009). A new neurocognitive model for assessing divergent thinking: Applicability, evidence for reliability, and implications for educational theory and practice. Creativity Research Journal.
36. Brandt, R. (1998). Powerful learning. Alexandria: ASCD.
37. Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (Eds.), (2000). How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School, Expanded Edition. Washington, D. C.: National Academies Press.
38. Brickhouse, N. W. (1990). Teachers'Beliefs About the Nature of Science and Their Relationship to Classroom Practice. Journal of Teacher Education, 41/3, 53-62.
39. Broks, A (2011) Tālākizglītības kurss “VISPĀRIZGLĪTOJŠĀ FIZIKA ROFESIONĀLAJĀ IZGLĪTĪBĀ”, http://blogi.lu.lv/broks/files/2012/03/VFPI_PRIEK%C5%A0V%C4%80RDS
40. Brook, A. and Driver, R. (1984) *Aspects of secondary students' understanding of energy*, CLISP Report, Centre for Science and Mathematics Education, University of Leeds.
41. Brooks, J.G. & Brooks, M.G. (1993). The Case for Constructivist Classroom. Alexandria,VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

42. Brooks, J.G. & Brooks, M.G. (1994). In Search of Understandings: The Case of Constructivist Classrooms. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
43. Brooks, J.G. & Brooks, M. (1993). The case for constructivist classroom. Alexandria: ASCD.
44. Bruner, J.S. (1996). The Culture of Education. Cambridge, Harvard University.
45. Bündler, W. (1997). Practising Integration in Basic Science Education: PING. In W. Gräber & C. Bolte (Hrsg.), Scientific Literacy (S. 3999-414). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.
46. Burner, IS. (1960). *The Process of Education*, New York: Random House. - p.93.
47. Burns, R. B. (2000) *Introduction to Research Methods*, 4th edition. London
48. Bybee, R.W. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. In W. Gräber & K. Bolte, Eds., *Scientific literacy* (pp. 37-68). Kiel, Germany: IPN – Leibniz-Institute for Science Education.
49. Calderhead, J. (1996). Teacher Beliefs ad Knowledge. In D. Berliner & R. Calfee (Hrsg.), *Handbook of educational psychology* (S. 709-725). New York: MacMillan Reference Books.
50. Campbell, B., Lazonby, J. Nicholson, R, Ramsden, J., Waddington, D. (1994) Science: the Salters Approach V a case study of the process of large-scale curriculum development, *Science Education*, 78 (5), 41- 447. http://www.phy.cuhk.edu.hk/contextual/tem/brief_e.html
51. Chaiklin, S. and Lave, J., eds., (1993) *Understanding Practice: Perspectives on Activity and Context*. New York: Cambridge University Press.
52. Clark, E. T. J. (1997). *Designing and implementing and integrated curriculum: A student – centered approach*. Brandon, VT. Holistic Education Press. - p. 171.
53. Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in education research. *Educational Researcher*, 32, 1, 9-13.
54. Cole, M. (1996). *Cultural Psychology: a Once and Future Discipline*. Cambridge, MA, Havard University Press.
55. Cole, M., (1996). *Cultural Psychology: a Once and Future Discipline*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
56. Creswell, J. W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Schoosing among five traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage, 424.
57. Creswell, J. W. (2002). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixes methods approaches set (2nd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage, 260.
58. Curry, A. & Holman, J. (1986). Physics goes live. Introducing the SATIS project. *Physics Education*, 21(5), 268-271.

59. Curry, A. (1992). Science across Europe: key issues for society. *Physics Education*, 27(6), 319-322.
60. Čehlova, Z. (2002). *Izziņas aktivitāte mācībās*. Rīga: RaKa.
61. Damasio, A. R. (1998). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. In A. C., Roberts, T. W. Robbins, & L. Weiskrantz, (Eds.). *The prefrontal cortex: executive and cognitive functions* (pp. 36-50). Oxford, UK: Oxford University Press.
62. Dauge, A. (1928). *Audzinašanas ideāls un īstenība*. Rīga: OJēpes izd. -1251pp.
63. Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323, 66-69.
64. Denzin, N., Lincoln, Y. (2005) (Eds), *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage, 1210.
65. Dewey, J. (1938) *Experience and Education*, New York: Collier Books
66. Dijk, E. M. Van & Kattmann, U. (2007). A research model for study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23/6, 885-897.
67. diSessa, A.A., (1988). Knowledge in Pieces, in Forman & Puffall (Ed.) *Constructivism in the Computer Age*, Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum
68. Driel, J. H. Van, Verloop, N. & Vos, W. De. (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (6), 673-695.
69. Driver, R., & Easley, J. A. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
70. Driver, R., & Erickson, G. L. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
71. Duit, R. (2006). Initiativen zur Verbesserung des Physikunterrichts in Deutschland. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 2/5, 83-96.
72. Duit, R., A model of educational reconstruction as a framework for designing and validating teaching and learning sequences. Paper presented at the meeting on research-based teaching sequences, Paris, November, (2000).
73. Duit, R., & Treagust, D. (1998). Learning in science: From behaviourisms towards social constructivism and beyond. In B. Fraser & K. Tobin, Eds. *International Handbook of Science Education* (pp. 3-25). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
74. Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.

75. Duit, R., Gropengiesser, H. and Kattmann, U., Towards science education research that is relevant for improving practice: The model of educational reconstruction. In H. Fisher (ed.) *Developing standards in research on science education* (pp. 1–9) (Taylor & Francis group, London, 2005).
76. Duit, R., Komorek, M. & Wilbers, J. (1997). Studies on educational reconstruction of chaos theory. *Research in Science Education*, 27, 1997, 339-357.
77. Duit, R., Komorek, M., & Müller, C. T. (2004). *Fachdidaktisches Denken [Subject related educational thinking]*. Occasional paper. Kiel, Germany: IPN – Leibniz-Institute for Science Education.
78. Dzerviniks, J. (2003). Demonstrējumu eksperimenta modelis mehānikā skolas fizikas kursā. – Daugavpils.
79. Dzerviniks, J., Poplavskis, J. (2011). *Accents of constructivisms' didactics during education of physics in secondary education.* // Proceedings of the Internacional Conference Society, Integration. Education. – Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, p.117-127, ISBN 978-9984-44-065-1, ISSN 1691-5887, Thomson Reuters ISI Web of Knowledge <http://www.isiwebofknowledge.com/>.
80. Dzerviniks, J. (2005). Improving Methodology of Demonstration Experiments for Development of Pupils' Knowledge, Comprehension and Skills.// *Journal of Baltic Science Education*, No. 2 (8), pp.15-25.
81. Dzerviniks, J. (2007). Dabaszinātniskā izglītība pamatizglītības satura reformas kontekstā. //Izglītības reforma vispārīzglītojošajās skolā: izglītības satura pētījumi un ieviešanas problēmas. Zinātnisko rakstu krājums. Rēzekne: Rēzeknes Augstskolas izdevniecība.
82. Dzerviniks, J. (2008). Development of Pupils' Knowledge, Comprehension and Skills in Natural Sciences at Comprehensive School.// *Innovations and Technologies News*. N1, pp.43-53.
83. Dzerviniks, J. (2010). Students' Emotions in the Development of Natural Sciences and Technology Competence. // *Education Reform in Comprehensive School: Education Content Research and Implementation Problems*. Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, p.44-54.
84. Eccles, J. C. (1989). *Evolution of the brain creation of the self*. London, UK, Routledge.
85. Elliott, J. (1991) *Action Research for Educational Change*, Buckingham, Open University Press.
86. ES struktūrfondu NACIONĀLĀ PROGRAMMA “Mācību kvalitātes uzlabošana dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos vidējā izglītībā”(ESF) Rīga, 2005

87. Eschenhagen, D., Kattmann, U. & Rodi, D. (2006). Aufgaben der Fachdidaktik Biologie (H. Gropengießer & U. Kattmann, Hrsg.). Köln: Aulis Verlag Deubner.
88. Filkenstein, N.D. (2001). Context in the Context of Physics and Learning. Retrieved 18 January, 2011 from <http://lchc.ucsd/nfinkels/perc.context.pdf>
89. Fine, G.A.,(1987) *With the Boys*, Chicago: University of Chicago Press
90. Fink, A., Grabner, R. H., Benedek, M., Reishofer, G., Hauswirth, V., Fally, M., Neuper, C.,Ebner, F. & Neubauer, A. C. (2009). The creative brain: Investigation of brain activity during creative problem solving by means of EEG and fMRI. *Human Brain Mapping*, 30, 734-748.
91. Fosnot, C. T. (Ed.), (2005). *Constructivism: Theory Perspectives and Practice*, 2nd Edition. New York: Teachers College Press.
92. Fox, R. (2001). Constructivism examined. *Oxford Review of Education*.
93. Fullick, P. (1992). Addressing Science and Technology Issues in the United Kingdom: The SATIS Project. *Theory into Practice*, 31(1), 36-41
94. Gailīte, I. (2000). *Pedagoģiskā analīze skolu praksē Rīgā.:Mācību grāmata*.
95. Gardner, H. (1985). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. New York: Harper Collins.
96. Garleja, R. (2003). *Darbs, organizācija un psiholoģija*. Rīga: RaKa.
97. Geidžs, N.L., Berliners, D.C. (1999). *Pedagoģiskā psiholoģija*. Rīga: Zvaigzne ABC.
98. George, f. r. Ellis. (1995). *Thinking Globally, Acting Univer- sally*. —*Scientific American*.
99. Geske, A; Grīnfelds, A; Kangro, A; Kiseļova, R; (2010). *Ko skolēni zina un prot – kompetence lasīšanā, matemātikā un dabaszinātnās. Latvija OECD valstu starptautiskajā skolēnu novērtēšanas programmā 2009*. Rīga: Latvijas Universitāte.
100. Geske, A., Grīnfelds, A. (2001). *Izglītības pētījumu metodoloģija un metodes*. – Rīga.:RaKa.
101. Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*. London, UK: Sage.
102. Glynn, S. M. Winter, L. K. (2004) *Contextual Teaching and Learning of Science in Elementary school*. *Journal of Elementary Science Education*. Retrieved 07. 04.2008. from: <http://goliath.ecnext.com/coms2/browse R J080>
103. Granit, R. (1977). *The Purposive brain*. Cambridge, MA: MIT Press.

104. Guba, E.G., Lincoln, Y.S. (1994). Competing Paradigms in Qualitative Research, in Denzin, N. and Lincoln, Y.S. *Handbook of Qualitative Research*. pp. 105-117. Thousand Oaks, CA: Sage.
105. Gudjons, H. (1998). *Pedagoģijas pamatatziņas* tulk. zin. konsultants Dr. paed. J. Rudzītis. Rīga: Zvaigzne ABC. - 395 Ipp.
106. Guenther, F.H., Ghosh, S.S., & Tourville, J.A. (2006). Neural modeling and imaging of the cortical interactions underlying syllable production.
107. Hammer, D. (1996). "More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for education research." *AJP* 64(10), pp. 1316-1325.
108. Hansena, K. Kaufmane, R. u.c. *Izglītība un demokrātijas kultūra: Bērnības pieredze*. Rīga: Sorosa fonds – Latvija, 1998.
109. Heilman, K. (1994). Emotion and the brain. In D. W. Zaidel, (Ed.). *Neuropsychology* (pp. 139-158). San Diego, CA: Academic Press.
110. Heimann, P., Otto, G. & Schulz, W. (1965). *Unterricht. Analyse und Planung* (A. Blumenthal & W. Ostermann, Hrsg.). Hannover: Schroedel Verlag, 10. unveränderte Auflage von 1997.
111. Hibnere, V. (1998). *Bērņa vizuālā darbība*. RaKa.
112. Hill, B. (2001). *Naturorientiertes Lernen - von der Natur lernen.*- In: Tagungsband zum 8. Energietag: Fachtagung für den bildenden Bereich in Thüringen, Paetec: Berlin
113. Hill, B. (2002). *Frag' die Natur - Eine Einführung in Naturorientiertes Lernen.* - Verlag Franzbecker: Hildesheim, Berlin.
114. Hitchcock, G., Hughes, D. (1995). *Research and the Teacher. A Qualitative Introduction to School-based Research*. London and New York: Routledge, 370.
115. Holzer, S.M. (1994). *From Constructivism to Active Learning*. 2011 from http://www.succeed.ufl.edu/innovators/innovator_2/innovator0002.html
116. <http://www.oecd.org/> Applications for permission to reproduce or translate all or part of this work should be made to:OECD Publications, 2 rue André Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France. skatīts, 23.03.2011
117. Houlloun, I. (1996). Schematic modelling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching* 33:1019-1041.
118. Hoerner, W et al. (Eds)(2007). *The Education Systems of Europe..- Germany*.
119. Grecaand, I.M., Moreira, M.A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education* 22:1-11

120. Isaac, S., Michael, W.B (1995) *Handbook in Research and Evaluation*. California: San Diego, EdITS, 262.
121. Joplin, L. (1995). On defining experiential education. In: *The Theory of experiential education*. Dubuque, IA: Kendall/Kunt Publishing Co.
122. Joyce, B., Weil. M., & Showers B. (1992). *Models of teaching*. Boston: Allyn & Bacon.
123. Jung, W. (1984). Fachliche Zulässigkeit aus didaktischer Sicht. In J. Kahlke & F. Kath (Hrsg.), *Didaktische Reduktion und methodische Transformation* (S. 17-24). Alsbach: Leuchtturm.
124. Kaestle, C.F. (1993). The awful reputation of educational research. *Educational Researcher*, 22(1), 23-31.
125. Karpova, Ā. (1994). Personība un individuālasi stils. – R:Latvijas Universitāte,
126. Kattman, U., Duit, R. and Gropengießer, H., The Model of Educational Reconstruction - Bringing together Issues of Scientific Clarification and Students' Conceptions. In (ERIDOB), 1998, Kiel, Germany: IPN – Leibniz Institute for Science Education, 253-262.
127. Kattmann, U. (2001). Aquatics, flyers, creepers and terrestrials – Students' conceptions of animal classification. *Journal of Biological Education*, 35, 3, 141-147.
128. Kattmann, U. (2004). Unterrichtsreflexion im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Seminar - Lehrerbildung und Schule*, 10 (3), 40-49.
129. Kattmann, U. (2004). Unterrichtsreflexion im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion [Thinking about instruction within the framework of Educational Reconstruction]. *Das Seminar*, 10 (3), 40-51.
130. Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion - eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 93-103). Berlin: Springer Verlag.
131. Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3/3, 3-18.
132. Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1995, April). A model of Educational Reconstruction. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching (NARST), San Francisco.
133. Key competencies (2002). A Developing concept in general compulsory education. Brussels, Eurydice. Retrieved 28 January, 2013, from http://www.mp.gov.rs/resursi/dokumenti/dok67-eng-Key_competencies.pdf

134. Key competencies for Europe. (1997). Report of the Symposium in Berne 27-30 March, 1996. Strasbourg: Council of Europe.
135. Kim, B. (2001). Social Constructivism.. In M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Retrieved 07.09.2012, from http://projects.coe.uga.edu/epltt/index.php?title=Social_Constructivism
136. Klafki, W. (1964). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. *Die Deutsche Schule, Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift die Deutsche Schule*, 5-34.
137. Klafki, W. (1969). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung [Educational analysis as the kernel of planning instruction]. In H. Roth & A. Blumental, Eds., *Auswahl, Didaktische Analyse* (10th edition). Hannover, Germany: Schroedel.
138. Klafki, W. (1999). Die bildungstheoretische Didaktik im Rahmen kritisch-konstruktiver Erziehungswissenschaft. In Gudjons, H. & Winkel, R. *Didaktische Theorien*. Hamburg: Bergmann & Helbig, S. 13-34.
139. Klausmeier, H., Ripple, R. (1982). *Moderne Unterrichtspsychologie*. Band 3, Lernen und Erfolg. München, Basel: Ernest Reinhard Verlag.
140. Kleim, J.A., Vij, K., Ballard, D.H., & Greenough, W.T. (1997). Learning-dependent synaptic modifications in the cerebellar cortex of the adult rat persist for at least four weeks. *Journal of Neuroscience*.
141. Koķe, T. (1999) *Pieaugušo izglītības attīstība: Rīga SIA Mācību apgāds*.
142. Kolb, D. (1984). *Experiential Learning*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
143. Komorek, M. & Kattmann, U. (2008). The model of educational reconstruction. In S. Mikelskis-Seifert & U. Ringelband (Hrsg.), *The big picture of science education* (S. 149-166). Münster: Waxmann Verlag.
144. Komorek, M. (2006). *Lehren und Lernen nichtlinearer Physik - eine Didaktische Rekonstruktion*. Habilitationsschrift, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.
145. Komorek, M., Wendorff, & Duit, R. (2002). Expertenbefragung zum Bildungswert der nichtlinearen Physik [Experts' views of the educational significance of non-linear physics] . *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 8, 33-51.
146. Kriz, W. C. (2000). *Lernziel Systemkompetenz. Planspiele als Trainingsmethode*. Göttingen, Germany: Vandenhoeck & Ruprecht.

147. Kriz, W.C. (2008). A Systemic- Constructivist Approach to the Facilitation and Debriefing of Simulations and Games. Retrieved 12 January, 2013, <http://sag.sagepub.com/content/early/2008/06/20/1046878108319867.full.pdf>
148. Kriz, W.C., Auchter, E. & Wittenzellner, H. (2010). *Summative evaluation of the nationwide German "Start-Up-Game" competition for entrepreneurship education*. In E. Murff (Ed.), *Changing the World through Meaningful Play*. Eastern Washington University Press.
149. Kroplijs, A., Raščevska, M. (2004) *Kvalitatīvās pētniecības metodes sociālajās zinātnēs*. Rīga: RaKa
150. LaBerge, D. (1995). *Attentional processing: The brain's art of mindfulness*. Cambridge: Harvard Univ. Press.
151. Leach, J., (2005). *Contested territory: The actual and potential impact of research on teaching and learning science on students' learning*. Paper presented at the meeting of the European Science Education Research Association, Barcelona.
152. Lijnse, P. (1995). "Developmental research" as a way to an empirically based "didactical structure" of science. *Science Education*, 79, 189-199.
153. Longo, P. J., Anderson O. R. & Wicht, P. (2002). Visual thinking networking promotes problem solving achievement for 9th grade earth science students. *Electronic Journal of Science Education*, 7, 1-50.
154. Lubben, F., Campbell, B., & Dlamini, B. (1996). *Contextualising science teaching in Swaziland: Some student reactions*. *International Journal of Science Education*, 18(3), 311–320.
155. Lumsdaine, E., Voitle, J. (1993). *Contextual Problem Solving in Heat Transfer and Fluid Mechanics*. AIChE Symp. Ser.89.
156. Mareschal, D., & Johnson, M.H. (2003). The 'what' and 'where' of object representations in infancy.
157. Markova, A. (1986) *Mācīšanās motivācijas veidošana skolēniem*. Rīga: Zvaigzne,.
158. Marlow, E. (2002). *Reading, Science, and Hands On Learning*, 8. [atsauce 25.03.205.] <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED471837.pdf>
159. Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco, CA: H. Freeman and Co
160. McCarthy, B. (1987). *4MAT in Action: Teaching to Learning Styles with Right-Left Mode Techniques*.
161. McComas, W. F., Ed. (1998). *The nature of science in science education rationales and strategies*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

162. McDermott, L.C. and Redish, E.F. (1999). Resource letter: PER-1: Physics education research. *AJP*, **67**(9):755-767.
163. McDermott, R., (1993). "The acquisition of a child by a learning disability." in Understanding practice. Edited by S. Chaiklin and J. Lave, 269- 305. New York: Cambridge University Press.
164. McGuire, W.J. (1985) Attitudes and attitude change. Handbook of social psychology, New York.
165. Meeks, T. W. & Jeste, D. V. (2009). Neurobiology of wisdom a literature overview. Archives of General Psychiatry, 66, 355-365.
166. Merrill, M, D. (2007) Task – centered Instruction Strategy. *Journal of research on Technology in education*. 40 (2) p. 33 – 50. http://cito.byuh.edu/merill/text/papers/ Task_Centred_Strategy
167. Mestre, J. (1991) Learning and instruction in pre-college physic science, *Physics Today*, **44**(9), 56-62.
168. Miller, J.D. (1983). Scientific literacy: a conceptual and empirical review. *Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, Cambridge, 112 (2), p. 29 - 48.
169. Miller, R. (1991). Educating the True Self: Spiritual Roots of the Holistic Worldview// *Journal of Humanistic Psychology* (31) p.53 - 67.
170. Miller, R. (2006). Making Connections to the World: Some Thoughts on Holistic Curriculum. In: http://pathsofleaming.org/articles_Making_Connections.php
171. Mills, D.L., Coffey-Corina, S., & Neville, H.J. (1997). Language comprehension and cerebral specialization from 13 to 20 months. *Developmental Neuropsychology*.
172. Morton, J., & Johnson, M.H. (1991). Conspic and conlern – a 2-process theory of infant face recognition. *Psychological Review*
173. Munakata, Y. (2004). Computational cognitive neuroscience of early memory development. *Developmental Review*
174. *Mūžizglītības galvenās pamatprasmes*. Eiropas pamatprincipu kopums. European Communities. 2007, Retrieved 24 January, 2012, from <http://jaunatne.vip.lv/upload/publikacijas/kompetences.pdf>. (in Latvian).
175. Nanjappa, A. & Grant, M.M. (2003). Constructing on Constructivism: The Role of Technology. *Electronic Journal for The Integration of Technology in Education*, Vol.2, No.1. Retrieved 15 January, 2011 from http://www.pedagogy.ir/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=47&Itemid=71

176. Nawrath, D. (2010): Kontextorientierung – Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht. Oldenburg: Didaktisches Zentrum. (Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion, Bd. 29).
177. Negt, O., (1998). Königsberg, Kaliningrad: Reise in die Stadt Kants und Hamanns
178. Neumann, K. (2004). Didaktische Rekonstruktion eines Physikpraktikums für Physiker. Berlin: Logos Verlag.
179. Osborne, J., Simon S., Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*.
180. Osborne, J. C., S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching* 40(7), 692-720
181. Osewold, D. (2007). Kozepte zur mechanischen Welle - eine historisch-didaktische Rekonstruktion. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
182. Perrenoud, P. (1995). Des savoirs aux compétences. De quoi parle-t-on en parlant de compétences. *Pédagogie collégiale*, 9, 1. Retrieved 12 January, 2013, http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1995/1995_08.html
183. Pētersons, E. (1931). *Vispārīgā didaktika*. Rīga: A. Gulbja izdevniecība. – 227 lpp.
184. Phillips, D.C., Ed. (2000). *Constructivism in education: Opinions and second opinions on controversial issues*. Chicago, IL: The University of Chicago Press. Psillos, D. (2001). Science education researchers and research in transition: Issues and policies. In H. Behrendt, H.
185. Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. New York: Orion.
186. Piažē, Ž. (2002). *Bērna intelektuālā attīstība*. Rīga: Pētergailis, Sorosa Fonds – Latvija. – 319 lpp.
187. Picka, N. (1990). *Paidagoģiskā psiholoģija*. Ķelne: Selgas apgāds.
188. Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., and Gertzog, W.A. (1982). "Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change." *Science Education*, 66(2), 211-227.
189. Raščevska, M., Kristapsone, S. (2000) *Statistika psiholoģijas pētījumos*. Rīga: Izglītības soļi.
190. Rauste-von Wright, M.(1999). A learning based teacher training project: the first two years. Paper presented in the 8th European Conference on Learning and Instruction, Goteburg, Sweden, 1999.

191. Rayner, A. (2005). Reflections on Context-based Science Teaching: a Case Study of Physics for Students of Physiotherapy. Retrieved 14 January, 2011 from http://sydney.edu.au/science/universe_science/pubs/procs/wshop10/2005Rayner.pdf
192. Redish, E.F. (to appear 2002) Teaching Physics, New York: John Wiley and Sons; Redish, E.F., (1999)“Millikan Award Lecture (1998): Building a Science of Teaching Physics,” *AJP*, **67**, 562-573
193. Reich, K. (2002). Systemisch – konstruktivistische Pedagogik, Einführung in Grundlagen einer interaktionistisch-konstruktivistischen Padagogik. Luchterhand Verlag (Neuwied), 4.Auflage.
194. Reinhold, P. (2006). Elementarisierung und didaktische Rekonstruktion. In H. F. Mikelskis (Hrsg.), Physik-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II (S. 86-101). Berlin: Cornelsen Verlag GmbH & Co. KG.
195. Rolovs, B. (1989).Par fiziku un fiziķiem. Fizikas terminu skaidrojošā vārdnīca. Rīga: Zinātne.
196. Rosenfeld, G. (1972).Lernmotivation : Theorie und Praxis. Berlin.
197. Rubene, Z. (2009).Kritiskā domašana mūsdienu izglītības filozofijā. Izglītības attīstības centrs, from http://www.iac.edu.lv/kd_old/kas_ir_KD.htm.
198. Rubene, Z. (2004).Kritiskā domašana studiju procesā. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.
199. Ryan, P.G. & Cooper, J. (2004). Those Who Can, Teach. New York: Houghton Mifflin Company.
200. Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: Socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45, 1-42.
201. Savinainen, A., Sco tt, P. and Viiri, J., Using a bridging representation and social interactions to foster conceptual change: Designing and evaluating an instructional sequence for Newton’s third law, *Science Education* 89, 175 -195 (2005).
202. Science Teaching in Schools in Europe. (2006). Policies and Research. Brussels: Eurydice.
203. Shepherd, G. M. (Ed.), (1998). The synaptic organization of the brain. New York, NY: Oxford Univ. Press.
204. Shneiderman, B. (1993). Education by Engagement and Construction: Experiences in the AT&T Teaching Theater. Proceeding of Ed-Media 93 Word Conference Multimedia and Hypermedia, Orlando, Florida. pp 471-479.
205. Shultz, T.R., & Mareschal, D. (1997). Rethinking innateness, learning and constructivism: connectionist perspectives on development. *Cognitive Development*.

206. Simons, P. R.-J. (1993). Constructive learning: The role of the learner. In T.M. Duffy, J. Lowyck & D.H. Janassen (Ed.), *Designing environments for constructive learning*. NATO ASI Series. London: Springer – Verlag. pp.291-313.
207. Sirois, S., & Mareschal, D. (2004). An interacting systems model of infant habituation. *Journal of Cognitive Neuroscience*
208. Sjöberg, L. (2000). The methodology of risk perception research.
209. Solomon, J., & Aikenhead, G. (1994) *STS Education International Perspectives on Reform*. New York. Teachers College Press. In: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/#Book%20Chapters>
210. Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc, 192.
211. Stavrou, D. (2004). Das Zusammenspiel von Zufall und Gesetzmäßigkeiten in der nichtlinearen Dynamik. *Didaktische Analyse und Lernprozesse* (H. Niedderer & H. Fischler, Hrsg.). Berlin: Logos Verlag.
212. Stoll, L., & Fink, D. (1996) *Changing our schools*. Buckingham: Open University Press.
213. Stratēģiskās analīzes komisija (2009). *Stratēģiskās analīzes komisijas skatījums par sociālo, pārvaldības, izglītības un zinātnes jomu latvijā: neatliekamie īstermiņa pasākumi un vidēja termiņa mērķi un ieteikumi rīcībai*, Rīga.
214. Strauss, A., Corbin, J. (2007). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. SAGE Publications, 400.
215. Stringer, E.T. (1996). *Action research: A handbook for practitioners*. Thousand Oaks, CA: Sage
216. Sundermeier, S. (2009). *Der Prozess der Sinneswahrnehmung. Historisch didaktische Rekonstruktion und Entwicklung einer fächerübergreifenden Lernumgebung*. Oldenburg: BIS
217. Tashakkori, A., Teddlie, C. (1998) *Mixed Methodology: Combining Qualitative and Quantitative Approaches*. Thousand Oaks, California: Sage, Publications, 200.
218. Teddlie, C. H. & Tashakkori, A. (2006). A general typology of research designs featuring mixed methods. *Research in the schools*, 13(1), 12-28.
219. Hoerner, W. et al. (Eds)(2007). *The Education Systems of Europe..- Germany*.
220. Theyßen, H. (2005). *Didaktische Rekonstruktion eines Physikpraktikums für Medizinstudieren-de*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 57-72.
221. Tiļļa, I. (2003). *Pusaudžu sociokultūras kompetences veidošanās otrās svešvalodas mācību procesā*. Rīga, Latvijas Universitāte.

222. Tobin, K. (Ed.). (1993). *The practice of constructivism in science education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum.
223. Valsts vispārējās vidējās izglītības standarti. (2008). Rīga: VISC.
224. Viiri, J. and Saari, H., (2004). Research based teaching unit on the tides, *International Journal of Science Education*.
225. Viiri, J., Savinainen, A. (2004). Teaching-learning sequences: A comparison of learning demand analysis and educational reconstruction. (pp.82 – 84) Department of Teacher Education, University of Jyväskylä, P.O.Box 35, FI-40014 University of Jyväskylä, Finland.
226. von Glasersfeld, E. (1993). Questions and answers about radical constructivism. In Tobin, K. (Ed.), *The practice of constructivism in science education* (pp. 23-38). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum.
227. Vosniadou, S. (1996). Towards a revised cognitive psychology for new advances in learning and instruction. *Learning and Instruction*, 6, 95-109.
228. Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 176. [atsauce 28.04.2012.]
229. Waters-Adams S., (2006), *Action Research in Education*
230. West, L., & Staub, F.C. (2003). *Content-Focused Coaching: Transforming mathematics lessons*. Portsmouth, NH: Heinemann / Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh.
231. Westbury, L., Hopmann, S., & Riquarts, K., Eds. (2000). *Teaching as reflective practice. The German Didaktik tradition*. Mahwah, N.J.: Erlbaum.
232. Westermann, G., & Miranda, E.R. (2004). A new model of sensorimotor coupling in the development of speech. *Brain and Language*.
233. Whitelegg, E. and Parry, M. (1999) Real-life contexts for learning physics: meanings, issues and practice, *Phys. Educ.*, Vol 34 (2), 68-72, March 1999
234. Widodo, A. (2004). *Constructivist Oriented Lessons: The learning environment and the teaching sequences*. Frankfurt, Germany: Peter Lang.
235. Winch, C. (1999). *Key Concepts in the Philosophy of Education*. London: Routledge, 296.
236. Wright, E. (1993). The irrelevancy of science education research: perception or reality? *NARST News*, 35(1), 1- 2.
237. www. Eurydice.org/Eurydice Eiropas nodaļa – Avenue Louise,240 – B – 1050 Brussels, skatīts, 21.04.2012
238. Yager, R.E. (1991). The constructivist learning model. *The Science Teacher*, 58 (6), 52-57. http://www.eiu.edu/~scienced/5660/gotta/G-4_R-3.html

239. Yin, R.K. (2008) *Case Study Research. Design and Methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 240.
240. Žogla, I. (1994) *Skolēnu izziņas attieksme un tās veidošanās*. Rīga: LU,
241. Žogla, I. (2001). *Didaktikas teorētiskie pamati*. Rīga: RaKa
242. Берген, П., Лукман, Т. (1995). *Социальное конструирование реальности: Трактат по социологии знания*. Москва: Академия – Центр: Медиум.
243. Выготский, Л. С. (2003). *Психология развития человека*. Москва. Эксмо. – 135 стр.
244. Выготский, Л.С. (1982). Мышление и речь //Выготский Л.С. Собр.соч. в 6 томах. - М.: Педагогика, Т.2. - С.5 - 361.
245. Выготский, Л.С. (2000). *Психология*. Серия: Мир психологии. Москва: ЭКСМО –Пресс. 108. С.
246. Дьюи, Д. (2000). *Демократия и образование*. Москва: Педагогика – пресс
247. Ищенко, Л (2008). Тематический план занятий по курсу «Бионика». Skatīts 12.08.2012. <http://www.school101.kubannet.ru/doc/metodrab/kopilka/bionika.pdf>
248. Леонтьев, А. (1983) *Деятельность. Сознание. Личность*. Москва.
249. Немов, Р.С. (1990) *Психология*. Москва: Просвещение.

Analizētās mācību literatūras saraksts

1. Albrehta, Dz. (1998). *Pētīšanas metodes pedagogijā*. – Rīga.: Mācību grāmata.
2. Albrehta, Dz. (2001). *Didaktika*. Rīga: RaKa.
3. Branka, V., Krūmiņš, J., Puķītis, P. (1997). *Fizika 12.kl. 2.d. Optika*. Rīga: Zvaigzne ABC
4. Branka, V., Krūmiņš, J., Puķītis P., Tiltiņš E. (1993). *Fizika 12.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC
5. Branka, V., Krūmiņš, J., Puķītis, P., Tiltiņš E.(1992). *Fizikas praktiskie darbi 11.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC
6. Branka, V., Krūmiņš, J., Puķītis, P., Tiltiņš, E.(1995). *Fizika 11.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC
7. Branka, V., Krūmiņš, J., Puķītis, P., Tiltiņš, E. (1996). *Fizikas praktiskie darbi 11.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC
8. Broks, A. (1998). Parādību zinātniskā izziņa. Skolotājs Nr.5, -12.-17.lpp.
9. Buhovcevs, B., Kļimontovičs, J., Mjakiševs, G.(1980). *Fizika 10.kl.*Rīga: Zvaigzne ABC
10. Buhovcevs, B., Kļimontovičs, J., Mjakiševs, G.(1984). *Fizika 10.kl.*Rīga: Zvaigzne ABC
11. Buhovcevs, B., Mjakiševs, G.(1988). *Fizika 10.kl.*Rīga: Zvaigzne ABC
12. Buhovcevs, B., Mjakiševs, G.(1989). *Fizika 11.kl.*Rīga: Zvaigzne ABC
13. Būts, G. (1999). *Fizika vidusskolai*. Rīga: Zvaigzne ABC
14. Cābelis, A., Dzērve, U., Muižnieks, V. (2006). *Fiziku mācīties būs interesanti. Terra* 34.lpp
15. Demkovičs, V. (1972). *Fizikas uzdevumi 9.- 11. .kl.*Rīga: Zvaigzne ABC
16. Dzērve, U., Eidiņš, I.(2005). *Fizikas uzdevumu krājums 10. Klasei*. Rīga:Lielvārds.
17. <http://www.biokon.net/bildung/schule.html.en>, skatīts, 12.02.2012
18. Kalniņa, D. (2007). Pētnieciskā pieeja dabaszinību apgūvē. Skolotājs. Nr.2, -18-28.lpp.
19. Krūmiņš, J., Puķītis, P. (1998). *Fizika 10.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC
20. Krūmiņš, J., Puķītis, P.(1996). *Fizikas praktiskie darbi 10.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC
21. Krūmiņš, J., Puķītis, P.(1997). *Fizikas praktiskie darbi*. Rīga: Zvaigzne ABC
22. Maslo, L., Tiļļa, I. (2005). Kompetence kā audzināšanas ideāls un analītiska kategorijai *Skolotājs*. Nr. 3. 5.-9.Ipp
23. Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības mācību priekšmetu standartiem <http://www.likumi.lv/doc.php?id=181216>
24. *Pamatizglītības mācību priekšmetu standarti*. Rīga, ISEC, 2004.
25. Peiross, M., Puķītis, P., Ratnieks, G., Zeidemanis, A.(1979). *Fizikas uzdevumi 9.- 11. kl.* Rīga: Zvaigzne ABC

26. Puķītis, P. (2012). *Fizika 11. klasei : praktiskie darbi*. Rīga: Zvaigzne ABC
27. Puķītis, P. (2011). *Fizika 11. klasei : mācību grāmata*. Rīga: Zvaigzne ABC
28. Puķītis, P. (2010). *Fizika 10. klasei : praktiskie darbi*. Rīga: Zvaigzne ABC
29. Puķītis, P. (2010). *Fizika 10. klasei : mācību grāmata*. Rīga: Zvaigzne ABC
30. Salīte, I. (2002). Ilgtspējīgas izglītības mērķis skolotāja skatījumā.// Skolotājs Nr. 5. (35) 4. – 11.lpp
31. Šilters, E., Reguts, V. (2006). *Fizika 11.kl.* Rīga:Lielvārds.
32. Šilters, E., Reguts, V. (2008). *Fizika 12.kl.* Rīga:Lielvārds.
33. Šilters, E., Reguts, V.(2005). *Fizika 10.kl.* Rīga:Lielvārds.
34. Špona, A. (2001). *Audzinašanas teorija un prakse*. Rīga: RaKa,
35. Vinogradovs, S. (2006). *Fizikas uzdevumu krājums11.,12.kl.*,Lielvārds
36. Vinogradovs, S. (2006). *Fizikas uzdevumu krājums11.,12.kl.*. Rīga:Lielvārds.
37. VISC (2011) *Rokasgrāmata dabaszinātņu un matemātikas skolotājam.*https://www.google.lv/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.dzm.lu.lv%2Finc%2Fretrieve.file.www.php%3Ffileid%3D571&ei=HZTkUNXwL9KP4gS96oCQCQ&usg=AFQjCNEUkOfMUxLACBelW_3bl7bmGE6L4w&sig2=anrM_xGFqlxh6tHdab19BA&bvm=bv.1355534169,d.bGE
38. Vorobjovs, A. (2002). *Sociālā psiholoģija*. Rīga: SIA „Izglītības solī”, 340.
39. www.ohyuhk.edu.hk/contextual/. Homepages des Projekts Contextual Physics – Version vom 08.12.2009 Contextual Physics. (2009).
40. Zeidemanis, A.(1984). *Fizikas uzdevumi 9.- 11 .kl.* Rīga: Zvaigzne ABC
41. Zelmenis, V. (2000). *.Pedagoģijas pamati*. Rīga: RaKa,

PATEICĪBAS

Īpašs paldies promocijas darba vadītājam Dr. paed.asoc.prof. Jānim Dzervinikam par mērķtiecīgo atbalstu un pacietību promocijas darba tapšanā.

Rēzeknes Augstskolas pedagoģijas doktora studiju programmas direktorei Dr.paed., prof. Veltai Ļubkinai, Rēzeknes Augstskolas Dr.paed. Svetlanai Uščai, Dr.paed. Gunāram Strodam.

Pateicos recenzentiem Dr. habil. paed. prof. Irēnai Žoglai, Dr. paed, asoc.prof. Andrai Fernātei par objektivitāti un konstruktīviem ieteikumiem.

Pateicos Oldenburgas Universitātes Dr. prof. Barbara Moschner, Dr. prof. Hilbert Meyer, Minhenes universitātes Dr. prof.Bernd Hill par sadarbību un ieteikumiem pētījuma īstenošanā.

Paldies par sapratni un atbalstu fizikas skolotājām, kuras pieņēma izaicinājumu un piekrita piedalīties pedagoģiskajā eksperimentā, aprobēja izstrādāto didaktisko modeli, dalījās pieredzē, nodrošināja atgriezenisko saiti.

Pateicos kolēģiem un skolēniem par atbalstu pētījuma veikšanā.

Izsaku pateicību Rēzeknes Augstskolas ESF projekta „Atbalsts doktora studiju programmu īstenošanai Rēzeknes Augstskolā” (Vienošanās par projekta īstenošanu Nr.2009/o161/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/007) personālam par iespēju saņemt finansiālu atbalstu pētnieciskajām aktivitātēm promocijas izstrādes laikā.











Izsaku pateicību visiem Rēzeknes Augstskolas un Latvijas Universitātes Pedagoģijas doktora studiju programmas profesoriem par manas personiskās pilnveides rosināšanu lekcijās, metodoloģiskajos semināros un kolokvijos.

Paldies manai ģimenei par atbalstu, sapratni, izturību visā promocijas darba tapšanas gaitā.

PIELIKUMI

- 1.pielikums. Bionikas piemēri
- 2.pielikums Dialogs „Skolēns – skolotājs”
- 3.pielikums Dialogs „skolēns – skolēns”
- 4.pielikums Dialogs „skolēns – daba”
- 5.pielikums Dialogs „skolēns – tehnika”
- 6.pielikums Anketa skolēniem
- 7.pielikums Anketa skolotājiem
8. pielikums Pašvērtējuma aptauja skolēniem
- 9.pielikums Laboratorijas darbi fizikā ar bionikas elementiem
- 10.pielikums Pētnieciskie darbi bionikā
11. pielikums. Skolēnu darbības novērošanas tabula
12. pielikums Skolēna pašvērtējuma darba lapas paraugs
- 13.pielikums Pārbaudes darbs 10.klasē.(DZM projekta materiāls)
- 14.pielikums. Intervija ar pedagoģiskajā eksperimentā iesaistītajiem skolēniem
- 15.pielikums. Intervija ar pedagoģiskajā eksperimentā iesaistītajām skolotājām
- 16.pielikums SPSS 19 programmas vidē apstrādātie anketu rezultāti
- 17.pielikums. Skolēnu darbības novērošanas tabulas kopsavilkums

Bionikas piemēri

Objekts dabā	Pielietojums
 <p>Koferzivs, par spīti kastei līdzīgai ķermeņa formai, ir teicamas aerodinamikas paraugs. Tā spēj pārvietoties sešu sava ķermeņa garumu attālumā sekundes laikā.</p>	 <p>Mercedes-Benz konceptuālās automašīnas aerodinamikas īpašības ļauj ievērojami samazināt degvielas patēriņu.</p>
 <p>Dadža āķīšu uzbūve ļauj tiem pieķerties vilnai.</p>	 <p>Izgatavots materiāls „Velcro”. Abas tā puses veido izturīgu savienojumu.</p>
 <p>Lotosa lapu struktūra nodrošina pašattīrīšanos.</p>	 <p>Izgudrota krāsa, kas atgrūž netīrumus.</p>
 <p>Kuprainā vaļa spuras izaugumi palīdz tam ģenerēt spēku asos pagriezienos.</p>	 <p>Šāda veida vēja turbīnas rada vairāk enerģijas un mazāk trokšņu.</p>
 <p>Oda dzelonis ir viegli robots, kas padara tā dūrienu upurim nesāpīgu.</p>	 <p>Jaunās adatas padarīs dūrienus mazāk sāpīgus.</p>

Dialogs „Skolēns – skolotājs”



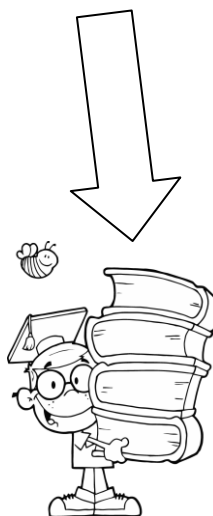
Skolotājs iesaka izpētīt skaņas viļņa garuma saistību ar skaņas frekvenci gaisā.

Problēma:

Kāpēc automašīnai tuvojoties dzirdamā motora darbības frekvence ir lielāka nekā automašīnai attālinoties?

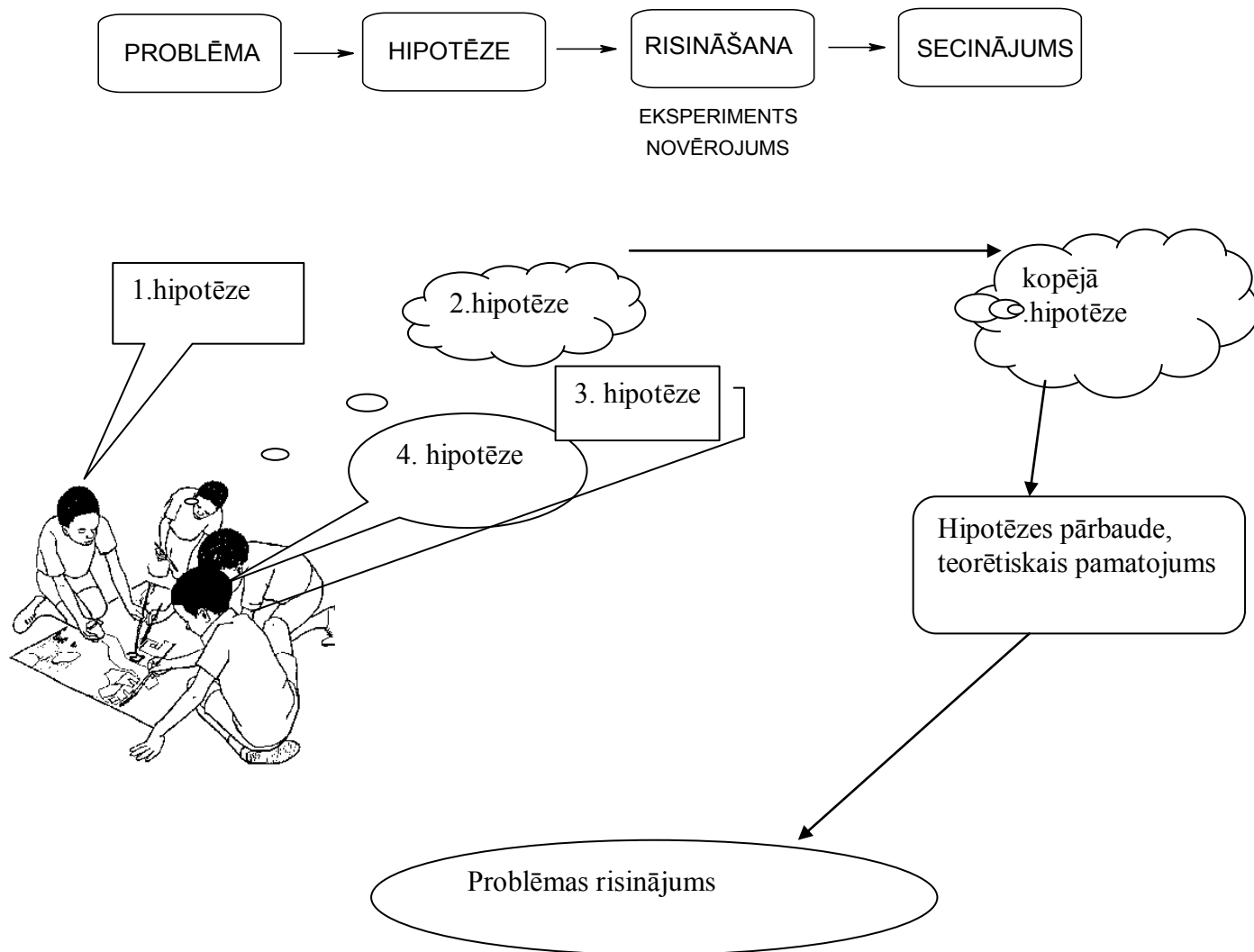


Skolēns atrod, ka parādība skaidrojama izmantojot Doplera efektu.



Skolēns izpēta skolotāja ieteikto teoriju

Dialogs „skolēns – skolēns”



- 1) skolēni darbojas pāros vai grupās, kopīgi meklē risinājumu problēmai;
- 2) katrs no grupas piedāvā savus variantus problēmas risinājuma;
- 3) tiek pieņemti un izanalizēti visi ieteikumi, hipotēzes;
- 4) atlasa vienu vai vairākus ieteikumus problēmas risinājumam un to/tos pārbauda;
- 5) kopīgi darbojoties nonāk pie problēmas atrisinājuma;
- 6) skolotājs procesu vēro no malas.

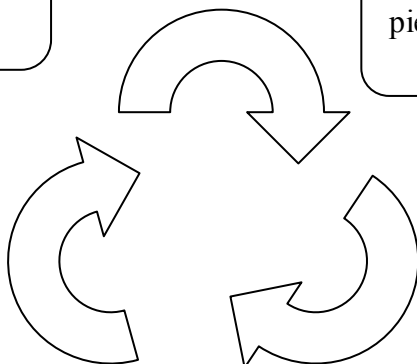
Dialogs „skolēns – daba”



skolēnam tiek piedāvāti dabā pastāvoši risinājumi (piemēram dadzis pieķeras pie apģērba)



skolēna uzdevums – izpētīt dabas piedāvāto risinājumu;



pārbaudīt vai šāda veida risinājumi jau netiek izmantoti



piedāvāt iespējamo dabas risinājuma pielietojumu sadzīvē (bionika)

Dialogs „skolēns – tehnika”



skolēnam tiek piedāvāts tehnisks risinājums – elektriskā spuldzīte



skolēns analizē, pēta tehniskā risinājuma darbības pamatus (var strādāt grupās, var izmantot skolotāja palīdzību)



skolēns ar teorijas palīdzību pamato tehniskā risinājuma darbību tehniskā risinājuma pielietojums dažādās jomās



Anketa skolēniem.**Lūdzu atzīmē, cik lielā mērā piekrīti minētajam apgalvojumam.****1 - Nē, 2 – Drīzāk nē, 3 – Ne jā, ne nē, 4 – Drīzāk jā, 5 – Jā**

Dabā vērojami procesi ir nozīmīgi tehnoloģiju attīstībā.

1 2 3 4 5

Esmu bieži dzirdējis jēdzienu „Bionika”.

1 2 3 4 5

Mācīties būtu interesantāk, ja fizikas mācībās būtu vairāk piemēru no dabas, tehnikas, ikdienas dzīves vai ražošanas.

1 2 3 4 5

Fizikas likumības es izprastu labāk, ja mācībās būtu vairāk piemēru no dabas, tehnikas, ikdienas dzīves vai ražošanas.

1 2 3 4 5

Es varu nosaukt vairākus piemērus, kur dabas sistēmu principi ir pārnesti uz tehniskām konstrukcijām.

1 2 3 4 5

Es protu pielietot fizikas zināšanas dabas sistēmu analīzei un principu pārvešanai uz tehniskām konstrukcijām.

1 2 3 4 5

Fizikas mācību priekšmets man patīk

1 2 3 4 5

Fizika kā zinātnes nozare man šķiet interesanta

1 2 3 4 5

Fizikas zināšanas man noderēs turpmākajā dzīvē

1 2 3 4 5

Anketa skolotājiem

Lūdzu atzīmējiet, cik lielā mērā piekrītat minētajam apgalvojumam.

1 - Nē, 2 – Drīzāk nē, 3 – ne jā, ne nē, 4 – Drīzāk jā, 5 – Jā

Fizikas mācību saturā fizikas teorijas pamatidejas tiek saistītas ar dabas sistēmām un tehniskiem risinājumiem.

1 2 3 4 5

Fizikas mācību procesu balstu sociālajā mijiedarbībā un īstenoju sociālā kontekstā.

1 2 3 4 5

Fizikas mācību procesā izmantoju piemērus no ikdienas dzīves un ražošanas, īstenoju funkcionālā kontekstā.

1 2 3 4 5

Kontekstorientētu mācību īstenošana veicina skolēnu intereses attīstību par fiziku un dabaszinātnēm kopumā.

1 2 3 4 5

Skolēni prot saskatīt saikni starp dabā notiekošajiem procesiem un fizikas mācībās aplūkotajām likumībām.

1 2 3 4 5

Skolēni prot pielietot fizikas zināšanas dabas sistēmu analīzei un principu pārvešanai uz tehniskām konstrukcijām.

1 2 3 4 5

Fizikas skolotāja darbā esmu bieži saskāries ar jēdzienu „bionika”.

1 2 3 4 5

Bionikas elementus (bioloģisku sistēmu principu pārvešana uz tehniskiem risinājumiem) izmantoju fizikas mācību procesā.

1 2 3 4 5

Bionikas elementu izmantošana fizikas mācību procesā veicina integrētu zināšanu par dabu attīstību.

1 2 3 4 5

Pašvērtējuma aptauja skolēniem.**Ko Tu vari teikt par jēdzienu, likumu, teoriju izpratni fizikā? ***

- Varu atcerēties, likumus, formulas, sakarības
- Izprotu sakarības, likumus, formulas, protu izmantot uzdevumu risināšanā
- Izprotu sakarības, likumus, formulas teorijas, varu paskaidrot citiem

Ko Tu vari teikt par dabas un tehnikas mijiedarbību? *

- Varu nosaukt piemērus par dabas un tehnikas mijiedarbību
- Varu izskaidrot dabas un tehnikas mijiedarbības piemērus
- Man ir priekšstats par to, kā zināšanas par dabas un tehnikas mijiedarbību izmantot praksē

Kā Tu pielieto savas zināšanas? *

- Varu atrisināt vienkāršākos uzdevumus;
- Varu atrisināt paaugstinātas grūtības pakāpes uzdevumus;
- Iegūtās zināšanas varu izmantot dažādās tēmās, citos mācību priekšmetos, sadzīvē.

Kā Tu pielieto savas prasmes praktiskajā darbībā? *

- Varu izpildīt skolā uzdotos laboratorijas un praktiskos darbus;
- Varu izskaidrot un pamatot laboratorijas vai praktiskajos darbos iegūtos rezultātus;
- Es varētu izstrādāt pētniecisku darbu.

Kāda ir Tava attieksme pret fizikas mācīšanos skolā? *

- Fizika sarežģī dzīvi un man tas nav vajadzīgs;
- Mani Tas būtiski neietekmē;
- Fizikas mācību priekšmets ir interesants un vajadzīgs.

Vai fizikā apgūto tavuprāt var praktiski pielietot? *

- Neredzu praktisku pielietojumu fizikā mācītajam;
- Dažām tēmām redzu pielietojumu, dažām nē;
- Saprotu, kur ikdienā tiek pielietots fizikā apgūtais.

Laboratorijas darbs fizikā ar bionikas elementiem

Pētnieciskais laboratorijas darbs.1

Saķeres spēks dabā

Problēmas raksturojums.

Skolēni savāc dažādus dadža augļus, nosaka to nosaukumus un noskaidro vai un kā tie pieķeras pie dzīvnieku spalvas vai apģērba.

Skolēni uzskicē ziedu kātus iespējamās āķu formas. Viņi izvirza hipotēzes „kā notiek dadža un spalvas vai auduma sastiprināšanās?” un izpēta zem mikroskopa kā atsevišķi mikroāķīši turas pie spalvām vai auduma šķiedrām.

1. Pētāmās problēmas izvirzīšana. Darba plānošana.

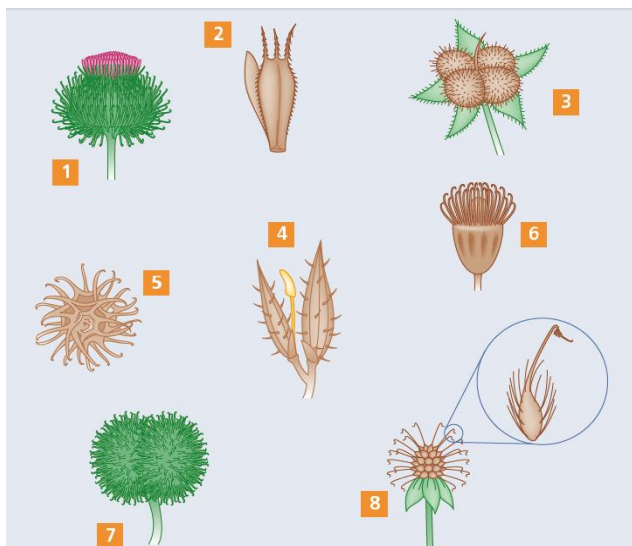
1.1. Pētāmā problēma un lielumi

Dažādu dadža augļa pieķeršanās iemesli pie dažādām virsmām.

1.2. Darba piederumi



Daža augļi, augu noteikšanas grāmata, mikroskops, lupa, audums, spalvas



1.Lielais diždadzis 2.Trejdaivu sunītis 3. Ārstniecības suņmēle
4. Traguracemosus 5. Mazā lucerna 6. Ārstniecības anātis 7.Smaržīgā madara 8. Pilsētas bitene

1.3. Darba gaita

1)Izmanto noteikšanas grāmatu un internetu. Mēģini savākt dažādas dažu sugas.

2)Uzskicē savu „atradumu” ziedkopā, tā, lai var atpazīt āķu kārtību un atspoguļo iespējamās āķu formas. Apraksti āķu saķeres īpatnības.

3)Uzzīmē vienu atsevišķu dadža āķi un salīdzini tā formu ar tamboradatu.

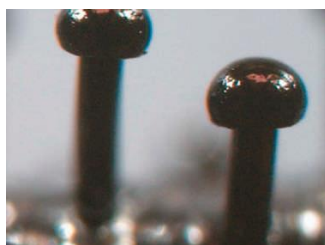
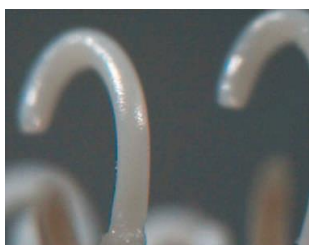
4) Izpēti zem mikroskopa kā atsevišķi mikroāķīši piestiprinās pie auduma šķiedrām.



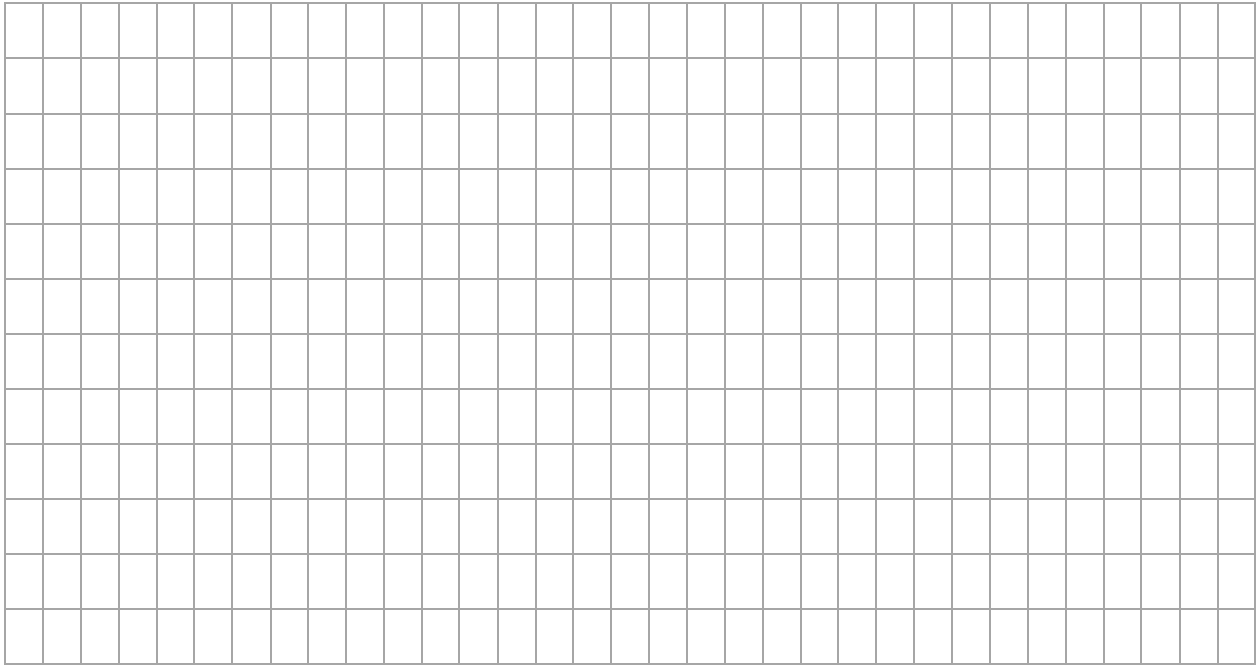
2. Datu ieguve un reģistrēšana. Datu apstrāde.

2.1. Datu reģistrēšana

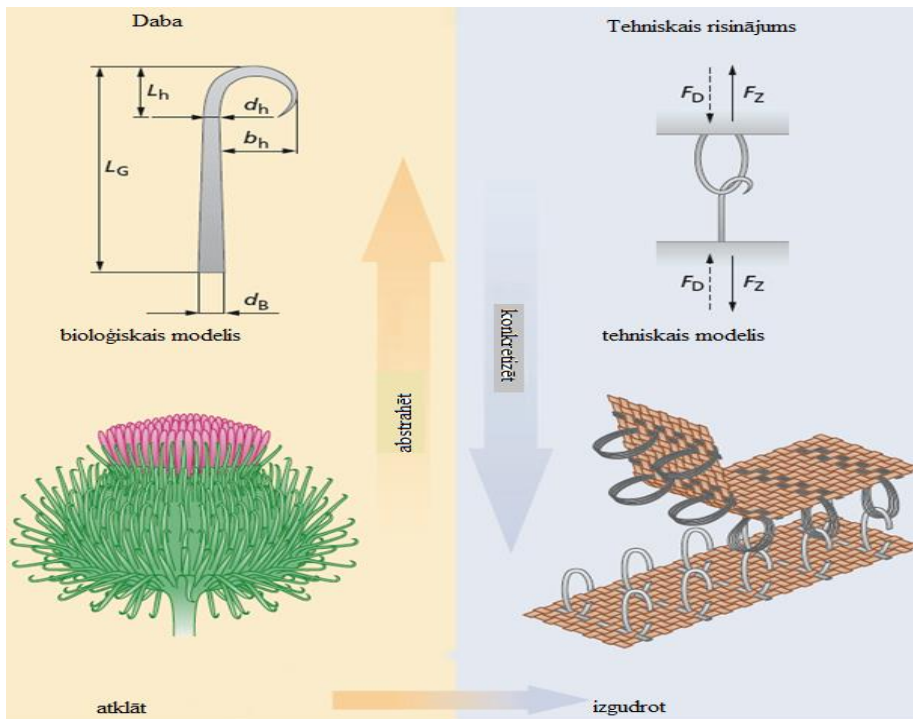
Nr.	Dadža nosaukums	Augļa izvietojums	Āķa forma



3.2.Secinājumi.



Bioniskais domāšanas un rīcības process: no dabas līdz aizdarei



Pētnieciskais laboratorijas darbs 2

Saķeres spēks

Problēmas raksturojums.

Bez saķeres aizdarēm mūsu ikdiena vairs nav iedomājama.

Ja aplūkosim tādas aizdares, kuras ir pazīstamas ar nosaukumu ‘‘velcro’’, Prossotex’’, ‘‘Keftossar’’ zem lupas, mēs varam konstatēt, ka atkarībā no realizējamās turēšanās spējas ir atšķirīgas āķu formas. Aizdares sastāv no ieaustām āķu un cilpu lentēm un pārsvarā ir no poliamīda.

Paraugs šim principam ir atrodams dabā, tas ir dadzis. Dadža sēklu pogaļa (galviņa) ir aptverta ar daudziem sīkiem āķiem. Ar tiem tā var piestiprināties dzīvnieku spalvai, cilvēku apģērbam. Ja pavelk aiz sēklu pogaļas, tā viegli atdalās bez bojājumiem. Dadža āķīši ir elastīgi un var saliekties, kad aiz tiem pavelk. Aizdarē mazie āķīši sakabinās ar cilpu lentes pavedieniem. Tā kā daudzie āķīši ir izvietoti pa visu lenti, var panākt ievērojamu stiepes izturību pie vienmērīgas vertikālas spēka iedarbības uz visu virsmu.

Taču cik labs patiešām ir šis savienojums? Cik spēka jāpielieto, lai atdalītu aizdari un vai ar tā spēku var pārvietoties pa griestiem?

1.Pētāmās problēmas izvirzīšana. Darba plānošana.

1.1.Pētāmā problēma un lielumi

Vai ar aizdares palīdzību var piestiprināties pie istabas griestiem un sienām? Jautājums par dažādu tehnisko aizdaru spēku iedarbības lielumu. Saskaņas spēku atkarībā no kontaktaukuma ar saķeres aizdari, ja saskaņas spēks pielikts perpendikulāri un paralēli saķeres virsmām.

1.2.Darba piederumi



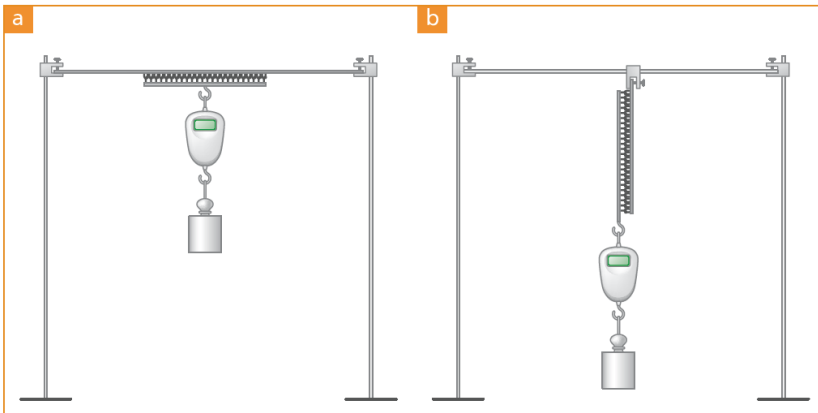
Dažādas saķeres aizdares, statīvi, materiāli eksperimenta norisei,
piekaramie svāri, dažādi atsvari

1.3. Darba gaita

Ir dažādi saāķēšanās mehānismi, piemēram ‘‘āķi’’ un ‘‘sēnes’’.

Noteikt kontaktaukumam un vilces vai bīdes spēka saistību. Veikt mērījumus un izveidot atbilstošu grafiku.

Ekspimenta iekārtas uzbūves piemērs

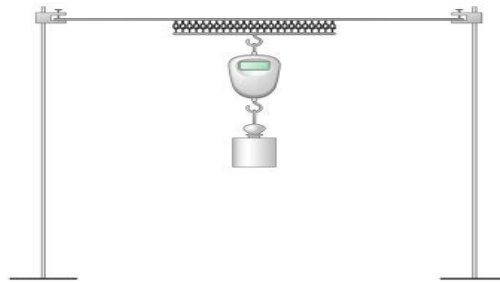


2. Datu ieguve un reģistrēšana. Datu apstrāde.

2.1. Datu reģistrēšana

Aizdaru vilces noturība

Kāda sakarība pastāv starp vilces spēku un aizdares kontaktaukuma lielumu?



āķa forma

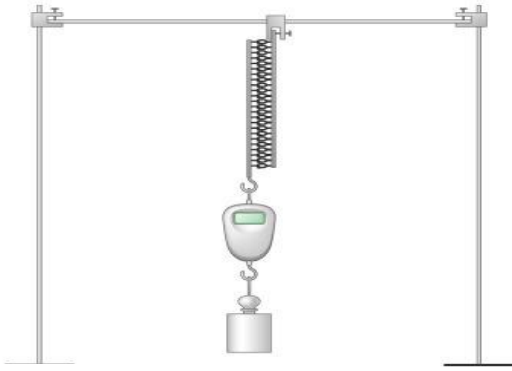
Svars (g)									
Kontaktaukums (cm ²)									



sēnes forma

Svars (g)									
Kontaktaukums (cm ²)									

Kāda sakarība pastāv starp bīdes spēku un aizdares kontaktlaukuma lielumu?



 āķa forma

Svars (g)									
Kontaktlaukums (cm ²)									

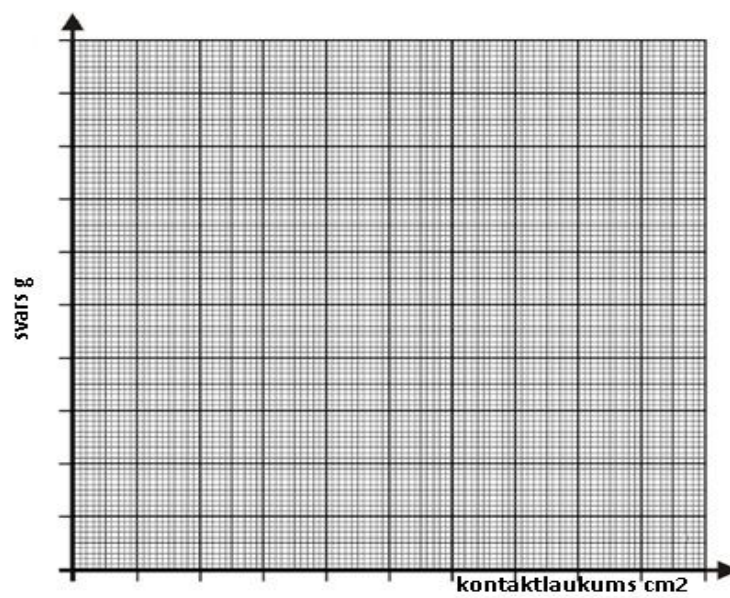
 sēnes forma

Svars (g)									
Kontaktlaukums (cm ²)									

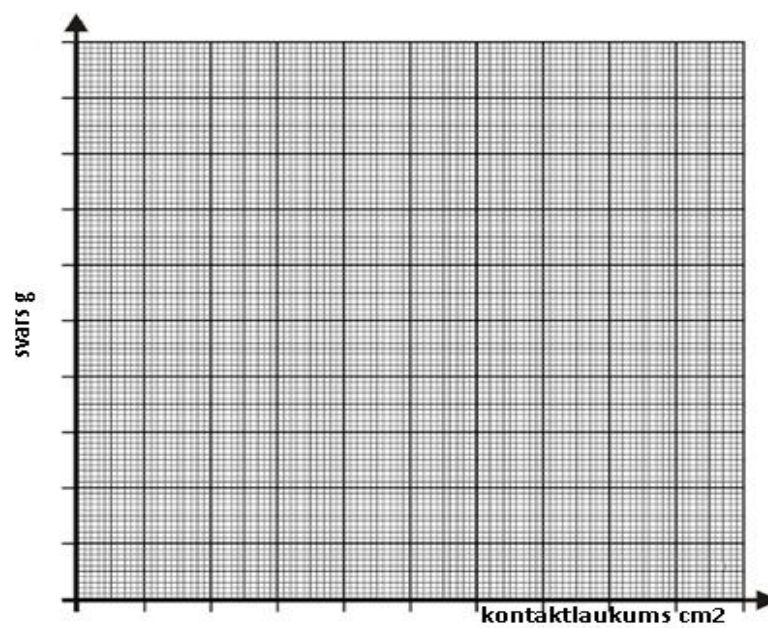
2.2. Datu apstrāde



sēnes forma



āķa forma



Pētnieciskais laboratorijas darbs 3

Pašattīrošas virsmas dabā

Problēmas raksturojums.

Ir augi, kurus nav iespējams samitrināt un sasmērēt. Tas ir saistīts ar lapas virsmu. Uz augu lapām var liet ūdeni „spaiņiem”, vai lapas pat iemērkāt ūdenī, un tās nekļūst mitras. Lai sasmērētu lapas var izmantot mālu un kvēpus, bet tikko uzpildina pāris pīles ūdens uz lapām, visi netīrumi nomazgājās bez pēdām. Tātad lapas pašas vienmēr paliek tīras.

1.Pētāmās problēmas izvirzīšana. Darba plānošana.

1.1.Pētāmā problēma un lielumi

Vai ir iespējams uzbūvēt automašīnas vai mājas, kuras nenosmērējams?

Vai ir augi, kuri nekļūst netīri? Kas ir šīs tīrības iemesls?

Izpētīt vai starp „nesasmērējamību” un „nesasamērcējamību” pastāv saistība

Ir jābūt sapratnei par hidrofobiju un priekšstati par ūdens virsmas spraigumu.

Skolēni strādā ar īsiem tekstiem, kuros soli pa solim ir atainots ceļš uz atklājumu un realizēšanu. Pēc katra teksta ir uzdevumi un ierosmes eksperimentēt. Beigās seko uzdevums, kurā aptverts viss bionisko produktu rašanās process.

1.2.Darba piederumi

Kapucīņu kreses lapa, jebkādu citu augu lapas, pipete, lai appilinātu lapas ar ūdeni, sausa, smalka zeme, skalošanas līdzekļi.

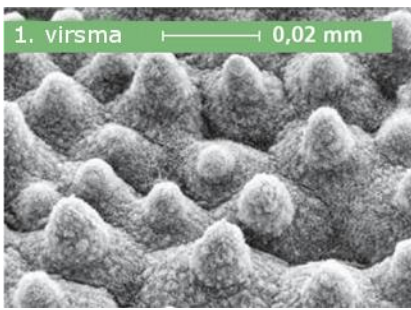
22.Darba gaita

1)Paņemiet kapucīņu kreses lapas un dažu citu augu lapas! Sagādājiet nedaudz sausas zemes un ūdens! Apberiet lapas ar zemi, līdz tās ir patiesi netīras un uzpildiniet pāris pīles ūdens uz šīm lapām.

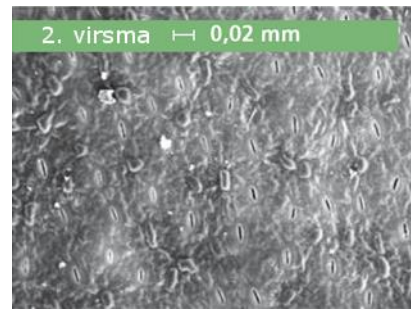
Aprakstiet savus novērojumus!

2) Aprakstiet, kādu jūs iedomājaties virsmu, kurai piemīt pašattīršanās īpašības!

Jūs redzat 2 augu lapu virsmas, kas nofotografētas ar elektronu mikroskopu.



1. virsma



2. virsma

Analizējiet virsmu izskatu. Izsakiet domu, kura no abām virsmām ātrāk nosmērēsies un samirks!

3) Idejas pašattīrošo virsmu tehniskajiem risinājumiem.

Nosauciet divas īpašības, kuras padara augu virsmas nesasmērējamas. Pārdomājiet, kā šos principus var pārnest uz mākslīgi radītām virsmām!

4) Piedāvājiet, kā virsmas, kuras nevar samitrināt, „apmānīt” un padarīt samitrināmas! Izmēģiniet savus piedāvājumus ar kapucīņu kreses lapām!

5) Pārdomājiet kādi produkti ar pašattīrošām virsmām būtu praktiski pielietojami. Izsakiet priekšlikumus kā var tehniski pārnest pašattīrošo virsmu uz jūsu produktu, pārdomājiet, kādos pašattīrošos produktos tādi pašattīrošai virsmai nav jēgas!



6) Nosauciet 4 soļus, kurus iziet bioniķi, kad viņi attīsta kādu produktu un tam izmanto dabu kā paraugu! Novelciet paralēles ar 4 soļiem, kas bija vajadzīgi, veidojot mākslīgās pašattīrošās virsmas!

2. Datu ieguve un reģistrēšana. Datu apstrāde.

2.1. Datu reģistrēšana

1. uzdevums

	lapa	lapa	Kapucīņu u kreses lapa
Lapas izskats pirms nosmērēšanas			
Novērojumi, kad uz nosmērētās lapas uzpilst ūdens			

2. uzdevums

	Virsmā 1	Virsmā 2
Virsmas apraksts		
Domas, kuras no virsmām ātrāk kļūs mitras un netīras		

3. uzdevums

	Īpašība	Īpašība
Īpašība, kas padara virsmu nenosmērējamu		
Priekšlikumi kā šīs virsmas tehniski atveidot		

4. uzdevums

Priekšlikums		
Novērojumi-krese		

5. uzdevums

Idejas produktiem ar pašattīrošo virsmu	
Piemēram – flīze, dakstiņš	

6. uzdevums

Zīmola Lotus – efekta rašanās soļi	
Nejaušs atklājums lotosa augam - pašattīrīšanās	
Atziņas – virsmā ir raupja, pārklāta ar ūdens atraidošu substanci	
1.prototips- plate ar telefona pulveri	
1999. gada produkts tirgū – fasādes krāsa	

Pētnieciskā laboratorijas darba 3 pamatojums.

Pašattīrošas virsmas dabā

Pašattīrošās virsmu atklāšanā jāpateicas intensīviem un ilggadējiem pētījumiem ar elektronu mikroskopu (REM). Pētījumu mērķis sākotnēji bija augu taksonomiskais iedalījums pēc to virsmām. Drīzāk pateicoties gadījumam tika konstatēta sakarība starp virsmas struktūru un tās tīrību. Pēc neskaitāmiem eksperimentiem izdevās pierādīt pašattīrīšanās faktu un atklāt tās darbības principus. Tā kā šo principu pamatā ir fizikāli ķīmiski procesi, tad tika sniegti arī priekšnoteikumi tehniskajai realizēšanai. Mūsdienās pašattīrošie produkti ir apzīmēti ar zīmolu „Lotus Effect”. Profesors Wilhem Barthlott pētīja Lotusa-efektu.

Vai ir iespējams uzbūvēt automašīnas vai mājas, kuras nenosmērējams? Tāda īpašība būtu ļoti praktiska. Kurš gan labprāt vēlas tīrīt? Tā domāja arī Bonnas botāniķis – Profesors Wilhem Barthlott, kad viņš 70 gadu sākumā pamanīja, ka ir noteikti augi, kuri nekļūst netīri. Viens no tādiem ir lotuss.



nejauši
augiem

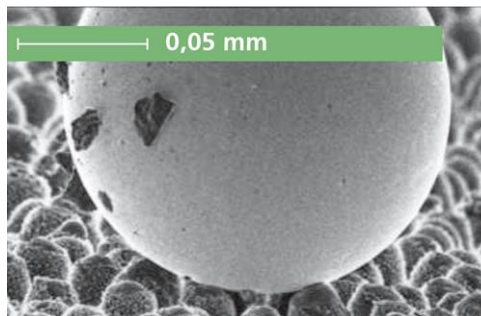
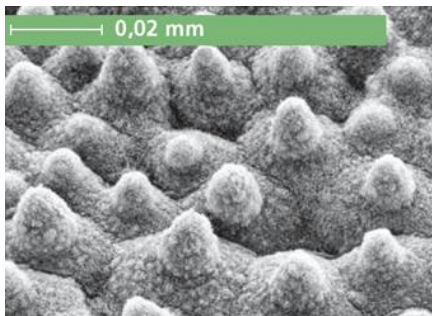
Viņš sāka domāt, kas ir šīs tīrības iemesls. Tā kā viņš saprata, ka tas ir saistīts ar lapas virsmu, viņš to pētīja sīkāk. Bez tam viņš ievēroja, ka nav iespējams šos augus samitrināt. Uz augu lapām varēja liet ūdeni „spaiņiem”, vai lapas pat iemērkot ūdenī, un tās nekļūst mitras. Viņš saprata, ka starp šo „nesasmērējamību” un „nesasamērcējamību” pastāv saistība.

Tad profesors izmēģināja pats sasmērēt lapas. Viņš izmantoja mālu un kvēpus, bet tikko viņš uzpilināja pāris pīles ūdens uz lapām, visi netīrumi nomazgājās bez pēdām. Profesors pat uzlēja šķidru līmi uz lapām, bet pat tā nopilēja no lapām, neatstājot pēdas. Tātad lapas pašas vienmēr paliek tīras. Šis novērojums kļuva par pašattīrošo virsmu atklājumu.



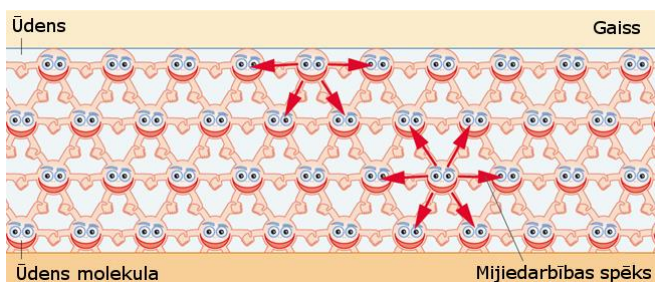
Profesors Baitholotts ar elektronmikroskopa palīdzību mēģina atklāt, kas ir atbildīgs par augu „pašattīrīšanos”. Tas, ko viņš redzēja, bija apbrīnojami. Lapas nebija gludas, kā to varētu gaidīt, bet gan raupjas. Kā gan var būt, ka lapas, kurām ir pilnīgi nelīdzena virsma, nekļūst netīras? Ar elektronu mikroskopu varēja redzēt, ka uz lapas virsmas ir daudzas „pogas”. Bez tam varēja redzēt, ka šīs pogas ir pārklātas ar plānu vaska kārtiņu. Šī plānā vaska kārtiņa sastāv no tūkstošiem niecīgu vaska kristālu. Vasks ir substance, kas ir

ūdeni atgrūdoša, jeb „hidrofoba”. Daudziem augiem šādu vaska kārtu var redzēt ar neapbruņotu aci, kā piem. Balto kārtiņu uz vīnogām vai kāpostiem.



Atklājās, ka augu pašattīrīšanos vienmēr nosaka 2 īpašības: virsma nav gluda, bet pauguraina un pārklāta ar ūdeni atgrūdošu substanci (augiem tas ir vasks). Pogas (pauguri), panāk to, ka ūdens pīles, kas uzkrīt uz lapas, nesaskaras ar visu lapu, bet tikai ar ūdeni atgrūdošajām pauguru virsotnēm. Ūdens virsmas spraiguma dēļ (skatīt info 5.lpp) ūdens pīles ieņem apaļu formu un noripo no lapas, ne samērcējot. Netīrums, kas nonāk uz lapas, tāpat paliek uz pauguru virsotnēm. Tā arī netīrumiem ir pavisam neliels laukums, kurā tas saskaras ar lapu. Ja tagad uz lapas uzkrīt ūdens pīles un ripo pāri netīrumu daļiņām, tās pielīp pie ūdens pīlēm un tā tiek noskalotas no lapām. Laukums, kurā saskaras netīrumu daļiņas un ūdens pīles, ir daudz lielāks nekā laukums, kurā saskaras netīrumi ar lapu. Tā ar elektronu mikroskopa palīdzību tika atklāts pašattīrošo virsmu princips.

Ievērojama īpašība ir tā virsmas spraigums. Ūdens sastāv no mazām daļiņām (ūdens molekulām), kuras savstarpēji pievelkas. To varētu iedomāties tā, it kā tam būtu daudz mazu rociņu, ar kurām tās savā starpā turas. Rokas ir visos virzienos – uz augšu, uz leju, pa labi, pa kreisi. Tā daudzās mazās daļiņas savstarpēji savienojas. Bet ūdens virsmā nav roku, kas saturētu no augšpusēs. Tāpēc tur darbojošies spēki nav izlīdzināti, jo nevar darboties pievilkšanās spēki uz augšu. Tātad rodas virzīts spēks virzienā uz šķīduma iekšpusi. Tas ir iemesls, kāpēc ūdens cenšas veidot pēc iespējas mazāku virsmu un veidot pīles.



Atbildes 1.uzdevums

	lapa	Kapuciņu kreses lapa
Lapas izskats pirms nosmērēšanas	Lapas izskatās gludas un glancētas	Lapas izskatās matētas
Novērojumi, kad uz nosmērētās lapas uzpilina ūdeni	Ūdens pīles samitrina virsmu. Zeme saķep un paliek pie virsmas	Ūdens pīles noripo no lapas un līdzī paņēmet netīrumus. Lapa paliek tīra un sausa.

2.uzdevums

	Virsmā 1	Virsmā 2
Virsmas apraksts	Raupja un pauguraina	Salīdzinoši līdzena
Domas, kuras no virsmām ātrāk kļūs mitras un netīras	Parasti sākuma minējums, ka uz nelīdzenām virsmām netīrumi turas labāk	Sākuma minējums, ka pie gludas virsmas netīrumiem nav kur turēties.

3.uzdevums

	īpašība	īpašība
Īpašība, kas padara virsmu nenosmērējamu	Virsmai jābūt nelīdzenai	Virsmai jābūt apstrādātai ar ūdeni atgrūdošu substanci
Priekšlikumi kā šīs virsmas tehniski atveidot	Virsmu varētu apstrādāt ar rūsu, kas panāktu savas pulverveidīgās konsistences dēļ zināmu virsmas raupjumu	Takā rūsas daļiņas arī ir ūdeni atgrūdošas, ar rūsas kārtu varētu panākt abas īpašības

4.Uzdevums

Priekšlikums	Ūdenim pievienot skalojamo līdzekli	Pievienot ūdenim ziepes
Novērojumi-krese	Ūdens samitrina virsmu	Ūdens samitrina lapu

5. uzdevums

Idejas produktiem ar pašattīrošu virsmu	Priekšlikums par tehnisko realizāciju
Piemēram – flīze, dakstiņš	Māla dakstiņiem ir raupja virsmā, kuru vēl vajag apstrādāt ar ūdeni atgrūdošu substanci

6.uzdevums

Zīmola Lotus – efekta rašanās soļi	Vispārīgie soļi
Nejaušs atklājums lotosa augam - pašattīrīšanās	atklāšana
Atziņas – virsma ir raupja, pārklāta ar ūdens atraidošu substanci	atšifrēšana
1.prototips- plate ar telefona pulveri	Pārnešana
1999. gada produkts tirgū – fasādes krāsa	pielietošana

Pētnieciskais laboratorijas darbs.4 Siltumizolācija kā leduslācim.

Problēmas raksturojums.

Mūsdienu būvniecībā arvien svarīgāki kļūst izolācijas materiāli ar specifiskām īpašībām. Evolūcijas procesā baltajam lācim ir izveidojusies perfekta dažādu sistēmu kombinācija, kas veido ideālu siltumizolāciju. Biezais leduslāča kažoks sastāv no caurspīdīgiem dobjiem matiem, kas novada saules starojumu uz melno ādu, kas atrodas zem tiem. Uz ādas starojums tiek absorbēts un pārveidots siltumā. Biezajā lāču tauku slānī siltums tiek uzkrāts un pakāpeniski atdots organismam. Šo īpašību var izmantot arī māju siltināšanā. Strādājot pie šīs tēmas, skolēni iepazīst gaismas pārvades principus, absorbciju un siltuma izolāciju par paraugu izmantojot leduslāča siltumizolācijas principus un pielietot šīs atziņas attīstot gaismu caurlaidīgo siltumizolāciju.



1. Pētāmās problēmas izvirzīšana. Darba plānošana.

1.1. Pētāmā problēma un lielumi

Būvniecībā pielieto lielu daudzumu dažādu izolācijas materiālu, to vidū ir arī dabā noskatītas izolācijas sistēmas, tajā skaitā gaismu caurlaidīgo siltumizolāciju, kam par paraugu kalpoja leduslācis Pate. Šo izolācijas sistēmu aplūkosim tuvāk.

Skolēniem jābūt priekšstatam par jēdzieniem izolācija, siltuma vadītspēja un absorbcija, gaismas pārvadīšanas princips.

1.2. Darba piederumi

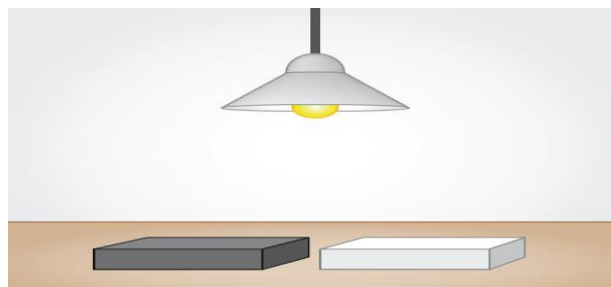
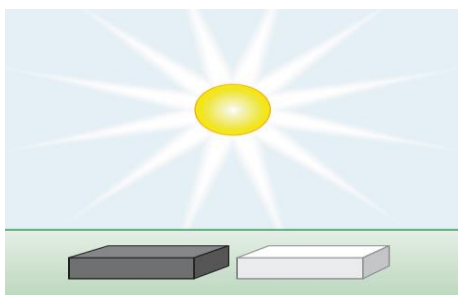
Statīvs, divas aizveramas kartona kastes (melna un balta), lampa, termometrs ar ārējās temperatūras mērītāju, stikla šķiedras gaismas vads, kabatas lukturītis ar gaišu, baltu LED lampiņu

1.3. Darba gaita

Klimatā, kur temperatūra var noslīdēt zem -40 grādiem pēc Celsija skalas, leduslācim jāizmanto jebkura iespēja iegūt enerģiju, lai nenosaltu. Daba viņu evolūcijas gaitā apgādāja ar dažādu elementu kombināciju, kas viņam nodrošina ideālu siltumizolāciju.

1. Atklāj, kāda elementu kombinācija palīdz leduslācim nodrošināt lielisku siltumizolāciju. Informāciju var meklēt grāmatās un internetā.
2. Atklāj, ko nozīmē jēdziens „ absorbcija” un izskaidro tā nozīmi. Vai tu zini antonīmu (pretējo) absorbcijai? Informāciju var meklēt grāmatās vai internetā.
3. Noskaidro kā darbojas absorbcija un atstarošana?
 - a) Izsaki minējumu, kurai krāsai (baltai vai melnai) piemīt labākas absorbcijas īpašības, pārbaudi ar eksperimentu!

Paņem divas vienāda lieluma kārbas- melnu un baltu un novieto tās saulē vai lampas gaismā ar lielu siltuma starojumu. Pēc apmēram 10 min uzliec roku uz kārbām, apraksti sajūtas uz rokām. Vai jūti atšķirību? Kura kārba liekas siltāka?



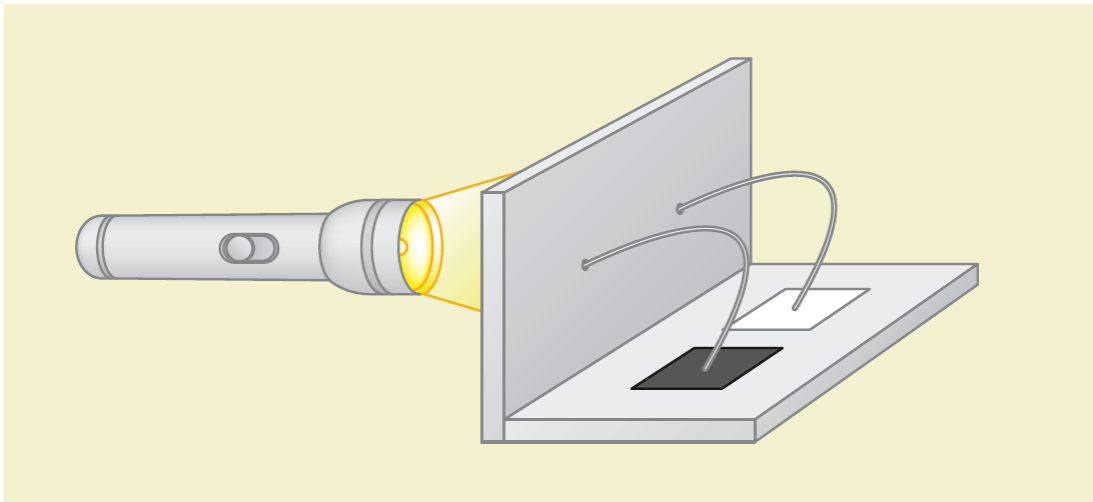
b) Tavas sajūtas tevi var piemānīt, tāpēc jāpārbauda vai tavas sajūtas apstiprina mērījumi. Katrā kārbā ievieto termometru un novieto abas kārbas atpakaļ gaismā, pēc kāda laika pārbaudi temperatūru un atzīmē rādījumus, uzzīmē mērījumu diagrammu. Interpretē diagrammu.

4. Paturi savu apakšdelmu uz brīdi ledusskapī. Apraksti, kas notiek ar spalvām uz tavas ādas!

5. Vai gaismu var vadīt?

a) Izpēti, kas slēpjas zem jēdziena „gaismas vads” un kur šo parādību pielieto tehnikā?

Informācijas meklēšanai var izmantot grāmatas un internetu.



b)

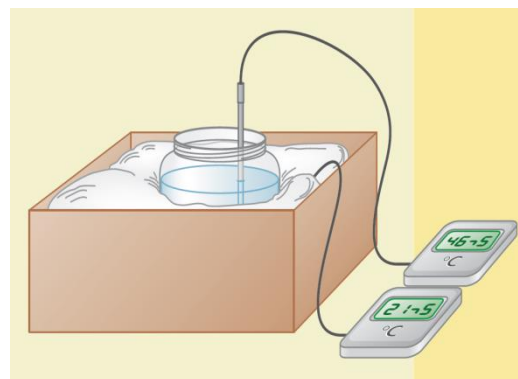
Uzbūvē attēlā redzamo ierīci, lai izzinātu kā funkcionē gaismas vadi –divi stikla šķiedras kabeļi simulē gaismas vadīšanas efektu. „Leduslāča mati” - stikla šķiedras kabeļi tiek perpendikulāri izvilkti caur vertikāli novietotu koka virsmu un piestiprināti ar caurspīdīgo līmi. Vienmērīgi apgaismo šo „matu” galus ar kabatas lukturīti no neliela attāluma, turi otru galus pie melna laukuma un tad pie balta laukuma, mēģinājums vislabāk izdosies tumšā telpā. Novēro, kas notiek ar gaismas staru! Vai ir atšķirības gaismas punktu lielumā uz baltās un melnās virsmas? Pārdomā kāds tam ir iemesls.

6. Izpēti, kādus izolācijas materiālus pielieto māju būvniecībā? Ko Tu vari pastāstīt par šo materiālu uzbūvi un funkciju? Meklē informāciju grāmatās un internetā.

7. Piemeklē lāča siltumizolācijas elementiem atbilstošu tehnisko risinājumu gaismu caurlaidīgajā siltumizolācijā.

8. Salīdzini dažādu izolācijas materiālu izolācijas spēju! Attīsti pats eksperimenta gaitu un izveido instrukciju.

Priekšlikums: kārbas vidū noliec aizveramu stikla trauku. Izolē telpu ar jebkuru materiālu pēc tavas izvēles un uzmanīgi piepildi trauku ar siltu ūdeni. Noslēdz trauku un kārbu. Kontrolē ūdens temperatūru stikla trauka iekšpusē un izmēri siltuma zudumus kartona kastes izolācijas ārējā malā. Var izmantot termometru ar ārējās temperatūras mērītāju.



Atkārtο mērījumus ar dažādiem izolācijas materiāliem.

Vari paralēli sagatavot vairākas kārbas. Atzīmē temperatūras rādījumus ilgākā laikā. Uzzīmē rādījumu diagrammu. Kāda sakarība ir starp ūdens temperatūru un izmērīto siltuma zudumu? Kādam materiālam ir vislabākās izolējošās spējas?

9. Pārdomā iespējamus risinājumus problēmai - kā gaismu caurlaidīgo siltumizolāciju izmantot vasarā. Ieskie tos un apraksti to funkcijas.

2. Datu ieguve un reģistrēšana.

2.1. Datu apstrāde.

1. uzdevums.

Leduslācim lielisku siltumizolāciju palīdz nodrošināt			
---	--	--	--

2. uzdevums.

	Jēdziena skaidrojums	Jēdziena antonīms
Absorbcija		

3. uzdevums.

	Balta kaste	Melna kaste
Sajūtas ar rokām		
Termometra mērījumi		

4. uzdevums.

Kas mainās, ja roku patur ledusskapī	
--------------------------------------	--

5.uzdevums.

Gaismas vads	
--------------	--

	Balta virsma	Melna virsma
Gaismas stars		

6.uzdevums.

Izolācijas materiāls, ko izmanto būvniecībā	Materiāla uzbūve	Materiāla funkcija

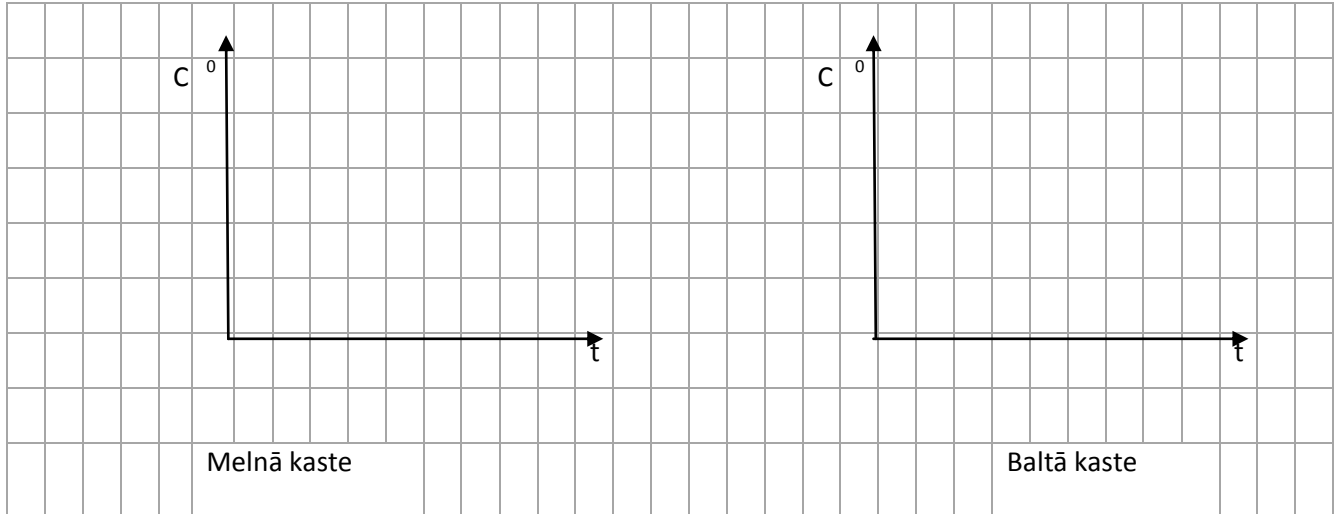
7.uzdevums.

Lāča siltumizolācijas elementi	Tehniskais risinājums gaismu caurlaidīgajā siltumizolācijā

8. uzdevums.

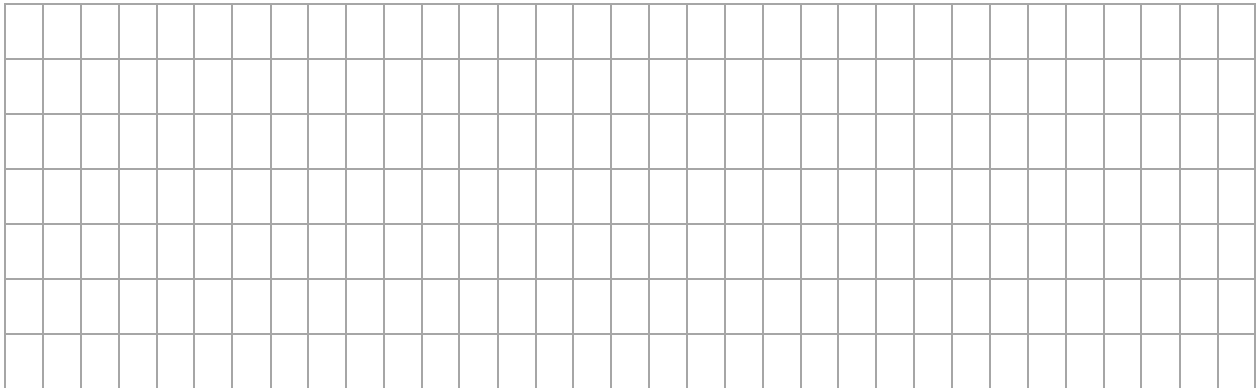
Izolācijas materiāls	Ūdens temperatūra	Siltuma zudums

2.2. Grafiki



3. Datu un rezultātu analīze un izvērtēšana.

3.1. Rezultātu analīze.



plēsējam, tam palīdz maskēties, bet priekš papildus siltuma ieguves, caur saules gaismas absorbciju, tas izskatās pilnīgi nepiemērots. Vai tumša spalva nebūtu labāk piemērota? No otras puses - Arktikā nebūtu nekā uzkrītošāka par tumšo lāci, viņš ar grūtībām noķertu medījumu. Leduslācim būtu tikai 2 iespējas - nosalt, vai arī iet bojā no bada. Tomēr nenotiek ne viens ne otrs. Ko nozīmē absorbcija? Kāda atšķirība starp gaišu un tumšu spalvu?

Leduslācim lielisku siltumizolāciju palīdz nodrošināt	Dobi, gaismu pārvadoši mati	Melna āda	Tauku slānis
---	-----------------------------	-----------	--------------

2.uzdevums.

	Jēdziena skaidrojums	Jēdziena antonīms
Absorbcija	Gaismas intensitātes vājināšanās, kas notiek, tai ejot caur kādu vidi. Šajā procesā gaismas enerģija pārvēršas citos enerģijas veidos, piemēram, viela sasilst, tiek ierosināti atomi vai molekulas, notiek fotoķīmiskās reakcijas.	Atstarošana

3.uzdevums. Kā darbojas absorbcija un atstarošana?

Lāča baltais kažoks atstaro saules starus, kurus tas varētu izmantot, lai sasildītos. Melna spalva viņam liegtu maskēšanos. Evolūcijas gaitā daba atrada apbrīnojamo risinājumu. Zem lāča spalvām var redzēt melnu ādu. Tādā krāsā kā lāča deguns. Melnā āda saules gaismu labi absorbē un ledus lācis sasildās. Bet vai tas patiešām darbojas? Vai melns laukums labāk absorbē saules gaismu nekā balts laukums?

Ar temperatūras mērījumiem esi pierādījis, ka tumšais laukums labāk uzņem saules gaismu un pārveido to siltumā, nekā gaišā virsma. Leduslācis šādā veidā varētu sasildīties ar savu melno ādu, vai ne? Bet tas nav tik vienkārši, diemžēl biežā spalva kavē pietiekamu saules gaismas nokļūšanu uz ādas. Tomēr lācis nevar atteikties no biežās spalvas, kā „izolācijas”, viņš to izmanto ne tikai kā maskēšanās tērpu, bet arī temperatūras regulēšanai. Ja viņam ir auksti, mati saceļas, ar to palielinās gaisa apjoms spalvā un līdz ar to arī izolācija, jo gaisam ir ļoti slikta siltuma vadītspēja. Ja lācim kļūst karsti, viņš nolaiž matus, izolācijas kārtā kļūst plānāka un līdz ar to arī izolācijas efekts samazinās. Tu vari šo fenomenu novērot sev pašam.

4. uzdevums. Paturi savu apakšdelmu uz brīdi ledusskapī. Apraksti, kas notiek ar spalvām uz tavas ādas!

Lai arī pie cilvēkiem vairs nevar runāt par kažoku, arī tavi mati aukstumā saceļas, rodas tā saucamā „zosāda”. Lai leduslācis saņem saules starus pietiekamā daudzumā uz savas melnās ādas, dabā ir atrisinājumi. Lāča biežais baltais kažoks sastāv no dobjiem matiem, tie no vienas puses var lieliski izolēt, bet no otras puses tiem piemīt spēja vadīt gaismu, līdz ar to saules gaisma var tikt novadīta cauri matiem.

5. Lieliskā leduslāča siltumizolācija tika atklāta drīzāk nejaušības pēc, veicot populācijas skaitīšanu, lāčus meklēja ar siltumkameru, bet tas bija veltīgs mēģinājums, pateicoties savai lieliskajai siltumizolācijai, lāči siltumkamerai nebija redzami. Leduslāču sistēma funkcionē tādā veidā, ka dobjie mati novada saules gaismu uz melno ādu, tur tiek absorbēti un pārveidoti siltumā. Šo siltumu var uzkrāt tauku slānī.

Gaismas vads ir šķiedra no caurspīdīga, gaismu vadoša materiāla, kas kalpo gaismas, vai infrasarkanā starojuma pārvešanai. Gaismas vadus izmanto - datu pārraidē, lāzertehnikā un vienkārši interesantu gaismas efektu radīšanai.

Gaismas stars tiek pārvadīts atkarība no stikla šķiedras kabeļa izliekuma. No balta laukuma tas tiek atkal atstarots. Bez tam, šeit redzamais gaismas punkts ir lielāks un vājāks nekā uz melnas virsmas.

Siltuma iegūšana ir tik perfekta, ka leduslācis reti salst, rodas pat pretēja problēma – pārkaršana.

Lācis var regulēt temperatūru paceļot un nolaižot matus- „zosādas efekts”, un ja arī tad vēl ir par karstu, lācis var izpeldēties ledusaukstā ūdenī. Lāči ir lieliski peldētāji. Leduslācim ar savu ģeniālo siltumizolācijas sistēmu ir 3 priekšrocības – tā sasilda, tā vislabāk nomaskē, tā ir peldēšanas palīgs.

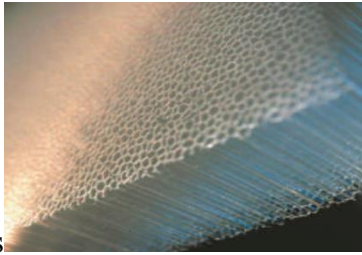
Inženieri pastāvīgi meklē jaunus izolācijas materiālus un to īpašības. Pēc ģeniālās „lāču izolācijas” atklāšanas, viņi mēģina šo bioloģisko sistēmu padarīt tehniski pielietojamu, pēc lāča parauga tika attīstīta t.s. caurspīdīgā siltumizolācija.

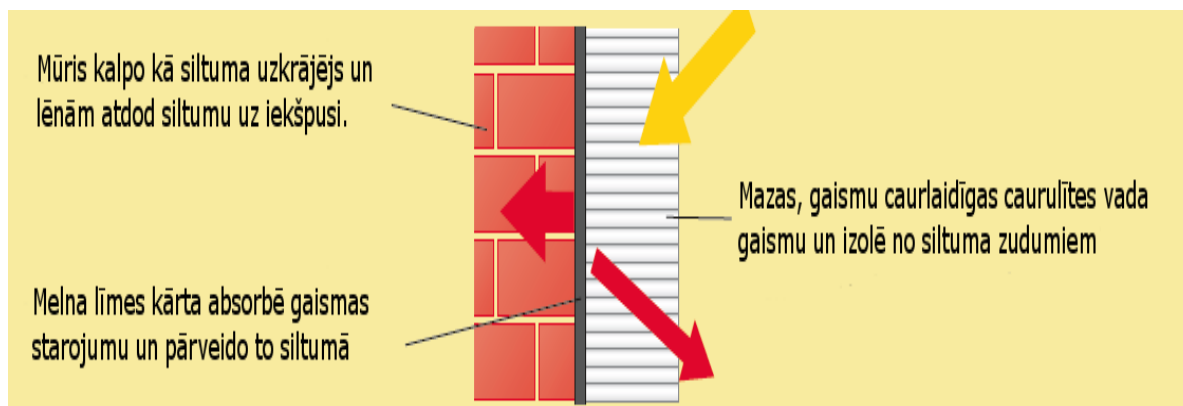
Ar caurspīdīgo siltumizolāciju saprot materiālu, vai no vairākiem komponentiem saliktu būvelementu, kas samazina siltuma zudumus no iekšpuses uz ārpusi un vienlaicīgi ļauj saules gaismai iziet cauri un pārveido to siltumā, tā sekmējot telpas uzsildīšanu.

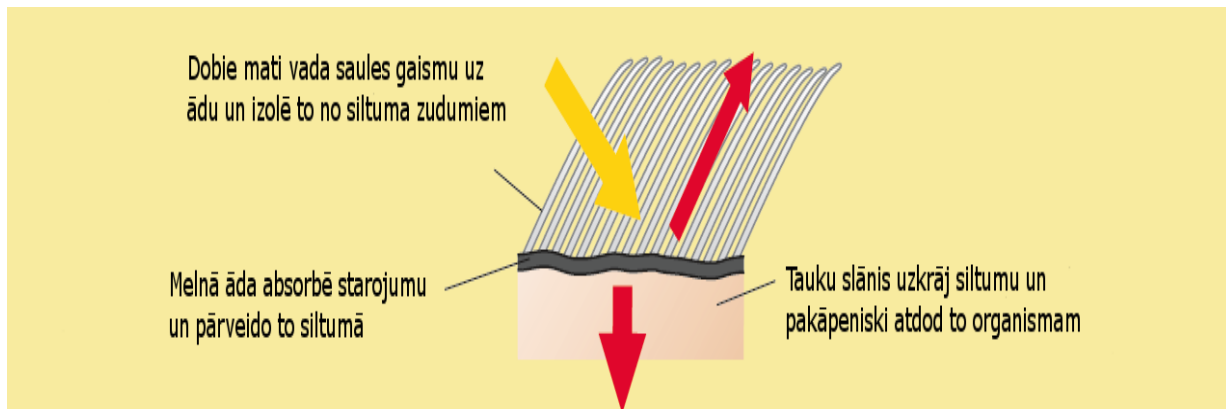
6.uzdevums.

Izolācijas materiāls, ko izmanto būvniecībā	Materiāla uzbūve	Materiāla funkcija
polistirols	putu materiāls	
akmensvate, stikla vate	Neorganiskie materiāli	
kokvilna, aitas vilna, kokosa šķiedra	organiskie materiāli	
Celulozes pārslas, korķis	koksne	

7.uzdevums.

Lāča siltumizolācijas elementi	tehniskais risinājums „gaismu caurlaidīgajā” siltumizolācijā
Lāča kažoks	Sintētiska materiāla  caurulītes
Tauku slānis	Mūris
Lāča āda	Absorbējošā kārtā





8. Šīs siltumizolācijas priekšrocības ir skaidri redzamas – ziemā valdošo temperatūras atšķirību dēļ starp āru un iekštelpām rodas siltuma plūsma, no iekšpuses uz ārpusi (siltuma zudumi), laba siltumizolācija šos zudumus ierobežo, bet pilnīgi neizmanto no ārpusē nākošo saules starojumu. Ar „caurspīdīgo” siltumizolāciju siltuma plūsmu var pagriezt iekštelpu virzienā. Katru materiālu, kas samazina siltuma caurplūdi un vienlaicīgi ir gaismas caurlaidīgs, var apzīmēt kā „caurspīdīgo” siltumizolācijas materiālu, bet tikai kopā ar citiem komponentiem rodas efektīva sistēma. Tāpat kā bioloģiskajam paraugam, šī sistēma sastāv no 3 būtiskiem komponentiem: caurspīdīgās izolācijas materiāliem, absorbētāja un siltuma uzkrājēja.

Lai lāča siltumizolācijas sistēmu pārnestu uz mūsu ēku izolācijas tehnikām, mums ir jāsaprot problēmu ar kuru leduslācis nesaskaras. Lāča dzīves telpā nav lielu temperatūras svārstību, kādas ir dažādos gadalaikos mūsu platuma grādos. Ja ziemā šī izolācija lieliski atbilst apstākļiem, tad vasarā siltumizolācija ir pilnīgi cita. Arī vasarā siltumizolācija ir noderīga, lai pasargātu ēku no ārā esošā karstuma.

9. Fasādei jābūt vādināmai. Starp absorbējošo slāni un mūri tiek iebūvēta gaisa kārtā. Pie augstām ārējām temperatūrām vasarā, parasti noslēgtā sistēma tiek atvērta un karstais gaiss ar saules baterijām vadītu ventilatoru tiek izvēdināts. Gaisa kārtā sniedz vēl papildus izolāciju.

Pētnieciskie darbi bionikā

Bionika ir jauna disciplīna, kas pēta dabas labākās idejas un pēc tam imitē šos paraugus un procesus, lai atrisinātu cilvēku problēmas. Un patiesi – daba jau veiksmīgi vairākus miljonus gadus ir radījusi dažādus pielāgojumus, kuri ir izrādījušies veiksmīgi. Tad kāpēc gan lai mēs šos veiksmīgos risinājumus neizmantojam arī savā labā? Vajag tik mācēt iemācīties saskatīt vajadzīgo! Iepazīstieties ar veiksmīgiem piemēriem –<http://www.videsvestis.lv/content.asp?ID=119&what=34>

Katrai grupai ir jāizstrādā savas problēmas risinājums:

- 1.grupai – jāatrisina cilvēku pārvietošanās problēma;
- 2.grupai – temperatūras uzturēšana telpās;
- 3.grupai – nākotnes iepakojuma radīšana;
- 4.grupai – trauku un drēbju tīrības nodrošināšana.

Ejiet dabā un meklējiet labākos dabas modeļus, kas varētu palīdzēt atrisināt jūsu problēmu.

Mēģiniet atrast pēc iespējas vairāk piemēru. Papildus iepazīstieties ar zinātnieku piedāvātajiem faktiem:

1.grupa –

http://www.asknature.org/search?results_per_page=50&category=strategy&query=transportation

2.grupa –

http://www.asknature.org/search?results_per_page=100&category=strategy&query=temperature+control+of+homes

3.grupa –

http://www.asknature.org/search?results_per_page=100&category=strategy&query=minimise+packaging

4.grupa –

http://www.asknature.org/search?results_per_page=50&category=strategy&query=cleaning

Atrodiet dažas idejas, kuras jums liekas vispiemērotākās.

Atdariniet atrastās idejas, attīstiet tās, piemērojiet, cik iespējams, savai iecerei;

Novērtējiet savu ieceri – vai varat to pielāgot savām vajadzībām, vai tā uzlabo dzīves kvalitāti.

Sagatavojiet savas idejas prezentāciju klasesbiedriem.

Skolēnu darbības novērošanas tabula.

Novērojot skolēnus, lūdzu atzīmējiet atbilstošo
 „3” –ir novērots, „2” – daļēji novērots, „1”- nav novērots.

Skolēna vārds	Skolēna ieinteresētība stundas norisē	Aktivitāte (uzdod jautājumus, izsaka hipotēzes, pieņēmumus, izsaka priekšlikumus problēmas risināšanai)	Patstāvīgums (uzdevumu veic pats bez palīdzības)	Komunikācija ar klasiebiedriem	Fizikas likumu, formulu zināšana	Fizikas likumu, formulu pielietošanas prasme	Prot saskatīt dabas likumsakarību pārnesi tehnikā, tehnoloģijās
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

Skolēna pašvērtējuma darba lapas paraugs

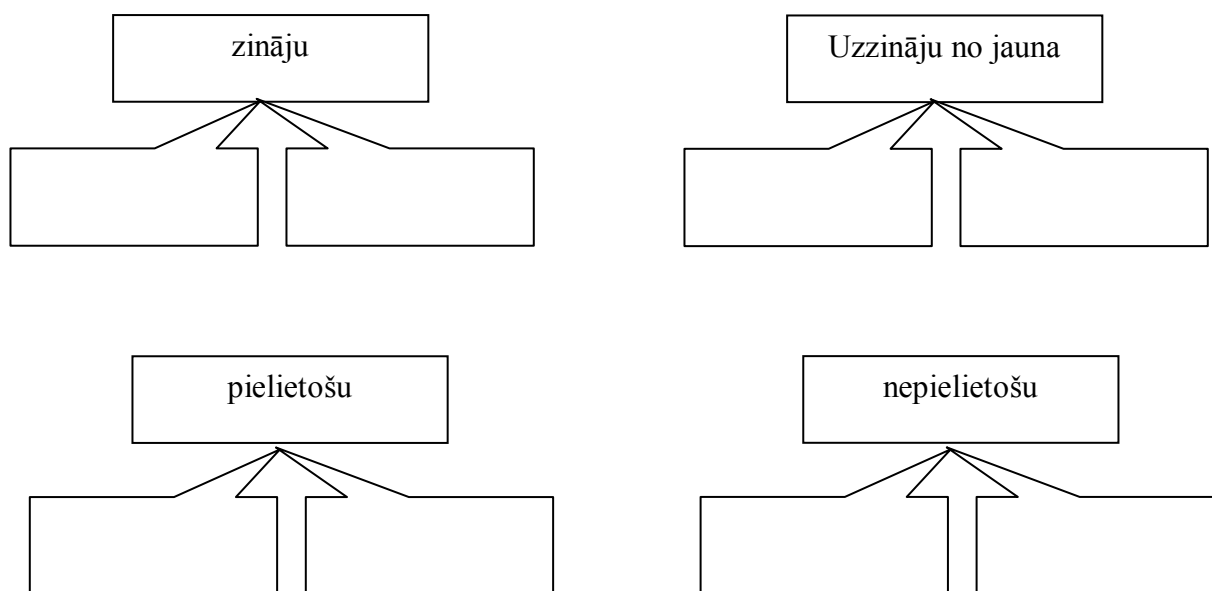
Izpildīt laboratorijas darbu. (kārtējā vērtēšana)

Ievadvērtēšana vai kārtējā vērtēšana pirms teorijas mācīšanas ar mērķi noskaidrot, ko zina un kā prot pielietot pētījumā iegūtās zināšanas.

Nobeiguma vērtēšana. (salīdzinot ar citu klasi, kura mācoties neizmantoja bionikas piemēru)

Skolēna pašvērtējums pēc katras stundas.

Pašvērtējuma lapas paraugs



Pārbaudes darbs 10.klasē.(DZM projekta materiāls)

MIJIEDARBĪBA UN SPĒKS

1. variants

I daļa

Atļauts izmantot formulu lapu un kalkulatoru. Raksti atbildes uz šīs lapas!

Pēc 12 minūtēm nodod lapu skolotājam!

1. uzdevums (7 punkti)

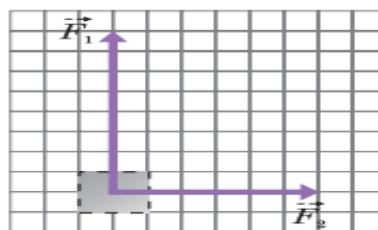
Vai apgalvojums ir patiess? Apvelc aplīti vārdam "Jā" vai "Nē"!

- Reaktīvā kustība rodas ķermeņu mijiedarbībā. (Jā. Nē.)
- Berzes spēks rodas tikai tad, kad ķermeņi pārvietojas viens pa otra ķermeņa virsmu. (Jā. Nē.)
- Ja pa horizontālu virsmu vienmērīgi pārvieto kasti, tad berzes spēka modulis nemainās. (Jā. Nē.)
- Jo lielāka ir automobiļa masa, jo lielāks ir automobiļa inertums. (Jā. Nē.)
- Divu dažādas masas ķermeņu mijiedarbībā abi ķermeņi iegūst vienāda lieluma paātrinājumu. (Jā. Nē.)
- Deformējot ķermeņus, rodas elastības spēks. (Jā. Nē.)
- Vienu ņūtonu liels spēks ķermenim, kura masa ir 1 grams, piešķir paātrinājumu 1 m/s^2 . (Jā. Nē.)

2. uzdevums (2 punkti)

Klucītim pielikti divi spēki \vec{F}_1 un \vec{F}_2 .

- Konstrukcijas ceļā atrodi rezultējošo spēku (kopspēku)! Konstrukciju veic zīmējumā!
- Nosaki rezultējošā spēka moduli (nosacītās vienībās)! Pieraksti to zīmējumā blakus uzzīmētajam rezultējošam spēkam!



MIJIEDARBĪBA UN SPĒKS

1. variants

II daļa

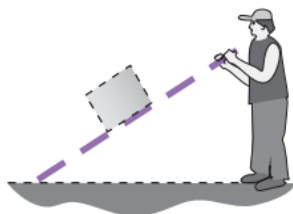
Atļauts izmantot formulu lapu un kalkulatoru. Raksti atbildes uz šīs lapas!

Pēc 28 minūtēm nodod lapu skolotājam!

3. uzdevums (6 punkti)

Uz dēļa, kas novietots 40° leņķī pret grīdu, atrodas kaste, kuras masa ir 20 kg ($\sin 40^\circ \approx 0,643$; $\cos 40^\circ \approx 0,766$).

- Papildini zīmējumu ar vienu koordinātu asi paralēli dēlim, bet ar otru asi – perpendikulāri dēlim!
- Uzzīmē kastei pielikto smaguma spēku!
- Uzzīmē kastes smaguma spēka projekciju uz asi, kas paralēla dēlim!
- Uzzīmē kastes smaguma spēka projekciju uz asi, kas perpendikulāra dēlim!
- Uzzīmē kastei pielikto dēļa normālās reakcijas spēku!
- Aprēķini kastei pielikto dēļa normālās reakcijas spēku!



4. uzdevums (8 punkti)

Tabulā parādīts, kā mainās atsperes garums l atkarībā no spēka F , ar kādu stiepi atsperi.

Nr.p.k.	l , cm	F , N
1.	20,0	0
2.	21,5	0,3
3.	22,0	0,4
4.	22,5	0,5
5.	23,0	0,6
6.	24,0	0,8
7.	25,0	1,0

- Cik gara ir atsperē nedeformētā stāvoklī?

.....

- Attēlo grafiski, kā mainās atsperes pagarinājums Δl atkarībā no elastības spēka F_s atsperē!

- Aprēķini atsperes elastības koeficientu!

5. uzdevums (7 punkti)

Iedomāsimies situāciju: zinātnieki paziņo, ka drīzumā notiks būtiskas izmaiņas uz Zemes. Starp zemes virsmu (ceļa virsmu, zālājiem, smilšainiem laukiem) un transportlīdzekļu riteņiem, kas saskaras ar zemi, izzudīs berze, bet citos gadījumos berze tomēr saglabāsies.

Uzraksti pārspridumu par šo tematu! Apraksti, kādos veidos, tavuprāt, varētu nodrošināt transportlīdzekļu pārvietošanos, kustības virziena maiņu, bremzēšanu un stabilitāti! Savus priekšlikumus paskaidro ar mijiedarbības likumsakarībām!

MIJIEDARBĪBA UN SPĒKS

2. variants

I daļa

Atļauts izmantot formulu lapu un kalkulatoru. Raksti atbildes uz šīs lapas!
Pēc 12 minūtēm nodod lapu skolotājam!

1. uzdevums (7 punkti)

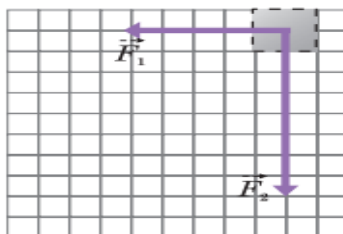
Vai apgalvojums ir patiess? Apvelc aplīti vārdam "Jā" vai "Nē"!

- Reaktīvā kustība var rasties arī bezgaisa telpā. (Jā. Nē.)
- Uz nekustīgas virsmas esoša ķermeņa miera stāvokļa berzes spēks ir vērsts pretēji iespējamam ķermeņa kustības virzienam. (Jā. Nē.)
- Ja pa horizontālu virsmu ar horizontālu vilcējspēku vienmērīgi pārvieto kastīti, tad vilcējspēka modulis ir lielāks nekā berzes spēka modulis. (Jā. Nē.)
- Jo lielāka ir ragavu masa, jo lielāks berzes spēks rodas, ragavas velkot. (Jā. Nē.)
- Divu dažādas masas ķermeņu mijiedarbībā lielākas masas ķermenis iegūst lielāku paātrinājumu. (Jā. Nē.)
- Stieples elastības spēks, stiepli pagarinot, ir atkarīgs no tās sākotnējā garuma. (Jā. Nē.)
- Vienu ņūtonu liels spēks ķermenim, kura masa ir 0,5 kg, piešķir paātrinājumu $0,5 \text{ m/s}^2$. (Jā. Nē.)

2. uzdevums (2 punkti)

Klucītim pielikti divi spēki \vec{F}_1 un \vec{F}_2 .

- Konstruācijas ceļā atrodi rezultējošo spēku (kopspēku)! Konstruāciju veic zīmējumā!
- Nosaki rezultējošā spēka moduli (nosacītās vienībās)! Pieraksti to zīmējumā blakus uzzīmētajam rezultējošajam spēkam!



MIJIEDARBĪBA UN SPĒKS

2. variants

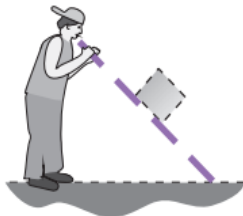
II daļa

Atļauts izmantot formulu lapu un kalkulatoru. Raksti atbildes uz šīs lapas!
Pēc 28 minūtēm nodod lapu skolotājam!

3. uzdevums (6 punkti)

Uz dēļa, kas novietots 50° leņķī pret grīdu, atrodas kaste, kuras masa ir 10 kg ($\sin 50^\circ \approx 0,766$; $\cos 50^\circ \approx 0,643$.)

- Papildini zīmējumu ar vienu koordinātu asi paralēli dēlim, bet ar otru asi – perpendikulāri dēlim!
- Uzzīmē kastei pielikto smaguma spēku!
- Uzzīmē kastes smaguma spēka projekciju uz asi, kas paralēla dēlim!
- Uzzīmē kastes smaguma spēka projekciju uz asi, kas perpendikulāra dēlim!
- Uzzīmē kastei pielikto dēļa normālās reakcijas spēku!
- Aprēķini kastei pielikto dēļa normālās reakcijas spēku!



- Cik gara ir aukla, ja to stiepj ar 1 N spēku?

- Parādi grafiski, kā mainās auklas garums l atkarībā no spēka F , ar kādu stiepj auklu!
- Aprēķini auklas elastības (stinguma) koeficientu!

5. uzdevums (7 punkti)

Iedomāsimies situāciju: zinātnieki paziņo, ka drīzumā notiks būtiskas izmaiņas uz Zemes. Starp zemes virsmu (ceļa virsmu, zālājiem, smilšainiem laukiem) un transportlīdzekļu riteņiem, kas saskaras ar zemi, izzudīs berze, bet citos gadījumos berze tomēr saglabāsies.

Uzraksti pārspridumu par šo tematu! Apraksti, kādos veidos, tavuprāt, varētu nodrošināt transportlīdzekļu pārvietošanos, kustības virziena maiņu, stabilitāti un bremzēšanu! Savus priekšlikumus paskaidro ar mijiedarbības likumsakarībām!

4. uzdevums (8 punkti)

Tabulā parādīts, kā mainās 40 cm garas gumijas auklas pagarinājums Δl atkarībā no spēka F , ar kādu stiepj auklu.

Nr.p.k.	Δl , cm	F , N
1.	0	0
2.	0,6	0,3
3.	0,8	0,4
4.	1,0	0,5
5.	1,2	0,6
6.	1,6	0,8
7.	2,0	1,0

MIJEDARBĪBA UN SPĒKS

Vērtēšanas kritēriji

Uzdevums	Kritēriji	Punkti
1.	Izprot reaktivās kustības jēdzienu – 1 punkts	7
	Izprot berzes spēka jēdzienu – 1 punkts	
	Izprot kustību no dinamiskā viedokļa – 1 punkts	
	Izprot masas jēdzienu – 1 punkts	
	Izprot masas, spēka un paātrinājuma funkcionālās sakarības – 1 punkts	
	Izprot elastības spēka jēdzienu – 1 punkts	
	Lieto otro Ņūtona likumu – 1 punkts	
2.	Uzzīmē kopspēku – 1 punkts	2
	Nosaka kopspēka moduli – 1 punkts	
3.	Uzzīmē koordinātu asis – 1 punkts	6
	Uzzīmē smaguma spēku – 1 punkts	
	Uzzīmē smaguma spēka projekcijas uz katras ass – 1 punkts. Kopā 2 punkti	
	Uzzīmē normālās reakcijas spēku – 1 punkts	
	Aprēķina normālās reakcijas spēku – 1 punkts	
4.	Iegūst informāciju no tabulas (nosaka sākotnējo garumu) – 1 punkts	8
	Atliek uz koordinātu asīm lielumus – 1 punkts	
	Izvēlas racionālu mērogu – 1 punkts	
	Pieraksta fizikālajiem lielumiem mērvienības – 1 punkts	
	Pieraksta fizikālajiem lielumiem skaitliskās vērtības – 1 punkts	
	Uzzīmē grafiku – 1 punkts	
	Atrod stinguma koeficientu – 1 punkts	
Nosaka stinguma koeficienta mērvienību – 1 punkts		
5.	Izskaidro vilcējspēka nodrošināšanu – 1 punkts	7
	Analizē likumsakarības vilcējspēka darbībai – 1 punkts	
	Izskaidro bremsēšanas spēka nodrošināšanu – 1 punkts	
	Analizē likumsakarības bremsēšanas spēka darbībai – 1 punkts	
	Izskaidro pagriezienu nodrošināšanu – 1 punkts	
	Analizē likumsakarības pagriezienu darbībai – 1 punkts	
	Izskaidro stabilitātes nodrošināšanu – 1 punkts	
	Kopā	30

Intervija ar pedagoģiskajā eksperimentā iesaistītajiem skolēniem.

Jautājumi Atbildes	Fizikas mācīšanos vidusskolā varētu padarīt interesantāku, ja mācību procesā izmantotu (minēt 3-5 galvenās lietas):	Mācoties fiziku vēlētos apgūt un attīstīt prasmes (minēt 3 galvenās):	Kas varētu pozitīvi ietekmēt Tavu attieksmi pret fizikas mācīšanos skolā (minēt 3 lietas):
	prezentācijas radoši eksperimenti demonstrējumi ekskursijas uz kādiem jomas darbavietām, laboratorijām	erudīciju ātru spriestspēju dedukciju	dzīvespriecīga skolotāja pilnīgs tēmas izklāsts pirms kontroldarba, nevis pēc formulu lapa!
	prezentācijas, rādītu priekšā eksperimentus, demonstrējumus	saistībā ar optiku, krāsām, skaņām	skolotāja pozitīva attieksme, interesantākas tēmas, ja skolotājs mācītu pirms kontroldarba, nevis pēc.
	1)jaunās tehnoloģijas 2)eksperimentālos pierādījumus 3)vairāk praktisko uzdevumu	1)loģiskā domāšana 2) fizikas pamatu izpratne 2)racion"alā domāšana	1)pētījumi, ko var veikt skolēni mācību vielas labākai izpratnei 2)modernāka klase 3)interesantāki mācību līdzekļi
	Materiālus, kas padarītu mācību vielu interesantāku un vieglāk uztverošāku, piemēram, video ar piemēriem no dzīves.	Visu, kas nepieciešams, lai nokārtotu eksāmenu 12. klases beigās	Radošāka pieeja mācību procesam un sīkāka uzdevumu analizēšana/paskaidrošana.
	interaktīvas metodes priekšrādījumus ar tehnoloģijām grupu darbus	loģiskā domāšana ātra spriestspēja ātra reaģēšana	tēmas izprašana interesants tēmas izklāsts jaunas mācīšanas metodes
	1. Vairāk piemērus no ikdienas 2. Formulu lapas 3. Vairāk uzskates materiāla	1. Formulu pareizai pielietošanai 2. Pamatjēdzienu izpratnē 3. Lietas, kas saistās ar ikdienu, kas būtu noderīgas tās pielietojot	1. Uzskatāmi noformēts teksts mācību grāmatās, tā, lai varētu kaut ko saprast. 2. Ja būtu pieejamas animācijas vai kaut kas tam līdzīgs saistībā ar tēmu. 3. Būtu labi, ja kontroldarbos tiktu doti uzdevumi, kurus var atrisināt arī tie skolēni, kam fizika nepadodas tik labi, kā tiek pieprasīts.
	mūsdienīgākas tehnoloģijas vairāk interesantu eksperimentu vairāk piemēru no dzīves, sadzīves situācijām ,kur fizika mums noderēs	izprast apkārt notiekošos procesus izprast kā darbojas vienkāršākie mehānismi mācēt pielietot formulas un risināt dažādus uzdevumus	skolotājas attieksme prezentācijas, video materiāli pēc iespējas vienkāršāk un saprotamāk izklāstīta tēma, lai visi skolēni saprastu, minot piemērus no dzīves
	piemērus no dzīves grāmatās būtu saprotamāk izklāstīta mācību viela veiktu laboratorijas darbus, kas būtu noderīgi ikdienā	formulu izteikšana uzdevumu risināšana jēdzienu izpratne	mazāk teorijas kontroldarbos nedot uzdevumus-radošos-,kuri nav risināti klasē

	eksperimentus praktiskos darbus demonstrējumus	elektronikā mehānikā vielu 12. klases eksāmenam	detalizēta paskaidrošana patstāvīgie darbi
	Vizuālus materiālus, eksperimentus, vairāk laboratorijas/praktisku darbu.	Zināšanas, kuras varētu pielietot praktiski, uzdevumu risināšanu, laboratorijas darbu veikšanu.	Labāka skolotāju attieksme, stundas būtu interesantākas, ja mums nevajadzētu tikai risināt dažādus uzdevumus, bet varētu arī, piemēram, veikt praktiskus uzdevumus, skatīties filmas, u.c. Labākas un vieglāk saprotamas mācību grāmatas, jo grāmatās, kuras mums ir šobrīd, ir ļoti daudz kļūdu un uzrakstītas ļoti sarežģīti.
	> Vairāk uzskates materiālu > Teorijas pamatojumam izmantot praktiskus piemērus, kuri paskaidro vairāk par tēmas izmantošanu praksē, nevis ietver tikai teoriju un īsu aprakstu > Veikt skolotāja vadītus izglītojošus laboratorijas darbus fizikas pamatu izpratnes veicināšanai, kas netiek novērtēti ar atzīmi	> Attīstīt iemaņas elektrībā, veikt un redzēt vairāk laboratorijas darbu, lai kaut nelielu daļu zināšanu būtu pietiekami labas, lai izmantot sadzīvē > Apgūt mehānikas teorijas pielietojumu praksē > Vispārīgi sasaistīt fiziku ar praksi, jo teorija bez tās īsti nekam nav derīga	> Skaidrāka, uzskatāmāka vielas pasniegšana > Piemēru no reālās dzīves izmantošana katrā stundā > Skolotāju vērtīgāka attieksme un ieinteresētība palīdzēt skolēniem
	Vairāk praktisku piemēru, vairāk laboratorijas darbu, vairāk praktisku darbu	Dedukciju, darbu ar formulām	Vairāk praktiskas darbības, interesanta fizikas pasniegšana (nevis vienkārša formulu pielietošana uzdevumos), fizikas sasaistīšana ar dzīvi.
	vairāk prezentāciju praktisku darbu sarunas-piemēri no dzīves	pamatuzdevumu pildīšanu	skolotāja attieksme, pats mācību process, mācīšanas stils..
	mācību video praktiskos darbus	pareizāk pildīt dotos uzdevumus	mācību darba dažādošana skolotāja pasniegšanas veids
	modernāku aparatūru iespaidīgus uzskates materiālus un iespēju vairāk veikt praktiski, lai izprastu tēmas būtību	Izprast un pareizi izpildīt uzdevumus	Ja stundas būtu praktiskākas un varētu ieinteresēt ar dažādiem eksperimentiem vai pētījumiem. Mācību viela jāsaista ar ikdienas dzīvi, lai to varētu vieglāk izprast.
	iekārtas eksperimentiem, video un audio materiālus, interneta avotus	elektronikā, vielu īpašībās, elektriskās ķēdēs.	labas mācību grāmatas, labas ierīces eksperimentu veikšanai, papildus vielas apgūšana kaut kur internetā.
	Eksperimentus, praktiskos pielietojumus sadzīvē, vizuāli uzskatamus paraugus.	Elektronika, elektroenerģijā, ķermeņu kustībā.	skolotāja atsauce un pretimējoša uzvedība
	interaktīvus uzskates materiālus jaunāko aparatūru prezentācijas	saprast kā fizikas likumi darbojas mums apkārt prast risināt uzdevumus iegūtās zināšanas saistīt ar ikdienu	labs skolotājs un attieksme uzskates materiāli interaktīvas un interesantas mācību stundas

	uzskates materiālus no sadzīves video materiālus ekskursijas pieaicinātus profesionāļus	velētos apgūt zināšanas par kosmosu citam planētam, matēriju, saules ietekmi uz zemi, dabas stihijām un to ietekmi uz cilvēka organismu	skolotāju pozitīva attieksme klasesbiedru interese fiz. priekšmeta/ fiz. nozare interesanta, mūsdienīga mācību vielas pasniegšana
	1. vairāk eksperimentu; 2. videofilmas; 3. prezentācijas.	Izprast fizikas likumsakarības dabā un ikdienas dzīvē.	Fizikas likumsakarību pielietošana dzīvē, eksperimenti.
	Citu skolotāju; mazāk "gudro" uzdevumu; mazāk garlaicīgu laboratorijas darbu; vairāk joku stundas laikā; vairāk piemērus no dzīves; pasniegt formulas citā veidā nevis rakstīt pilnu tāfeli ar tām.	pildīt ar fiziku saistītus uzdevumus; saprast kaut ko no fizikas; dzīvot.	skolotājas maiņa.
	mācību nolūkos veiktas ekskursijas, vairāk laboratorijas darbus, mācību vielu saistīt ar ikdienu	Diemžēl neredzu kā ar fizikas starpniecību attīstīt, apgūt nekādas prasmes, jo fizika nav mans šaha lauciņš	Pirmajā punktā minētās lietas
	Vairāk vizuālus materiālus, tiktu demonstrēti eksperimenti, mācības vairāk saistītu ar ikdienā pielietojamo.	Vēlētos vairāk izziņāt par tēmām, kuras pašlaik fizikā māca ļoti maz. Piem., saules sistēma, kosmos, planētas utt.	Ar prieku ietu uz mācību stundām, ja zinātu, ka būs aizraujoša stunda, kurā būs ne tikai formulas un teorija, bet vizuālais materiāls u.c. Skolēni varētu veikt eksperimentus, kas veicinātu izpratni par fizikas pielietojumu dabā un sadzīvē.
	Interesantus fizikas eksperimentu piemērus Visu ko mums māca fizikā ir jāpielīdzina dzīve praktiskām un sastopamām lietām, lai skolēniem būtu interesanti un viņi reāli zinātu kur to var pielietot.	Kuras man varētu noderēt turpmāk: (autobūve)	Ja es redzētu reālu pielietojumu tam visam dzīvē.
	*Uzskates materiālus *Radītu eksperimentus *Saistītu ar piemēriem no dzīves.	*Mehānikā *Elektrībā *Kodolfizikā	Mana attieksme pret fiziku jau ir pozitīva, manuprāt, neko nevajag mainīt. Galvenais lai skolotājs spēj interesanti pasniegt priekšmetu un tajā pašā laikā iemācīt visu galveno.
	*Vairāk uzskates materiālu; *Iespēja veikt eksperimentus ārpus LBD; *Video, interaktīvie materiāli.	*Izpratne par fizikas pamatiem; *Attīstīt loģisko domāšanu; *Izpratne par dažādiem mehānismiem.	*Pašas motivācija; *Pasniegšanas veids; *Uzskates materiāli.
	Dzīves piemērus Interesanti laboratorijas darbi Izpētes	Praktiskās zināšanas	Vairāk laboratorijas darbu un eksperimentu.
	Eksperimenti Praktiska	Zināšanas par automobiļu uzbūvi. Interesantas un aktuālas tēmas.	Viss ir OK.

	datoru, telefonu, eksperimentus.	Elektrību Gaismu Skaņu	viegli uzdevumi viegla teorija - viegli saprotama interesanti eksperimenti.
	vairāk praktisku piemēru. interesantus salīdzinājumus ar dzīvi. laboratorijas darbus vairāk.	likumsakarības, kas noderēs dzīvē.	lai būtu interesantas stundas uz kurām mēs nāktu ar prieku. salīdzināt visu ar interesantām lietām, kas mums būtu interesanti.
	telefonu datoru telefonu	mehānikā elektrībā periodu	video teorija dokumentālās filmas eksperimentu daudzveidība
	dzīves piemērus laboratorijas darba vairāk tieši interesantākus piemērus ,uzdevumus datorus	ja būs nepieciešamība ar elektrību vai ko tādu , lai zinātu ka pašam ražot viņu. likumsakarības	ja varētu izmantot datorus , no tiem gūt piemērus vai apskatīt video . ja varētu pats mēģināt projektu darbus taisīt . laboratorijas darbus.
	datorus eksperimentus pētījumus	Elektrību Mašīnu uzbūve, darbību Skaņu	Mazāk teorijas, vairāk praktiskās daļas Veikt interesantākus eksperimentus Izmantot datorus, datu reģistrēšanai
	Vairāk piemēru no dzīves.	Gūt zināšanas par mehāniku, dažādām norisēm dabā. Iegūtās zināšanas mācēt pielietot dzīvē, saskatīt likumsakarības.	Tas, ja iegūtās zināšanas man noderētu dzīvē.
	1.Būtu vairāk praktiskā darba, piemēru. 2.Mazāk likumu. 3.Mazāk laboratorijas darbu. 4.Vairāk risināšanas.	1.Automobiļu uzbūves. 2.Sakarības ar dabu. 3.Jaunas zināšanas.	1.Ja būtu interesanti eksperimenti. 2.Varētu izvēlēties tēmas par kurām veidot prezentācijas. 3.Mazāk laboratorijas darbu.
	Darbarīkus Jaunas lietas Jautrākas skolotājas	Domāšanā Fizikas pamatos	Tagad jau ir pietiekami pozitīvi, vairāk nevajag.
	Datorus Sensorus Mērierīces	Loģiski domāt Izprast fizikālās parādības Ātri rēķināt	Interesantāki laboratorijas darbi Mazāk teorijas Interesantāka pieeja
	Prezentācijas, piemērus no dzīves, ka pašam ir jāizveido kāds modelis	Inženiertehnoloģijā	Pasniedzēji padara stundas vairāk saistošākas jauniešiem
	vairāk piemēru, prezentācijas, filmas par fiziku, eksperimenti, interesantus faktus un to pamatojumus, strādāšana ar datoriem un fizikas programmām	zīmēt grafikus, kaut ko jaunu izdomāt, izmantojot fizikas likumus, būvniecības (viss, kas vajadzīgs arhitektiem)	mazāk teorijas, vairāk piemēru, strādāšana ar datoriem
	*Vairāk vizuālā materiāla *Tēmas vairāk saistīt ar dabu un tās norisēm *Vairāk datomateriāla, īsfilmiņas par atbilstošo tēmu	*Kas būtu vairāk saistītas ar ikdienas dzīvi *Kā rīkoties ar dažādām mehāniskām ierīcēm *Kā fizikas zināšanas varētu pielietot dzīvē	*Stundās izmantot ar fiziku saistītu jokus, kas paliktu atmiņā *Vairāk paraugdemonstrējumu *Modernākas ierīces *Vairāk mācīt par ikdienā izmantojamām ierīcēm

Vairāk humora Vairāk laboratorijas darbu ar dažādām mehāniskām ierīcēm. Lai vairāk skolotājs mums rādītu kā izmantot dažādas ierīces, vairāk izstāstītu to pielietojumus un tos nodemonstrētu un beigās varētu pašiem iedot ar to padarboties.	Kā rīkoties ar dažādām mehāniskām ierīcēm, kuras būs nepieciešamas daudzkārtējām lietošanām. Kas būtu vairāk nepieciešamas ikdienas dzīvē. kā fizikas prasmes mēs varētu pielietots sadzīvē.	Noteikti vajadzētu vairāk humora. Vairāk darbības ar dažādiem mehānismiem. Modernizēt darba ierīces.
piemērus ar dabu uzskatāmus piemērus interesantus eksperimentus	Bioniku attīstīt loģisko domāšanu	skolotāja pozitīvā attieksme
1)vairāk video materiālu 2)vairāk dzīves piemēru-bionikas izmantošana 3)ja pildītu uzdevumus arī uz interaktīvās tāfeles (to izmantotu biežāk)	*uzdevumu risināšanā *praktisko eksperimentu veikšanā, savu zināšanu pielietojumu *saskatīt iemācītās likumsakarības arī sadzīvē	Manuprāt, fizika mūsu skolā ir diezgan interesanti pasniegta, bet pozitīvi varētu ietekmēt videofilmu un dažādu video izmantošana stundu laikā.
Prezentācijas. Piemērus, kurus var redzēt dzīvē un izmēģināt pats.	Izprast kā darbojas dažādi mehānismi, kā mēs tos varam pielietot ikdienā.	Mani viss apmierina :)
*vairāk dažādu ierīču un veiktu daudz interesantus eksperimentus *interesantus video materiālus *meklētu likumsakarības dabā (pētījumi, eksperimenti) - bionika	*eksperimentu veikšanā *uzdevumu risināšanā *dažādu ierīču, formulu un fizikas likumu pielietojumu veidi , kas noder sadzīvē, ikdienā	*interesanti un izglītojoši video materiāli *pētījumi un eksperimenti dabā *uzdevumu risināšana kārtīgi apspriežot katru uzdevumu un tā tēmu, lai paliek atmiņā, nevis, ka tik atrisināt, bet nesaprotot uzdevuma galveno mērķi un domu
Datorspēles. (pētīt dažādās spēlēs fizikālās īpašības) Vairāk demonstratīvos eksperimentus,nevis laboratorijas darbus. Vairs neko nevaru izdomāt...	Gravitācijas spēku. (uz Zemes un citām planētām) Elektrisko strāvu.	Lai visu parādītu attēlos vai pat eksperimentu laikā. Mazāk rakstīšanas...
*Praktiskais pielietojums, uzskates materiāli, specializēta tehnika. *Modernizēti video materiāli ar interesantiem faktiem un pētījumiem. *Pamatojumus no bionikas.	*Izprast teorijas būtību. *Iespējami precīzi veikt praktiskos darbus. *Saskatīt sakarības starp fizikas tēmām, apgūt vairākus veidus, kā tikt pie rezultāta.	*Skolotāja attieksme, kā priekšmets tiek pasniegts (skolotājam "noberot" teoriju, nav nekādas motivācijas to apgūt). *Komandu darbs, radošā prezentācija *Pārbaudes darbos testu daļa
1)Vairāk piemēru no dzīves 2)Piemēri no dabas 3)Protams, ka arī iesaistot kādas tehnoloģijas mācību procesā 4) Piemērus var pēc iespējas oriģinālākus Taču galvenokārt šīs lietas tiek izmantotas mācību procesā	1) Loģiskā domāšana 2)Attīstīt iztēli, lai rastos idejas 3)Saistīt visu mācīto ar dzīvi (ar piemēriem no tās)	1) Apziņa, ka tas noderēs dzīvē 2)Klases un skolotājas attieksme (ja pozitīva, tad ir vieglāk mācīties) 3) Aizraujošas mācību stundas

Intervija ar pedagoģiskajā eksperimentā iesaistītajām skolotājām

Paldies, ka piekritāt piedalīties pedagoģiskajā eksperimentā, paldies par atsaucību, sapratni.

1. Kas vislabāk no piedāvātā - ar bionikas elementiem papildinātā fizikas satura, patika skolēniem?
2. Kas vislabāk no piedāvātā - ar bionikas elementiem papildinātā fizikas satura, patika skolotājai?
3. Kas, aprobējot skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modeli, sagādāja grūtības skolēniem?
4. Kas, aprobējot skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modeli, sagādāja grūtības skolotājai?
5. Vai bija novēroti uzlabojumi skolēnu zināšanās pēc modeļa pielietošanas?
6. Vai skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modelis ir realizējams un ieviešams praksē?

Vēlreiz liels paldies par atsaucību.

Intervija ar pedagogiskajā eksperimentā iesaistīto A vidusskolas fizikas skolotāju.

1. Kas vislabāk no piedāvātā - ar bionikas elementiem papildinātā fizikas satura, patika skolēniem?

Laboratorijas darbi, pētnieciskie darbi, iespēja mācīties fiziku savādāk nekā pierasti.

2. Kas vislabāk no piedāvātā - ar bionikas elementiem papildinātā fizikas satura, patika skolotājam?

Izaicinājums pamēģināt kaut ko jaunu, pamēģināt citu pieeju fizikas mācīšanā.

3. Kas, aprobējot skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modeli, sagādāja grūtības skolēniem?

Sākumā bija grūti mācīties pašiem, veikt pētniecību, izvirzīt hipotēzes.

4. Kas, aprobējot skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modeli, sagādāja grūtības skolotājam?

Tas prasīja papildus laiku sagatavoties stundām, pašai bija jāizpilda visi piedāvātie darbi, jāizvēlas kādu mācīšanas metodes izmantot.

5. Vai bija novēroti uzlabojumi skolēnu zināšanās pēc modeļa pielietošanas?

Dažiem skolēniem nekādus uzlabojumus nepamanīju, bet lielākā daļa labāk izpildīja pētniecisko uzdevumu.

Grūti spriest par skolēnu zināšanu uzlabošanu, jo eksperimenta laika posms bija par īsu.

6. Vai skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modelis ir realizējams un ieviešams praksē?

Jā, tā ir cita fizikas mācīšanas pieeja, bet nav gatavu mācībummateriālu.

Labāk sākumā šo modeli izmantot fizikas fakultatīvajās nodarbībās pulciņos.

Lai šo modeli ieviestu, fizikas skolotājiem vajadzētu organizēt semināru, kur iepazīstinātu ar šo jauno pieeju.

Paldies par piedāvājumu piedalīties šajā eksperimentā. Man bija interesanti.

Intervija ar pedagoģiskajā eksperimentā iesaistīto B vidusskolas fizikas skolotāju.
Paldies, ka piekritāt piedalīties pedagoģiskajā eksperimentā, paldies par atsaucību, sapratni.

1. Kas vislabāk no piedāvātā - ar bionikas elementiem papildinātā fizikas satura, patika skolēniem?

Laboratorijas darbi, iespēja pašiem darboties, pētīt.

2. Kas vislabāk no piedāvātā - ar bionikas elementiem papildinātā fizikas satura, patika skolotājam?

Ka skolēni paši pētīja, atklāja, nonāca pie kaut kādiem fizikas procesu izskaidrojumiem, skolotājs varēja vērot no malas skolēnu darbību.

3. Kas, aprobējot skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modeli, sagādāja grūtības skolēniem?

Sasaistīt pētīto laboratorijas darbos ar fiziku, atrast fizikas likumsakarības, jo skolēni to iepriekš tādā izpildījumā nebija veikuši.

4. Kas, aprobējot skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modeli, sagādāja grūtības skolotājam?

Vajadzīgs laiks, lai sagatavotos stundām. Grūti mācīt divās klasēs vienu un to pašu vielu ar atšķirīgām metodēm, reizēm nācās piedomāt, kā jāmāca eksperimentālā un kā kontrolgrupa. Grūti vadīt stundu, novērot skolēnus un novērojumus piefiksēt, jo tas prasa papildus uzmanību un laiku.

5. Vai bija novēroti uzlabojumi skolēnu zināšanās pēc modeļa pielietošanas?

Skolēniem parādījās interese par fizikas apguvi. Skolēni prasīja vēl pētnieciskos darbus. Par zināšanu uzlabošanu grūti spriest.

6. Vai skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modelis ir realizējams un ieviešams praksē?

Vienmēr vajag kaut ko jaunu, es domāju, ka ideja nav slikta.

SPSS 19 programmas vidē apstrādātie anketu rezultāti.

Correlations

	Dabā vērojamie procesi ir nozīmīgi tehnoloģiju attīstībā	Esmu bieži dzirdējis jēdzienu „Bionika”	Mācīties būtu interesantāk, ja fizikas mācībās būtu vairāk piemēru no dabas, tehnikas, ikdienas dzīves vai ražošanas	Fizikas likumības es izprastu labāk, ja mācībās būtu vairāk piemēru no dabas, tehnikas, ikdienas dzīves vai ražošanas.	Es varu nosaukt vairākus piemērus, kur dabas sistēmu principi ir pārnesti uz tehniskām konstrukcijām	Es protu pielietot fizikas zināšanas dabas sistēmu analīzei un principu pārnesšanai uz tehniskām konstrukcijām	Fizikas mācību priekšmets man patīk	Fizika kā zinātnes nozare man šķiet interesanta	Fizikas zināšanas man noderēs turpmākajā dzīvē
Dabā vērojamie procesi ir nozīmīgi tehnoloģiju attīstībā	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,242 ,026 84	,079 ,476 84	,032 ,771 84	,255 ,019 84	,333 ,002 84	,313 ,004 84	,310 ,004 84	,362 ,001 84
Esmu bieži dzirdējis jēdzienu „Bionika”	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,242 [*] ,026 84	1 ,146 84	,134 ,224 84	,326 ^{**} ,002 84	,327 ^{**} ,002 84	,267 [*] ,014 84	,191 ,081 84	,327 ^{**} ,002 84
Mācīties būtu interesantāk, ja fizikas mācībās būtu vairāk piemēru no dabas, tehnikas, ikdienas dzīves vai ražošanas	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,079 ,476 84	1 ,146 84	,688 ^{**} ,000 84	,223 ,041 84	,076 ,494 84	,067 ,542 84	,147 ,182 84	,130 ,239 84
Fizikas likumības es izprastu labāk, ja mācībās būtu vairāk piemēru no dabas, tehnikas, ikdienas dzīves vai ražošanas.	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,032 ,771 84	,134 ,224 84	1 ,000 84	,291 ^{**} ,007 84	,112 ,313 84	,130 ,240 84	,192 ,079 84	,191 ,082 84
Es varu nosaukt vairākus	Pearson Correlation	,255 [*] ,326 ^{**} ,223	,291 ^{**} ,223	,291 ^{**} ,223	1 ,291 ^{**} ,223	,630 ^{**} ,438 ^{**} ,372 ^{**} ,472 ^{**}	,438 ^{**} ,372 ^{**} ,472 ^{**}	,372 ^{**} ,472 ^{**}	,472 ^{**}

piemērus, kur dabas sistēmu principi ir pārnesti uz tehniskām konstrukcijām	Sig. (2-tailed) N	,019 84	,002 84	,041 84	,007 84		,000 84	,000 84	,000 84	,000 84
Es protu pielietot fizikas zināšanas dabas sistēmu analīzei un principu pārvešanai uz tehniskām konstrukcijām	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,333** ,002 84	,327** ,002 84	,076 ,494 84	,112 ,313 84	,630** ,000 84	1 84	,517** ,000 84	,491** ,000 84	,489** ,000 84
Fizikas mācību priekšmets man patīk	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,313 ,004 84	,267 ,014 84	,067 ,542 84	,130 ,240 84	,438** ,000 84	,517** ,000 84	1 84	,808** ,000 84	,641** ,000 84
Fizika kā zinātnes nozare man šķiet interesanta	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,310** ,004 84	,191 ,081 84	,147 ,182 84	,192 ,079 84	,372** ,000 84	,491** ,000 84	,808** ,000 84	1 84	,574** ,000 84
Fizikas zināšanas man noderēs turpmākajā dzīvē	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,362** ,001 84	,327** ,002 84	,130 ,239 84	,191 ,082 84	,472** ,000 84	,489 ,000 84	,641** ,000 84	,574** ,000 84	1 84

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Skolēnu darbības novērošanas tabulas kopsavilkums

Novērojot skolēnus, lūdzu atzīmēties atbilstoši „3” – ir novērots, „2” – daļēji novērots, „1” – nav novērots.

Skolēna vārds	Skolēna ieinteresētība stundas norisē			Aktivitāte (uzdod jautājumus, izsaka hipotēzes, pieņēmumus, izsaka priekšlikumus problēmas risināšanai)			Patstāvīgums (uzdevumu veic pats bez palīdzības)			Kommunikācija ar klasesbiedriem			Fizikas likumu, formulu zināšana			Fizikas likumu, formulu pielietošanas prasme			Prot saskatīt dabas likumsakarību pārnēsi tehnikā, tehnoloģijās				
	sākumā	vidū	beigās	sākumā	vidū	beigās	sākumā	vidū	beigās	sākumā	vidū	beigās	sākumā	vidū	beigās	sākumā	vidū	beigās	sākumā	vidū	beigās		
1	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	
2		↑	2	↑	2		↓	1	↓	1		↑	2	↑	2		↓	1	↓	1		↑	2
3	↓	1	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑
4	↑	2	↑	2	↑	2	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
5	↑	2	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↑	2	↑	3	↑
6	↓	1	↑	2	↑	2	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
7	↓	1	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
8	↑	2	↑	2	↑	3	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
9	↑	2	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↑	2	↑	3	↑
10	↑	2	↑	2	↑	2	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
11	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑
12	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
13	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑
14	↑	2	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓
15	↑	2	↑	2	↑	2	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
16	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑
17	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
18	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
19	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
20	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
21	↑	2	↑	2	↑	2	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
22	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑
23	↑	2	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
24	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
25	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
26	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
27	↓	1	↑	2	↑	2	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
28	↓	1	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
29	↑	2	↑	2	↑	2	↓	1	↓	1	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑
30	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
31	↑	2	↑	2	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
32	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
33	↑	2	↑	2	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
34	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
35	↑	2	↑	2	↑	2	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
36	↑	2	↑	3	↑	2	↑	2	↑	3	↑	2	↑	3	↑	3	↓	1	↓	1	↑	2	↑
37	↑	2	↑	2	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
38	↑	2	↑	2	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
39	↑	2	↑	2	↑	2	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
40	↑	2	↑	3	↑	2	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
41	↑	2	↑	3	↑	3	↓	1	↓	1	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
42	↑	2	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
43	↑	2	↑	3	↑	3	↑	2	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
44	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
44	↑	2	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
45	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
46	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
47	↑	2	↑	3	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑	2	↑
48	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓	1	↓