

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS

Renata Bilbokaitė

**VIZUALIZACIJOS TAIKYMO
GAMTAMOKSLINIAME UGDYME
PSICHOEDUKACINIAI VEIKSNIAI**

Daktaro disertacija
Socialiniai mokslai, edukologija (07 S)

Šiauliai, 2012

Disertacija rengta 2009–2012 metais Šiaulių universitete.
Disertacinį tyrimą 2009–2012 metais rėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas.

Mokslinis vadovas: Prof. dr. Vincentas Lamanuskas (Šiaulių universitetas, socialiniai mokslai, edukologija – 07 S)



TURINYS

SĄVOKŲ PAAIŠKINIMAI	4
ĮVADAS	5
1. VIZUALIZACIJA GAMTAMOKSLINIAME UGDYME:	
PSICHOEDUKACINIS KONTEKSTAS	26
1.1. Objekto charakteristika: kognityvinių, socialinių ir edukacinių veiksnių sąveika	26
1.1.1. <i>Sąvoka, ontogenezė ir ontologija</i>	26
1.1.2. <i>Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų lygmenys, dimensionalumas ir priemonės</i>	46
1.1.3. <i>Priemonių taikymas praeities, dabarties ir ateities pamokose</i>	58
1.1.4. <i>Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų poveikis ugdymo proceso dalyviams</i>	65
1.1.5. <i>Subjektų mokymosi homogeniškumas ir heterogeniškumas lyties aspektu</i>	75
1.2. Kognityvinių procesų ir motyvacijos reikšmė taikant vizualizaciją	83
1.2.1. <i>Konstruktivistinės ir ekologinės vaizdinės percepcijos teorijų analizė</i>	83
1.2.2. <i>Vaizduotės įvairiapusiškumo konstruktai</i>	86
1.2.3. <i>Dėmesys ir atmintis mentalinių modelių formavimo(si) struktūrose</i>	92
1.2.4. <i>Motyvacija edukacinių veiklų ir aplinkų kontekste</i>	96
2. EMPIRINIAI VIZUALIZACIJOS TAIKYMO GAMTAMOKSLINIAME UGDYME PSICHOEDUKACINIAI VEIKSNIAI	101
2.1. Metodologija	101
2.1.1. <i>Žvalgomieji tyrimai</i>	101
2.1.2. <i>Diagnostiniai tyrimai</i>	106
2.1.3. <i>Verifikuojantieji tyrimai</i>	115
2.2. Rezultatai	118
2.2.1. <i>Veiksnių identifikavimas</i>	118
2.2.2. <i>Veiksnių raiška</i>	147
2.2.3. <i>Rezultatų verifikavimas</i>	188
3. VIZUALIZACIJOS TAIKYMO GAMTAMOKSLINIAME UGDYME PSICHOEDUKACINIS MODELIS	210
DISKUSIJA	213
IŠVADOS	218
REKOMENDACIJOS	223
LITERATŪRA	225



SAŲOKŲ PAAIŠKINIMAI

Artefaktas – dirbtinai sukonstruotas (sukurtas) objektas, kuris atstovauja konkrečią moksliskai objektyvizuotą idėją.

Dimensija – sutartinis matmuo (dydis).

Eksternalizacija – vidinės subjekto minties išorinė išraiška kitiems subjektams regimu būdu.

Episteminis – susijęs su pažinimu tiesiogine prasme.

Heterogeniškas – įvairiapusiškai skirtingas.

Homogeniškas – homogeniškumas, panašumas, vienuarūšiškumas, vienalytiškumas.

Modalumas – matas (būdas) kuo realistiškesniam santykiui su tikrove atspindėti.

Multi- – rodantis objekto daugiapusiškumą.

Multimodalinis – daugiabūdis ir daugiamatis objekto eksternalizuotas reprezentavimas.

Objektyvizuotas – moksliskai pagrįstas, įvardinamas kaip tikras, atitinkantis realaus gyvenimo arba jo tariamų charakteristikų elementus, visuotinai mokslinės bendruomenės pripažįstamas kaip labiausiai nešališkai ir be išankstinio nusistatymo reprezentuojantis atitinkamą objektą ar reiškinių.

Ontogenezė – objekto/subjekto vystymasis viso jo egzistavimo laikotarpiu iki atitinkamo fiksuoto momento konkrečiame kontekste. Šiuo atveju vizualizacijos ontogenezė yra jos vystymas nuo pirmųjų įrodymų apie jos atsiradimą iki 21 amžiaus pirmo dešimtmečio pabaigos.

Ontologija – objekto sąlyginė būtis, labiausiai išryškėjanti atitinkamų kontekstų ir prasmų visumoje.

Policentristinis – nukreiptas į daug esminių reiškinių, svariausių argumentų, požiūrių, paradigimų.

Progresas – procesas, kurio metu objektas greičiau nei įprastai vystosi (yra vystomas) esamos stadijos atžvilgiu.

Regresas – procesas, kurio metu objektas grįžta į ankstesnę vystymo(si) stadiją duotosios atžvilgiu.

Reprezentacija – objekto išraiška (forma) sutartinėje kodų sistemoje, kuri atskleidžia jo esmę, požymius, charakteristikas ir kt., vidiniu (tik subjekto sąmonės viduje) arba išoriniu (išreikštu išoriškai visiems subjektams) būviu.



IVADAS

Mokslinis aktualumas

Šiuolaikinė visuomenė išgyvena didžiulius evoliucijos virsmus – regimas technologijos progresas, darantis poveikį ne tik naujų priemonių kūrimui ir tobulinimui, subjektų raiškos gerinimui, bet ir žmonijos sąmonės poslinkis nuo dvimatės supančio pasaulio realybės iki trimatės ir keturmatės, kai atsiranda nauja laiko dimensija (Walker, 2009), suvokiama reliatyviai ir konstruojama priklausomai nuo heterogoniškų poreikių, nebedalijama, nelineari, bet ištesinama ir vitališka. Globalizacija transformuoja laiką, o jo kontekste – erdvę, judėjimą, vietą, kas leidžia keisti informacijos visuomenę į žinių visuomenę, kurioje vykdoma žinių ekonomija ir sisteminis jų valdymas, įgalinant subjekto galias nuolat tobulinti(s) naujų imperatyvų kontekste. Visa kultūra tapo vieša (Geertz, 2005), civilizaciškai besikeičianti (Kavolis, 1996), pereinanti nuo teksto prie vaizdo, okupuojanti ekranus, skatinanti naujų mąstymo ir tikrovės suvokimo formų atsiradimą (Andrijauskas, 2006), kai elementams priskiriamas multimodalinis reaktyvumas į suvokėjo dirgiklius, dualistinis informacijos kodavimas ir atkodavimas, suliejantis dvigubų modelių charakteristikas per homogenizuotų policentristinių darinių sąveiką subjekto paveikimui stiprinti. *Vyksta masinis informacijos pateikties reprezentacinis regresas* (nuo išstobulintos kalbos grįžtama prie vaizdo) *dėl žmogaus kognityvinių procesų progreso*. Ontogeneziškai eksternalizuotos objektyviosios informacijos vizualinės reprezentacijos sugrąžina subjekto sąmonę į ikisąvokinį lygį, kuriame vaizdiniai valdo(mi) psichikos procesus(-ų) ir sąlygoja verifikuotą verbalizuotos tikrovės supratimą. Perteklinis žodinės konceptualios informacijos kiekis nepasiekia net mažos dalies žmogaus sąmonės galių, laiduojančių veiksmingą dalyvavimą tobulinant save ir kitus, todėl vizualizacija atveria ir sąlygoja ne vien intuityvias, bet ir sąmoningas kognityvinių procesų aktyvinimo veiklas, kurias pasitelkiant lengviau operuojama žinių konstravimo procesuose. Talkinant IKT realizuojamas laiko dimensionalumo virsmas, aprėpiantis įprastinės erdvės, vietos ir judėjimo konstantas – sąmonės regresija dėl inovatyvių ir sudėtingų reiškinių suvokimo ir jų transformavimo į episteminį vartojimą progreso vyksta subjektui patogiui laikui jo asmeninėje erdvėje, sudarant palankias sąlygas multirepresentavimu regėti anksčiau nematytus objektus ir taip geriau pažinti ne tik mokslinę, bet ir kasdienę realybę.

Visuomenėje progresyviai vyksta *nereprezentuojamumo reprezentavimas* vizualiais informacijos pavidalais – nematomi reiškiniai tampa regimi. Kognityviai ir socialiai konstruojant (arba dekonstruojant) eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų, kaip tam tikrų inovacijų, panaudojimą, siejamą su verbaline informacija, sukuriamas dualistinis žodžio ir vaizdo sinteze paremtas visapusiškesnis objekto ar reiškinio supratimas. Globalizacija ir postmodernizmas įprasmino neregimų reiškinių atskleidimą, laiduojančių progresyvesnį kiekvieno besimokančiojo sąmonės vystymąsi – sunkiai suvokiami

dalykai tapo paprastesni, lengviau suprantami. Vizualieji eksternalizuoti tariamos tikrovės artefaktai visuomenės nariams heterogoniškose subkultūrose perteikia anksčiau tik nedaugelio suvoktą informaciją, kas leidžia eliminuoti ribą tarp visuotinio ir elitinio išsilavinimo, tarp gabių, vidutiniškai besimokančių ir mokymosi sutrikimų turinčių mokinių ugdymo galimybių bendrojo lavinimo mokyklose (8–12 klasėse). Įgyvendinant vizualumo principą homogeniškai gali būti kuriamos diferencijuotos ir individualizuotos ugdymo turinio sąlygos, pritaikytos įvairių poreikių mokiniams. Taip būtų didinama galimybė skatinti besimokančiųjų sąmonės regresą dėl kognityvinių procesų progreso, įgalinančio pažinti reprezentuotus sudėtingus gamtamokslinius dalykus suvokėjui priimtina forma.

Objektyvizuoti gamtamoksliniai reiškiniai ir jų elementai, atskleidžiami mokiniams homogenizuotu vizualiu pavidalu, skatina subjekto sąmonės vystymąsi mokymosi kontekste. Tai akcentuojant, vizualizacijos vartojimas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose tampa aktualus ne vien tik filosofiskai, kultūriškai, bet ir psichologiškai. Suvokėjui perduodama ypač supaprastinta įvairių dimensionalumų, formų, spalvų, dydžių ir kt. charakteristikų informacija, kuri aktyvina besimokančiųjų *suvokimą*, geresnį ir lengvesnį sudėtingų objektų supratimą (Wu, Hsin-Kai., Shah, 2004; Jared, 2009; Chittleborough, Treagust, 2008; Donovan, Nakhleh, 2007; Penn ir kt., 2007; Melles, 2007; Ubuz, 2007; Williamson, José, 2008; Booth ir kt., 2005; Rule, 2005; Casperson, Linn, 2006; Saprykina, 2008; Kim, Olaciregui, 2008; McCaffrey ir kt., 2008; Amundsen ir kt., 2008; Qian, Tinker, 2006; Bogner ir kt. 2006; Rogers, 2008; Tasker, Dalton, 2008; Ainsworth, 2008; Sengul ir kt., 2010; Barat, 2007; Silen, 2008; Penn ir kt., 2007), *vaizduotę*, kuri talkina mintyse išsivaizduojant ir atgaminant kitais būdais neregimus objektus ir jų sąveikas (Rule, 2005), *dėmesį*, padedantį giliau susikoncentruoti sekant informaciją ir ją įsimenant (Kim, Olaciregui, 2008; Velázquez-Marcano, ir kt. 2004; Mason, 2006; Mammino, 2008; Tasker, Dalton, 2008) ir *atmintį* (Cook, 2006; Card, 1999, Folorunso, Ogunseye, 2008), kuri būtina, norint mokymosi metu įgytas žinias epistemiškai panaudoti praktikoje. Įvardytus psichinius procesus galima vadinti *kognityviniais*, kurių veikdinimas sąlygoja visapusiškesnių mentalinių modelių konstravimą (Tasker, Dalton, 2008) atmintyje, siejantį verbalinę ir vizualinę schematinę kodų visumą, sąlygojančią efektyvesnį edukacinės paskirties informacijos įsisavinimą ir teisingų gamtamokslinių modelių susiformavimą (Gilbert, 2008). Mokliškai įrodyta ir tai, jog, taikant vizualizaciją biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos disciplinose, mokiniai labiau domisi mokomuoju turiniu (Wu, Shah, 2004; Cook, 2006, Oller, 2006., Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010) ir gamtos reiškinais.

Psichoedukacine prasme *vizualizacija tarsi įgalina besimokančiuosius eliminuoti episteminius ribotumus* ir sudaryti sąlygas teisingam sąvokų ir reiškinių, susijusių su gamtamokslinės kilmės mūsų pasaulio realybe, įsisavinimui. Mokslininkų tyrimai atskleidžia (Sirhan, 2007; Tsitsipis ir kt., 2011), kad gamtamokslinėse pamokose mokiniai patiria mokymosi sunkumus, ribojančius pažinimo galimybes. Vizualizacija, kaip artefaktas, ugdymo proceso dalyviams galėtų talkinti eliminuojant veiksmingą ugdymą ribojančius veiksnius. Geriau išmanant sudėtingus dalykus, stiprėtų episteminės prakti-

kos poreikis būtų projektuojamas savarankiško veikimo kontekstas, plečiama mokymosi paradigmos raiška kasdienėje edukacinėje veikloje.

Besikeičianti edukacinės paradigmos ontologija taip pat įprasmina vizualizacijos taikymą gamtos mokslų pamokose: suponuojamos prielaidos kognityviai ir socialiai konstruoti ugdytinių žinias jiems patiems sąveikaujant su eksternalizuotomis vizualiomis reprezentacijomis ir kaupti sau reikalingą patirtį naujesnėms temoms mokytis ir save tobulinti. Konstruktyvistinė paradigma konstatuoja ugdymo diferencijavimo ir individualizavimo būtinumą, ugdymo turinio siejimą su kasdienio gyvenimo atributais, o edukacinių artefaktų vartojimą kaip atitikmenį realiai egzistuojantiems gyvenimo fenomenams. Subjekto gamtamokslinės žinios turėtų koreliuoti su kitų sričių žiniomis, o kad ta sąsaja įvyktų, sudėtingus reiškinius reikėtų pateikti paprastomis reprezentacijomis, kurios lengviau suprantamos ir įsisavinamos, atkoduojamos analogijomis realiaame gyvenime. Konstruktyvistinė paradigma įpareigoja pedagogus naudoti tas priemones, kurios labiausiai aktyvina mokinių kognityvinį ir socialinį pažinimo pradus, motyvuoja ir talkina formuojant savarankiško mokymosi su artefaktais įgūdžius. Šiame kontekste ypač išryškėja kompiuterinės vizualizacijos taikymo aktualumas – multidimensinė ir multimodalinė vizualioji reprezentacija atitinka šiuolaikinio vartotojo poreikius ir yra paveikesnė jo sąmonei nei įprastos klasikinės mokymo priemonės. Kompiuterinės technologijos, todėl ja ir reprezentuojama vizualizacija, edukacinės paradigmos virsmo kontekste traktuotina kaip *inovacija* (Simmons, 2011), kuri keičia mokymo(si) galimybes ir supančią aplinką. Technologinis progresas modernizavo ugdymo turinį, mokyklose atsirado IKT (kompiuteriai, multimedijos, interaktyviosios lentos ir kt.), todėl atsirado poreikis administracijos darbuotojams, mokytojams ir programų kūrėjams bendradarbiauti ir mokytis įvaldyti naujasias technologijas, atidžiai nagrinėjant jų panaudojimo ypatumus. Vizualizacija, kaip eskternalijų vizualiųjų reprezentacijų artefaktas, atspindintis multidimensinį ir multimodalinį objektų būvį, įpareigoja inovatyviau dėstyti pamokos turinį, nes mokinių populiacijai reprezentuojama nereprezentuotina supančio pasaulio tikrovė. Vaizdų demaskavimas per paprastenį sudėtingų reiškinių pateikimo būdą sukuria palankesnes sąlygas, talkinant inovatyvioms technologijoms, konstruoti mokinių žinias, edukaciškai įtvirtinant postmodernios paradigmos imperatyvus – mokytojui tampant patarėju ir konsultantu, o artefaktui – mediatoriumi. Kompiuterinė vizualizacija, kaip inovacija, paskatintų pedagogus perimti savo naują vaidmenį – mokymosi turinys derinamas su vizualizacijos vartojimu ir jos interaktyvumas laiduoja naujas pedagogo funkcijas, jo santykių su mokiniu kokybę, įprasminamą per įvairių metastatuso lygmenų reprezentacijų atskleidimą ir įvardynimą mokslinėmis sąvokomis nagrinėjamų fenomenų kontekste. Įvaidžius technologijas, pedagogo vaidmuo sustiprėtų postmoderniai vertinant jo darbo rezultatus ir patį procesą – mokyti mokytis ir pažinti pasaulį kaip *postpriorinį*, kai atmintyje vizualiųjų artefaktų poveikis sukauptos žinios įtvirtinamos praktikuojantis, o *apriorinė* informacija arba koreguojama po internalizuotų vizualiųjų reprezentacijų, arba adaptuojama, kartu sąveikaujant ir kognityviniam, ir socialiniam mokymosi kontekstams.

Netolimoje ateityje ugdymas turėtų garantuoti mokymo lygybę visiems, jei ugdymas yra visuomenę formuojantis veiksnys (Millar, 2012), kas suponuoja prielaidą, kad

epistemine prasme gamtamokslinis ugdymas ateityje turės būti prieinamas visiems besimokantiejiems, todėl ugdymo sritis turi būti taip plėtojama, kad būtų sukurtos pačios geriausios sąlygos heterogeniškų poreikių mokiniams nuolat tobulėjančiame pasaulyje, kuriame ugdytinis palaipsniui taps kūrėju. Prognozuojama, kad IKT taikymas mokytojui ir mokiniui ateityje bus kaip svarbus ir įdomus instrumentas edukaciniams pasiekimams didinti (Courville, 2011; Kennedy, 2011; Guerra ir kt., 2011), todėl jos bus itin plačiai integruojamos į ugdymo procesą (Belland, 2009; Trouche, Drijvers, 2010; Selwyn, 2012; Reigeluth, Merrill, 2009; Polly ir kt., 2010), klasikinės priemonės bus pakeistos naujomis (Tugui, 2011), o mokytojai raginami skirti laiko priemonėms studijuoti (Hicks, 2011). Kompiuterinės technologijos (o ypač vizualiosios) nėra traktuojamos kaip vienintelės, padėsiančios tobulinti ugdymo procesą – jos mokslinė ir edukacinė prasme traktuojamos kaip kultūriškai savalaikės ir palankios (Maddux, Johnson, 2011), padedančios mokymuisi, bet jo netransformuojančios iš esmės (Sheehy, Bucknall, 2008), taip įprasminant į mokinį orientuotą paradigmą (Smeureanu, Isaila, 2012) realybėje. Mokslininkai argumentuoja (Pence, McIntosh, 2011; Klieger ir kt., 2010), kad kompiuterinės technologijos ugdant padės kurti naujas edukacines aplinkas, grįstas multidimensinių ir multimodalinių eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų dominavimu. Jų reprezentavimas inovatyviomis priemonėmis padės įgyvendinti mokymosi visą gyvenimą reikalavimą (Lee, 2012), galimai sustiprins ir mokyklos vaidmenį (Robinson, 2012), nes ugdymo sistemą transformavus taip, kad ji būtų orientuota į mokinį, būtų galima labiau užtikrinti ne tik edukaciškai, bet ir socialiai vertingą technologijų įvaidymą (Facer, 2012).

Praktinis aktualumas

Disertacijos praktinį aktualumą suponuoja sudėtingas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos žinių įsisavinimas bendrojo lavinimo mokyklose, kuri sąlygoja daugybę veiksnių, susijusių su informacijos reprezentavimo edukacinėje realybėje sąlygomis. Gamtamokslinio ugdymo problema yra pačių fenomenų **vidinis nereprezentuojamumas**, kai subjektai neišsivaizduoja verbalizuotų sąvokų ir jų koreliacijų – jei vaizdinis mąstymas silpnesnis ar mažiau išlavintas, žinios įsisavinamos tik verbalinių mentalinių modelių pavidalu, mintyse jos neišsivaizduojamos, todėl dažnai sukuriami klaidingi jų reprezentacija, kas sąlygoja nesėkmingą praktinę veiklą. Gamtamokslinių (ir geografijos ir matematikos) dalykų žinios (sąvokos) sudėtingos, abstrakčios, sunkiau (ir/arba ypač sunkiai) suvokiamos 9–10 klasių mokiniams dėl jų **vizualaus nereprezentuojamumo** sąmonėje, jų neregėjimo kaip išoriškai patiriamo reginio (Sirhan, 2007), realių pasaulio objektų analogų stokos. Siekiant supaprastinti edukacinio turinio informaciją, kad sąmonė per regresyvius kodus patirtų kognityvinę evoliuciją, būtina subjekto viduje nereprezentuojamus objektus **eksternalizuoti aiškiai** ir konkrečią reikšmę turinčiomis reprezentacijomis, kurios papildo žodžiais užkoduotą tekstą.

Mokiniai patiria **per didelius verbalinės informacijos srautus** ugdymo aplinkoje, todėl nebeatrenka svarbiausių elementų nuo virš krūvio (angl., *cognitive load*. Haslam, Hamilton, 2010), susilpnėja kognityvinių procesų veikimas, slopsta motyvacija, silpnėja gebėjimai mokytis savarankiškai. Daugumoje vadovėlių iki technologinio progreso

buvo tik viendimensinė arba dviejų dimensijų vizualiosios reprezentacijos, kurios riboja visapusišką ir artimą realistiniam objekto atskleidimą, todėl dažnai lemdavo nevisapusišką mentalinių modelių susidarymą, neteisingą supratimą ir klaidingas žinias, kurios įgyjamos aktyviai kontaktuojant su verbaline informacija – žodžiais, sakiniais, sąvokų samplaikomis. Aukšto abstraktumo fenomenai, neturintys analogijų kasdienio gyvenimo aplinkoje, įvardinami sąvokų pavidalais dar labiau sunkina ir taip nepakankamai išlavintą mokinio vaizduotę ir jo mąstymo operacijas. Kiekvieną pamoką naujų sąvokų vis daugėja, o neišlaikant jų atmintyje ir neturint aiškių dvigubų mentalinių modelių, subjekto psichika atmeta nesuprantamus verbalizuotus kodus, todėl jie neišsąmoninami ir lieka neatpažinti. Didėjantis verbalinės informacijos srautas sukelia informacinę perkrovą, todėl ją redukuoti galima multidimensinėmis ir mutimodalinėmis vizualiomis reprezentacijomis (Liu, Su, 2011; Yeh ir kt., 2012; Muller ir kt., 2008; Schwamborn ir kt., 2011; Leutner, ir kt., 2009; Erlandson ir kt., 2010; Korakakis ir kt., 2009; Price, Lee, 2010), kurios įtraukia besimokančiuosius į interaktyvaus sąveikavimo su objektu procesą, įgalina jį geriau pažinti gamtamokslinius dalykus. Vizualizacija gali padėti suprasti mikrolygmens reiškinius, kurių įprastomis priemonėmis (sąlygomis) žmogaus akis nemato (Ardac, Akaygun, 2005), kai patys gamtamoksliniai modeliai priartinami prie realybės ir mokinio suvokiami kaip reikšmingi (Schwarz ir kt., 2009).

Galiausiai, dėl aukščiau įvardytų priežasčių, egzistuoja ir jų rezultatą lemianti problema – mažas *gamtamokslinių dalykų pasirinkimo poreikis* aukštesnėse klasėse (Britner, 2008; Liu ir kt., 2010), tos srities specialistų stoka visame pasaulyje (Koul ir kt., 2011; Blackburn, 2006). Ši reiškinį gali lemti gamtamokslinių dalykų sudėtingumas, jų nesietinumas su realaus pasaulio veiksniais ir netvirtos šių dalykų žinios mokymosi kontekste, kas gali būti koreguojama taikant vizualizaciją, kaip eksternalizuotų mokslinių tiesų reprezentaciją suvokėjui priimtina forma ir sugestyviai koreliuojamą su žodine informacija – taip būtų konstruojamos patikimos žinios, patirtimi grįsta praktika ir stiprinamas noras gilintis į abstrakčius dalykus ir mokykloje, ir ją pabaigus.

Mokslinė problema

Viena didžiausių praktinių problemų gamtamokslinio ugdymo realybėje – neteisingas sąvokų, reiškinių, temų ir kt. turinio elementų supratimas. Besimokantieji supranta sąvokas individualiai, savo epistemine patirtį konstruodami remiantis pažinimo praktika, kuri dažnai sąlygoja neteisingą suvokimą (angl. *misconception*). Tokiais atvejais dominuoja naivūs mentaliniai modeliai, neadekvatus ir neobjektyvus gamtamokslinių veiksmų apibūdinimas, klaidingas jų savybių ir požymių įsisavinimas. Tai ypač aktualizuojama srityse, kuriose mokomasi apie mikroelementų savybes, be specialių prietaisų ir priemonių neregimas žmogaus akiai: neteisingai suprantami cheminiai ryšiai (Çalık, ir kt., 2005; Özmen, 2004; Pınarbaş, Canpolat, 2003; Ünal, ir kt. 2006; Sirhan, 2007; Duis, 2011; Gomez-Zwiep, 2008; DiSpezio, 2010; Herman ir kt., 2011), įvairūs procesai (Klassen, 2009) ir reiškinių savybės (Yin, 2012; Yin ir kt., 2008; Riemeier, Gropengieser, 2008; Xiaobao, Yeping, 2008; Gericke, Hagberg, 2007; Şekercioğlu, Kocakulah, 2008; Yin, 2012; Yin, ir kt. 2008; Grove, Bretz, 2010). Mokslininkai argumentuoja, kad tokią situaciją lemia aukštas gamtamokslinių sąvokų abstraktumo lygmuo (Ghas-

san, 2007), jų panašumas tarpusavyje, kas riboja teisingą terminų identifikavimą (Larabee ir kt., 2006), klaidingų sąvokų identifikavimą (Ying-Shao Hsu, 2008). Galima daryti prielaidas, kad, neteisingai suvokiant sąvokas ir procesus, sukuriama klaidingi mentaliniai modeliai (Park, Light, 2009), o jų koregavimui pamokose stokojama laiko ir pačių besimokančiųjų vidinio modeliavimo kompetencijų (Lopes, Costa, 2007). Tu remiantis galima teigti, kad gamtamoksliniame ugdyme egzistuoja reali praktinė problema – klaidingas sąvokų ir procesų suvokimas, kuris galėtų būti eliminuojamas arba sumažinamas pasitelkiant modernias eksternalizuotas vizualiąsias reprezentacijas.

Kalbant apie bendrojo išsilavinimo kontekstą vyrauja požiūris, kad besimokantieji turėtų konstruoti ir interpretuoti specifinius gamtamokslinius terminus, reiškinius, procesus, sieti juos tarpusavyje ir gebėti kasdienėje realybėje juos atpažinti (Freeman, Taylor, 2006; Alvermann, 2008; Hapgood, Palinscar, 2007; Gropen ir kt., 2011; Guzzetti, Bang, 2011; Miller, 2006; Rannikmäe, ir kt. 2010; Holbrook, Rannikmäe, 2009; Hapgood, Palinscar, 2006/2007; Yore ir kt., 2006, 2007, 2009). Subjektas *gamtamoksliskai raštingas* gali tapti tuomet, kai jis teisingai suvokia biologijos, chemijos, fizikos, matematikos ir geografijos dalykų turinį, geba jį išiminti ir pritaikyti praktiniuose darbuose, regėti jų sąsajas su realybe. Tačiau neturint teisingų žinių ir jų neįsisavinus, gamtamokslinis raštingumas yra žemas, todėl taip mažai aukštesnėse klasėse mokomasi minėtų dalykų, silpnėja bendrasis išsilavinimas, o ekologine prasme ribojamas santykis su natūralia gamta ir jos elementais, kas iš dalies prisideda prie vartotojiškos kultūros plėtros. Nesuvokiant bendrųjų gamtamokslinių dėsnių, neįmanoma giliai pažinti supančio pasaulio ir kurti gamtai palankios aplinkos, skatinančios subjekto, kaip išmanančio kūrėjo, evoliuciją. Kadangi gamtamokslinis raštingumas yra plačiai visame pasaulyje nagrinėjama mokslinė problema, deranti su anksčiau aptartomis, ją eliminuojant taip pat būtų galima pasitelkti vizualizaciją. Pastaruoju metu aktualizuojamas raštingumo ugdymas pasitelkiant įvairias reprezentacijas (Tytler ir kt., 2006, 2007; Anthony ir kt., 2010; Tytler ir kt., 2006, 2007), kadangi būtent jomis atskleidžiama objektyvizuota ir homogeniškai patvirtinta tiesa, kuri mokiniams verbaliniu pavidalu yra per sudėtinga, per daug abstrakti. Pasak Yore ir kt. (2006), besimokantieji turi išmanyti gamtamokslinių dalykų turinio artefaktus, suprasti kodines sistemas, todėl didinant gamtamokslinį raštingumą taikomos ir vizualiosios (Lehrer, Schauble, 2009; Ainsworth, 2008) ir verbalinės (Weiss-Magasic, 2012; Hanharan, 2009; Manolas ir kt., 2011), ir multimodalinės reprezentacijos (Waldrip ir kt., 2006). Eksternalizuotos vizualinės reprezentacijos taip pat vartojamos kaip ir žodiniai artefaktai, kadangi jų abiejų jungtis sąlygoja multimodalinių aspektų išraiškos poveikį subjektų kognityviniams ir edukaciniams procesams. Dvi ir daugiau kodavimo sistemas gali sieti įvairios priemonės, svarbu, kad jos būtų interaktyvios, labiau įtrauktų subjektą į mokymosi procesą. Tam labiausiai tinka kompiuterinės technologijos (Ng, 2011; 2010), kuriomis įgyvendinant konstruktyvizmo principus siekiama sumažinti mokinių patiriamą kognityvinę apkrovą (Vogel-Walcott ir kt., 2011), plėtoti mokymosi kontekstus per nuolatinį žinių konstravimą (Chu, Ju, 2010), pažintinių ir socialinių veiksnių sąveiką (Powell, Kalina, 2009; Stears, 2009; Harkness, 2009).

Sėkmingam gamtamoksliniam ugdymui svarbus ne tik šios srities raštingumo plėtojimas (Feinstein, 2011), bet ir *teorinių sąsajų su gyvenimu atskleidimas* (Bennett ir kt., 2007), kadangi informacija apie gamtos objektus yra abstrakti, sunkiai suvokiama, o mokiniai dažnai epistemiskai klysta, nes nemato žinių analogijų realybeje. Šią problemą vizualizacijos taikymas taip pat galėtų sumažinti – eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos būtų taikomos priartinant reiškinių pažinimą per mokiniams suvokiamus artefaktus, o tai paskatintų mokymosi motyvaciją (Pugh ir kt., 2010), pagilintų kritinį mąstymą (Marques ir kt., 2011) ir vizualinio raštingumo įgūdžius (Metros, 2008), kurie vizualinėje kultūroje labai reikšmingi. Šiuo atveju vizualinis raštingumas tiek pat svarbus kaip ir skaitymo suvokimo strategijos (from NGSP, 2008 cit. Anthony, Tippett, Yore, 2010; Kordigel Abersek, Hus 2007; Kordigel Abersek, 2008; McTigue, Flowers, 2011; 2010), kadangi bendram gamtamoksliniam raštingumui būtinos abi (verbalinė ir vizualinė) kodavimo sistemos. Jei pamokose būtų taikoma kokybiška multimodalinė ir multidimensinė interaktyvi vizualizacija, būtų galima tikėtis daugumos aukščiau įvardytų problemų eliminavimo.

Įvardytos gamtamokslinio ugdymo problemos, kurias būtų galima eliminuoti arba sumažinti taikant vizualizaciją, įprasmina eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų taikymo edukacinėje realybeje tyrimų svarbą. Pasauliniame kontekste pirmenybė teikiama inovatyvioms, projektinėms vizualizacijos priemonėms, kurios išbandomos eksperimentinėse pamokose, todėl tyrimų pasirinkimo schemose dominuoja loginio pozityvizmo metodai – eksperimentai ir stebėjimas, o ugdymo procesų dalyvių apklausos taikomos rečiau dėl vyraujančio požiūrio, jog eksperimentiniai duomenys patikimesni. Tačiau socialiai konstruojant edukacinę realybę mokytojas ir mokinys, jų abiejų pozicijos visų priemonių ir reprezentacijų taikymo kontekste yra svarbiausios, nes būtent subjektai konstruoja savo pažinimą ir patirtį, o jų nuomonė taip pat yra reikšmingas informacijos šaltinis apie tiriamą objektą. Nuomonės raišką formuoja įvairios socialinės, edukacinės, psichologinės ir kultūrinės aplinkos, individualūs ir homogenizuoti populiacijos narių poreikiai, todėl klausiančiojo pozicijos išsakymas rodo apie tiriamo reiškinio laikinumą atitinkamame kontekste, kuris pasikeitus esminėms sąlygoms gali sąlygoti nuomonės kaitą. Nuomonė taip pat atskleidžia ir kasdienės realybės atributų išsąmoninimą, kuris pasireiškia kaip susiformavęs požiūris, stereotipas arba priešingai latentinis vaizdinys, neturintis objektyvaus pagrindo, įrodančio išsakytos pozicijos priešastis. Keičiantis edukacinei paradigmai, *neaiški yra mokytojų ir mokinių nuomonė apie vizualizaciją ir jos poveikį*, kadangi palaiptisui diegiant technologijas į ugdymo procesą keičiasi šios sąvokos supratimas. Kuriama nauja patirtis kultūros virsme, palaiptisui pereinama į vizualiąsias erdves, todėl netyrinėtas, bet aktualus ir svarbus, vizualaus objekto poveikio įvertinimas pačių subjektų supratimu. Nors įvairiais eksperimentais nustatyta, kad tyrimuose taikytos konkrečios eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos naudingos mokinių kognityviniams procesams, stokojama informacijos apie vizualizacijos, kaip artefakto, galimą poveikį subjektui – o ypač heterogenišku lyties aspektu. Tai atskleistų vizualizacijos taikymo merginoms ir vaikinams psicho-edukacinį specifiškumą, kuris suteiktų patikimos ir reikšmingos informacijos gamtamokslinio ugdymo projektuotojams – mokslininkams, vadovėlių ir inovatyvių priemonių auto-

riams, mokytojams, mokiniams, jų tėvams. Tai taip pat sąlygotų kognityviai ir socialiai konstruktyvesnį edukacinio proceso kūrimą, nes būtų žinomos homogeniškos ir heterogeniškos artefakto taikymo ypatybės 9–10 klasių mokinių biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. Kadangi vizualizacijos priemonių ateityje gali daugėti, būtina turėti patikimus instrumentus, kuriais mokslininkai ir mokytojai galėtų pasinaudoti, siekdami nustatyti aukščiau įvardytus dalykus. Dėl vyraujančių loginio pozityvizmo tyrimų gausos, *stokojama socialine paradigma grįstų tyrimų instrumentų*, t.y., nėra mokytojų ir mokinių nuomonės klausimynų, kurie sujungtų eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų poveikį psichoedukaciniams veiksniams. Toks moksliskai aprobeutas instrumentas būtų naudingas vizualiųjų artefaktų taikymo efektyvumui, kadangi juo būtų galima nustatyti subjektų nuomonę apie esminių veiksmų, dėl kurių priemonės ir taikomos, egzistavimo stiprumą.

Nors jau atskleista, kad pastaruoju metu labiausiai tyrinėjama kompiuterinė vizualizacija dėl jos platesnių galimybių reprezentuoti įvairius vizualiuosius artefaktus interaktyviu būdu, tačiau edukacinio virsmo kontekstas atskleidžia prieštaravimą – realybėje vis dar taikomos ir tradicinės vizualizacijos priemonės, kurios taip pat gali padėti spręsti įvairias gamtamokslinio ugdymo problemas. Mokslinėje literatūroje vizualizacijos sąvoka dažniausiai siejama su kompiuterine technologija, kadangi tai atliepia mokslo modernizavimo, inovacijų taikymo ir kitus iššūkius, kurie socialiai ir edukaciškai skatina atlikti tyrimus. Tačiau biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose, kuriose edukacinė paradigma tik pradėta transformuoti, mėginant kognityviai ir socialiai kurti ir konstruoti į mokinį orientuotą aplinką, gali būti taikomos ir kitos vizualiosios priemonės, kurių poveikis ugdytiniams pastaruoju metu beveik netyrinėjamas. Šiuo klausimu taip pat stokojama informacijos – kokios priemonės nacionaliniu lygmeniu yra taikomos gamtamoksliniuose dalykuose ir ar pasikeitė jų taikymas. *Mokytojų nuomonė apie vizualizacijos taikymą, jos kitimą praeityje ir potencialią kaitą ateityje* rodytų jų socialiai ir kognityviai sukonstruotą homogenišką ir heterogonišką patirtį, priklausomą nuo darbo patirties, dėstomo dalyko ir atstovaujamos edukacinės paradigmos naudojamo objekto atžvilgiu. Taip pat būtina atskleisti realybėje *egzistuojančias priežastis, kurios skatina ir riboja* vizualiųjų artefaktų taikymą, kas leistų nustatyti, ar dominuojančios priežastys būdingos visose gamtamokslinėse disciplinose. Ištirti veiksniai atskleistų pačių subjektų išsakytus faktus apie vizualizacijos poreikį projektuojamos ir modeliujamos edukacinės realybės perspektyvoje.

Kadangi vizualizacijos taikymas gamtamokslinėse disciplinose dažniausiai tiriamas priemonės naudingumo aspektais, nuoseklesnis mokslinis tyrimas, grįstas empirine mišrių metodų strategija, leistų giliau ir išsamiau paaiškinti vizualizacijos taikymo psichoedukacinių veiksmų, jų raišką mokytojų ir mokinių populiacijose edukacinės realybės kontekste, esminių heterogeniškų skirtumų priežastis ne tik pačių tiriamųjų požiūriu, bet ir konceptualiuoju ontologijos aspektu. Remiantis teoriniais ir empiriniais tyrimų duomenimis būtų galima sukonstruoti argumentuotą vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme *psichoedukacinį modelį*, kuris visapusiškiau ir veiksmingiau reprezentuotų tiriamo objekto diegimą (realizavimą) edukacinėje aplinkoje.

Tuo remiantis keliamas pagrindinis disertacijos **probleminis klausimas** – *kokie yra vizualizacijos, kaip ontologiškai atskleisto gamtamokslinio artefakto, taikymo 9–10 klasių mokiniams psichoeducaciniai veiksniai.*

Tyrimo objektas – vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme psichoeducaciniai veiksniai.

Tyrimo hipotezės:

- Tikėtina, kad eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos skatina mokinių kognityvinius procesus, motyvaciją bei savarankišką mokymąsi.
- Tikėtina, kad vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme teigiamas poveikis besimokantiesiems heterogeniškas mokinių lyties aspektu.
- Tikėtina, kad tradicinių ir naujųjų eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas ir jo prognozės gamtamoksliniame ugdyme skiriasi mokytojų darbo patirties aspektu.

Tikslas – ištirti vizualizacijos taikymo 9–10 klasių mokiniams biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose psichoeducacinius veiksniai, jų heterogeniškumo priežastis ir sudaryti įvardytų veiksmų modelį.

Teoriniai uždaviniai:

- Atskleisti vizualizacijos charakteristiką vaizdo ontogenezės, postmodernizmo, sinergetikos, globalizacijos, žinių/informacijos visuomenės ir edukacinės inovacijos ontologijoje, išryškinant artefakto taikymo gamtamoksliniame ugdyme elementus.
- Charakterizuoti išorines vaizdines reprezentacijas dimensionalumo ir metastatuso aspektais priemonių įvairovėje, akcentuojant vizualizacijos sąvokos, kaip minimo objekto, vartojimo kitimą biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos sričių moksliniuose darbuose.
- Atskleisti konstruktyvistinės paradigmos realizavimo prielaidas eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų, jas taikant gamtamoksliniame ugdyme, privalumų ir lyčių heterogeniškumo aspektais tariamai sąveikaujant kognityviniams ir socialiniams veiksniams.
- Išanalizuoti teorinį vizualizacijos taikymo psichologinį ir edukacinį kontekstą, identifikuojant poveikį mokinių motyvacijai ir kognityviniams procesams (suvokimui, atminčiai, dėmesiui ir vaizduotei).

Empiriniai uždaviniai:

- Empiriškai identifikuoti biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos mokytojų nuomonę apie vizualizacijos programas, jų taikymą edukacinėje realybėje skatinančius ir ribojančius veiksniai ir 9–10 klasių mokinių nuomonę apie gamtamokslinių dalykų nesupratimo priežastis, mokymąsi sunkinančius veiksniai, objektyvizuotai pateikiamų pamokose arba surandamų laisvalaikio internete eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų poveikį besimokantiesiems.

- Diagnozuoti žvalgomojo tyrimo metu identifikuotų veiksmų raišką atskleidžiant realių, popierinių ir kompiuterinių vizualiųjų eksternalizuotų reprezentacijų, įvardijamų konkrečiomis artefaktinėmis priemonėmis, taikymo pokytį ir jo prognozę biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose, nustatant vizualizacijos poveikį mokinių kognityviniams procesams, motyvacijai ir savarankiškam mokymuisi pagal subjektų lytį ir klasę ir sugretinant ugdymo subjektų (pedagogų ir ugdytinių) nuomonę tiriamo reiškinio aspektu.
- Verifikuoti gautų tyrimų rezultatus, empiriškai pagrindžiant gamtamokslinio ugdymo subjektų – mokytojų ir mokinių – nuomonę apie priežastis, lemiančias didesnę eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų poreikį ir poveikį heterogeniškomis besimokančiųjų grupėms lyties ir klasės aspektais.
- Remiantis teorinių ir empirinių tyrimų rezultatais sukonstruoti vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme psichoedukacinį modelį ir aptarti jo taikymo galimybes metodologinių teorijų kontekste ir ateities tyrimų perspektyvoje.

Ontologinės tyrimo koncepcijos ir nuostatos

Kognityvinio konstruktyvizmo (Piaget, 1983; Colliver, 2002; Nezvalova, Lamauskas, 2010; Raykova, 2008; Nezvalova, 2009) kontekste vizualizacija įprasminama kaip artefaktas, asimiliacijos ir akomodacijos būdu padedantis konstruoti teisingus mentalinius modelius, nuo kurių priklauso žinių teisingumas ir sėkmingas episteminių jų taikymas praktikoje. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos talkina subjektui konstruojant vizualiuosius mentalinius modelius, kurie, mokantis žodines sąvokas, siejami, todėl sąmonėje suformuojamos teisingos (vizualinės ir verbalinės) žinių struktūros. 9–10 klasių mokiniams sudėtinga suprasti gamtamoksliniame ugdyme vyraujančias abstrakčias, plika akimi nematomas sąvokas, objektus ir reiškinius, todėl vizualizacija padeda individualiai konstruoti teisingus mentalinius modelius, kurie ir lemia visapusišką temos supratimą ir jos įsisavinimą.

Socialinio konstravimo (Vygotskis, 1978; Shek, 2002; 2007; Cottone, 2007) teorija įprasmina eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų reikšmę dėl jų teigiamo poveikio subjekto vystymuisi. Talkinant interaktyviems vizualiesiems artefaktams padidėja tikimybė sukurti edukacinę aplinką, kurioje artefaktas atliktų labiau patyrusio partnerio vaidmenį ir transliuotų naują informaciją subjektui suprantamu būdu, taip pakylėdamas besimokančiojo sąmonę į aukštesnį lygmenį. Besimokančiajam sąveikaujant su vizualizacija, ypač multimoduline ir multidimensine, padidėja jo sąmonės intencionalumas ir gaunamos informacijos refleksija, poreikis epistemiškai praktikuotis ir socialiai konstruoti savo patyrimą, kai artefaktas yra vyresnis partneris, padedantis greičiau ir geriau suvokti mokymosi objektą.

Vizualizacijos ontologija atskleidžiama ir per *socialinės tikrovės konstravimo teoriją* (Berger, Luckman, 1998), kuri paaiškina mokytojo santykį su eksternalizuotomis vizualiosiomis reprezentacijomis, kaip su kasdienės realybės atributais. Teorija sukuria prielaidas, kad klasikinės paradigmos atstovai galimai jaučia teigiamas emocijas ir pasitikėjimą savimi tuomet, kai taiko tradicines vizualiąsias priemones biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. Mokytojai, kurie linkę dirbti

pagal postmodernios paradigmos reikalavimus, labiau taikytų kompiuterinę vizualizaciją kaip inovacijos priemonę, kurią siekiama įvaldyti išplečiant įprastas kasdienės edukacinės aplinkos ribas, sutaupant laiko, paįvairinant rutiną. Šiai grupei priklausantiems mokytojams interaktyvių vizualiųjų artefaktų taikymas būtų kaip iššūkis, skatinantis tobulėti, ieškoti inovacijų, stengtis jas įvaldyti ir taip didinti savo darbo kokybę vis naujai konstruojamos edukacinės realybės kontekste. Klasikinės paradigmos atstovai priešingai, taikydami kompiuterinę vizualizaciją išgyventų neigiamas emocijas, kadangi ši priemonė sutrikdytų jų kasdienių ritualų tėkmę, išbalansuotų įprastas edukacinės veiklos ribas, pažeistų rutiną ir sąlygotų įtampą ir nevaldomo laiko pojūtį. Kaip pasekmė, interaktyvūs vizualieji artefaktai skatintų tokios grupės mokytojus vengti inovacijų, kaip ribojančių jų saviraišką ir sėkmingą darbą pamokose, siekti grįžti prie tradicinių priemonių vartojimo, kurios jiems yra įprastos ir veiksmingos. Kompiuterinės vizualizacijos taikymas mokiniams, jų pačių suvokimo ribose, atitinka kasdienę tikrovę, kadangi mokiniai itin dažnai sąveikauja su dirbtiniais informaciniais artefaktais, virtualiomis erdvėmis. Socialinės tikrovės konstravimas įprasmina taikymo eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų multimodalinėmis ir multidimensinėmis priemonės savalaikiškumą ir galimai teigiamą poveikį besimokančiųjų sąmonei.

Vizualizacija įprasminama ir *postmodernizmo* (Jameson, 2002) kontekste: ja atskleidžiamas nereprezentuojamumas, rekonstruotas vaizdas, patiriamas ribų tarp paslėpto turinio ir atskleistos tiesos nykimas, kai subjektas išgyvena pereinamumo laikotarpį, edukacinį virsmą, artefaktų taikymo progresą, santykio su žiniomis kaitą. *Žinių ir informacijos* (Vaccaro, 2008; Sørensen, Danielsen, Nielsen, 2007; Parada, 2009; Beck, 2008) visuomenėse vizualizacija įgauna globalios priemonės vertę, kuri tampa vieša, prieinama įvairiose kultūrose, skirtingų poreikių mokiniams, sukuriant sąlygas patirti mokymosi sėkmę, atskleidžiant plika akimi nematomus objektus, kurie subjektui tampa artimi, nes priklauso jo pasaulio realyri. Vizualizacija, kaip *inovacija* (Varma, Husic, Linn, 2008), taip pat paaiškina artefaktų būtinumą nuolatinio mokymosi, edukacinės paradigmos virsmo ir technologijų progreso kontekstuose, kuriuose *sinergiškai* (McNeill, Krajcik, 2009; Muniandy, Mohammad, Soon, 2007) išryškinamas priemonių vartojimo cikliškumas, sistemiškumas, vitališkumas ir kaita gamtamokslinėse pamokose. Eksternalizuoti vizualieji artefaktai, transliuojantys moksliskai objektyvizuotų tiesų apibendrinimus, homogeniškai pateikiamus įvairių sutartinių modelių pavidalu, padeda skatinti subjektų sąmonės evoliuciją. Regėdamas vaizdus, besimokantysis išgyvena sąmonės regresą, kurio metu suvokiami vaizdiniai priartina mąstymą prie konkrečių objektų, padeda sukurti vizualius mentalinius modelius ir sujungia juos su verbaline (žodine) informacija. Sąmonės regresas, kurį sukėlė vizualusis artefaktas, palaiapsniui sukelia mąstymo progresą, kadangi teisingai suvokti vaizdiniai padeda teisingai įsisavinti žinias, jas panaudoti episteminėje praktikoje.

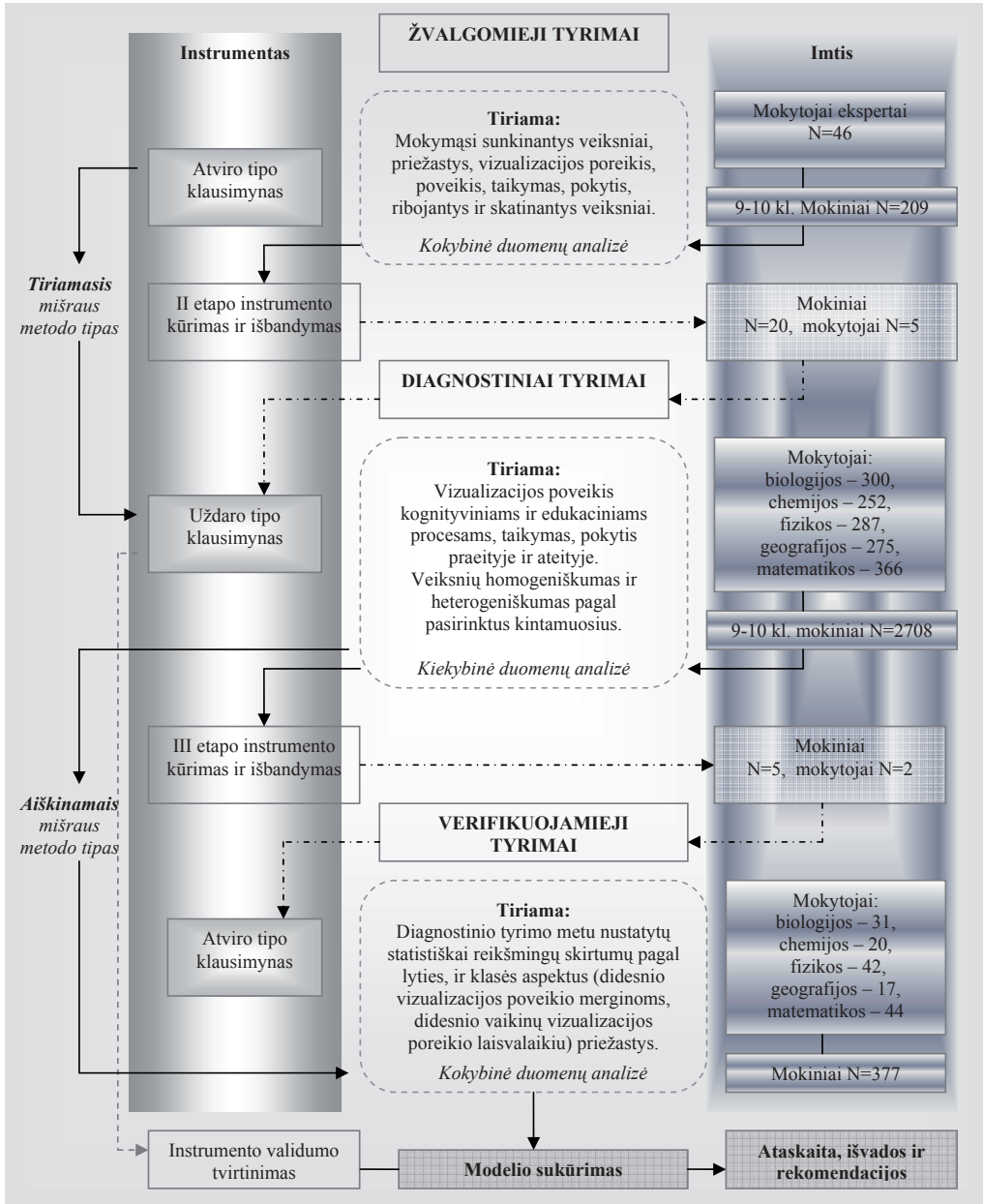
Vizualizacijos taikymą apsprendžia ir psichologinės koncepcijos. *Vaizdinio mąstymo* koncepcija (Arnheim, 1997) byloja, kad vaizdinis mąstymas yra viena iš svarbiausių mąstymo rūšių žmogaus gyvenime – vaizdiniais gaunama informacija yra tikslesnė, jos suvokimas greitesnis. Tuo remiantis, vizualieji artefaktai padeda subjekto sąmonei sudėtingus ir abstrakčius objektus identifikuoti kaip konkrečius, realiai matomus, to-

dėl palengvinami ne tik suvokimo, bet ir kiti kognityviniai procesai – dėmesys ir vaizduotė. Pastarosios aktyvumas formuoja reikiamus įsivaizdavimo įgūdžius, kurie būtini gamtamoksliniuose dalykuose. Vaizdinio mąstymo lavinimas, talkinant vizualizacijai, įprasmina ir L. M. Vekkerio (1976) *genetinio struktūrinio intelekto modelio teoriją*, kuria remiantis teigtina, jog ši mąstymo rūšis yra pagrindas sąvokiniam mąstymui – kuomet subjektas savo atmintyje turi sukaupią teisingų ir kokybiškų objekto vizualiųjų atitikmenų, tuo jam lengviau tuos vaizdinius identifikuoti žodiniuose koduose.

Tačiau ne vien vaizdinis mąstymas ir jo lavinimas yra svarbus ontologine vizualizacijos prasme, eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas pamokose padeda sukurti *dvigubus kodus* (Paivio, 1986, 2006; Hodes, 1994), suliejančius vizualiąją ir verbalinę informaciją. Nuo pastarųjų priklauso teisingų dvigubų mentalinių modelių konstravimas – vaizdai supaprastina sudėtingą ir abstrakčią informaciją, o juos suvokus, žodinis objektų apibūdinimas praplečia paties objekto pažinimą, todėl kuriamos mokiniui artimos ir su kasdiene gamtamoksline realybe siejamos žinių struktūros, laiduojančios veiksmingesnį ugdymą.

Episteminės tyrimo koncepcijos ir nuostatos

Konstruojant ir atliekant tyrimus buvo remiamasi *mišrių metodų* strategija, kai derinami kokybiniai ir kiekybiniai metodai, padedantys gauti išsamesnius duomenis (Lund, 2012; Teddlie, Tashakkori, 2009; Tashakkori, Creswell, 2008; Creswell, Tashakkori, 2007; Symonds, Gorard, 2010; Abowitz, Toole, 2010; Creswell, Plano Clark, 2007). Šie metodai skirti ne tik duomenų išsamumui pagrįsti, bet ir mažai arba vienpusiškai tirtiems reiškiniams ištirti (Brannen, 2009), kai juos pritaikius remiamasi tarpdiscipliniškumo (Kroos, 2012), socialiai interaktyvaus tyrimo principais (Greene, 2007, 2008; Dellinger, Leech, 2007), mišrių rezultatų paradigma (Johnson, 2011; Wheeldon, 2010) ir stengiamasi tirti objektus, artimus mūsų kasdienei realybei (Fielding, 2010; Maxwell, Joseph, 2011). Tyrimui pasirinkti du mišrių metodų tipai: *žvalgomas/tiriamasis* (angl. *Exploratory*) ir *aiškinamasis* (angl. *Explanatory*), kas leido tiriama objektą identifikuoti, atskleisti jo raišką populiacijoje ir gautų tyrimų rezultatų verifikavimą. Tyrimų logika, etapų nuoseklumas, tiriamųjų imtys ir grupės, tyrimo instrumentai ir metodai pateikiami 1 pav.



1 pav. Tyrimų metodologijos schema (sudaryta autorės)

Mišrių metodų strategija pasirinkta kaip labiausiai tinkanti tiriamam objektui atskleisti socialinės realybės kontekste, kuriame taip pat siekiama laikytis *loginio pozitivizmo* (Chalmers, 2005) principų – *epistemologine* prasme atskleisti kaip įmanoma tikslesnius duomenis apie tiriamą objektą, identifikuojant jo veiksniai kokybinių duomenų išraiška, diagnozuojant jų raišką populiacijoje kiekybine išraiška ir verifikacinių

tyrimų metu nustatant priežastis, kurios paaiškintų diagnostinio tyrimo metu gautus statistiškai patikimus skirtumus. Siekiant tyrimo reikšmės nacionaliniu lygiu, tyrimo imtys sudarytos pagal statistinius reikalavimus, todėl tyrimų rezultatai reprezentuoja visos šalies kontekstą. Kad patikimiau būtų realizuotas loginio pozityvizmo principas, diagnostinio tyrimo instrumentas buvo sudarytas remiantis antropologine EMIC/ETIC strategija, įpareigojančia, žvalgomojo tyrimo metu nustatyti reikšmes, kurios yra suprantamos tiriamiesiems (Čiubrinskas, 2007; Prost, 2007; Bandon, 2010), t.y., *emic* paradigma padėjo atskleisti mokinių ir mokytojų vartojamą kalbą kaip konotatą, įvardijantį tiriamo objekto veiksnius. Remiantis atskirų tiriamųjų grupių konotatais, instrumento kintamieji buvo konstruojami taip, kad jų homogenizavimas atitiktų *etic* idėją, t.y., prasmės būtų lengvai atkoduojamos tiriamoje populiacijoje. Faktorių (diagnostinių blokų) konstravimui pasitelkti objektyvizuoti moksliniai koncepciniai atitikmenys. Instrumentas aprobuotas kiekvienai tiriamųjų grupei atskirai, tikrinant vidinį skalių suderinamumą, galimybes nustatyti statistiškai reikšmingus skirtumus pagal apibendrintus (reprezentuojančius visą skalę), priklausomus ir nepriklausomus kintamuosius. Instrumento galimybės matuoti pasirinktą objektą aprobuotos moksliniuose žurnaluose.

Metodai:

Teoriniai: turinio analizė

Tyrimo duomenų rinkimo metodai: apklausa, kurios dažniausiai pasirenkamos siekiant sužinoti didelės apimties respondentų nuomonę (Kilanowski-Press, ir kt., 2010; Theiss, ir kt., 2009; Tingoy, Gulluoglu, 2011).

Tyrimo duomenų analizės metodai: aprašomoji (populiarumo ir naudingumo indeksai) ir neparametrinė statistika (naudotas Mann'o Whitney U-testas, kuris taikomas dviem nepriklausomoms imtims, kai kintamųjų skirstiniai nenormalūs ($p < 0,05$) (Pukėnas, 2005). Juo buvo tikrinamos hipotezės apie kintamųjų vidurkių lygybę. Instrumento skalių vidiniam patikimumui nustatyti naudotas Kronbacho alfa koeficientas (Cronbach alpha). Jis parodė, ar skalės elementai matuoja tą patį reiškinį, kurį buvo planuojama matuoti. Koeficientas atskleidė ir tai, ar klausimai yra tarpusavyje susiję (Vaitkevičius, Saudargienė, 2006). Kokybinio pobūdžio duomenims analizuoti taikyta turinio analizė.

Disertacijos teorinis reikšmingumas

- Pateikiama išanalizuota vizualizacijos sąvokos charakteristika jos dimensionalumo ir jai atstovaujančių priemonių gausos ir jų diferenciacijos ugdymo realybėje aspektais, atskleidžiant vizualiųjų eksternalizuotų reprezentacijų ypatybes sub-mikrolygmens kontekste ir išgryninant prigimties ontogenezines savybes jos evoliucijos progrose ir regrese.
- Atskleidžiamas filosofinis ir socialinis ontologinis vizualizacijos diskurso aspektas, analizuojant vizualiųjų eksternalizuotų reprezentacijų reikšmę postmodernizmo, globalizacijos, sinergetikos ir inovacijų aspektais, papildant ontologiniu svarbumu žinių ir informacijos visuomenėms.

- Vizualizacija atskleidžiama ontologine-psichologine prasme, įprasminant vizualiųjų reprezentacijų taikymo reikšmę mokinių kognityvinių procesų veikdinimui dėl mąstymo evoliucijos subjekto sąmonėje ypatybių, kai vizualizacija padeda susikurti teisingus mentalinius modelius, juos internalizuoti ir eksternalizuoti mokantis gamtamokslinių dalykų ir taip sumažinant ugdymo realybėje gaunamos verbalinės informacijos kiekius ir sukuriant sąlygas vaizdinio mąstymo aktyvumui, kaip pagrindui formavimuotis veiksmingam sąvokiniam mąstymui.
- Pateikiamas išanalizuotas vizualizacijos taikymo pokytis per pastaruosius 20 metų biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose ir srityse bei numanomas jos teorinis progresas.
- Remiantis konstruktyvistine edukacine paradigma, vizualizacija konceptualizuojama kaip kognityvinių ir socialinių veiksnių realizavimo prielaida gamtamokslinio ugdymo realybėje heterogenišku lyties aspektu, išryškinant vaikinų ir merginų mokymosi skirtumus ir panašumus išorinių vizualiųjų reprezentacijų taikymo aspektais.
- Išanalizuoti vizualizacijos privalumai biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose, atskleidžiant edukacinius ir psichologinius ypatumus, besireiškiančius ugdytiniams sąveikaujant su eksternalizuotomis vizualiomis reprezentacijomis ir naudingus ne tik mokiniam, bet ir pedagogams.
- Išanalizuotas psichologinis vizualizacijos taikymo ugdyme aspektas – pateikiama kognityvinės psichologijos diskurso analizė apie vizualiojo suvokimo, dėmesio, atminties, mentalinių modelių ir vaizduotės procesų ypatumus, išryškinant ir motyvacijos charakteristiką taikant vizualizaciją.
- Sukonstruotas vizualizacijos taikymo edukacinėje realybėje naudos modelis psichoedukaciniu aspektu, reprezentuojantis įvairiapusių priemonės taikymo ypatumus, sąlygojančius veiksmingesnius ugdymo rezultatus gamtamoksliniame ugdyme.

Disertacijos praktinis reikšmingumas

- Empiriškai pagrįstos teorinio diskurso analizės metu gautos prielaidos apie vizualizacijos taikymo naudą gamtamoksliniame ugdyme psichoedukaciniu aspektu.
- Ištirta Lietuvos Respublikos reprezentatyvios imties mokinių (9–10 klasių) ir mokytojų (biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos dalykų) nuomonė apie vizualizacijos taikymo naudą psicho-edukaciniu aspektu nuosekliai pagilinant ir papildant duomenis, ir sudarytas išsamus ir patikimas vaizdas apie tiriamą objektą, leidžiantis spręsti šių populiacijų nuomonės ypatumus apie gamtamokslinius dalykus visos šalies mastu.
- Tyrimo objektas empiriškai atskleidžiamas taikant trianguliacinę metodologinę nuostatą, kuria remiantis, esminės objekto ypatybės atsispindi visuose tyrimo etapuose ir viena kitą papildo: žvagonajame tyrime buvo nustatyti objekto veiksniai, konstatuojamajame – diagnozuota veiksnių raiška heterogeniškose ugdymo dalyvių populiacijose, verifikuojamajame – nustatytos galimos priežatys, lėmusios diagnozuotų veiksnių heterogeniškų ypatumus edukacinėje realybėje lyties aspektu.

- Sukurtas ir moksliskai aprobuotas instrumentas (anketa), diagnozuojantis mokinių ir mokytojų populiacijos nuomonę apie vizualizacijos taikymo poveikį gamtamoksliniame ugdyme, leidžiantis patikimai matuoti nuomonės homogeniškumą ir heterogeniškumą skirtingų skalių, kintamųjų ir populiacijų aspektais, pasižymintis aukštu vidiniu skalių ir viso instrumento suderinamumu.
- Sukonstruotas ir patikrintas instrumentas gali būti naudojamas ne tik moksliniais tikslais, bet ir mokykloje edukaciniais tikslais, siekiant praktiškai nustatyti, ar konkreti vizualizacija, remiantis mokinių nuomone, aktyvina psichoedukacinius procesus, todėl šį instrumentą gali taikyti visi gamtos mokslų, geografijos ir matematikos pedagogai.
- Empiriškai patikrintas teorinėje disertacijos dalyje sukonstruotas vizualizacijos taikymo gamtamoksliniuose dalykuose (taip pat geografijos ir matematikos) psichoedukacinis modelis, jis papildytas remiantis visų tyrimų rezultatais, todėl tai laiduoja modelio teorinį ir praktinį vientisumą mokslinio diskurso ir mokinių ir mokytojų nuomonės apie tiriamą objektą aspektais.

Ginamieji teiginiai:

- Vizualizacija, kaip artefaktas, ontologiškai yra tarpdisciplininis, savalaikiškai reikšmingas ir būtinas gamtamokslinio ugdymo procese, sąlygojantis subjektų sąmonės regresą vardan suvokimo progreso, suteikiantis galimybę individualiai bei socialiai konstruoti besimokančių žinias per objektų nereprezentuojamumo reprezentavimą moksliskai objektyvizuotų ir homogenizuotų tiesų visumoje, taip prisidedant prie edukacinės paradigmos virsmo.
- Vizualizacija eliminuoja egzistuojančius mokymosi sunkumus, nes aktyvina mokinių kognityvinius procesus (suvokimą, dėmesį, vaizduotę ir atmintį), skatina mokymosi motyvaciją bei savarankišką mokymąsi biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose.
- Prognozuojamas kompiuterinės vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme progresas ir stipresnis jo poveikis subjektui neprieštarauja ir nepaneigia tradicinės vizualizacijos priemonių taikymo veiksmingumo.
- Tradicinių ir naujųjų eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas ir jo prognozės gamtamoksliniame ugdyme skiriasi mokytojų darbo patirties aspektu.
- Vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme teigiamas poveikis besimokančiesiems heterogeniškas mokinių lyties aspektu.
- Kompiuterinės vizualizacijos taikymo teigiamas poveikis psichoedukaciniams veiksniams empiriškai patikrinamas tiriant mokinių nuomonę.

Disertacijos rezultatų mokslinis aprobavimas

Moksliniai straipsniai žurnaluose, įrašytuose į TDB:

- 1) **Bilbokaitė R. (2011).** Vaikinių poreikis ieškoti gamtamokslinės vizualizacijos internete. *Gamtamokslinis ugdymas*. Nr. 2 (31), p. 33-39. ISSN 1648-939X, „Scientia Educologica“, Lietuva.
- 2) **Bilbokaitė R. (2011).** Instrumento tinkamumo matuoti mokytojų nuomonę apie vizualizacijos poveikį įvertinimas. *Mokslas ir edukaciniai procesai*. Vol. 2 (15). P. 6-13. ISSN 1822-4644. Liucijijus: Šiauliai.
- 3) **Bilbokaitė T. (2010).** Vizualizacijos taikymo nauda gamtamokslinio ugdymo procese: matavimo instrumento metodologija. *Gamtamokslinis ugdymas*. Nr. 3 (29), p. 6-13. ISSN 1648-939X, „Scientia Educologica“, Lietuva.

- 4) **Bilbokaitė R. (2010).** Kompiuterinės vizualizacijos privalumai mokymosi paradigmos kontekste. *Mokslas ir edukaciniai procesai*. Vol. 1, Issue 10, (2 tomas) p. 28-36. Šiauliai: Lucilijus. ISSN 1822-4644.
- 5) Mozeika D., **Bilbokaitė R. (2010).** Teaching and Learning Method for Enhancing 15-16 Years Old Students' Knowledge as One of Scientific Literacy Aspect in Chemistry: Results Based on Research and Approbation. *The International Journal of Educational Researchers*. Vol. 3 (1), p. 1-16. ISSN 1308-9501. Prieiga per internetą [http://ijer.eab.org.tr/1/3/1_mozeika.pdf].
- 6) **Bilbokaitė R. (2010).** Turinio žemėlapis aukštojo mokslo studijose: studentų žinių tikrinimo metodas. *Studijos šiuolaikinėje visuomenėje*. P. 18-22. ISSN 2029-431X. Šiauliai: Šiaurės Lietuvos Kolegija.
- 7) **Bilbokaitė R. (2010).** Turinio žemėlapio metodo taikymas gamtamokslinio ugdymo procese. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Vol. 1, Issue 26, p. 77-81. Šiauliai: ŠU leidykla. ISSN 1648-8776
- 8) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos poveikis merginų savarankiško mokymosi procesuose gamtamoksliniame ugdyme. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Vol. 1, Issue 26, p. 82-86. Šiauliai: ŠU leidykla. ISSN 1648-8776
- 9) **Bilbokaitė R. (2009).** Students' Search for Visual Scientific Information: Situation Analysis. *Information and Problems of Education in the 21st Century (Communication Technology in Natural Science Education – 2009)*. Vol. 16, p. 16-22. ISSN 1822-7864. Šiauliai: UAB „Šiaulių knygriškla“.
- 10) **Bilbokaitė R. (2009).** Visualization in Science Education: The Results of Pilot Research in Grade Ten. *Information and Problems of Education in the 21st Century (Communication Technology in Natural Science Education – 2009)*. Vol. 16, p. 23-29. ISSN 1822-7864. Šiauliai: UAB „Šiaulių knygriškla“.
- 11) **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacijos 9–10 klasių gamtamoksliniame ugdyme lyginamoji analizė: pilotinio tyrimo rezultatai. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Nr.1 (22). p. 12-16. ISSN 1648-8776
- 12) **Bilbokaitė R. (2009).** Gamtamokslinių vadovėlių vizualizacijos poveikis mokymosi procese: diagnostinio tyrimo rezultatai merginų grupėje. *Lyčių studijos ir tyrimai*. Nr. 7, p. 118-124. Šiauliai: ŠU leidykla. ISSN 1822-6310
- 13) **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacijos poveikis merginų motyvacijai skatinti gamtamoksliniame ugdyme: diagnostinio tyrimo rezultatai. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Vol. 4, Issue 25, p. 91-96. Šiauliai: ŠU leidykla. ISSN 1648-8776
- 14) **Bilbokaitė R. (2009).** Kompiuterinė vizualizacija kaip kognityvinių procesų stimuliavimo priemonė gamtamoksliniame ugdyme. *Gamtamokslinis ugdymas/Natural science education*. Nr. 2 (25), p. 12-19.
- 15) **Bilbokaitė R. (2009).** Kompiuterinė vizualizacija kaip edukacinė novacija mokyklose: teoriniai turinio aspektai. *Mokslas ir edukaciniai procesai*. Vol. 3, Issue 9, p. 7-18. Šiauliai: Lucilijus. ISSN 1822-4644.
- 16) **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacijos įtaka atminties ir dėmesio procesų aktyvumui gamtamokslinio ugdymo procese: merginų nuomonės diagnostika. *Įvalgos*. Vol. 3 Issue 3, p. 79-86. Utenos kolegija. ISSN 2029-1639.

Moksliniai straipsniai kituose recenzuojamuose tarptautiniuose ir užsienio leidiniuose:

- 1) **Bilbokaitė R. (2011).** Факторы, стимулирующие (определяющие) использование визуализации: оценка мнения экспертов - учителей химии. *Sviridov Readings*. Issue 6, p. 213-217. ISBN 978-985-518-428-8. Minsk: Belarusian State University Press.
- 2) **Bilbokaitė R. (2010).** Факторы, стимулирующие (определяющие) использование визуализации: оценка мнения экспертов - учителей химии. *Sviridov Readings*. Issue 6, p. 213-217. ISBN 978-985-518-428-8. Minsk: Belarusian State University Press.
- 3) **Bilbokaitė R. (2011).** Use of Physical Visualization in Education of Science, Geography and Mathematics. *Scientific papers University of Latvia. Chemistry: Science education*. Vol. 778. p. 28-33. ISBN 978-9984-45-424-5, ISSN 1407-2157. University of Latvia: Latvia.
- 4) **Bilbokaitė R. (2009).** Science textbooks visualization of in the learning process: aspect of schoolchildren' Satisfaction With learning. *Development of science and technology education in central and eastern europe. 7TH ioste symposium for central and eastern europe*. P. 19-23. ISBN 978-9986-38-978-1
- 5) **Bilbokaitė R. (2009).** The use of Computer based visualization in science classes: the aspect of students' interest in learning. *Development of science and technology education in central and eastern europe. 7TH ioste symposium for central and eastern europe*. P. 23-27. ISBN 978-9986-38-978-1
- 6) **Bilbokaitė R. (2010).** The Usage of Computer Based Visualization in Education: Analysis of 10 Graders' Answers. *Scientiae et adolescentiae*. RPIVA:Riga. P. 122-127.

Moksliniai straipsniai mokslinių konferencijų pranešimų medžiagoje:

- 1) **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacija ugdymo procese: informacijos suvokimo aspektas. *Kolegijų vaidmuo šiuolaikiniame ugdymo ir darbo rinkos kontekste: respublikinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga: [elektroninis išteklius]* ISBN 9789955859017 p. [1-5].
- 2) **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacija: teorinės reikšmės prielaidos matematikos mokymo kontekste. *Veiksmingai dirbantis matematikos ir informacinių technologijų mokytojas - efektyvios pamokos vadybininkas, ugdytojas ir profesionalas: 6-oji matematikos ir informacinių technologijų mokytojų*. P. 21-23.

- 3) **Bilbokaitė R. (2009).** Mokinių motyvacija mokytis gamtos mokslų disciplinas: pilotinio tyrimo rezultatai. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje-2009*. P. 25-31. ISBN 9789955320692.
- 4) **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of computer based visualization in science education: the results of pilot research. *Материалы международной научно-практической конференции молодых исследователей*. Книга 2, С. 92-95. ISBN 978-985-498-189-5
- 5) **Bilbokaitė R. (2009).** The visual help of scientific illustrations in the textbooks during learning process: the results of pilot research. *Материалы международной научно-практической конференции молодых исследователей*. Книга 2, С. 92-95. ISBN 978-985-498-189-5.
- 6) **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of visualization in chemistry: the results of pilot research in grade nine and ten. *Vyžu, Teotie A Praxe V Didactice Chemie: Research, Tehory and practice in chemistry didactics*. P. 221-229. ISBN 978-80-7041-827-7
- 7) **Bilbokaitė R. (2009).** The comparative analysis of usage of visualization in sex aspect: the results of pilot research. *Наука. Образование. Технологии – 2009. Материалы II международной научно-практической конференции*. 2009, С.177-179. ISBN 978-985-498-227-4
- 8) **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of visualization in grade 9 in science education: the results of pilot research in comparative sex aspect. *Наука. Образование. Технологии – 2009. Материалы II международной научно-практической конференции*. 2009, С. 179-183. ISBN 978-985-498-227-
- 9) **Bilbokaitė R. (2009).** Kompiuterinės vizualizacijos taikymo situacija: merginų nuomonės diagnostinis tyrimas. *Tarpdisciplininis diskursas socialiniuose mokluose-2. Socialinių mokslų doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencijos straipsnių rinkinys*. P. 188-194. Kaunas KTU: Technologija. ISBN 2029-3224.
- 10) **Bilbokaitė R. (2010).** The Help of Visualization for Boys' Motivation Fostering in Science Education: The Results of Pilot Research. *DIVAI 2010 – Distance Learning in Applied Informatics – Conference Proceeding*. Nitra. May 4-6. P. 189-194. ISBN 978-80-8094-691-3.
- 11) **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of concept map in higher education: possible categories of maps. *Tarptautinė mokslinė praktinė konferencija "Ekonomikos, teisės ir studijų aktualijos 2009"*. P. 35-41. ISBN 978-9955-27-169-7. Kaunas.
- 12) **Bilbokaitė R. (2009).** Vaizdinio mąstymo reikšmė kūrybiškumo lavinimui. *Tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija "Menas, dizainas, meninis ugdymas: kūrybiškumo lavinimo metodai ir patirtys"*. P.80-85. ISBN 978-9955-27-172-7. Kaunas: KK.
- 13) **Bilbokaitė R. (2009).** Vaizdinis mąstymas kūrybinio proceso etapuose. *Tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija "Menas, dizainas, meninis ugdymas: kūrybiškumo lavinimo metodai ir patirtys"*. P.86-89. ISBN 978-9955-27-172-7. Kaunas: KK.
- 14) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymas chemijos pamokose: ekspertų nuomonės vertinimas *Respublikinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga „Chemija mokykloje-2010“*. P. 14-18. KTU: Technologija, Kauna. ISSN 2029-2104.
- 15) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą skatinantys ir ribojantys veiksniai: geografijos mokytojų ekspertų vertinimas. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje – XVI respublikinė mokslinė-metodinė konferencija*. P. 20-25. ISBN 978-9955-32-096-8.
- 16) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jos kitimo geografijos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje – XVI respublikinė mokslinė-metodinė konferencija*. P. 26-31. ISBN 978-9955-32-096-8.
- 17) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jo kitimo fizikos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. *Studentų tiriamųjų kompetencijų ugdymas*. P. 47-51. Klaipėda: KVK. ISBN 978-9955-893-07-3.
- 18) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą fizikos pamokose skatinantys ir ribojantys veiksniai: mokytojų ekspertų vertinimas. *Studentų tiriamųjų kompetencijų ugdymas*. P. 43-46. Klaipėda: KVK. ISBN 978-9955-893-07-3.
- 19) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą matematikos pamokose skatinantys ir ribojantys veiksniai. *Studijos kolegijoje: mokslo ir profesinio regimo dermė – respublikinės praktinės studentų konferencijos straipsnių rinkinys*. Kėdainiai: KK. P. 95-99. ISBN 978-9955-27-191-8.
- 20) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jo kitimo biologijos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. *Studijos kolegijoje: mokslo ir profesinio regimo dermė – respublikinės praktinės studentų konferencijos straipsnių rinkinys*. Kėdainiai: KK. P. 90-94. ISBN 978-9955-27-191-8.
- 21) **Bilbokaitė R. (2010).** Kompiuterinės vizualizacijos ribojimas ugdymo procese: pedagogų kompetencijos stokos aspektas. *Šiuolaikinio specialisto kompetencijos: teorijos ir praktikos dermė – tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos rinkinys*. Kaunas: KK [2010-04-08]. P. 73-76. ISSN 2029-4557.
- 22) **Bilbokaitė R. (2010).** Laiko valdymo kompetencija taikant kompiuterinę vizualizaciją socialinės tikrovės konstravimo kontekste. *Šiuolaikinio specialisto kompetencijos: teorijos ir praktikos dermė – tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos rinkinys*. Kaunas: KK [2010-04-08]. P. 147-151. ISSN 2029-4557.

- 23) **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą biologijos pamokose skatinantys veiksniai: mokytojų ekspertų vertinimas. *Mūsų socialinis kapitalas – žinios – jubiliejinė 10-oji studentų mokslinė pranešimų medžiaga 2010*. Panevėžys: KTU. P. 37-40. [2010-04-21]. ISBN 978-9955-25-801-8.
- 24) **Bilbokaitė R. (2010).** Mokytojų kompiuterinės vizualizacijos valdymo įgūdžių svarba žinių visuomenės kontekste. Internationale Konferenz „Konzept des einheitlichen europäischen interaktiven Programms in der Kompetenzentwicklung von Padagogen“. P. 61-71 [2010-03-24].
- 25) **Bilbokaitė R. (2011).** The meaning of visualized scientific content for activation of cognitive processes: the results of pilot research. Proceedings of ICERI 2011 conference. P. 005602-005606. CD. ISBN 979-84-615-3324-4. [2011-11-14/16]
- 26) **Bilbokaitė R. (2012).** The Use of Computer Based Visualization in Near Science Education Future. EDULEARN12: 4th International Conference on Education and New Learning Technologies, [July 2nd-4th, 2012, Barcelona, Spain]. Conference Proceedings [Elektroninis išteklius CD-Rom]. ISBN 97884695 p. 1871–1874.

Pranešimai tarptautinėse konferencijose užsienyje, tarptautinėse konferencijose Lietuvoje, kitose konferencijose (pranešimo ir konferencijos pavadinimai, šalis, metai)

1. **Bilbokaitė R. (2012).** The Use of Computer Based Visualization in Near Science Education Future. EDULEARN12: 4th International Conference on Education and New Learning Technologies, [July 2nd-4th, 2012, Barcelona, Spain].
2. **Bilbokaitė R. (2011).** The meaning of visualized scientific content for activation of cognitive processes: the results of pilot research. Pasaulinė konferencija ICERI 2011, Madridas (Ispanija) [2011-11-14/16].
3. **Bilbokaitė R. (2011).** Use of Physical Visualization in Education of Science, Geography and Mathematics. VIII IOSTE Simpoziumas Centrinei ir Rytų Europai. Ryga (Latvija). [2011-11-30/2011-12-03].
4. **Bilbokaitė R. (2011).** The meaning of Visualized Scientific Content for Activation of Cognitive Processes. Tarptautinė mokslinė praktinė konferencija „ICT in natural Science Education – 2011“. [2011-11-09/12]. Šiauliai (Lietuva).
5. **Bilbokaitė R. (2011).** Kompiuterinės vizualizacijos taikymas matematikos pamokose. 8-oji matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinė mokslinė-metodinė konferencija „Matematikos ir informacinių technologijų ugdymo turinio individualizavimo ir diferencijavimo ir integravimo su kitais mokomaisiais dalykais praktika atnaujintų bendrųjų programų kontekste“. [2011-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
6. **Bilbokaitė R. (2011).** Popierinės vizualizacijos taikymas matematikos pamokose. 8-oji matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinė mokslinė-metodinė konferencija „Matematikos ir informacinių technologijų ugdymo turinio individualizavimo ir diferencijavimo ir integravimo su kitais mokomaisiais dalykais praktika atnaujintų bendrųjų programų kontekste“. [2011-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
7. **Bilbokaitė R. (2011).** Fizinės vizualizacijos taikymas matematikos pamokose. 8-oji matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinė mokslinė-metodinė konferencija „Matematikos ir informacinių technologijų ugdymo turinio individualizavimo ir diferencijavimo ir integravimo su kitais mokomaisiais dalykais praktika atnaujintų bendrųjų programų kontekste“. [2011-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
8. Lamanaskas V., **Bilbokaitė R. (2011).** Gamtamokslių dalykų vertinimas: Baltijos šalių moksleivių pozicija. Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje – 2011. XVII nacionalinė mokslinė-praktinė konferencija straipsnių rinkinys. [2011-04-29/30] Vilnius (Lietuva).
9. **Bilbokaitė R. (2010).** Turinio žemėlapis aukštojo mokslo studijose: studentų žinių tikrinimo metodas. Respublikinė mokslinė konferencija „Studijos šiuolaikinėje visuomenėje“. [2010-02-25]. Šiauliai. Pažymėjimo nr.
10. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacija: poveikis terminų ir sąvokų suvokimui. 7-osios matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinės mokslinės-metodinės konferencija „Matematikos ir informacinių technologijų mokytojo vaidmuo kuriant ir įgyvendinant atnaujintą ugdymo turinį“. [2010-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
11. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacija: poveikis geometrijos suvokimui. 7-osios matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinės mokslinės-metodinės konferencija „Matematikos ir informacinių technologijų mokytojo vaidmuo kuriant ir įgyvendinant atnaujintą ugdymo turinį“. [2010-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
12. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacija: poveikis objektų savybių ir procesų suvokimui. 7-osios matematikos ir informacinių technologijų mokytojų respublikinės mokslinės-metodinės konferencija „Matematikos ir informacinių technologijų mokytojo vaidmuo kuriant ir įgyvendinant atnaujintą ugdymo turinį“. [2010-02-27]. Šiauliai (Lietuva).
13. **Bilbokaitė R. (2010).** Mokytojo kompiuterinės vizualizacijos valdymo įgūdžių svarba žinių visuomenės kontekste. Tarptautinė konferencija „Vieningos europinės interaktyvios kompetentingumo programos koncepcija profesijos mokytojo/praktikos vadovo kompetencijų tobulinime“. [2010-03-24]. Kaunas (Lietuva). Pažymėjimo nr. 2880.
14. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo kitimas: chemijos mokytojų ekspertų vertinimas. Respublikinės mokslinė-praktinė konferencija „Chemija mokykloje-2010“. [2010-03-30]. Kaunas (Lietuva).
15. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymas chemijos pamokose: ekspertų nuomonės vertinimas Respublikinės mokslinė-praktinė konferencija „Chemija mokykloje-2010“. [2010-03-30]. Kaunas (Lietuva).

16. **Bilbokaitė R. (2010).** Факторы, стимулирующие (определяющие) использование визуализации: оценка мнения экспертов - учителей химии. 5th International Conference on Chemistry and Chemical Education „Sviridov Readings – 2010“ [2010-04-07]. Minskas (Baltarusija).
17. **Bilbokaitė R. (2010).** Факторы, ограничивающие использование визуализации: оценка мнения экспертов – учителей химии. 5th International Conference on Chemistry and Chemical Education „Sviridov Readings – 2010“ [2010-04-07]. Minskas (Baltarusija).
18. **Bilbokaitė R. (2010).** Kompiuterinės vizualizacijos ribojimas ugdymo procese: pedagogų kompetencijų stokos aspektas. IV tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija „Šiuolaikinio specialisto kompetencijos: teorijos ir praktikos dermė“. [2010-04-08]. Kaunas (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 34-1323.
19. **Bilbokaitė R. (2010).** Laiko valdymo kompetencija taikant kompiuterinę vizualizaciją socialinės tikrovės konstravimo. IV tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija „Šiuolaikinio specialisto kompetencijos: teorijos ir praktikos dermė“. [2010-04-08]. Kaunas (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 34-1323.
20. **Bilbokaitė R. (2010).** Klasikinės ir postmodernios paradigmos raiška studijų procese: studentų nuomonės vertinimas socialinės krypties fakultetuose. [2010-04-08]. IV tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija „Šiuolaikinio specialisto kompetencijos: teorijos ir praktikos dermė“. Kaunas (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 34-1323.
21. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą biologijos pamokose skatinantys veiksniai: mokytojų ekspertų vertinimas. 10-oji studentų mokslinė praktinė konferencija „Mūsų socialinis kapitalas – žinios“. [2010-04-21]. Panevėžys (Lietuva).
22. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą skatinantys ir ribojantys veiksniai: geografijos mokytojų ekspertų vertinimas. XVI nacionalinė mokslinė konferencija seminaras „Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje-2010“. [2010-04-23-24]. Anykščiai (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 10-35.
23. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jo kitimo geografijos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. XVI nacionalinė mokslinė konferencija seminaras „Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje-2010“. [2010-04-23-24]. Anykščiai (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 10-35.
24. **Bilbokaitė R. (2010).** The visualization help for boys in separate science education learning process: the results of diagnostic research. International conference “DIVAL 2010 – Distance Learning in Applied Informatics”. [2010-05-4-6]. Nitra (Slovakia).
25. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jo kitimo biologijos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. Respublikinė praktinė studentų konferencija „Studijos kolegijoje: mokslo ir profesinio rengimo dermė“. [2010-05-12]. Kėdainiai (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 34-1938.
26. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą matematikos pamokose skatinantys ir ribojantys veiksniai. Respublikinė praktinė studentų konferencija „Studijos kolegijoje: mokslo ir profesinio rengimo dermė“. [2010-05-12]. Kėdainiai (Lietuva). Pažymėjimo Nr. 34-1938.
27. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymą fizikos pamokose skatinantys ir ribojantys veiksniai: mokytojų ekspertų vertinimas. Respublikinė mokslinė praktinė konferencija „Studentų tiriamųjų kompetencijų ugdymas“. [2010-05-13]. Klaipėda. (Lietuva). Pažymėjimo Nr. SPE33-175.
28. **Bilbokaitė R. (2010).** Vizualizacijos taikymo lygio ir jo kitimo fizikos pamokose diagnostika: mokytojų ekspertų vertinimas. Respublikinė mokslinė praktinė konferencija „Studentų tiriamųjų kompetencijų ugdymas“. [2010-05-13]. Klaipėda. (Lietuva). Pažymėjimo Nr. SPE33-176.
29. **Bilbokaitė R. (2010).** The Visualization Help for Girls in Separate Science Education Learning Process: the Results of Diagnostic Research. International Young Scientists Conference. [2010-04-29]. Šiauliai (Lietuva).
30. **Bilbokaitė R. (2010).** Kompiuterinės vizualizacijos taikymas ugdymo procese: reikšmė būsimų mokytojų kompetencijoms. Tarptautinė mokslinė konferencija „Sistemoteorinės profesinio rengimo kaitos dimensijos“ [2010-05-28]. Kaunas. (Lietuva). Registracijos Nr. SK 1109.
31. **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of visualization in chemistry: the results of pilot research in grade nine and ten. International scientific conference “*Узъзку, Теотте А Прате V Дидатте Чеме: Research, Теһory and practice in chemistry didactics*“. [2009-09]. Hradec Krylove (Čekija).
32. **Bilbokaitė R. (2009).** The comparative analysis of usage of visualization in sex aspect: the results of pilot research. Международная научно-практическая конференция „Наука. Образование. Технологии – 2009“. [2009-09]. Baranovičiai (Baltarusija).
33. **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of visualization in grade 9 in science education: the results of pilot research in comparative sex aspect. Международная научно-практическая конференция „Наука. Образование. Технологии – 2009“. [2009-09]. Baranovičiai (Baltarusija).
34. **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of computer based visualization in science education: the results of pilot research. Международная научно-практическая конференция молодых исследователей. [2009-05] Baltarusija.
35. **Bilbokaitė R. (2009).** The visual help of scientific illustrations in the textbooks during learning process: the results of pilot research. Международная научно-практическая конференция молодых исследователей. [2009-05] Baranovičiai (Baltarusija).
36. **Bilbokaitė R. (2009).** The Visualization Help for Nine Graders in Separate Science Education Learning Process: the Results of Diagnostic Research. „V Starptautiskā Jauno zinātnieku konference (5th International Young Scientists' Conference)“. [2009-12-10]. Ryga (Latvia).

37. **Bilbokaitė R. (2009).** The Help of Visualization for Activation of Attention in Science Education: the Diagnostics of Nine Grader's Opinion. „*V Starptautiskā Jauno zinātnieku konference (5th International Young Scientists' Conference)*“. [2009-12-10]. Ryga (Latvia).
38. **Bilbokaitė R. (2009).** Visualization as method for effective education in heterogenous group in science education. „*SOCIĀLĀ PEDAGOĢIJA: IZGLĪTĪBAS UN SOCIĀLĀS VIDES MIJIEDARBĪBAS SOCIĀLI PEDAGOĢISKAIS ASPEKTS*“. [2009-12-04]. Liepoja, (Latvia).
39. **Bilbokaitė R. (2009).** 15-16 Years Old Students' Self Evaluation of Their Knowledge of Nature Science: Results of a Pilot Research in Latvia and Lithuania. *Socialinių mokslų doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija "Tarpdisciplininis diskursas socialiniuose mokluose-2"*. [2009-10]. Kaunas (Lietuva).
40. **Bilbokaitė R. (2009).** Science textbooks visualization of in the learning process: aspect of schoolchildren' Satisfaction With learning. *7TH ioste symposium for central and eastern europe Development of science and technology education in central and eastern europe*. [2009-06]. Šiauliai (Lietuva).
41. **Bilbokaitė R. (2009).** The use of Computer based visualization in science classes: the aspect of students' interest in learning. *7TH ioste symposium for central and eastern europe. Development of science and technology education in central and eastern europe*. [2009-06]. Šiauliai (Lietuva).
42. **Bilbokaitė R. (2009).** Students' Search for Visual Scientific Information: Situation Analysis. *International scientific conference „Communication Technology in Natural Science Education – 2009“*. Šiauliai (Lietuva).
43. **Bilbokaitė R. (2009).** Visualization in Science Education: The Resylts of Pilot Research in Grade Ten. *International scientific conference „Communication Technology in Natural Science Education – 2009“*. Šiauliai (Lietuva).
44. **Bilbokaitė R. (2009).** Kompiuterinės vizualizacijos privalumai mokymosi paradigmos kontekste. *Tarptautinė mokslinė konferencija „Socialinis pedagogo vaidmuo: realybė ir lūkesčiai“*. [2009-10]. Vilnius (Lietuva)
45. **Bilbokaitė R. (2009).** Gamtamokslinio ugdymo Turinio vizualizacijos reikšmė Kognityviniams procesams: pilotinio tyrimo rezultatai. *Tarptautinė mokslinė konferencija „Technologijos mokykloje ir gyvenimo įgūdžių ugdymas. Aktualijos ir problemų sprendimai“*. [2009-10]. Vilnius (Lietuva).
46. **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacija ugdymo procese: informacijos suvokimo aspektas. *Respublikinė mokslinė konferencija „Kolegijų vaidmuo šiuolaikiniame ugdymo ir darbo rinkos kontekste: respublikinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga“*. [2009-02]. Šiauliai (Lietuva).
47. **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacija ugdymo procese: kai kurie dabartinių tendencijų aspektai. *Respublikinė metodinė-praktinė konferencija „Ugdymo proceso turtinimas edukacinėmis naujovėmis“*. [2009-01]. Šiauliai (Lietuva).
48. **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacijos 9–10 klasių gamtamoksliniame ugdyme lyginamoji analizė: pilotinio tyrimo rezultatai. *Lietuvos universitetų edukologijos krypties doktorantų ir jų mokslinių vadovų konferencija „Tarpdisciplininių tyrimų link“*. [2009-03]. Šiauliai (Lietuva).
49. **Bilbokaitė R. (2009).** Vizualizacija: teorinės reikšmės prielaidos matematikos mokymo kontekste. *Respublikinė mokslinė-metodinė konferencija „Veiksmingai dirbantis matematikos ir informacinių technologijų mokytojas - efektyvios pamokos vadybininkas, ugdytojas ir profesionalas: 6-oji matematikos ir informacinių technologijų mokytojų“*. [2009-02]. Šiauliai (Lietuva).
50. **Bilbokaitė R. (2009).** Mokinių motyvacija mokytis gamtos mokslų disciplinas: pilotinio tyrimo rezultatai. *Nacionalinė mokslinė konferencija „Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje-2009“*. [2009-04]. Kėdainiai (Lietuva).
51. **Bilbokaitė R. (2009).** Kompiuterinės vizualizacijos taikymo situacija: merginų nuomonės diagnostinis tyrimas. *Socialinių mokslų doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija "Tarpdisciplininis diskursas socialiniuose mokluose-2"*. [2009-10]. Kaunas (Lietuva).
52. **Bilbokaitė R. (2009).** The usage of concept map in higher education: possible categories of maps. *Tarptautinė mokslinė praktinė konferencija "Ekonomikos, teisės ir studijų aktualijos 2009"*. [2009-11]. Kaunas (Lietuva).

Disertacijos struktūra ir apimtis

Disertaciją sudaro sąvokų paaiškinimai, įvadas, trys dalys, diskusija, išvados, rekomendacijos, literatūros sąrašas ir priedai. Disertacinio tyrimo rezultatus iliustruoja 72 paveikslai ir 31 lentelė. Bendra disertacijos apimtis – 248 puslapiai (be priedų). Remtasi 756 literatūros šaltiniais. Priedai kompaktinėje plokštelėje, kuriuose pateikiami tyrimo instrumentų pavyzdžiai, kiekybinių tyrimų duomenų statistinių skaičiavimų rezultatai.



1. VIZUALIZACIJA GAMTAMOKSLINIAME UGDYME: PSICHOEDUKACINIS KONTEKSTAS

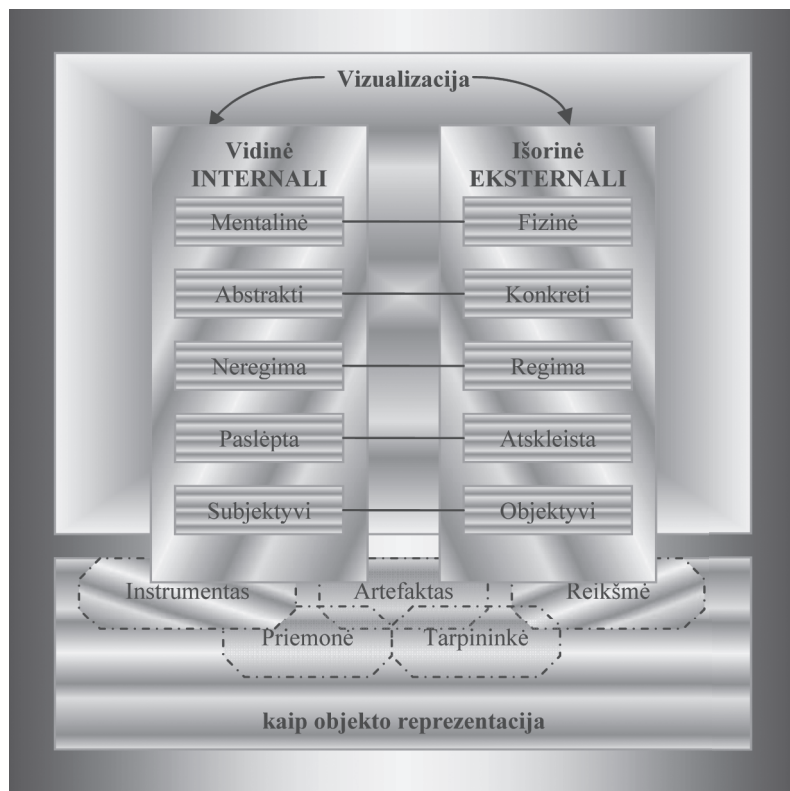
1.1. Objekto charakteristika: kognityvinių, socialinių ir edukacinių veiksnių sąveika

Vizualizacija, tapusi reikšminga dabartinėje ekranizuotoje kultūroje, kurioje sąveikauja globalumo, postmodernizmo, sinergetikos, žinių ir informacijos visuomenių kontekstai, atskleidžiantys eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų būtinumą subjekto sąmonės vystymuisi, analizuojama ontologiškai ir ontogeneziškai. Vizualizacija atskleidžiama kaip potenciali reprezentacija įvairių veiklų efektyvumui didinti kognityvinių, socialinių ir edukacinių veiksnių sąveiką, pasižyminti įvairiais poveikio subjektams privalumais. Vizualiųjų eksternalizuotų reprezentacijų taikymo edukaciniame kontekste prasmė atskleidžiama ir per dimensionalumo ir jos reprezentatyvumo lygmenų charakteristikas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos dalykuose, kuriuose objektyvizuota tikrovė užkoduojama sąmonei epistemiškai lengviau prieinamu būdu. Šiame skyriuje taip pat analizuojamas sąvokų, susijusių su vizualiaisiais artefaktais ir konkrečiomis priemonėmis, vartojimo Lietuvos ir užsienio moksliniuose straipsniuose dažnumo kitimas per 20 metų, atskleidžiantis progresyvią vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme poziciją. Vizualizacija, kaip edukacinė priemonė, analizuojama ir jos taikymo lyčių heterogeniškumo aspektais, atskleidžiant mokymosi skirtumus per sąveiką su vizualiaisiais artefaktais.

1.1.1. Sąvoka, ontogenezė ir ontologija

Vizualizacija yra tarpdisciplininių sričių objektas, analizuojamas konkrečioje srityje jai priskiriant skirtingas savybes. Originaliausios vizualinių reprezentacijų charakteristikos išryškintos filosofškai, įvardinant ypatingą vaizdų vertę šiuolaikiniame multimedijų pasaulyje, kuriame subjekto sąveika su denotatus ir skirtingas konotacijas suteikiančiais vizualiais objektais paaiškinama kaip būtina ir savalaikė žmogaus sąmonės evoliucijos kontekste. Vizualizacija įprasminama kaip egzistencinės veiklos būtinybė, kurioje vizualumo modusai atskleidžia vaizdų vertę kultūroje (Kačerauskas, 2010) ir žmogaus vystymo procese, balansuojant „tarp tikrovės ir kūrybos“ – T. Kačerauskas (2010, p. 12), tarp realybės ir homogenizuotų mokslinių modelių, tarp individualios informacijos interpretacijos ir objektyvizuotai paaiškinamos, tarp sąmonės ir pasąmonės darinių, besireiškiančių kasdienėje besimokančiojo veikloje, kuri transformuojasi iš lokaliai tradiciškos į globaliai generalizuotą, multikultūrišką, kiekvienam suprantamą ir

epistemiškai realizuojamą praktikoje. Vizualizacijos įvardijimas gamtamokslinio ugdymo kontekste lemia šio termino vartojimo reikšmę visame disertacijos darbe, todėl jis bus plačiau analizuojamas (2 pav.).



2 pav. Vizualizacijos apibūdinimai gamtamokslinio ugdymo procese (sudaryta autorės)

Gamtamokslinio ugdymo diskurse vizualizacijos terminas interpretuojamas kaip įvairialypis, tačiau turintis pakankamai aiškias funkcijas ir poveikį mokymosi veiksmingumo ir rezultatyvumo aspektu. Vizualizacija traktuojama kaip *reprezentacija*, atspindinti moksliskai objektyvizuotos tikrovės elementus homogeniškai ugdytinių populiacijai realybės pažinimo tikslais. Reprezentacijos skirstomos į dvi dalis, kurios atspindi skirtingus realybės aspektus – internaliają *versus* eksternaliąją. Vizualizacijos, kaip vizualiosios reprezentacijos, dualizmas išryškėja per dvilypę prigimtį – išorę ir vidų. Vieniems mokslininkams vizualizacija yra vidinė (Mathai, Ramadas, 2009), kitiems – išorinė (Rapp, Kurby, 2008).

Vidinės vizualinės reprezentacijos yra išoriškai nematomos – jas konstruoja žmogaus sąmonė arba pasąmonė ir suteikia subjekto mąstymui formą, spalvą, tūrį, erdvę ir kitas savybes, leidžiančias pačiam kūrėjui identifikuoti mąstymo produktą ir priskirti jį atitinkamų kodų sistemai. Ji atstovauja subjekto mintims, idėjoms, pamąstymams ir viskam, kas vyksta jo sąmonėje ar pasąmonėje vaizdų pavidalu, tačiau matoma tik ją

kuriančiam, suvokiančiam ar atsimenančiam asmeniui. Daugelis mokslininkų jas vadina mentalinėmis reprezentacijomis (Mathai, Ramadas, 2009; Tasker, Dalton, 2008; Gilbert, 2008), todėl kitiems subjektams jos neregimos jas kuriančiojo atžvilgiu. Ši rūšis pasižymi abstraktumu (Uttal, O'Doherty, 2008), neregimumu (Tasker, Dalton, 2008) regėjimo organais, latentiniu pobūdžiu, kadangi kitiems yra neregima, kartais nesąmoninga, todėl ir nesuvokiama. Ugdymo procese vidinės vizualizacijos pasižymi klaidingumu (Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010; Rapp, Kurby, 2008; Wu, Shah, 2004. ir kt.), todėl mokiniai neteisingai suvokia reikiamus dalykus, jau turimą klaidingą informaciją jie vėlesnėse pamokose sieja su nauja ir taip susidaro individualus ir neteisingas supratimas, kuris pasireiškia kaip dalyko neišmanymas. Vidinė vizualizacija yra subjektyvi, būdinga kiekvienam asmeniui, priklausomai nuo turimos patirties, kultūros, kognityvinių gebėjimų ir kt.

Kad vidinės reprezentacijos taptų matomomis suinteresuotiesiems, reikia jas eksternalizuoti, t.y., išreikšti atitinkamą kodų sistemą išoriškai regimomis priemonėmis ir būdais, pvz., žodžiais (verbalinis reprezentacijų eksternalizavimas) ar vaizdais (vizualinis reprezentacijų eksternalizavimas). Dauguma išorinių vizualizacijų sukurta dėl visuotinai sėkmingos komunikacijos, pvz., šviesoforas ar vėliava turi visiems vienodai suprantamas reikšmes ir atkoduojamas homogeniškai skirtingose situacijose subjektų, priklausančių įvairiems amžiaus tarpsniams, kultūroms ir kontinentams.

Išorinė vizualizacija apibūdinama kaip išorinis artefaktas (Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010), išorinė reprezentacija (Rapp, Kurby, 2008) ir fizinė reprezentacija (Uttal, O'Doherty, 2008), kuri abstrakčius dalykus transformuoja į konkrečius, labiau suprantamus subjektui. Šios rūšies vizualizacijos paskirtis yra atskleisti mentalinių objektų atvaizdus, t.y., vizualiai *eksternalizuoti* nematomus dalykus, vidines reprezentacijas paverčiant išorinėmis (Tasker, Dalton, 2008) arba atvirksčiais. Jų kokybę atspindi aiškumas (Rogers, 2008) – kuo lakoniškesnė, tuo geriau suprantama, jos vertė didėja atskleidžiant sudėtingus reiškinius, atspindint paslėptus, giluminius dalykus. Minėtos prielaidos ir apibūdinimo elementai atskleidžia būdingą reprezentuojamos informacijos objektyvumą ugdymo procese, kadangi subjektams išorinė vizualizacija turėtų sukelti denotacijas, interpretuojamas tik konkrečiame kontekste, pvz., pavaizduotos molekulės turėtų atskleisti visiems mokiniams vienodai suvokiamą ir interpretuojamą vaizdą. Vizualiosios išorinės reprezentacijos reikalingumą keli autoriai (Rapp, Kurby, 2008) pabrėžia ir dėl to, kad ja pasinaudojama koreguojant vidinius subjektų mentalinius modelius, aktyvinant kognityvinius procesus, padedant holistiškiau suvokti pasaulį ir pagrindžiant teisingą episteminių praktikavimąsi.

Nors vizualizacija nėra prilyginta konkrečiam objektui, tačiau galima išvelgti tam tikras analogijas tiriant mokslo darbuose identifikuotas konotacijas. Tuo remiantis interpretuojama, kad vizualizacija traktuotina kaip instrumentas (Liang, Sedig, 2009a), artefaktas (Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010), priemonė (Uttal, O'Doherty, 2008), tarpininkė (Gilbert, 2008), reikšmė (Uttal, O'Doherty, 2008), atskleidžianti ženklų, simbolių ir abstrakcijų esmę. Artefaktas padeda individualias mokslininkų subjektyvacijas paversti objektyviai suvokiamomis priemonėmis, kurios būna homogenizuotos, aprobutos, reprezentuoja visuotinai priimtus kodus, todėl yra lengvai atkoduojamos ir

interpretuojamos. Artefaktas kartu yra ir mediatorius/tarpininkas ir instrumentas, transliuojantis informaciją, atstovaujantis tarp subjekto, norinčio pažinti, ir objekto, kuriam lemta būti pažintam, tarp eksternalizuotų pasaulio tikrovės modelių ir internalizuojamų vidinių žmogaus mentalinių modelių, tarp mokytojo, kuris demonstruoja vizualizaciją, ir mokinio, mėginančio suvokti reprezentacijų turinį, tarp mokslininko, užkodavusio tikrovę, ir paprasto pasauliečio, atkoduojančio tos tikrovės visumą. Mediatoriaus funkcija vizualizacijai suteikia išskirtinumo, ypač, jei ji yra kompiuterinė, nes ja galima reprezentuoti sub-mikro lygmens objektus 3D ir 4D formatais, kas padeda konkrečiau atskleisti abstrakčių gamtamokslinių elementų ir jų sąveikų ryšį taip, kad jis taptų suprantamesnis, labiau įsisavinamas kiekvienam, besimokančiam biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos.

Vizualizacija gamtamokslinio ugdymo kontekste – eksternalizuota (išreikšta išoriškai) objektyvizuotai pateikta įvairių objektų ir reiškinių reprezentacija, veiksnių apie pasaulio realybę atskleidimui sutartiniais kodais. Subjektas, žvelgdamas į eksternalizuotą vizualiąją reprezentaciją, internalizuoja vaizdą ir kuria vidines individualizuotas vizualiąsias reprezentacijas. Vizualizacija atlieka artefakto/mediatoriaus vaidmenį, talkinant subjektui sudėtingų ir fiziškai be atitinkamų priemonių neregimų reiškinių ar jų modelių įsisavinimo metu.

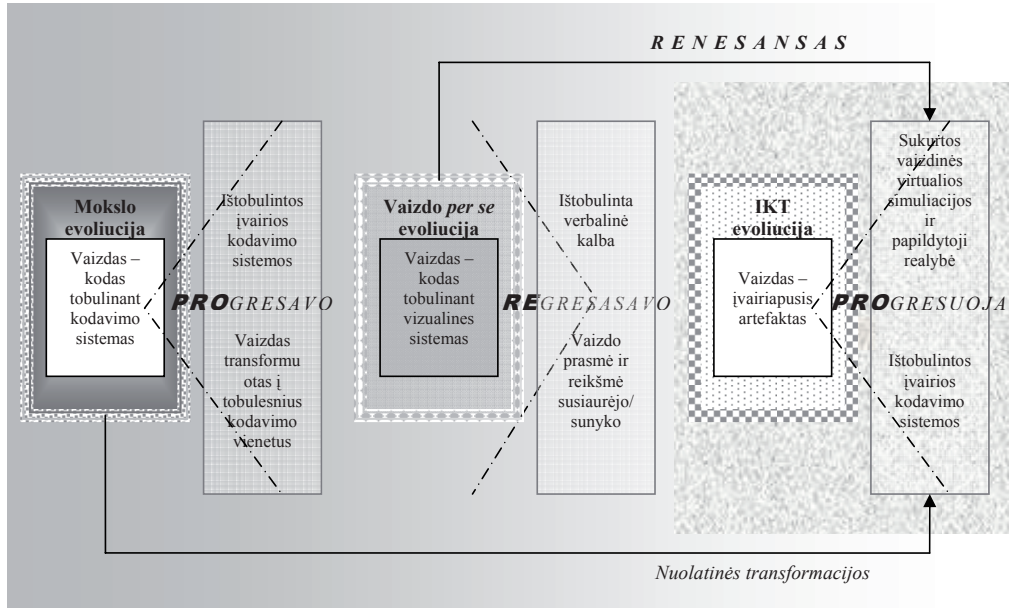
Vaizdo ontogenezė

Vaizdo ontogenezė šiame darbe analizuojama dviem aspektais – mokslo evoliucijos požiūriu, kai vaizdas traktuojamas moksliniu artefaktu objektyvizuotoje kodavimo sistemoje, ir vaizdo *per se* aspektu, analizuojant vizualizacijų įvairiapusiškumo vystymąsi.

Manoma, kad raštas atsirado neolito laikais, kai žmogus dar buvo urvinis: raštu buvo galima vadinti vizualius brėžinius (Bikulčius, 2005, p. 21) kietose materialijų būsenų substancijose – akmenyse, uolose, kauluose. J. Bikulčius pažymi (2005, p. 23), kad raštas susiformavo dar prieš du ar tris milijonus metų, kai žmogus perduodavo žinių krivūlėse, kuriose išraižydavo adresatui suprantamą tekstą. Vėliau buvo vartojamos piktogramos ir ideogramos. Žmonės tuo metu neturėjo verbalinio rašto, todėl dominavo vaizdinio pobūdžio minčių reprezentacijos, bylojančios apie behavioristinius aktus. Kadangi mintys buvo transformuojamos į vaizdus, toks rašto būdas pavadintas vaizdaraščiu ir yra laikomas priežastimi ir šaltiniu, kuriuo rėmėsi ideografinio rašto civilizacijos. Hieroglifai buvo vartojami abstrakčioms idėjoms ir mintims perteikti. Tuo metu žmonės mąstė vaizdiniais, todėl juos geriausiai ir perteikdavo – nebuvo verbalinės kultūros, o žodinė kalba tik formavosi. Egipto civilizacija praplėtė vaizdinių kodų reprezentacijas rašte, todėl vaizdinio mąstymo abstraktumas pasiekė, tikėtina, gana aukštą lygmenį, nes vienu simboliu buvo galima labai daug pasakyti. Įsivyravo simbolių kodų įvaldymo metas, žmogaus mąstymą lavinęs simbolinio abstraktumo link.

Paleolitinio žmogaus raiziniai, virviniai mazgai, piešiniai olose ir vėlesnis hieroglifinis raštas tebuvo individų grupių pastangos apibrėžti objektus kitiems individams suprantama kalba. Siekis buvo komunikuoti, tobulėti, išreikšti save ir siekti progreso.

Mokslinės evoliucijos požiūriu vaizdo genezė yra *progresinė* (3 pav.), nes vaizdų, nuo piešinių ant olų iki verbalinio rašto, raida vyko mokslo objektyvumo link, ieškant ir kuriant vis tobulesnę minčių kodavimo sistemą. Vaizdas moksliniu požiūriu įgijo net keletą transformacijos būvių (raižiniai kauluose, piešiniai olose, Egipto hieroglifai, romėnų raštas, lotynų kalba, daugiakalbė raštija, mokslinių sričių kalba, terminija ir t.t.).



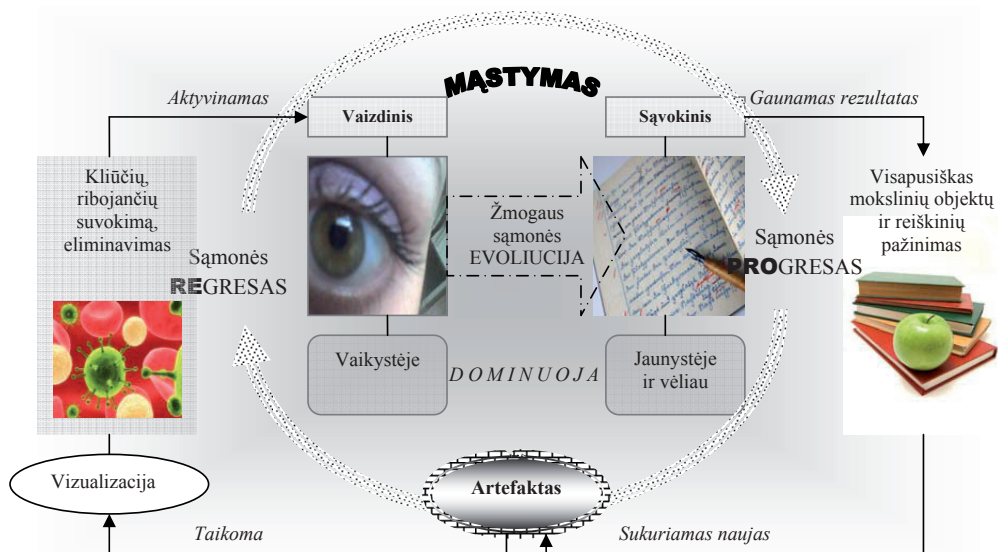
3 pav. Vaizdo ontogenezė (sudaryta autorės)

Greitinant senovės civilizacijų informacijos perdavimo būdus ir priemones su romėnų priemonėmis, neabejotinai regimas didžiulis pastarosios kultūros pranašumas, tačiau būtent nuo to laiko vaizdo palaipsniui atsisakyta, pereinant prie labiau subjektų poreikius atitinkančių informacijos kodavimo sistemų. Romėnų ir graikų kultūra įvedė verbalinius kodus, kurie reiškė anuometinės vizualinės kalbos baigtį, nes romėnai visapusiškai ignoravo Egipto kultūrą ir jo rašto principus. Tolesnės Europos kultūros rašto istorija yra aiški – krikščionybės laikotarpiu įsigali verbalizacijos fenomenai ir inkvizicinis vizualumo naikinimas informacijos kodavimo sistemoje, paliekant teisę vizualumui gyvuoti ir būti tobulinamam tik vaizduojamojo meno darbuose, kurių turinį griežtai reglamentuodavo religinės doktrinos. Romėniškoji informacijos kodavimo tradicija, perkelta į krikščionybės židinius, visiškai sunaikino informacinę vaizdo funkciją, todėl pradėjo tobulėti verbalinis raštas, o vaizdiniai kodai tapo meno artefaktais. Tuo remiantis galima teigi, kad vaizdo *per se* aspektu – raida įgyja dimenuendinį ir *regresinį veiksmą* (3 pav.). Vaizdas, kaip savarankiškas informaciją perteikiantis kodas, yra naikinamas verbalėjančios krikščioniškosios kultūros, kol galiausiai sunyksta iki archajinių-mistinių simbolių ir tampa etnologų ir menotyrininkų tyrimų objektu. Nuo Romos laikų iki kompiuterinių technologijų atsiradimo vaizdas tebuvo istorinės,

meninės, estetinės paskirties artefaktas, kurio išraiška buvo tobulinama tik minėtose srityse. Moksle buvo vartojama verbalinė kalba, išstobulinta iki abstrakčių sąvokų, kurios tobulėjančiai žmonijai tampa vis sunkesnės. Vaizdinių reprezentacijų galimas kodavimo paskirties sumenkinimas verbalinių kodų atžvilgiu dabartinėje visuomenėje atliepia vaizdinio mąstymo įgūdžių stoką. Kaip pažymi D. Beresnevičienė (1997), R. Arnheim (1997), trūkstami erdviniai įgūdžiai lemia prastas geometrijos žinias, sudėtingą technologinių inžinerijų ir architektūros mokymąsi.

Vakarų kultūros subjektams suvokus, kad verbalinė kalba riboja sudėtingų informacijos kodų įsisavinimą, vėl atsigręžta į vaizdą, kuris išgyveno savo paties vystymosi *renesansą*. Atsiradus IKT, vaizdas pasitelktas reprezentuoti abstrakčius objektus ir reiškinius, perteikti „paslėptąjį turinį“ – tai, ko negalima pamatyti – ko nėra arba yra, bet mūsų jūslės neperduoda informacijos suvokimui. Kompiuterinės technologijos ne tik paskatino vienmačio vaizdo atgimimą, buvo sukurtas ir multidimensinis vaizdo kodavimas, suvokėjui transliuojantis vizualiųjų objektų transformacijas ir judėjimą erdvėje; atsirado papildytosios ir virtualios realybės, įgalinančios subjektą pamatyti ne tik ekrane judantį vaizdą, bet pajusti jo judėjimą realioje erdvėje. Šį vaizdo *per se* ir mokslo evoliucijos aspektu progresą galima paaiškinti tuo, kad žmonija pereina į metacivilizaciją (Andrijauskas, 2006), kuriai nebedaro lemiamos įtakos Europos mokslo pasiekimai, nes mokslo ir technikos laimėjimai priklauso galingiausioms pasaulio valstybėms, atstovaujančioms skirtingus žemynus. Eksternalizuota tikrovės kopija simbolių ir ženklų vaizdine išraiška, transliuojama per medijas vizualizacijų pagalba, atitinka postmodernios kultūros poreikius, kurie atitinka, anot A. Andrijausko (2006), laisvai formuojamą vaizdo kultūros modelį. Vaizdo struktūra tiek išstobulinama, kad ji tampa visybiškai įvairiapusiška, multidimensine, sintetinė, integruojančia ne tik hieroglifus ir piktogramas, konkrečius ir abstrakčius objektus, bet ir jų sąveiką ir kitimą nuolatinio virsmo ir srautų kontekste. Vizualinės kultūros invazija sugriauna Europos verbalinio kodavimo sistemos pamatus ir visoje Žemėje imama kurti multidimensinius vaizdinius ir naujas kodavimo sistemas tobulesnei metacivilizacijai. Tuo remiantis galima sakyti, kad vaizdas *per se* nuo seniausių laikų iki XX amžiaus išgyveno *regresinę* genezę, tačiau nuo technologijų atsiradimo jis *progresuoja* taip sparčiai, kaip niekada nebuvo vystoma verbalinė kalba (3 pav.).

Kadangi tobulinamas vaizdas, plėtojamos ir jo reprezentavimo homogeniškai visuomenei priemonės ir charakteristikos, kurios taip pat pasitarnauja ir mokslo tobulinimo tikslais – žmogus, suvokiantis sudėtingus dalykus, talkinant vizualizacijai, geriau įsisavina informaciją ir ją panaudoja naujam patobulintam žinių konstravimui, paremtam vaizdo ir žodžio sinteze (4 pav.).



4 pav. Vizualizacijos kaip artefakto reikšmė subjekto sąmonės progresui (sudaryta autorės)

Žvelgiant iš besimokančiojo subjekto pozicijos ir jo santykio su mokslu, galima manyti, kad vaizdas pasitelkiamas tam, kad žmonija pasiruoštų aukštesnio mąstymo lygio kultūrai, kurioje dominuos multidimensinės duomenų reprezentavimo matricos, atstovausiančios sudėtingesnei duomenų kodavimo sistema nei vaizdai ar kalba. Žmogiškojo intelekto genezės prasme mes grįžtame į vizualiąją kodavimo sistemą, kad pamatytume sąmoningai nesuvokiamus reiškinius ir objektus ir jungtume abstrakčias verbalines sąvokas su multidimensiniais ir multimodaliniais vaizdais savo evoliucijai skatinti.

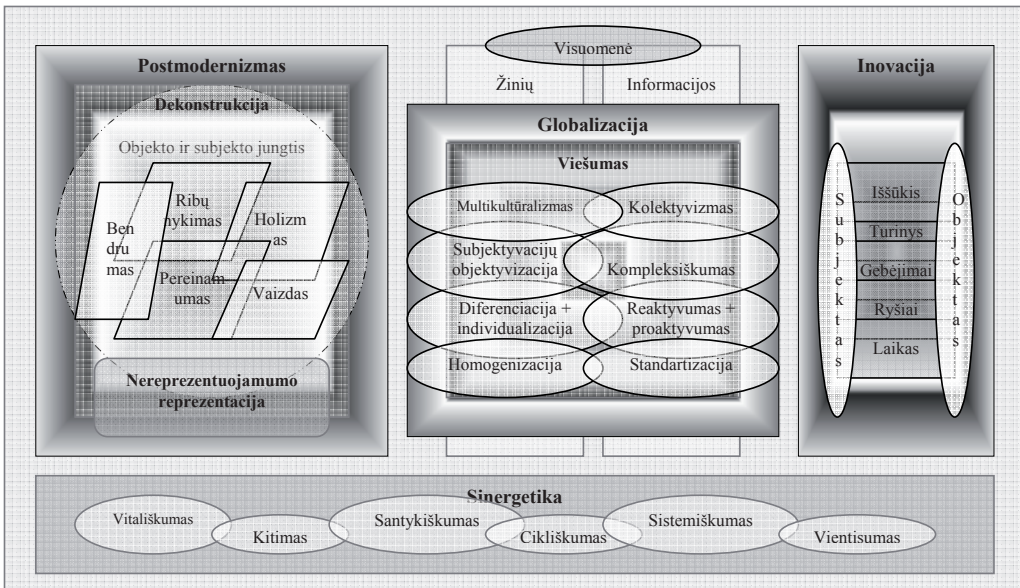
Gretinant technologijas su tradicine knyga, atsiranda „naujo daugiasluksnio mąstymo ir trimačio tikrovės modeliavimo, panaudojant vaizduojamuosius menis, galimybė, visiškai nauji teksto ir suvokėjo santykiai“ (Andrijauskas, 2006, p. 94). Vizualizacijos poreikis auga visose visuomenėse, nepriklausomai nuo rasės ir gyvenimo būdo, kadangi tekstinė reprezentacija nebeapėrija plataus pojūčio perteikimo – šiuo laikotarpiu informacijos transliavimas turi labiau sujaudinti, paveikti, sugestyviau atsiskleisti suvokėjui, pažadinti jo latentines būsenas ir pagreitinti mąstymo vystymąsi, o tai darosi visiškai įmanoma tik medijų pagalba. R. Šukaitės teigimu (2002), vaizdai griauja nusistovėjusią europietišką kultūrą, kurioje protas kontroliuoja pojūčius, naikina ir griauia Europos kultūros loginės sistemos kaip autoriteto hierarchiją (p. 53), dėl ko, išpūdis, staigi įtaka ir poveikis yra svarbesnis, nes subjekto sąmonė nebepajėgia apdoroti didelių informacijos srautų. Autorė mini Vilemą Flusserį, pabrėžiantį techninių vaizdinių, kaip objektų, reikšmingą padėtį šiuolaikinėje visuomenėje, kurioje pastarieji tampa visuotine kalba – pasaulyje tobulesni įrenginiai, neturintys denotatų tikrovėje, sukuria elektroninius vaizdinius, siejančius įvairius kodus, todėl jų sąveikavimas nuslopina

žodžio reikšmę savo intencionalumu žmogaus sąmonei, tai tarsi savotiška socialinės aplinkos kaita, pasižyminti medijų plėtra.

Visa kultūra yra vieša, nes tai suteikia reikšmės ir ją galima tirti (Geertz, 2005, p. 12-13). Tuo remiantis vizuali kultūra įvairių subkultūrų apsuptame erdvės konkrate yra viešai matoma labiausiai iš kitų kultūrų. Toks išorinių reikšmių matomumas sąlygotas vaizdų kodavimo sistemos, ypač artimos žmogui savo regresinio pobūdžio psichofiziologinėmis ypatybėmis, perduotos mums per genetinius ir socialinius žmogaus ontogenezės etapus. Viešas vaizdas, kaip objektas, yra analizuojamas įvairiuose kontekstuose, todėl ugdymo procese jis taip pat turi svarią vietą – būti atkoduotam žinių įsisavinimo kontekste. Viešose vaizdo regėjimo ir atpažinimo funkcijose sukurama reikšmė žmogui, kuriam siunčiama užkoduota interesantų žinia apie esamos ar numanomos tikrovės elementus, vis labiau atskleidžiant jų prigimtį, veikimo ir sąveikavimo dėsnius, poveikį ir kismo esmę – taip sukuriama mokslinės kilmės informacijos atgimimas kitais pavidalais – iš eksternalizuoto į internalizuotą, iš objektyvizuoto į subjektyvizuotą ir iš homogeniško į heterogenišką.

Ontologija

Ontologija – tai vizualizacijos, kaip gamtamoksliuose dalykuose taikomo objekto, suvoktis įvairių filosofinių, psichologinių, sociologinių paradigmu, koncepcijų ir teorijų kontekstuose, kurių elementai pateikiami 5 paveiksle (po juo atskleidžiamos autorės įžvalgos).



5 pav. Vizualizacijos ontologiją charakterizuojančių filosofinių teorijų ir koncepcijų elementai (sudaryta autorės)

Postmodernizmas

Heidegeris dar prieš įsigalint vaizdams numatė jų progresą visuomenėje, kurioje kalba tekstiniu pavidalu traukiasi iš vartotojo sąmonės užleisdama vietą vaizdo prototipams, nuolat tobulinamiems ir siejantiems vis labiau nematomus objektus. „Postmodernizmas žymi erą, kurioje regimi vaizdai ir vizualizacija tų dalykų, kurie nėra savaime vizualūs, išaugo taip dramatiškai, kad globali cirkuliacija <...> tapo tikslu pati sau” (Žukauskaitė, 2006, p. 8). Esminis šios kultūros bruožas – panaikintos ribos tarp aukštosios klasikinės kultūros ir masinės populiariosios (Jameson, 2002). To išdava tampa mokslo prieinamumas žmonių masėms, siekiančioms aukštojo išsilavinimo. Vizualizacija postmodernizmo filosofijoje atveria nepažintus pasaulius visiems, kurie gali regėti eksternalizuotus tikrovės artefaktus ir juos suvokti, remiantis subjektyvia patirtimi. Matomų vizualiųjų reprezentacijų įsigalėjimas kultūroje visiems visuomenės nariams heterogoniškose sub-kultūrose perteikia anksčiau tik nedaugelio suvoktą informaciją, atveriančią subjektui galimybę įsisavinti abstrakčius ir realių atitikmenų gyvenime neturinčius dalykus per jų elementų artefaktus.

F. Lyotardo nuomone, postmodernu yra tai, kas reprezentuoja nereprezentuojamumą. Postmoderniu dalyku galima vadinti neatvaizduojamą reiškinį, kada parodomas nesamas turinys. Tai domėjimasis prezentacijomis, kai siekiama pažinti neapčiuopiamus dalykus, nereprezentuojamumą – žmonės turi perteikti ne tikrovę, bet aliuziją į ją, į reiškinius, kurie nėra atvaizduojami todėl, kad tikrovė bandyta atvaizduoti daugybę kartų, tačiau tos pastangos buvo nesėkmingos (Žukauskaitė, 2006). Šiuo atveju vizualizacija, demaskuojanti nematomų reiškinų turinį, neparodo realaus *per se* objekto, bet atskleidžia jo pobūdį, kai atvaizduoti modeliai yra homogenizuoti ir neutralūs, be tikrųjų realybės atitikmenų, o jų reprezentuojamumas perteikia patį nereprezentuojamumą – tarsi nustatomas faktas, kad jais nusakomi tik mokslškai aprobuoti ir generalizuoti teiginiai apie gamtamokslinius reiškinius, kurie nematomi kitomis formomis dėl mikropasaulio subtilumų ir ypatybių, todėl patikrinti jų egzistavimo charakteristikas ir surasti atitikmenis realiame gyvenime neįmanoma.

Negalima teigti, kad objektui būdingos tos vienintelės savybės, nes cirkuliuojanti informacija rytoj tai paneigs. Tarp tų pokyčių egzistuoja pereinamieji fenomenai (Mickūnas, 2007), pvz., mokslas. Mokslo kuriami vizualiniai konstruktai nuolat kinta, tobulėja ir nėra autentiški. Juos kurdami mokslininkai remiasi modeliais ir nuolat ieško geresnio atvaizdavimo būdo. Postmodernus mokslas siekia universalumo, jungia holistinę idėją (Kanišauskas, 2005), kuri šiame kontekste stipriai atsiremia į gamtos mokslų metodų patvirtintus faktus, siekdamas įgyvendinti tikrovės pažinimą įvairiuose besimokančiųjų amžiaus tarpsniuose, leidžiant subjektams sąveikauti ne tik su vizualiąja informacija, bet sieti ją ir su verbaline, kad episteminė praktika taptų konstruktyviai konstruojama, o ne logiškai indoktrinuojama. Postmodernizmo universalumas tarsi leidžia sujungti vizualius ir verbalinius mokymo(si) metodus, juos įprasminančias priemones, todėl vizualizacija, kaip artefaktas, mokantis gamtamokslinių dalykų, sukuria galimybes vizualiomis reprezentacijomis atkoduoti informaciją ir ją susieti su žodiniu pedagogo išsakomu ar knygoje užrašytu tekstu. Daroma prielaida, kad taip lengviau sukuriamas universalus pasaulio elementų ir jų visumos episteminis patyrimas.

Postmodernusis diskursas atmeta filosofinius teiginius apie daiktų būvį, jo tikslas – vykdyti ieškojimo ir sunaikinimo operacijas. Svarbia tapo dekonstrukcija – kai pati struktūra imta neigti, nes laikomasi nuomonės, jog viskas šiame pasaulyje kinta (Rubavičius, 2003). Šiame kontekste kinta nusistovėjęs mokytojo, kaip vienintelio žinių šaltinio, vaidmuo, mokinio, kaip pasyvaus ugdymo proceso dalyvio, vaidmuo ir priemonių, kurios anksčiau buvo tik tarpininkas pedagogo ir ugdytinio sąveikoje vaidmuo. Pastarasis labiau įprasminamas kaip mediatorius, tarpininkaujantis žinių transformavimo iš vienos kodų sistemos į kitą procese, tačiau jo galia konstatuojama kaip beveik lygiavertė pedagogo veikimo galiai ugdymo realybėje, nes kompiuterinė vizualizacija atskleidžia multimodalias vizualias reprezentacijas, įgalinančias interaktyvią subjekto sąveiką su objektu.

Pedagogas, autoritetingai atskleidžiantis gamtamokslinių dalykų temų esmę, gali įtraukti ugdytinį į mokymosi procesą ir jį aktyvinti jo metu, kad sąmonės intencionalumas sudėtingiems objektams suvokti ir įsisavinti būtų kuo didesnis, labiau aprėpantis ir ilgalaikis. Panašias funkcijas gali atlikti ir kompiuterinė vizualizacija, pasižyminti multimodalumu ir interaktyvumu, įtraukiančiu besimokantįjį į sąveikavimą su nauja informacija procesą, naudojant nereprezentuojamumo atskleidimą, vaizdo re(de)konstrukciją.

Sinergetika

Sinergetinė paradigma akcentuoja visumos sudėtingumą pasaulyje, kuris pasižymi nuolat besikeičiančiu pavidalu, struktūra, būdais. Pasaulis nėra linijinis, tačiau atviras ir svarbiausias vaidmuo atitenka ne objektams, o santykiams tarp jų, kas ir nulemia sistemos kitimą (Bingelytė, 2005; Malinauskas, Kvedaravičius, 2008). Ši paradigma paneigia galimybę sukurti idealią ateitį ar nekintantį stabilų objektą, santykius, ryšius, kadangi pasaulyje vykstantys procesai atviri permanentiniam kitimui ir gali būti arba tvarkingi, arba chaotiški, tam tikra prasme tai tarsi kosmogoniška būties objektyvacija, besiremianti visatos tvarkos dėsniais, kai iš tamsos gimsta šviesa, o iš pastarosios vėl nugrimztama į tamsą.

Manoma, kad sinergijos principas padeda skatinti mokinių motyvaciją, supažindinimą su technologijomis ir plėtoja potencialias ugdytinių galias (Mirchandani, 2002; Gal-Petitfaux, Vors, 2008; Conrad, French, 2004; Steklova, 2004; Broussard, ir kt. 2007; McNeill, Krajcik, 2009; Muniandy, Mohammad, Soon, 2007), tobulina gabių vaikų ugdymą (Shaughnessy, 2005), skatina pažinimą (Mu, Gnyawali, 2003), kuris suteikia ugdytiniams galimybę ugdymo procese išvengti sistemiskumą ir interdiscipliniškumą. Šiame kontekste vizualizacija, kaip technologinė priemonė, įprasmina subjektų poreikį gauti informaciją ir ją valdyti jiems priimtinais formomis ir būdais, idant būtų pasiektas efektyvus ugdymo rezultatas, kuris kinta nuo chaoso stadijos, kai mokinys nesuvokia sudėtingų ir abstrakčių dalykų, iki tvarkos stadijos, kai epistemiškai ekstermalizuotos reprezentacijos tampa suvoktomis ir susietomis su žodiniu tekstu, įgyja sisteminę reikšmę subjekto sąmonėje.

Ugdymo realybė sinergetikos kontekste interpretuojama kaip visus visuomenės sluoksnius apimanti sistema, kurioje ugdomoji informacija pateikiama vitališkai, o są-

veika tarp perduodančiųjų ir priimančiųjų visuomet yra neužbaigta (Bingelytė, 2005). Mokytojas ir mokinys sąveikauja ir keičiasi, nes abu ir duoda, ir priima, formuodami savo sąmonėje pakitimus, naujus įrašus ir pagilintą suvokimą apie fenomenus. Sinergetika gamtamoksliniame ugdyme padės mokiniams formuoti sisteminių pasaulio suvokimą. Gamtamokslinėse disciplinose akcentuojamas tvarkos, chaoso ir tarpinių fazių ciklas padėtų mokiniams suvokti objektus ir jų priklausomybę nuolat kintančiai visuomenei. Šių mokslų kontekstas, remiantis sinergetikos paradigma puikiai atitiktų tarpdiscipliniškumo kriterijų, būsimos kokybiškos ugdymo proceso išėigos garantiją. Pasak A. Bingelytės (2005, p. 165) „tik atvirumu ir laisva mintimi pagrįstas ugdymo procesas gali sudaryti sąlygas asmenybės individualumui atskleisti ir kartu gebėjimui suvokti pasaulio vientisumą.“ Ugdymas vyksta čia ir dabar, todėl atsiranda daug vietos įvairiems mokymosi būdams.

Sinergetikos paradigma teigia apie gamtos mokslų principą, jog viskas keičiasi ir nieko nėra pastovaus. Mokslas kasdieną atranda kažką naujo, bet negali surasti absoliučios tiesos. Vizualizacija taip pat suvokiama kaip nuolat tobulinama abstrakčios idėjos eksternalizuota reprezentacija vizualiąja kodų išraiška, pateikta žmogaus regėjimo juslei patogiomis formomis, dimensijomis ir kitomis charakteristikomis. Vizualizacija, kaip išorinių informacijos artefaktų transformavimas į vidinius jų suvokinius, patiria ir regresą (kuo labiau stengiamasi užfiksuoti tikrovę, tuo labiau nuo jos tolstama, nes vaizdai sudėtingėja ir įgyja daugiau objektyvacijų nei subjektyvacijų), ir progresą (nuolat sukuriama sudėtingesnė vizualizacijos) – ji empiriškai sukonstruoja visybiškumo ir cikliškumo patyrimo prielaidas besimokančiajam, kai pereinama nuo vienos fazės, prie kitos ir vėl sistemiskai sąveikaujama su turima patirtimi ir naujomis žiniomis visuose gamtos dalykuose.

Globalizacija žinių ir informacijos visuomenėse

Edukologija yra stipriai paveikta globalizacijos jėgų (Jickling, Wals, 2008; Koh, 2007; Walker, 2009; Carter, 2005). Ši teiginį grindžia moksliniai argumentai: tarp universiteto pamažu nebelieka geografinės sienų atskirties, galima laisvai bendrauti ir mokytis bet kuriame pasaulio krašte (Lloyd, 2009); akademinėje bendruomenėje pastebimi globalizacijos suformuoti mokslo standartai (Dodds, 2008); anglų kalba tapo pati svarbiausia ugdymo ir verslo srityje, todėl mažesnės kalbos praranda savo lingvistines teises (Gandolfo, 2009). Globalūs pokyčiai paveikė įvairių valstybių ugdymo sistemas Lenkijoje (Piróg, 2009), Kenijoje (Wangenge-Ouma, 2008), Indijoje (Balaram, 2008), todėl daroma prielaida, jog globalizacija suvokiama kaip neišvengiamas procesas, sujungiantis skirtingas tautas ir jų papročius į bendrą ugdymo rinką.

Kiti autoriai teigia (Melendro, ir kt. 2009, Abbott, 2007), kad globalizacija regima ir kompleksinėje mintyje, klimato kaitoje ir multikultūralizme, kai kaita įpareigoja išmanyti kultūrų sandarą ir jų bruožus (Szerlag, 2007), o visa apimantis socialinis ir ekonominis procesas (Cantwell, Maldonado-Maldonado, 2009) neišvengiamai reikalauja gerų perkeliųjų gebėjimų, įgūdžių save reprezentatyviai pateikti darbo rinkai. M. Young (2009) teigimu, ateities ugdymui svarbus diferencijavimas tarp kasdienio žinojimo ir mokykloje įgyjamų žinių, nes mokykla turi suteikti intelektualiai aukšto lygio informaciją.

Būtent globalioje kultūroje, kurioje internetas atvėrė galimybę regėti multikultūrinius vaizdinius, paženklintus diferenciacijomis ir tardiscipliniškumu, yra plėtojama ekraninė kultūra – galimybė matyti vaizdo filmus iš bet kurios pasaulio vietos. Anot A. Andrijausko (2006), tai suponuoja naujų mąstymo, pasaulio pažinimo ir jo interpretavimo, remiantis naujuoju patyrimu, formų atsiradimą, kurios pasižymi dideliu greičiu, lankstumu žiūrovo atžvilgiu. Šioje kultūroje vaizdas pinasi su sąvokomis, mėgina sudaryti visumos atspindį skirtingais kodais reprezentuojamą ir vis konkrečiau bet ir plačiau, įvairiapusiškiau suvokiamą.

Globalizacijos sąlygomis kiekvienas individas įsilieja į vieningą homogenizuotą kultūrą, kurioje sąveikauja su objektais ir subjektyvacijas paverčia objektyvacijomis, kurias mes atkoduodami galime ieškoti prasmų ir intencijų. Asmuo patiria kolektyvinį įsivaizdavimą tuomet, kai skaito knygas, žurnalus, žiūri televizorių (Daukšas, 2006), mokosi, nes vyksta procesas, kuris sukuria bendrumo su kitais jausmą. Klasės aplinkoje sukuriama tam tikro bendro tapatumo suvokimas, vizuali kultūra formuoja skirtingą mokinio identitetą ir savęs tapatinimą ir poreikį mokytis gamtos mokslų. Kultūra sąlygoja homogenizaciją, kai ugdytinis suvokiamas kaip vienodos visumos individas tarp panašių į save individų, o heterogizacija įmanoma tik humanistinių principų poveikis, kai atsigrežiama į vaiką-asmenį, turintį didžiulių pažinimo išteklių. Bendrąja prasme, į ugdytinius žvelgiama tarsi homogenizuotai – juos vienija panašūs poreikiai: televizijos laidos, skaitomi žurnalai, klausoma muzika, pokalbiai internetu, telefoninių žinučių rašymas, namų darbų nusirašinėjimas telefoninės fotografavimo funkcijos poveikis ir kt., panašios mokymosi sąlygos ir intelektinės galimybės. Vizualizacija ypač atitinka globalizacijos laikotarpiu besireiškiančių fenomenų prigimtį: sunyko valstybinių sienų ribos – kompiuterinės technologijos sudaro galimybę besimokančiajam regėti vaizdus, siunčiamus iš bet kurios pasaulio vietos; vaizdai lengviau suprantami nei kalba, jungia ir vienija tautas, kultūras ir valstybes, ypač jei juo reprezentuojama mokslinė objektyvuota mintis, todėl mokinys greičiau suvokia užkoduotą informaciją.

Mokslininkų teigimu, IKT – artefaktas žinių visuomenei formuoti (Vaccaro, 2008; Sørensen, Danielsen, Nielsen, 2007; Parada, 2009; Beck, 2008), kurioje paveikiamos įvairios žinių ir episteminės kultūros (Cetina, 2007), kas atskleidžia, kad vizualizacija yra priemonė, tarnaujanti kaip tarpininkas pažinti ir kurti socialinę realybę, formuoti norimą visuomenę, pasižyminčią puikiais technikos ir informacijos valdymo gebėjimais. Technologijomis reprezentuojami sudėtingi reiškiniai, dideli informacijos kiekiai, jomis galime daugiau sužinoti ir pažinti supantį pasaulį, todėl operavimas žiniomis jau savaime sukuria žinių visuomenės kontekstą. Žinių visuomenės diskurse vizualizacija yra svarbi realizuojant mokymosi paradigmą (Rajasingham, 2009; Grummell, 2009; Martin, 2007; Forstorp, 2008; Borcea, 2009). Ugdymas skatina progresą visuomenėje, nes žinios perteikia patirtį, kuria remiamasi kuriant inovacijas. Žinių visuomenės diskurso raiška atspindi tai, kad ugdymas yra esminis būdas tai visuomenei formuoti, o eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos padeda sukurti reikiamus modelius subjekto sąmonėje ir taip geriau pažinti pasaulį – tai gali padėti sustiprinti pedagogiką skirtingose kultūrose ir sustiprinti žinias įvairiose paradigmatose, nes informacijos šaltai pateikiami lanksčiai, multidimensiškai ir patraukliai. Technologijos valdymas

turėtų padėti efektyviau kurti visuomenę, pagrįstą žinių kaita. Žinių visuomenė yra formuojamas naujos populiacijos vienetas, pasižymintis ypač gerais gebėjimais valdyti informaciją – vizualizacija šiame kontekste atlieka artefakto vaidmenį, kuris padeda transformuoti reikiamus kiekius informacijos žmonėms suvokiamais būdais ir taip paskatinti mąstymo procesus, palapsnui išmokstama valdyti informaciją, permąstant jos išliekamąją vertę ir multikultūrišką prigimtį.

Edukacinė inovacija yra nauja edukacinė idėja, programa, veiklos būdai (Kontautienė, 2004), kuri mokyklose priimama kaip iššūkis, reikalaujantis papildomų pastangų tobulintis pedagogui, keičiant savo per daugelį metų susiformavusį požiūrį, atnaujinti mokymo turinį ir jo didaktinius metodus pakeisti naujesniais. Inovacija dažniausiai siejama su IKT, todėl klasikinio tipo vizualizacija (popieriniai plakatai, fizinės priemonės, cheminės medžiagos ir pan.) nėra įvardijama kaip inovatyvi, priešingai, tai kategorijai priskirtina tik kompiuterinė vizualizacija, pasižyminti multimodaline funkcija ir tarpininkaujanti tarp teorinės pamokos turinio ir episteminės praktikos gamtamokslinio ugdymo realybėje.

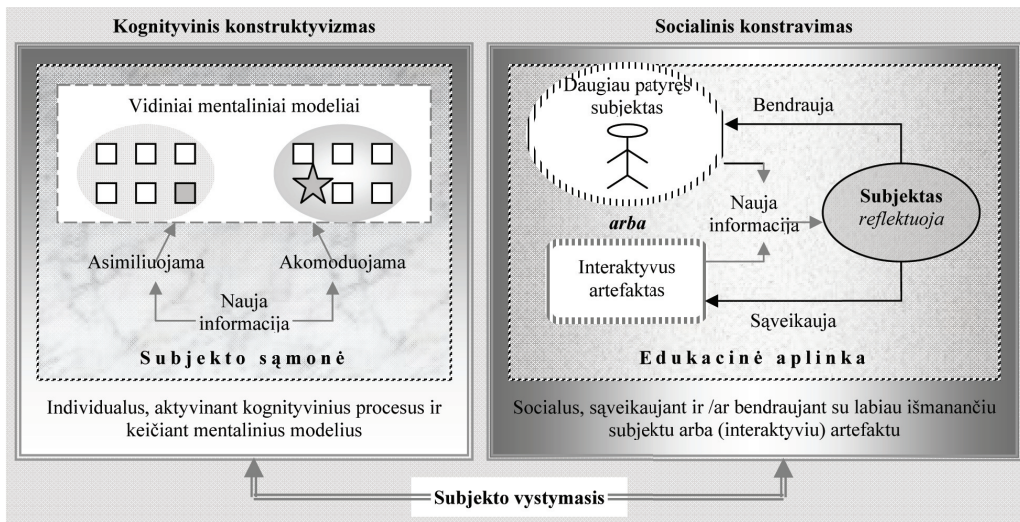
Novacija, kaip reiškinys, plačiai analizuojama turinio aspektu – atskleidžiama novacijos esmė, jos suvokimas, poveikio subjektai (Janiūnaitė, 2000). Šiuo atveju galima išskirti tris pagrindines technologines priemones ir jų rodomų vaizdų patiriamus subjektus: mokytojas, mokinys, tėvai (kartais – administracija). Mokytojas, kaip subjektas, atlieka svarbiausią vaidmenį organizuojamas kompiuterinės vizualizacijos taikymą pamokose: jis parenka priemones, tinkamiausiai atskleidžiančias objektyvizuotas gamtamokslines sąvokas, modelius, jų tarpusavio ryšius ir poveikį pasauliui; organizuoja pamokos turinį taip, kad heterogeniški besimokančiųjų poreikiai būtų patenkinti per inovatyvios eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos poveikį reginčiajam; padeda internalizuoti vizualiąją informaciją, kurios poveikis sukuriama arba tobulinami mokinio vidiniai mentaliniai modeliai. Jei pamoka būna sėkminga, jis sutaupo laiko (nes paaiškinami sudėtingi dalykai mokiniams priimtinu būdu ir jie greičiau įsisavina informaciją) ir užmezga gilesnį kontaktą, kai dėl ugdytinių didelio poreikio domėtis technologijomis realizuojamas ir jų hedonistinis mokymosi poreikis, o pedagogas tampa konsultantu, patarėju, bet ne indoktrinuotoju. Svarbiausia, kad biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos dalykuose ugdytiniams transliuojama teisinga informacija, kuri jiems labiau priimtina dėl paprastumo ir prieinamumo jų sąmonei, kas leidžia išvengti episteminio ribotumo aplinkybių ir formuoti tinkamus gebėjimus. Kompiuterinė vizualizacija, kaip edukacinė novacija mokyklose (Varma, Husic, Linn, 2008), veikia mokytoją ir mokinį ugdymo metu keisdama jų žinias, lavindama gebėjimus tiek kognityviniu, tiek komunikaciniu požiūriu.

Postmodernizmo kontekste vizualizacija demonstruoja tradicinį subjekto santykį su vaizdu į dekonstruotą jo visumą, kai pastebima visiškai nauja žmogaus ir artefakto, pasižyminčio multidimesinėmis ir mediatorinėmis savybėmis, jungtis, ribų tarp objekto kaip daikto ir subjekto nykimas – atskleidžiami nereprezentuojami vizualieji fenomenai suvokiami holistiškai ir intencionaliai. Globalizacija įprasmina homogenizuotam pateikimui eksternalias lygmens reprezentacijas heterogeninių populiacijų vartotojams, objektyvizuotai transliuojant moksliskai generalizuotus pasaulio elementų pažinimo

modelius, kai paslėptoji ir išrinktiesiems anuomet skirta informacija palaipsniui viešinama naujiems žinių kartos subjektams. Sinergetiškai vizualizacijos valdymas ugdymo realybėje padeda priimti naują informaciją ir ją paversti žiniomis, taip išlaikant cikliškumą – nuo chaoso iki tvarkos žinių valdymo ir atnaujinimo lygmenų, kuriame inovacija, išreikšta plėtojamais vaizdo genezės artefaktais, stiprina pedagogų kompetencijas ir padeda lavinti mokinių gebėjimus, šalina episteminius ribotumus ir palankias sąlygas organizuoti ugdymą ir jame veiksmingai realizuoti užsibrėžtus edukacinius tikslus. Vaizdo ontogeneze progresuoja formuodama žmogaus sąmonės intencionalumą sudėtingesnei metakultūros ateičiai, kai subjekto sąmonė dėl lengvai suvokiamų vaizdinių geba įsisavinti didesnius informacijos kiekius ir paversti juos žiniomis ir episteminės praktikos metu – gebėjimais. Sąmonės patiriama mąstymo regresija būtent dekonstrukcijos metu suteikia didesnę galimybę holistiškiau pažinti tikrovę iš jos elementų, objektyvizuotų ir demaskuotų vizualiosios pateikties pavidalu, kryptingai suliejamų į visumą.

Kognityvinis konstruktyvizmas ir socialinis konstravimas

Mokslinėje edukacinėje literatūroje analizuojamas kognityvinis konstruktyvizmas (Piaget, 1983) ir socialinis konstravimas (Vygotskis, 1978), sociologijoje – socialinės tikrovės konstravimas (Berger, Luckman, 1999). Visos šios teorijos reikšmingos gamtamokslinio ugdymo kontekste, todėl būtina plačiau paanalizuoti jų aspektus vizualizacijos ontologijos prasmėje. Kognityvinis konstruktyvizmas ir socialinis konstravimas edukacinėje realybėje tapo pagrindinėmis mokymąsi aiškinančiomis teorijomis, kuriomis grindžiami daugelio šalių bendrojo lavinimo mokyklų (ar joms lygiaverčių) išsilavinimo standartai. 6 pav. atskleidžiami esminiai minėtų teorijų bruožai.



6 pav. Kognityvinio konstruktyvizmo ir socialinio konstravimo mokymosi teorijų požymiai (skirtumai) (sudaryta autorės)

Kognityvinio konstruktyvizmo (Piaget, 1983; Colliver, 2002; Nezvalova, Lamauskas, 2010; Raykova, 2008; Nezvalova, 2009) teorija atskleidžia, kad žinios konstruojamos individualioje subjekto sąmonėje – mokiniai yra maži tyrėjai, kurie per veiklą tirdami mokosi, po truputį talpindami žinias ant jau turimų, t.y., tobulindami vidinius mentalinius modelius. Mentaliniai modeliai reprezentuoja žmogaus suvokimą, jei jie teisingi – lengviau ir greičiau įsisavinama informacija, atpažįstamos detalės, struktūros, funkcijos ir t.t. Daugelis sudėtingų reiškinių gali būti suvokti gana paprastai, jei tik bus panaudotas tinkamas eksternalizuotas mentalinis modelis (Eilam, 2004; Greca, Moreira, 2000; Heuvelin, 2006; Hubber, 2007; Kaplan, Black, 2003; Libarkin, Irfuss, Kurdziel, 2003; Merril, 2001; Oversby, 2000; Rutherford, 2000; Santamaria, 2006; Shepardson, ir kt., 2007; Seel, 2001; Taber, 2003; Taylor, Barker, Jones, 2003).

Mokinių mentaliniai modeliai sudaryti iš asimiliacijos ir akomodacijos procesų, kurie skirtingai reiškiasi kiekvienoje vystymosi stadijoje, kai naujos žinios kuriamos ant jau turimų žinių (Switzer, 2004), kur kognityviniai procesai: atmintis, dėmesys, vaizduotė ir percepcija yra svarbiausi, laiduojantys sėkmingą ugdymo rezultatą. Konstruktyvizmo sekėjai daro prielaidą, kad besimokantysis turi mentalinių modelių (Byrne, 2002), o mokymasis tampa sėkmingas, jei mentaliniai modeliai yra teisingi, juos keičiant – keičiamas pasaulio suvokimas. Asimiliacijos (kai besimokantysis priima naujas detales į esamą modelį) ir akomodacijos (kai vidinis modelis keičiamas iš esmės, nes nebesutampa turimos žinios su nauja informacija) procesų metu kinta mentalinių modelių turinys (Machanick, 2007), todėl jų kaitai ir tobulinimui eksternalizuota vizualioji reprezentacija iš esmės reikalinga, nes ji papildo ir transformuoja informaciją iš vienos kodų sistemos į kitą. Mokytojai, remdamiesi konstruktyvistiniais principais, priima ir plėtoja mokinių autonomiją ir iniciatyvumą (Watson, 2001; Cooper, Basson, Schaap, 2006), jų tarpusavio sąveiką (Yang, Yeh, Wong, 2010; Kozulin, 2004), orientuoja į epistemę praktiką (McCaslin, Hickey, 2001), kad būtų tinkamai paaiškinti pasaulio pokyčiai (Ba, Hoffmann, 2003).

Socialinis konstravimas orientuojamas į individo gebėjimų ugdymą per komunikaciją ir aktyvų dalijimąsi socialiniais artefaktais, įtraukiant tekstą, o ne pasyvų jo priėmimą (Douglas, 2000; Machanick, 2007), todėl kompiuterinės vizualizacijos multidimensionalumas ir multimodalumas atveria besimokančiajam platesnes galimybes sąveikauti su objektu interaktyviai, labiau gilinant teorines žinias (Baron ir kt., 1998; O'Donnell, Dansereau, 1992) ir įgūdžius (Blumberg, 2000). Remiantis šia konstruktyvizmo atmaina, subjektas teikia grįžtamąjį ryšį (Price, 2007) apie mokymosi sėkmingumą, bendrauja (Zhu, Valcke, Schellens, 2009) su kitais ugdymo proceso dalyviais – mokytojais, klasės draugais, o mokymosi metu besimokančiojo suvokimo lygis homogenizuojamas visos grupės narių refleksijos poveikis, todėl naujai formuojamos žinios tampa jo (visų) nuosavybe, sukuriamas patobulintas internalizuotas išorinių reprezentacijų modelis.

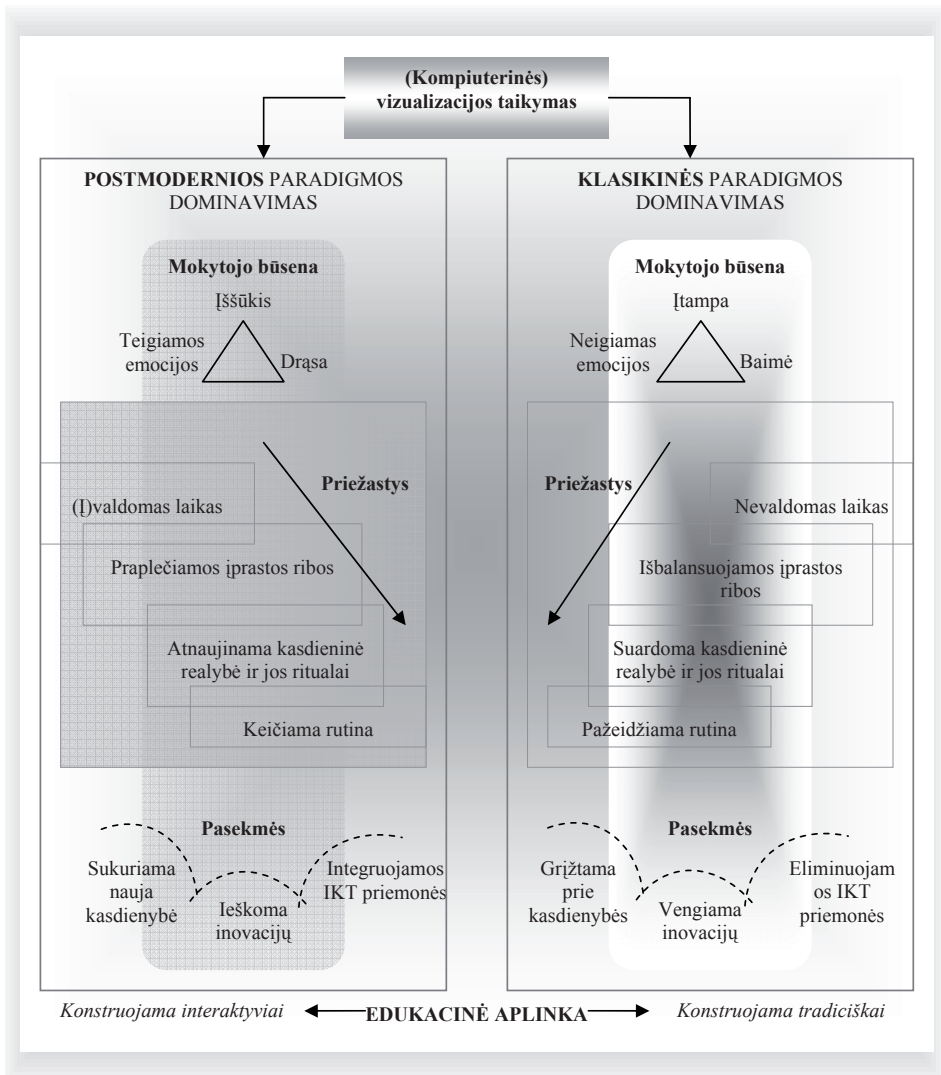
Šios krypties atstovai įsitikinę (Vygotskis, 1978), kad viską galima išmokti iš santykių ir patirties, nes pokytis yra fundamentalus procesas, ypač jei lavinamas kūrybiškumas ir gilinamas supratimas (Wink, Putney, 2002; Wertsch, 1992; Lit, Shek, 2002; 2007; Cottone, 2007). Kadangi žinios kuriamos (Hanson, Sinclair, 2008) sąveikaujant

su kitais subjektais, kurie turi daugiau patirties, artefaktas mokymosi procese tarnauja yra lyg „vyresnysis partneris“, kuriuo naudojantis galima pasiekti aukštesnį sąmonės lygį. Vygotskio teorija dera su Piaget teorija, kadangi abi jos atskleidžia subjekto mokymosi ypatumus – žinios konstruojamos, kuriamos, derinamos su jau turėtomis, tačiau Piaget labiau akcentuoja individualių kognityvinių procesų svarbą, o Vygotskis – subjekto raidą ne per kognityvinių procesų aktyvinimą, bet per socialinę jo sąveiką su sąmone stimuliuojančiais subjektais arba objektais (artefaktais).

Vizualizacija, remiantis kognityvinio konstruktyvizmo aspektu (6 pav.), turėtų veikdinti kognityvinius procesus, todėl mokiniams būtų lengviau fenomenus išsiminti, įsidėmėti, suvokti ir įsivaizduoti, t.y., palengvinti savo mokymąsi, nes eksternalizuotos vizualios objektyviosios realybės reprezentacijos atskleidžia sudėtingus ir plika akimi nematomus reiškinius apie tikrovę, kuri *per se* nėra regima, todėl sunkiai įsisavinama abstrakčiuoju žodiniu pavidalu ir rizikinga dėl episteminės praktikos efektyvumo. Kiekvieno mokinio mokymasis yra *individualus* procesas, o žmogus negali gauti ar perduoti informacijos, jis ją turi konstruoti, nes neįmanoma greitai suprasti ir iškart panaudoti. Vizualizacija (jos suvokimas, apdorojimas ir siejimas su žodine informacija) susijusi su įvairiais psichikos procesais, atsakingais už vaizdinės informacijos apdorojimą, todėl jos naudojimas padidina galimybes geriau suprasti sudėtingus fenomenus ir juos įsisavinti mokslinių sąvokų pavidalu, tikslingai vaizdus siejant su žodžiais ir taip epistemiškai formuojant teisingą supratimą ir tikrovės pažinimą per jos elementus biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose.

Kompiuterinė vizualizacija gali būti tapatinama su „vyresniuoju partneriu“ – *labiau patyrusiojo patirtis* tarsi pakylėja mažiau mokantįjį į aukštesnį suvokimo lygį, todėl mokinys perkopia savo suvokimo ribas ir gali pasiekti tolesnę vystymosi zoną – todėl jos naudojimas turėtų pakylėti mokinio sąmonę iki reikiamo lygio. Subjekto sąveikavimas su objektu sukuria unikalią erdvę, kurioje komunikacija vyksta tiesioginiu būdu, padedant pasiekti subjektui aukštesnę raidos stadiją, suvokti abstrakčių sąvokų reprezentacijas, perkelti informacijos teikimo krūvį regėjimo modalumui. Vizualizacija šių teorijų erdvėje reikšminga dėl subjektų mokymosi veiklos, nes akcentuojamas geresnis kognityvinių procesų veikimas, sąlygojantis efektyvesnę mokytojo ir mokinio komunikaciją, veiksmingesnę mokslininko ir mokinio sąveiką, greitesnį grįžtamąjį ryšį, galimybę patirti refleksiją ir stiprią koreliaciją su objektu-artefaktu.

Vizualizacijos ontologiją edukaciniame procese atskleidžia ir socialinės realybės konstravimo teorija (7 pav.), kuri labiau paaikškina pedagogo santykį su inovatyviais artefaktais (pvz., interaktyvia multimodaliu vizualiąja reprezentacija), kaip labiausiai skatinančiais subjekto sąmonės vystymąsi, bet sunkiausiai įvaldomais pamokose dėl inovatyvių ypatybių.



7 pav. Socialinės tikrovės konstravimas pedagogui taikant (kompiuterinę) vizualizaciją pamokose (sudaryta autorės)

Socialinės realybės konstravimo teorijoje laikas traktuojamas dimensijos talpintoju (Berger, Luckman, 1999), paveikiančiu žmogaus sąmonę jo įsisavinimui ir darančiam įtaką kiekvienam šio pasaulio subjektui. Laiko suvokimas yra esminis, tarsi duotas kiekvienam subjektui ir žmogus jį suvokia kaip duotybę. Mokytojai pamokos laiką tariamai supranta kaip esminį kasdienio gyvenimo atributą, pagal kurį jie planuoja savo ir mokinių veiklas. Visa, kas netinkama laiko atžvilgiu, yra eliminuojama kaip grėsmė laiko tėkmėje vykstantiems procesams keliantys veiksniai. Tačiau teorijos autoriai įsitikinę, kad sąmonė suvokia tam tikrą laiko dimensiją (Berger, Luckman, 1999), kas leidžia manyti, jog pamokose egzistuoja ribotas laikas mokyti ir mokyti, todėl mokytojai suvokia

laiko tėkmėje derinamų veiksmų svarbumą ir išankstinį pasiruošimą juos įgyvendinti. Planavimas ir patirtinė veiksmų seka sukuria tradicines, dažnai pasikartojančias mokymosi aplinkos sąlygas, nesukeliančias pedagogų sąmonei įtampos, dėl šios priežasties tradicinės mokymo paradigmos dominavimas stipriai reiškiasi bendrojo lavinimo mokyklose. Pastaroji prielaida pagrindžiama tuo, kad mokyklose vis dar dominuoja klasikinė mokymo paradigma (Vilkonienė, 2009), o mokytojų populiacija vangiai prima inovacijas, susijusias su IKT.

Bergerio ir Luckmano nuomone (1999, p. 43), laikas yra prievartinis, išspraudžiantis subjekto veikimą į tam tikrą dimensiją, be kurios neįmanoma jokia normali raiška: reikalinga veiksmų seka, efektyviai sudaranti sąlygas kitai veiksmų sekai ir jų įprasminimui. Tuo remiantis randama sąlyčio taškų su raidos geneze, konstatuojančia amžiaus tarpsnių fiziologines ir psichologines charakteristikas, vieningai priskiriamas subjektams laiko periodiškumo dimensijose (Piaget ir Vygotskio raidos stadijos, žinių konstravimo etapai ir pan.). Gebėjimų ribotumas reprezentuojamas kaip esminis amžiaus ypatumas, siejantis episteminius ir ontologinius žmogaus kuriamų prasmių vienetus besikeičiančio laiko struktūroje, kuri kasdieniame gyvenime nustato žmogus savirealizacijos dabartį ir galimas jos transformacijas ateityje. Būtent subjekto gebėjimų ribotumas atitinkamu amžiaus (raidos, mąstymo ir kt.) tarpsniu paskatino Vygotskį ieškoti būdų, kuriuos pasitelkus subjekto sąmonė būtų pakylėta į aukštesnį lygmenį, todėl taip teoriškai ir praktiškai įrodytas „vyresniojo partnerio“ svarbumas, padedantis besimokančiajam stengtis ir suprasti daugiau nei jo amžiui būdinga. Bergerio ir Luckmano įvardytas „prievartinis“ laiko elementas įprasmino ir Piaget teoriją, kuri taip pat remiasi besimokančiojo ribotumais dėl jo išsivystymo lygio atitinkamoje išsivystymo pakopoje, pvz., tik būdamas formaliųjų operacijų stadijoje subjektas pajėgus iškelti hipotezę, todėl aiškiai apeliuojama į kognityvinių procesų veikdinimo svarbą mokymosi procese.

Plėtojant prielaidą galima teigti, kad prognostinės raidos tendencijos laiko dimensijos struktūroje atliepia moksliskai nustatytų bruožų turinį, kuriuo pasižymės subjekto sąmonė tam tikrame amžiuje: pvz., vaikystėje mąstoma konkrečiais vaizdiniais, vartojami konkretūs žodžiai, nes vaiko sąmonė priklauso konkrečių operacijų lygyje – prievartinis laiko vaidmuo konstruoja subjekto suvokiamas prasmes konkrečiais objektais, todėl abstraktus mąstymas neturi sąlygų dominuoti. Sąlygoms sukurti reikia pereiti į kitą amžiaus tarpsnį, kurio raidos savybės didins potencialias formaliųjų operacijų raiškai. Prievarta išryškėja ir tuomet, kai norima pereiti į kitą tarpsnį – kai jau pasireiškę elementai sudaro pagrindą naujiems, todėl Piaget akcentavo kognityvinių procesų aktyvinimą ir mentalinių modelių reikšmę, o Vygotskis – tarpininkų ir dialogo reikšmę. Mintų filosofinių-psichologinių teorijų kontekste turimi įgūdžiai ir patenkinti poreikiai rekonstruojami į naujas sąmonės sferas, padedančias formuoti kitus gebėjimus ir išgyventi nepatirtus poreikius santykiškai skirtingoje nei anksčiau laiko dimensijoje, kuri ir vėl yra terminuota ir periodiškai bus transformuota į tobulesnę dimensiją. Konstruktivizmas bendrąja prasme (kognityvinis, socialinis ir socialinės tikrovės konstravimo) atliepia žinių kūrimo ir perkūrimo procesus siekiant subjekto tobulinimo jo genėzės aspektu iš anksto duotose laiko struktūrose.

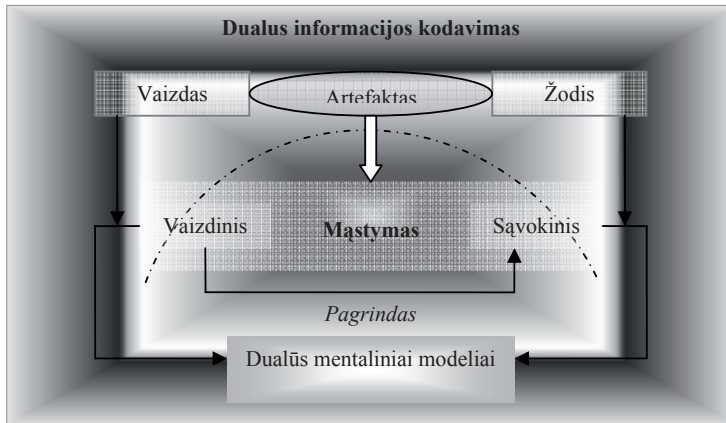
Planavimas ir patirtinė veiksmų seka sukuria tradicines, dažnai pasikartojančias mokymosi aplinkos sąlygas, nesukeliančias pedagogų sąmonei įtampos, dėl šios prie-

žasties tradicinės mokymo paradigmos dominavimas stipriau reiškiasi bendrojo lavinimo mokyklose, o vyresnės kartos pedagogai vengia inovacijų ir ugdymo procesą organizuoja tradicinių metodų ir priemonių. Bergerio ir Luckmano nuomone (1999, p. 43), žmogus savo planams įgyvendinti turi tik tam tikrą laiko tarpą, todėl tai žinodamas subjektas veikia socialinėje realybėje ir atsižvelgia į šiuos planus. Mokytojas turi įdėti valingų pastangų pasikeitusių laiko dimensijų dedamosioms suvokti, todėl savęs pažinimas ir veiklos refleksija skatina kritiškai pastebėti trūkumus ir juos drąsiai koreguoti. Laiko ribotumas taikyti kompiuterinę vizualizaciją, kaip inovaciją, pamokose kai kuriems mokytojams sukelia galimų kompetencijų plėtojimo regresiją, sąmonės įtampą ir inovacijų, kaip ugdymą efektyvinančių priemonių, ignoravimą. Būtent konstruktyvizmas – tiek socialinis, tiek kognityvinis, atliepia žinių kūrimo ir perkūrimo procesus per jų rezultatų suvienijimo poziciją, atkartojančią subjektų vystymosi elementų vaidmenis laiko struktūrose.

Mūsų cikliškojo pasaulio matmenys padalyja subjektų veiklas į prasmų įtampomis įvardijamus procesus (Berger, Luckman, 1999), kuriuos valdant subjektai išgyvena pasitenkinimą dėl vadybinių tikslų realizavimo. Galėdamas kontroliuoti veiksmus subjektas reiškiasi socialinėje realybėje ir laiko struktūroje kaip save pažįstantis ir projektuojantis ateitį, Bergerio ir Luckmano (1999) supratimu, „išlaikantis savo realumą“ (p. 43). Kasdienio gyvenimo laiko struktūra priverčia žmogų elgtis pagal modelius, padedančius jaustis gerai socialinėje realybėje ir signalizuojančius jo prasmingos būties patyrimą, todėl bet koks nukrypimas laiko atžvilgiu sukelia žmogui jausmą, kad jis regresuoja evoliucinio tobulėjimo prasme – jaučiamas sinergetinis chaosas, todėl subjektas, norėdamas išsilaisvinti, ieško būdų anomališkus elementus perkeisti tradiciniais arba įvaldyti inovacijas keičiant savo požiūrį į jas. Subjektas patiria kasdieninio gyvenimo tėkmės suardymą ir nori tą tėkmę atgaminti. Mokytojui tokia situacija sukuria du beveik logiškus sprendimo būdus: vienas iš jų yra jau aptartas tradicinės veiklos atkūrimas, kitas – aktyvios pastangos įvaldyti vizualizacijos taikymo techniką profesionalo lygiu, kad kliūtis, ribojanti kasdieninio gyvenimo laiko suardymą, būtų pakeista naujų kompetencijų įgijimu. Biologijos, chemijos, fizikos, matematikos ar geografijos dalykų mokytojas, įsisavinęs postmodernios paradigmos realizavimo pedagoginę sistemą, turėtų pasirinkti antrąjį būdą – kompiuterinės vizualizacijos, kaip artefakto, panaudojimo įvaldymą pamokoje, laiduojantį galimybę valdyti laiką ir jo transformacijas suvokti kaip įprastas kasdieniame gyvenime. Tuo remiantis vizualizacijos, kaip inovacijos, taikymui reikia ypatingų pedagogo pastangų ir papildomo laiko, kurį turi paskirstyti patys pedagogai.

Psichologinės teorijos

Filosofinių, kultūrinių ir sociologinių koncepcijų elementai įprasmino vizualizacijos, kaip artefakto, reikšmę būties aspektu. Tačiau norint visapusiškiau suvokti vizualiųjų ekstrenalizuotų reprezentacijų galimą poveikį subjekto sąmonei, būtina paanalizuoti jos ontologiją psichologinių teorijų kontekste. Esminės charakteristikos pateikiamos 8 pav., atskleidžiant vizualizaciją kaip lygiavertę verbalizacijai gamtamokslinio ugdymo procese ir laikantis prielaidos, jog jų tarpusavio dermė turėtų sąlygoti veiksmingesnį mokymą(si).



8 pav. Vizualizacijos ontologija psichologinių charakteristikų kontekste (sudaryta autorės)

Remiantis 8 paveikslu, ugdymo procese vaizdas turėtų būti vartojamas kaip ir žodis, nes vaizdinės reprezentacijos stimuliuotą vaizdinį mąstymą, kuris yra sąvokinio mąstymo pagrindas. Žodinės sąvokos aktyvintų sąvokinį mąstymą, kuris laiduotų teisingą išmokimą, nes atmintyje derėtų vizualinis ir verbalinis mentaliniai modeliai, kurie yra dualaus kodavimo pasekmė. Analizuojant vaizdinio mąstymo koncepciją (Arnheim, 1997) nustatyta, kad vaizdinis mąstymas yra viena iš svarbiausių mąstymo rūšių žmogaus gyvenime – vaizdiniais gaunama informacija yra tikslesnė, jos suvokimas greitesnis. Todėl būtina regėti kuo daugiau vaizdų ir lavinti vaizdinį mąstymą, kad sąmonė įprastų aktyvuoti pažinimui reikiamus vaizdinio mąstymo procesus.

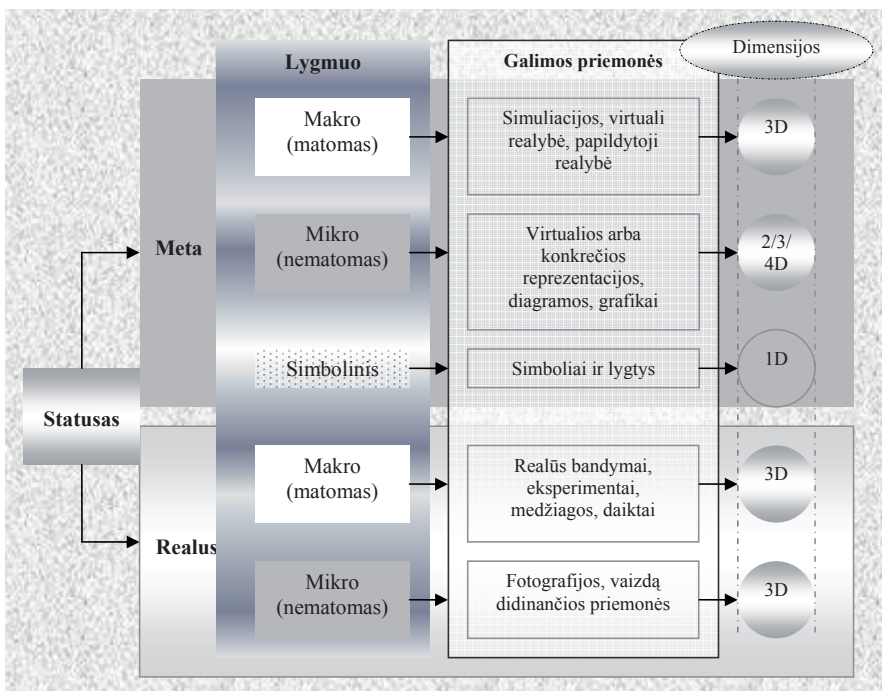
L. M. Vekkerio (1976) *genetinio struktūrinio intelekto modelio teorija* atskleidžia, kad subjekto sąmonės vystymasis priklauso nuo tinkamo mąstymo išlavavimo, kuriam ypač svarbus vaizdinis mąstymas – kuo geriau įsisavinami vaizdai, tuo didesnės galimybės ateityje išlavinti sąvokinį mąstymą. Koncepcija atskleidžia, kad vaizdinės priemonės turėtų padėti formuoti pirminius vaizdinius. Remiantis šia koncepcija, vaizdinis mąstymas yra žemiau sąvokinio mąstymo, vadinasi, jį nelavintas vaizdinis mąstymas neigiamai paveiks tolesnio mąstymo raidą. Šiame kontekste vizualizacija reikalinga kaip priemonė vaizdiniam mąstymui lavinti, padedančiam giliau suvokti objektus ir reiškinius, kurie nėra matomi be specialių prietaisų (nematomi plika akimi). Tai sąlygoja gilesnį verbalinių sąvokų ir reiškinių supratimą. Gamtamoksliniame ugdyme apstu abstrakčių sąvokų, terminų, objektų, kurie apibūdinami žodžiais, simboliais, nors turėtų būti reprezentuojami vizualiai, kad labiau stimuliuotų vaizdinį mąstymą, palengvinantį neregimų fenomenų išvaizdavimą ir suvokimą.

Dvigubo kodavimo teorija (Paivio, 1986, 2006; Hodes, 1994) atskleidžia, kad vaizdinė ir verbalinė informacijos tarpusavyje susijusios tam tikrais ryšiais: abi šios informacijos rūšys sąmonėje sujungiamos, todėl gaunamas išsamus objekto suvokimas, kai vaizdas atskleidžia vizualią objekto pusę, o verbalinė informacija – sąvokinę pusę. 8 paveiksle matyti, kad ugdymo procese naudojant vaizdinę ir verbalinę informaciją, kaip sinestezinį artefaktą, būtų sukuriami dualūs metaliniai modeliai,

sąlygojantys visapusišką sudėtingo objekto ar reiškinio supratimą. Tai ypač svarbu biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose, kuriuose edukacinis turinys remiasi objektyvizuotų mokslinių tiesų pažinimu. Minėtų dalykų objektai (dažniausiai) plika akimi nematomi, todėl ugdytiniams sudėtingi, neteisingai išivaizduojami, ką būtų galima pakoreguoti taikant dualų informacijos kodavimą – besimokantieji susiformuotų vaizdinius ir verbalinius mentalinius modelius, kuriems susijungus, formuotųsi visapusiškas suvokimas sąlygojantis kokybiškesnį mokymą(si).

1.1.2. Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų lygmenys, dimensijos ir priemonės

Vizualiųjų reprezentacijų dimensionalumas gamtamoksliniame ugdyme klasifikuojamas į skirtingas kategorijas pagal jų atvaizduojamų objektų matomumą žmogaus akiai. Pats paprasčiausias dimensionalumas vadinamas vienadimensiniu ir žymimas 1D abreviatūra. Sudėtingesnė struktūra perteikiama 2D simboliu, kuris atskleidžia, jog objektas yra atvaizduotas perteikiant jo du skirtingus dydžius, pvz., aukštį ir plotį. Aukšto dimensionalumo reprezentacijomis vadinamos 3D vizualizacijos, kurios apima ne tik aukštį ir plotį, bet ir tūrį, t.y., subjektas gali regėti realų objektą. 3D ir 4D objektai dažniausiai reprezentuojami kompiuteriu ir yra atskleidžiami kompiuterine vizualizacija. 9 paveiksle pateikiami minėtų dimensionalumų pavyzdžiai įvairių vizualumo lygmenų ir statuso kontekste.



9 pav. Vizualiųjų reprezentacijų statusas, lygmuo, galimos priemonės ir dimensijos (sudaryta autorės)

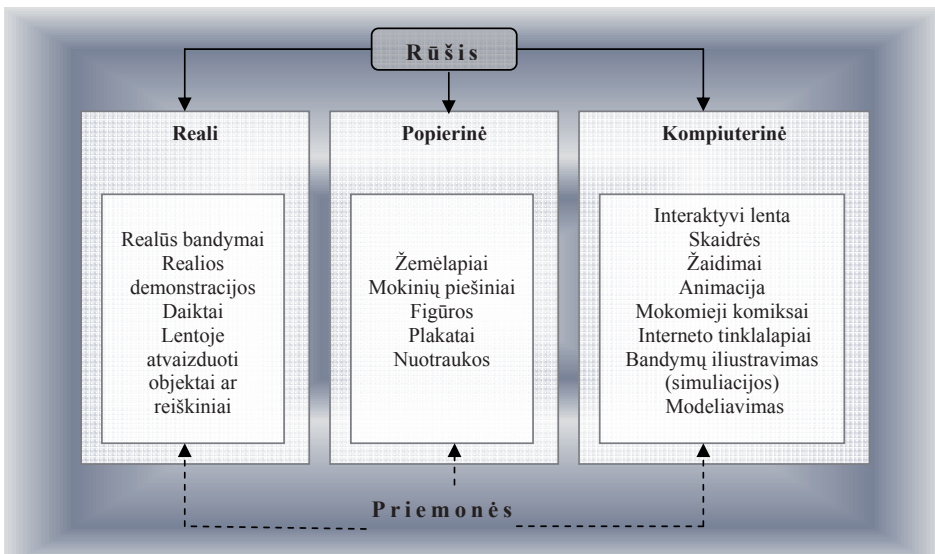
Vizualiųjų reprezentacijų statusas galėtų būti *realus* ir *meta* – pastarasis atitiktų tariamo, susitaro ir laikomo objektyviu, bet įprastai nematomo (9 pav.). *Realus statusas* reikštų, kad visi gamtoje egzistuojantys objektai, realiai žmogaus akiai matomi procesai ir jų rezultatai gali būti stebimi ir moksliskai ištiriami įgyvendinant loginio pozityvizmo paradigmą – objektyvizuotais metodais ir instrumentais, atliekant stebėjimus, eksperimentus, jų pakartojimus ir t.t. Šio statuso objektai yra tikri, jie reprezentuoja save – cheminės ir fizikinės medžiagos, daiktai – visa, kas realiai matoma ir, esant sąlygoms, gali būti panaudojama ugdymo procesui. Daugelį metų gamtamokslinio ugdymo pedagogai skatina mokymąsi lauke, mokiniams sąveikaujant su tikromis medžiagomis ir taip patiriant procesų virsmą, jo rezultatų panašumą ir skirtumus priklausomai nuo taikomų medžiagų, natūralių aplinkų (paros metas, metų laikas ir pan.). Tai įrodo, kad realios reprezentacijos, kurios atskleidžia savo, kaip supančio pasaulio elementų, savybes yra svarbios ugdymo procese, nes padeda suprasti sudėtingus procesus. Bet koks stebimas gamtos reiškinytis gali būti įvardinamas kaip realaus statuso vizualizacija, jei jis atstovauja sau makrolygiuose (regimas plika akimi be jokių vaizdą didinančių prietaisų) ir mikrolygiuose (regimas su specialiais vaizdą didinančiais prietaisais, pvz., mikroskopu, kuris padidina ląstelę taip, kad būtų matoma). Tačiau įvardyti lygmenys gali būti ne visai tikslūs ir ne visiškai tikti visoms disciplinoms, pvz., chemijoje J. K. Gilbert (2008) išskiria tik *Meta statuso* lygmenis, kurie pasitelkiami norint atskleisti sudėtingus reiškinius ir objektus. Mikro lygmuo *Meta* statuse reikštų, kad daiktas tiek mažas arba taip nutolęs, kad jo parodyti jokiais prietaisais kol kas neįmanoma (pvz., elektronai, planetų cheminės medžiagos), todėl mokslininkai kuria homogeniškai patvirtintas aksiomas apie tariamai egzistuojančių objektų charakteristikas įvairių jas reprezentuojančių modelių pavidalu (pvz., molekulės schema). Kadangi tie modeliai nėra realiai regimi, jie tėra sutartinis objektyvizuotas mokslininkų požiūris, pasitelkiant atitinkamą reprezentavimą, jie priskiriami *Meta statusui* – tariamam, galinčiam keistis, jei bus rasta naujų pokyčio mokslinių įrodymų.

Technologinis progresas paskatino mokslininkus savo modelius reprezentuoti kompiuterinėmis technologijomis, todėl mikrolygmens objektai multimodalinėmis ir multidimensinėmis vizualizacijomis sukuria realaus objekto įvaizdį, tikrumo kaukę, kuri leidžia ne tik suprasti, bet ir įsisavinti reprezentacijos turinį. Mikrolygmens kompiuterinės vizualizacijos „tikresnės“ nei meta statuso simbolinio lygio reprezentacijos. Pastarosioms priskiriami simboliai, lygtys, skaičiai ir panašūs kodai, pasižymintys viena dimensine savybe ir skirti tik tam, kad būtų galima realybę užkoduoti, o vėliau atlikti įvairius objektą padedančius pažinti veiksmus – pvz., skaičiavimus, prognozes ir kt. Kai kuriose disciplinose (ypač matematikoje) simbolinio lygio meta statuso reprezentacijos yra pačios svarbiausios, kurios nebūtinai yra tikrovės atitikmenys objektyvizuotų tiesių sistemoje – jos gali atstovauti abstrakčioms idėjoms, kurių tikslas *per se* – lavinti protinius gebėjimus. Tokių idėjų įsisavinimas dažnai lieka epistemiškai neprieinamas daugeliui ugdytinių, kadangi simboliai nesiejami su realiais gyvenimiškais atributais. Tai žinodami mokslininkai rekomenduoja, jei įmanoma, taikyti įvairius skirtingų statusų vizualiųjų reprezentacijų lygius, kad besimokantieji susidarytų kuo visapusiškesnį gamtamokslinių objektų suvokimą.

Meta statuso makrolygmens reprezentacijos atstovauja realiems objektams ir reiškiniams, tik tada, kai dėl tam tikrų priežasčių objektai realiai nepasiekiami. Šio lygmens vizualizacija dažniausiai taikoma medicinoje (taip sprendžiama iš gausaus mokslinių straipsnių apie eksperimentinės veiklos rezultatus šioje srityje skaičiaus) – talkinant kompiuterinėms simuliacijoms ir interaktyvioms virtualioms ar papildytosioms realybėms sukuriama vaizdai, įtraukiantys besimokantįjį į tariamai tikrą edukacinį procesą. Jame simuliuojami objektai atrodo kaip tikri, pvz., operuojamas simuliacinis žmogaus organas, taip sukuriama sąlyga episteminiam teorinės informacijos pritaikymui, ne išivaizduojant mintyse, bet realiai veikiant su simuliaciniais objektais, sukeliančiais absoliutaus tikrumo pojūtį.

Vizualizacija skirtingais lygmenimis gali būti pateikiama įvairiuose dimensionaluose, todėl jos įtaigumas ir vertė gamtamokslinio ugdymo procese turėtų būti reikšminga ir dėl multi-reprezentatyvumo ir dėl eksternalizavimo galimybių, ir dėl galimybių atskleisti nematomus objektus, sudėtingus reiškinius siekiant veiksmingesnio ugdymo. Eksternalizuotos vizualizacijos tobulinamos, kadangi keičiantis edukacinei aplinkai ir stiprėjant technologiniam progresui reprezentacijas galima perteikti ne tik lentoje, naudojant kreidą, bet ir popieriuje ir kompiuterio ekrane. Verta plačiau paanalizuoti šių vizualizacijų rūšis.

Disertacijoje aprašomos tos priemonės, kurios atstovauja klasikines ir postmodernios paradigmos raiškos atributus ugdymo realybėje, taikomus gamtamoksliniuose dalykuose priklausomai nuo pedagogo poreikio ir mokyklos materialinės bazės. Dauguma žemiau aprašomų priemonių įvardinamos kaip svarbios ir inovatyvios ne vien technine prasme, bet ir edukacine – 10 paveiksle pateikiamos autorės suklasifikuotos priemonės pagal jų reprezentavimo galimybes objektuose (popierius, virtuali ir reali aplinka).



10 pav. Vizualizacijos rūšys ir priemonės (sudaryta autorės)

10 paveiksle vizualizacijos rūšys ir priemonės yra rekomenduojamojo pobūdžio, manant, kad vizualizacija labiausiai atitinka ugdymo procese naudojamą priemonę, kurias mokytojai pažįsta arba bent jau yra apie jas girdėję. Vizualinės reprezentacijos suskirstytos į tris grupes pagal jų atvaizdavimo priemones arba medžiagas, ant kurių tie vaizdai yra pateikti.

Realioji vizualizacija galėtų būti tokia reprezentacijų rūšis, kai atvaizduojami objektai yra realios medžiagos (kurias sukonstruoja pats žmogus arba jos tiesiog egzistuoja nepriklausomai nuo jo), pasižyminčios kietosiomis (akmuo, kolbos, skeleto konstrukcija ir t.t.), skystosiomis (vanduo, įvairūs mišiniai ir jų skysčiai) ir dujinėmis (įvairios dujos) savybėmis. Naudojant šias medžiagas atliekami eksperimentai, demonstracijos, bandymai gamtoje, klasėje. Geografijos pamokose mokiniai rečiau turi galimybę stebėti makrolygmens reprezentacijas, tačiau tam kur kas didesnės galimybės jei ugdymo turinys perkeliamas į lauko aplinką – tuomet pvz., gali būti tyrinėjamas dirvožemis, matuojama žemė ir tiriamas pajūris ar ežeras. Ypač dažnai makrolygmens fizinė vizualizacija naudojama chemijos pamokose – jose mokiniai turi galimybę stebėti medžiagų tarpusavio reakcijas, sugretinti jas ir atlikti bandymus patys. Tačiau fizinė vizualizacija ne visuomet gali būti priskiriama makrolygmens reprezentacijoms, pvz., objektų vaizdavimas kreida lentoje arba fizinių daiktų naudojimas labiau tinka sub-mikrolygmeniui, nes minėti objektai yra konkrečios reprezentacijos. Kadangi jos padarytos iš minėtomis savybėmis pasižyminčių medžiagų, jos priskiriamos fizinei vizualizacijai, tačiau nepriklauso makrolygmens reprezentacijoms. Fizikos pamokose daug galimybių taikyti fizinę sub-mikro dimensionalumo vizualizaciją – svarelius, svarstyklės, laidus ir t.t. Matematikos pamokose daugiausiai naudojama lentoje vaizduojama informacija, kuri taip pat gali būti net simbolinio reprezentacijų lygmens. Biologijos pamokose dažniausiai taikomos jau sukurtos ir nekintančios vizualinės reprezentacijos, tokios kaip skeletas, virškinimo organų, smegenų prototipai ir kt.

Popierinei vizualizacijai galima būtų priskirti tas vizualines reprezentacijas, kurios atvaizduotos ant popieriaus. Jai priskirtini žemėlapiai, mokinių piešti piešiniai, geometrinės figūros, schemas, vaizduojančios struktūras, plakatai, kurių turinys atskleidžia įvykius, procesus, ir fotografijos, kurios šiuo atveju yra popierinio pavidalo, ne skaitmeninės. Popierinę vizualizaciją mokytojai mokyklose naudoja jau nuo senesnių laikų, kai dar nebuvo kompiuterių, tačiau šiuo metu ši reprezentacijos rūšis atgimė modernesniu pavidalu ir geresnės kokybės, kadangi net technologijomis sudėtingai atvaizduoti objektai gali būti perteikti popieriuje. Šios vizualizacijos priemonės tinkamos gamtos mokslams, matematikai ir geografijai, priklausomai nuo ugdymo turinio ir būtinumo.

Kompiuterinė vizualizacija atskleidžia vizualines įvairiadimensines reprezentacijas, kurios perteikiamos kompiuteriu. Ši rūšis gali būti vadinama multirepresentacine, kadangi ja galima perteikti ne vien vaizdus, bet ir garsą ir žodžius. 10 paveiksle išvardyti pavyzdžiai nėra visapusiškai apžvelgti, nes remtasi tuo, kad pedagogai edukacinėje realybėje kai kurių beveik nenaudoja, pvz., simuliacijos ar papildytosios realybės, todėl jos neįtrauktos į sąrašą. Pastaruoju metu dažniau naudojama interaktyvi lenta, kuria perteikiamos sudėtingesnės reprezentacijos ir skaidrės, parengtos Power Point programa. Pastarosios gali būti demonstruojamos ne tik kompiuterio ekrane, bet ir per interakty-

vioje ar baltoje lentose, pasitelkiant projektorius. Dažniau literatūroje minima animacija, mokomieji komiksai ir kompiuteriniai žaidimai, ypač tinkantys mažesnio amžiaus mokinių motyvacijai skatinti. Kompiuterinis modeliavimas, kompiuterinės schemas ir bandymų iliustravimas (kompiuterio/interaktyviosios ar baltosios lentos) ekrane vartojami siekiant atskleisti sudėtingesnes koncepcijas, abstraktesnius dalykus ir mokomąjį turinį, kuris sudėtingas mokantis įprastomis reprezentacijomis (pvz., žodžiais). Interneto tinklalapiuose gausu įvairių vizualiųjų reprezentacijų, kurios perteikiamos įvairiais dimensionalumais. Vaizdo medžiaga nėra įtraukta į sąrašus dėl galimo dubliavimo išvengimo, nes jos objektai perteikia 3D objektus, be to, rečiau naudojama ugdymo praktikoje, o filmuota ar kurta informacija pastaruoju metu daugiausiai demonstruojama pasitelkiant kompiuterius ir interneto tinklalapius. Kompiuterine vizualizacija reprezentuojama informacija priskirtina sub-mikrolygmeniui, nes duomenys dažniausiai modifikuoti ir nutolę nuo realybės, ją išgyventi ir patirti galima tik dalinai, pasitelkiant kognityvinius procesus ir atliekant atkodavimo veiksmus ir laikantis nuomonės, kad tos regėtos reprezentacijos yra egzistuojančio pasaulio dalis.

Reali vizualizacija

Klasikinė priemonė – įprastinė juodoji lenta taikoma ugdymo realybėje jau ne vieną šimtmetį. Pagrindinė juodosios lentos savybė – kodavimu atskleidžiami reiškiniai, kai naudojamas skaitinis, verbalinis, schematinis, simbolinis reikšmių vienetai. Kodavimai yra homogeniški ir objektyvizuoti, neatskleidžia individualios mokytojo, kaip daugiau pasaulį už ugdytinį suprantančio, patirties – priešingai, vartojamos reikšmės dėl visuotino edukacinių žinių generalizavimo moksliniu lygiu. Matematikos mokytojai lentoje piešia geometrines figūras arba rašo skaičius – tai simbolinis ir skaitinis kodavimai; geografijos mokytojai piešia Žemę ir užrašo terminus – simbolinis ir verbalinis kodavimai; chemijos ir fizikos pedagogai dažniausiai braižo schemas ir rašo lygtis – tai scheminis ir skaitinis/verbalinis/symbolinis kodavimai. Įprastinėje lentoje galimi įvairūs kodavimų deriniai, todėl tiek daug metų ji buvo populiarė – joje reprezentuojami moksliai apibūdinamos tikrovės elementai visiems matomu būdu; lenta yra klasės viduryje prieš ugdytinius, todėl gerai matoma, talkina mokytojams, siekiantiems ne vien diskursyviu būdu atskleisti gamtos dalykų turinį. Tačiau juodosios lentos ribotumas (kol mokytojai lentoje atvaizduoja norimus objektus, tai užima laiko; simbolių-erdvinių objektų vizualizavimas kreida lentoje reikalauja meninių gebėjimų, būdingų ne gamtamokslinės srities specialistams, todėl reprezentuojami tikrovės artefaktai ne visuomet tikslūs ir aiškūs) paskatino mokslininkus ieškoti alternatyvos, suteikiančios ugdymo procesų dalyviams daugiau laisvės veikiant ir galimybės sutaupyti laiko, kuri galima skirti episteminei praktikai. Lenta derinama su kitomis priemonėmis, pasižyminčiomis skaitmeninėmis galimybėmis. Pastarųjų trejų metų mokslinės literatūros, aktualizuojančios tradicinę lentą, stokojama, kur kas daugiau tyrinėjama juodoji lenta, kuri tiesiogiai derinama su e. mokymu (Hasegawa, 2010; Martin ir kt., 2011; Uziak, 2009), skaitmenine fotografija (Bruun, 2009). Kai kuriuose tyrimuose konstatuota, kad besimokantieji juodoji lenta priimtinesnė nei nuotoliniai kursai (Parker, Parker, 2010), pabrėžiama jos nauda įvertinant mokinių episteminės praktikos metu įgytus la-

boratorinius gebėjimus (Epping, 2010). Spartėjant technologiniam progresui, juodąją lentą pakeitė baltoji interaktyvioji, kurios privalumai ir trūkumai analizuojami kur kas plačiau ir išsamiau. Atlikti tyrimai atskleidžia edukacines ypatybes, taikant tradicines baltąją ir juodąją lentas.

Kur kas daugiau tyrinėjama interaktyviosios lentos, kaip artefakto, reprezentuojančio multimodales reprezentacijų savybes, reikšmė ugdyme. Šia priemone galima perteikti sub-mikrolygmens reprezentacijas įvairių spalvų ir mažiausiai 2D pavidalu, valdant jų dydį ir dinamiką erdvėje. Eksternalizuotas tikrovės reiškinių atskleidimas turtinga formų, spalvų, dimensijų, vitališkumo ir kontrastiškumo poveikis labiau vertinamas gamtamoksliniuose dalykuose. Juodoji įprastinė lenta reprezentuoja statiškus objektus, vizualizuojamus pamokos metu ir kontekstualizuojančius laikiškumo parametras, todėl ši klasikinė priemonė neturi objektų, kaip artefaktų, išsaugojimo (išlaikomojo, suteikiančio ilgalaikę vertę) požymio, reikalingo, jei norima vaizdines reprezentacijas panaudoti kitoje pamokoje, o tai visiškai priešinga interaktyviajai lentai, kurios atminties fonduose esantiems iš anksčiau sukurtiems objektyvizuotiems gamtamoksliniams modeliams ir objektams priskiriama išliekamoji vertė. Interaktyviaja lenta galima reprezentuoti kur kas daugiau objektų, juos greitai pakeičiant kitais ir vėl gražinant senuosius, todėl objektų eksternalizacija įmanoma nepaisant jų eliminavimo. Taip sustiprinama edukacinė vertė – eksternalizuotas vizualias reprezentacijas galima kartoti, todėl tai padidina šios priemonės multimodalinę funkciją – ugdytiniai įtraukiami į interaktyvų mokymosi procesą.

Reprezentacijos su tikromis medžiagomis – episteminės praktikos dalis, kurios metu operuojama eksternalizuotomis vizualinėmis reprezentacijomis, todėl jie priskiriami priemonių grupei tik dėl procese naudojamų realaus gyvenimo elementų, jei kalbama apie fizines medžiagas, ir artefaktų – jei mintyje turimas kompiuterinis kontekstas. Gamtamoksliniame ugdyme nuo senų laikų dominavo požiūris, kad pasaulį reikia tirti empiriškai, todėl loginio pozityvizmo metodai ir juos įprasminančios priemonės vartojamos itin dažnai ir šiandien. Tačiau edukacinėje praktikoje fizines priemones laboratoriniams darbams taikantys pedagogai patiria metodo trūkumą, ribojantį ugdytinių episteminę praktiką. Jei ugdymo procese reikia parodyti gyvybei pavojingus ir retų medžiagų sąveikavimo reiškinius – pasitelkiama kompiuterinė laboratorinių darbų vizualizacija.

Technologinės pramonės produktai derinami su įprastais eksperimentais ir laboratoriniais darbais, kuriuose taikomos medžiagos, turinčios konkrečią fizinę išraišką ir savybes (pvz., druska, vanduo, molis, žemė, smėlis, svareliai, kubai ir t.t.), todėl galimi įvairūs variantai: kai atliekami laboratoriniai darbai su, pvz., vandeniu ir kitomis cheminėmis medžiagomis, o jų atitinkamas cheminių savybių kismas eksternalizuojamas kompiuterio ekrane ir ištransliuojamas mokiniams per interaktyviają lentą; analogiškai prietaisais matuojamas objekto judėjimo greitis nustatomas, bet per fizinę jungtį duomenys įvedami į interaktyviają lentą ir klasėje regimi vykstantys pokyčiai, užkoduoti įvairiais kodais (schemomis, simboliais, konkrečia natūralistine objektų reprezentacija ir pan.). Jei laboratoriniai darbai nėra visiškai kompiuterizuoti, ugdytinis turi galimybę sąveikauti su medžiagomis tikroju jų pavidalu ir taip epistemiškai praktikuotis, naudoda-

mas makrolygmens reprezentacijas, kurių neįmanoma pasitelkti taikant kitas priemones (išskyrus eksperimentus). Būtent dėl šios savybės loginio pozityvizmo metodai turėjo ilgalaikę vertę ne tik moksle, bet ir edukacinėje bendrojo lavinimo mokyklos praktikoje – ugdytinis pažindavo (ir pažįsta) pasaulį per jos realius elementus, o laboratorinių darbų ir eksperimentų metu jis lavina savo praktinius gebėjimus, kognityvinius procesus ir suvokia pasaulį kaip epistemiskai prieinamą jo sąmonei, o medžiagas – kaip realius vizualiai konkrečius objektus, bet ne kaip abstraktaus suvokinio homogenizuotus ir objektyvizuotus artefaktus, skirtus gamtinei realybei atkoduoti. Todėl pedagogams ir mokslininkams įprasta manyti, kad sudėtingi ir žmogaus akiai neregimi veiksniai vizualiųjų artefaktų pavidalais gali būti transformuoti į sub-mikrolygmenį, aiškumo dėlei taikant kompiuterinę vizualizaciją virtualių laboratorinių darbų ir eksperimentų metu, tačiau taip eliminuojant sąlygas sąveikauti su makrolygmens reprezentacijomis.

Konstatuojama daug laboratorinių darbų taikymo biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose privalumų. Moksliniame diskurse ypač argumentuojama laboratorinių darbų įtaka suvokimui apie pasaulio dalelių pažinimą (Prins ir kt., 2008; Cacciatore ir kt., 2008; Stanislaw, Jerzy, 2011; Dzerviniks, 2005; Wild, Swan, 2011; Fuselier ir kt., 2011; Franke, Bogner, 2011; Dkeidek ir kt., 2011; Calza, Oss, 2011; Picciarelli, Stella, 2010), kai per chemijos ar biologijos pamokas objektų poveikis pažįstama realybei, neregimi daiktai ir elementai tampa regimi, traktuojami kaip įdomesni (Saitta ir kt., 2011; Roberson, Lankford, 2010; Bednarek, Krysiak, 2011; Wormell, 2009; Cheung, 2011) ir artimesni mokinio sąmonei, skatinantys pasitenkinimą, aktyvumą, skirtingą mokymosi perspektyvą, grįžtamąjį ryšį (Abdullah ir kt., 2009), laiduoją efektyvų (Singhal, Arun, 2009; Martínez ir kt., 2010), konstruktyvų (Bell, 2011; Efthimiou ir kt., 2011) ir rezultatų (Nivalainen ir kt., 2010; Warren, 2008) mokymąsi.

Vizualinės reprezentacijos su tikromis medžiagomis (laboratoriniai darbai) lengvina mokinių suvokimo procesus (Gyllenpalm, Wickman, 2011; Deacon, Hajek, 2011; Milner, Templin, Czerniak, 2011; Aydin, 2011; Keban, Erol, 2011; Kuntzleman ir kt., 2011; Vamvakeros, Pavlatou, Spyrellis, 2010; Feyzioėlu, 2009; Robelen ir kt., 2011), kurie padeda geriau suprasti biologiją, chemiją, fiziką ir matematiką. Laboratorinių darbų metu mokiniai turi galimybę sąveikauti su tikromis medžiagomis, kurios santykiškai reprezentuoja realią objektų prigimtį ir sąmoningai koreliuojamos su empiriškai artimu gyvenimu kaip esamu ir pažiniu. Bandymų metu stebima, kaip kismo ir virsmo fenomenai aktyvuoja veiksnius, laiduojančius besimokančiojo patirtį stebėti ir keisti procesų eigą priklausomai nuo užduoties. Taip pasaulis suprantamas mokiniui artimesniu būdu dėl panašumo į kasdienio gyvenimo elementus ir jų dinamiką.

Išorinių realistinio pasaulio elementų vizualizacijos makrolygmenyje įvardijamos ir kaip esminės siekiant ugdymo proceso rezultatų: geresnių mokymosi pasiekimų pažymių išraiška (Russell, Weaver, 2011), labiau pastebimų įgūdžių (Baumgartner, 2010), žinių, atliekant panašią veiklą (Blue, Jacob, 2009; Rogers ir kt., 2010; Cargill, 2011). Eksternalizuoti realybės objektai ir jų sąveikavimas hipotezių tikrinimo prasmėje praplečia ir ugdymo procesinių rodiklių skalę: pabrėžiama, jog taikant vizualines laboratorines medžiagas stiprėja komunikacija (Straulino, Cartacci, 2009), mokytojo ir mokinio tarpusavio ryšys (Ding, Harskamp, 2011), lavėja kritinis mąstymas (Bushey, 2010),

kuris ir priartina subjektyvų pažinimo modelį prie objektyviojo mokslinio, koreliuojančių tarpusavyje.

Panašūs privalumai priskiriami ir *eksperimentams su tikromis medžiagomis*. Šios veiklos pridedamoji vertė išryškėja per kognityvinių procesų veikdinimą ir mokinio savęs valdymo ir savo veiklos organizavimo, veiksmingo grįžtamojo ryšio gavimo apraiškas (Bílek, Skalická, 2009; Li ir kt., 2010). Katharina ir kt., 2010; Aydin, 2011; Mavrikaki, Athanasiou, 2011; Velentzas, Halkia, 2011; Wheeler, 2011; Horta, 2011; Böhmová ir kt., 2009; Adamec, Beneš, 2009; Meissner, Bogner, 2011; Perkins ir kt., 2010; Nargund-Joshi ir kt., 2011; Van Mill ir kt., 2010; Black ir kt., 2008; Arrington ir kt., 2008; Blonder, 2008). Konstatuojama, kad mokiniams kontaktuojant su realiomis medžiagomis, sukuriama sąlyga, lemiančios efektyvesnį ugdymą ir galimybes sustiprinti žinojimą ir patirtį (Velentzas, Halkia, 2011; Misic ir kt., 2010; Vassileva, 2010; Vogt ir kt., 2011), mokytojams – tobulinti mokomąjį turinį (Agliolo ir kt., 2011). Akcentuojamas ir aktyvus sąveikavimas su cheminėmis medžiagomis (Tsaparlis ir kt., 2010; Beck ir kt., 2010), kurios padeda mokiniui pažinti pasaulį per mikro dalelių veikimo procesus ir taip labiau supaprastinti gamtos mokslų prigimtį. Vizualizacijos su tikromis medžiagomis eksperimentų metu atskleidžia sudėtingus, žmogaus akiai neįprastus fizinius reiškinius (Siew Wei, Hussain, 2011; Gallitto, Fiordilino, 2011; Skoumios, Paspalis, 2010; Galvez, Singh, 2010; Bílek, Kmet'ová, 2010), todėl mokiniai gali lengviau suvokti kitais būdais užkoduotus cheminius ir fizinius procesus – pvz., formulėmis, lygtimis ar sąvokomis. Empiriniai tyrimai byloja, kad fizinės vizualizacijos padeda mokiniams patvirtinti teorines hipotezes (Wild, Swan, 2011; Keban, Erol, 2011; Saitta ir kt., 2011) taip siejant teoriją su praktika ir suteikiant daug pozityvių emocijų (Bednarek, Krysiak, 2011; Jagodzinski, Wolski, 2011) mokymosi proceso metu.

Popierinė vizualizacija

Žemėlapiai. Vietovės, regionai, erdvės, žemė plotai, atstumai ir kiti elementai užkoduojami homogenizuota mokslininkų patvirtina populiacijos metakalba, kuri atstovauja išorinių reprezentacijų vizualizacijas sub-mikro lygmeniu. Eksternalizuota tikrovės kopija simbolių ir ženklų vaizdine išraiška skaitoma kaip atitiktis realybėje egzistuojantiems objektams, epistemiskai suvokiamiems ir ontologiškai apibūdinamiems duotoje reikšmės atkodavimo situacijoje, kurioje sąveikauja subjektyvi besimokančiojo ir visuomenės, kaip sukurto produkto atstovės, patirtis. Intencionaliai dominuoja kognityvinių ir socialinio konstruktyvaus mokymosi sąlygos, žemėlapių skaitymo metu keičiant mentalinius modelius, kaip individualias epistemologines reprezentacijas, adaptavimo prie jau esamų arba *dekonstravimo* būdais. Daugiausia žemėlapiai vartojami geografijos pamokose: juos mokomasi suprasti ir sudaryti (Kastens, 2010; Stankovic ir kt., 2011; Gillen ir kt., 2010; Konečný, Staněk, 2010; Neumann ir kt., 2011), šiam tikslui net sukuriama tarpdisciplininės užduotys (Concannon, Aulgur, 2011). Tačiau žemėlapiai vartojami ne tik geografijos pamokose: moksliniuose straipsniuose aprašoma eksperimentinė patirtis taikant žemėlapius fizikos (Alias, Tukiran, 2010) ir biologijos pamokose (Civin, 2009). Ši vizuali eksternalizuota pasaulio objektų reprezentacija diferencijuotai taikoma heterogoniškose populiacijose ir turinio prasme skirtingame ugdymo kontekste.

Tyrimais konstatuojama, jog žemėlapiai visiškai tinkami bet kurio amžiaus mokiniams, nes juose ant plokštumos užkoduoti realaus gyvenimo duomenys, todėl besimokantysis juos supranta, skaito ir interpretuoja (Demiralp, 2009) priklausomai nuo savo patirties ir sąmonės intencionalumo žinioms įsisavinti. Šios vizualinės reprezentacijos nauda įvardijama ir kaip padedanti psichologinių procesų veiklai – Turkijoje atliktas tyrimas su 15–16 metų mokiniais atskleidė (Dal, 2010), kad mokymasis iš žemėlapių iš esmės sustiprina kognityvinių procesų vystymąsi, todėl, tyrimą atlikusio autoriaus nuomone, mokytojai turėtų būti mokomi, kaip juos panaudoti darbo praktikoje, o vadovėliuose tam turėtų būti skiriama daugiau temų. Remiantis minėtomis rekomendacijomis, išryškėja vis dar dominuojanti klasikinės edukacinės paradigmos raiška pamokose, nes pats tematinis ir struktūrinis pamokos turinys neatitinka postmoderniosios paradigmos iššūkių-reikalavimų, todėl ir konstatuojamas skatinamasis pasiūlymas tobulinti vadovėlius, daugiau į juos integruojant žemėlapių. Mokslininkų teigimu (Wright, 2009), tai sugebėjimas įgytas žinias panaudoti realiame gyvenime, kai sukuriama sąlyga plokštumoje užkoduotus objektus atpažinti mintyse sukuriant jų vidines vizualias reprezentacijas ir susieti juos su tikrai realybėje egzistuojančiais daiktas, dydžiais, matmenimis.

Kompiuterinė vizualizacija

Pastaruoju metu daugėja mokslinių argumentų priemonėms, kurios pasižymi aukštu vizualumo lygmeniu – multimodalumu ir multidimensionalumu (Yerushalmy, Swidan, 2012; Adadan, 2012, Adadan ir kt., 2010; Blown, Bryce, 2010; Hand ir kt., 2009; Atıla ir kt., 2010; Waldrip ir kt., 2006, 2010; Murcia, 2010; Stevens, 2010; Prain ir kt., 2009), kurie labiau paveikia subjektų mokymosi procesą ir laiduoja geresnius jo rezultatus. Mokslinėje literatūroje aktualizuojamas *interaktyviosios lentos* poveikis kognityviniams procesams (Geer, Barnes, 2007), išmoktų pamokų refleksijai (Rocco, 2010). Įžvelgiama galimybė diferencijuoti ir individualizuoti ugdymo turinį skirtingų poreikių mokiniams – pagal kognityvinius gebėjimus (Sahin, Cimen, 2011; Hwang ir kt., 2009) ir pagal mokymosi stilius (Mechling ir kt., 2007). Tyrimais konstatuota, kad net į veiklas neįsitraukę mokiniai daugiau išmoko stebėdami interaktyviojoje lentoje atliekamas užduotis nei įprastose pamokose (Olsen ir kt., 2011). Tai dar kartą pabrėžia šios priemonės pranašumą įprastos juodosios lentos atžvilgiu – konstatuojamas tobulesnis variantas, atliekantis geresnį mediatoriaus vaidmenį edukacinių artefaktų taikymo kontekste. Pedagogams, techniniu požiūriu, interaktyvioji lenta naudinga dėl platesnių galimybių atvaizduoti pamokos turinį grafikais, diagramomis, judinant iš vienos vietos į kitą įvairius paveikslus (Hoslar, Brahier, 2008); ji suteikia sąlygas vitališkiau perteikti mokomąjį turinį, vizualinių reprezentacijų būdu interaktyviai, kai 3D ir 4D objektai pateikiami dinamiškai, įtraukiant mokinius į procesų keitimą.

Bandymų iliustravimas kompiuterio ekrane, arba virtualios laboratorijos, suteikia galimybę pamatyti fiziškai retai regimus arba niekada neregimus objektus ir jų sąveikavimo vienas su kitu procesus (chemines reakcijas ir pan.), sukuria dirbtines sąlygas „negyvomis“ ir realiai neegzistuojančios, tačiau turinčiomis objektyvizuotas vizualiai eksternalias analogijas medžiagomis atlikti gamtamokslinius bandymus (pvz., užauginti augalą pasėjus sėklą, atlikti cheminius bandymus su pavojingomis sveikatai medžia-

gomis.), kuriuos sunku realizuoti klasės aplinkoje dėl priemonių, laiko, erdvės ar praktinio pasirengimo stokos. Virtualios laboratorijos valdomos pelės arba klaviatūros paspaudimais, todėl yra nesudėtingos naudoti, visapusiškai vizualios ir jas galima taikyti ne tik klasėje, bet ir namuose. Mokslininkų teigimu, ši priemonė ypač naudinga padėjo 10 klasės mokiniams – pagerėjo jų akademiniai pasiekimai, susiformavo reikalingi įgūdžiai (Yang, Heh, 2007; Barnea, Dori, Hofstein, 2010; Barnea, 2000; Cancilla, Albon, 2008). Akcentuojama, kad virtualių laboratorijų reprezentacijų taikymas sutaupo mokytojams laiko (Hatzikraniotis ir kt., 2010; Cheung, 2011; Fuselier ir kt., 2011) palyginti su įprastomis makrolygmens reprezentacijomis. Mokslininkai glaudžiai bendradarbiauja su mokytojais, kurdami ir išmėgindami naujas programas (Garces, Sanchez-Barba, 2011), todėl tai laiduoja geresnį produktų realizavimą. Virtualiose laboratorijose dominuoja informacijos pateiktis vizualinėmis reprezentacijomis, todėl ji naudinga ir tiems mokiniams, kurie yra silpnesnių kognityvinių gebėjimų, ir tiems, kurie pagal savo gebėjimus lenkia klasės lygį – dažniausiai ši priemonė pagreitina eksperimentų demonstravimą, todėl greičiau įsisavinta medžiaga panaudojama praktikoje ir mokantis tolesnių temų. Ypač dažnai tokio tipo laboratorijos būna diferencijuotos pagal užduočių sudėtingumo lygį skirtingo gabumo mokiniams.

Priešingas vizualizacijos pateikimas eksperimentais – *kompiuterinės simuliacijos*. 4D objektai arba interaktyvūs 3D objektai sujungti ir sukuria atitinkamas interaktyvias priemones, vadinamas kompiuterinėmis simuliacijomis. Pastarosios ne tik atskleidžia vizualiai sudėtingus reiškinius, bet ir įtraukia besimokantįjį į veiklas, kurių atlikti realybėje nėra galimybių (pvz., „pakeliauti“ po žmogaus vidinius organus ir jų ląsteles, išardyti garo mašinos variklį ir sudėti jį iš naujo), todėl pats priemonės naudojimo tikslas yra episteminės praktikos metu išmokyti sudėtingų dalykų, sužadinti motyvaciją ir suaktyvinti kognityvinius procesus, pasitelkiant dirbtinai sukurtas sąlygas, reprezentuojančios itin išskirtines medžiagas, aplinkybes. Kompiuterinės simuliacijos, kaip viena iš 3D objektus jungiančių vizualių pateikčių, suteikia galimybę besimokančiajam atlikti veiksmus su artefaktu, sukuriant objektyvios realybės pojūtį, todėl veiklos sėkmę laiduoja artefakto panašumas į realybėje esančių objektų ar procesų atitikmenis – kuo daugiau panašumo, tuo stipresnis poveikis.

Mokslininkų empiriniai tyrimai įrodo, kad kompiuterinės simuliacijos įvardijamos kaip naudingos (Lindgren, Schwartz, 2009; Klop ir kt., 2010; Reijenge ir kt. 2007; Allen, 2007; Bolton ir kt., 2008; Scharfenberg, Bogner, 2011; Durmus, Karakirik, 2006) tiek kognityviniu, tiek edukaciniu ir socialiniu aspektais. Mokiniais, turintiems silpnesnius suvokimo (Khan, 2011; Eskrootchi, Oskrochi, 2010) ir vaizduotės gebėjimus (Urhahne ir kt., 2009; Rutten, van Joolingen, van der Veen, 2012), simuliacijos padeda lengviau suprasti ir įsivaizduoti sudėtingesnius procesus, lengviau įgyjami reikalingi įgūdžiai, mokymasis tampa konceptualesnis (Kluge, Bakken, 2010). Pedagogams sumažėja darbo, o mokiniams – mokymosi krūvis (Liu, 2011; Hyunjeong ir kt. 2006), kadangi simuliacijos atliekamos naudojant virtualias priemones, kurių nereikia turėti realioje klasės aplinkoje, galima bandymus atlikti daug kartų, kas dažniausiai neįmanoma naudojant fizinius objektus dėl jų laikinos paskirties arba sunku pamatyti procesą dėl procesų laiko dimensionalumo (pvz., sunaudotas chemines medžiagas reikia išplau-

ti iš mėgintuvėlių arba biologinės medžiagos – pvz., sėklos daigo auginimas užtrunka kelias savaites). Akcentuojamas greitesnis ir sustiprintas grįžtamasis ryšys (Hickey, Ingram-Goble, Jameson, 2009), poveikis lavinant sisteminių mąstymą (Evagorou, ir kt. 2009), pabrėžiama reikšmė mokinių emocijoms, todėl atkreipiamas dėmesys į subtilius edukacinių priemonių pateikimo etapus, kuomet simuliacijos neturėtų tapti itin patrauklios, nes gali sukelti priešingą efektą (Schwarz, Meyer, Sharma, 2007) – ugdytiniai norėtų jas naudoti skatinami hedonistinių poreikių ir lauktų džiaugsmingų emocijų, o ne edukacinės naudos turinio įsisavinimo prasme. Simuliacijų taikymas gamtamokslinio ugdymo procese turėtų būti derinamas su tradicinio mokymo priemonėmis (Lee, Yu-Fen; Guo, 2008) ir metodais ir dėl edukacinių pateikčių diferenciacijos, ir dėl individualizacijos elementų dermės, kai tarpusavyje sąveikautų verbalinio ir vizualinio pateikimo priemonės ir metodai, atspindintys klasikinės ir postmodernios paradigmos sąlytį.

Kompiuterinė vizualizacija (simuliacijos, virtualios laboratorijos ir eksperimentai) teigiamai vertinama ir dėl tyrimais grįstų įrodymų, laiduojančių vizualinių reprezentacijų, kaip multimodalinių pateikčių, poveikį dimensionalumo pranašumo įprastinių tradicinių vaizdumo priemonių atžvilgiu. Praktikoje regimas virsmas – pastaruoju metu 2D objektus pakeičia 3D objektai, kuriuos taikant ugdyme besimokantieji pasiekė geresnių rezultatų (Khairuluanar, Nazre, Jamilah, 2010; Amador ir kt., 2009; Schleich ir kt., 2009), praplėtė savarankiško mokymosi galimybes (Yeung, 2004) ir įgavo galimybių naujomis formomis mokytis gamtamokslinio ugdymo (Yufeng, 2009). Autoriai konstatuoja faktus, kad taikant 3D objektus gamtamokslinio ugdymo procese galima išvengti mokinių nesupratimo (Accascina, Rogora, 2006), geriau reprezentuoti objektus (Izham, ir kt. 2011) ir sustiprinti mokymo(si) procesą (Price, Hee-Sun, 2010).

3D sub-mikro reprezentacijos vizualine išraiška perteikiamos ir kitomis priemonėmis, įgalinančiomis veiksmingesnę biologijos, chemijos, fizikos, matematikos ir geografijos dalykų įsisavinimą. Rečiau praktikoje taikomi kompiuteriniai žaidimai, animacija (O'Day, 2010) – tai edukaciniais tikslais gaminamos priemonės, kurios pradėtos naudoti tik tuomet, kai buvo suvoktas jų dažnas naudojimas namuose hedonistiniams tikslams – pramogoms. Anot P. Blanchfield (2009), *edukaciniai kompiuteriniai žaidimai* nėra vien žaidimai tiesiogine prasme, nes, svarbiausia, jie turi edukacinę turinį ir tikslus, paremtus žaidybiniais elementais. Mokiniam tai priimtina, nes dauguma jų moka gerai žaisti – tai tarsi raktas. Svarbus akcentas – kompiuteriniai žaidimai yra įvairių lygių, todėl jie tinkami heterogenizuotai mokinių populiacijai, individualizuojant ir diferencijuojant gamtamokslinių dalykų turinį. Jie traktuojami kaip inovatyvios priemonės (Mansour, El-Said, 2009), todėl sukuria atitinkamas situacijas, kurios paradigmu kaitoje lemia pokyčių proveržį. Ši vizualizacija atskleidžia objektus per įdomią interaktyvią vaizdinės reprezentacijos priemonę sub-mikro reprezentacijų lygiu. Teigiama, kad ji suteikia besimokančiajam galimybę sąveikauti, simuliuoti, bendradarbiauti, dokumentuoti mokymąsi ir kaupti patirtį apie realų gyvenimą (Blue, Tirota, 2011) veiklomis, kurios kiekvieną paskatina aktyviau domėtis mokomuoju turiniu, nes asocijuojasi su maloniu užsiėmimu, aktyvinančiu teigiamas emocijas, galimai ir vaikystės prisiminimus, vaikystėje įgytą patirtį.

Animacija, taip pat kaip ir kompiuteriniai žaidimai, siejasi su hedonistinių poreikių tenkinimu, todėl jų naudojimas įvardijamas kaip sėkmingas: animacija padeda apibūdinti reiškinius, kalbėti ir dalytis išpūdžiais (Harrison ir kt., 2010; Chang ir kt., 2010; Marbach-Ad ir kt., 2007; Lin, Dwyer, 2010), padeda lengviau išmokti sąvokas (Karlsson, 2010; Scheiter ir kt., 2010), lengviau suprasti įvairių lygių reprezentacijas (Doymuş ir kt., 2009) ir pasiekti aukštesnių mokymosi rezultatų (Kirsehir, Mutlu, 2009). E. Nilsson, A. Jakobsson (2011) kompiuterinę animaciją įvardija kaip artefaktą, kuris naudingas atliekant kontekstualizaciją gamtamokslinių mokymantis sąvokų. Daugiausia animacija privalumų turi ir mokinių vidinės ir išorinės motyvacijos skatinimo (Hainey ir kt., 2009; Apperley, Beavis, 2011; Moseley ir kt., 2009; Otta, Tavella, 2010; Huntley, Flores, 2011; Brom ir kt., 2011).

Kompiuterinis modeliavimas – viena iš moderniausių priemonių, kuri taikoma dažniausiai chemijos, fizikos ir matematikos pamokose. Mokslininkų argumentai, teigiantys apie modeliavimo privalumus, išreikšti esminiais naudingumo elementais – poveikis procesų suvokimui (Sins, ir kt. 2009), gilesniam žinių įsisavinimui (Sins, ir kt. 2005), aiškesnei, labiau struktūruota testinės informacijos vizualizacija (Teodoro, Neves, 2011; Sokolowski ir kt., 2011). Įžvelgiamas ir socialinis aspektas – tarpasmeninių santykių ir bendradarbiavimo įgūdžių stiprinimas (Louca, Zacharia, 2008) taikant kompiuterinį modeliavimą pamokose.

Internetas įvardijamas kaip veiksminga (Jagodzinski, Wolski, 2011; Sorensen ir kt., 2007) ir netgi sėkmingiausiai (Reichelt, Pickard, 2008) naudojama priemonė gamtamokslinio ugdymo procese dėl vizualizacijos ir verbalizacijos dermės pateikčių, kurios besimokančiajam suteikia platesnių galimybių išmokti reikiamą medžiagą. Internetu pateikiamos vizualizacijos skatina mokinių mokymosi motyvaciją (Lee, Silvia Wen-Yu., ir kt., 2011; Yen, Hung-Chih ir kt. 2011; Özden, Şengel, 2009), teigiamas emocijas (Tsai ir kt., 2011), padeda suprasti sudėtingas temas (Angeli, Valanides, 2008; Luke, ir kt., 2009; Lents, Cifuentes, 2009; Pace, Jones, 2009), variacijas (Shumate, Windsor, 2010), padeda pagilinti žinias (Sbihi, El jazouli, 2009), identifikuoti gamtamokslines sąvokas (Pace, Jones, 2009), atliekant refleksijas (Al-Fadda, Al-Yahya, 2010). Internetinės pateiktys mokantis gamtamokslinių dalykų naudingos ir dėl socialinių veiksnių kitimo – formuojamos stipresnės komunikacijos galimybės (Juuti ir kt., 2009), ugdymo turinys priartinamas gyvenimui už mokyklos sienų (Campbell, Wang, Hsu, 2010). Mokslininkai pabrėžia, kad interneto naudojimas ugdymo procese palaiapsniui dažnėja visose gamtos mokslų disciplinose, tačiau vis dar nėra atitinkamo pedagogų pasirengimo, kuris laiduotų efektyvesnę ar dažnesnę jo taikymą pamokų metu. Keliama prielaida, kad internetas reikalauja naujos (Childs, Sorensen, Twidle, 2011), postmodernios edukacinės paradigmos, kuria būtų grindžiama mokytojo veikla ugdymo proceso metu: nuo tiesioginio klasės valdymo būtų pereita prie savarankiškesnio mokinių mokymosi, pedagogui atliekant konsultanto, o ne tiesioginio žinių perteikėjo funkcijas. Kai kurie mokslininkai konstatuoja (Lee, Silvia Wen-Yu., ir kt., 2011), kad dauguma pedagogų vis dar nėra pasiruošę dirbti su internetu ir to mokyti savo mokinius.

1.1.3. Priemonių taikymas praeities, dabarties ir ateities pamokose

Eksternalizuota mokslinių sąvokų ir reiškinių reprezentacija vizualia išraiška visiems suprantamu būdu tobulinama nuolat atnaujinant tam skirtas kompiuterines programas ir su tuo susijusią techniką. Remiantis besikeičiančios edukacinės paradigmos konspektu ir galimybe biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose vartoti sub-mikro lygmens 3D–4D vizualizacijas, svarbu plačiau paanalizuoti priemonių taikymo svarbumą/aktualumą edukacinėje realybėje. Duomenų analizė atskleis, kokiose srityse ir kokia vizualizacija yra plačiausiai analizuojama mokslininkų, kurių tyrimo objektas yra vizualiųjų pateikčių taikymo ypatumai. Šiam tikslui panaudoti užsienio duomenų bazių EBSCO ir WILEY moksliniai straipsniai, atrinkti pagal raktinius žodžius, nurodomus paveikslų pavadinimuose.

1 lentelė

Sritis, kuriose vizualizacija tyrinėjama daugiausia

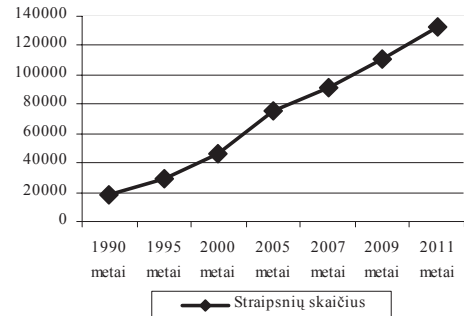
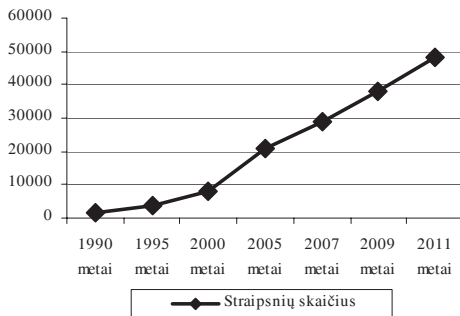
Sritis/mokymo-si disciplina	Mokslininkai
Chemija	Arasasingham ir kt., 2004; Wu ir kt., 2004; Hamilton, 2003; Jared, 2009; Chittleborough, Treagust, 2008; Kelly, Jones, 2008; Donovan, Nakhleh, 2007; Penn ir kt., 2007; Roy, Luck, 2007; Schönborn, Anderson, 2006; Ray, Cook, 2005; Coleman, Fedosky, 2005, 2006; Coleman, Gotch, 1998; Coleman ir kt. 2005; Stokes-Huby, Vitale, 2007; Ferk ir kt. 2003; Sandvoss ir kt. 2003; Stieff, Wilensky, 2003; Linn, 2003; Turner, Lindsay, 2003; Montes ir kt., 2003; Eun-mi ir kt., 2003; Johnson, 2004; Halpine, 2004; Appling, Peake, 2004; Wilder, Brinkerhoff, 2007; Indhumathi ir kt., 2007; Tonkes, Loch, Stace, 2005; Pagliaro, 2010; Podolyan, Leszczynski, 2009; Stroud, Schwartz, 2010; Yun, Varetto, 2010; Saul, Kikas, 2003; Sand ir kt., 2011; Stieff, Raje, 2010; Ayres ir kt., 2010; Wilinski ir kt., 2011; Al-Balushi, 2009; Locatelli, Ferreira, Arroio, 2010; Homer, Plass, 2010; Arroio ir kt., 2008; Shishonok, Makarenko, 2010; Aumann ir kt., 2003; Lakhvich, 2010; Burewicz, Miranowicz, 2002; Barak, Nater, 2005.; Keiter, Puzey, 2006; Kohorst, Cox, 2007; McKay, Boone, 2001; Milner, 1999; Roberts ir kt. 2005; Velazquez-Marcano ir kt., 2004; Meyer, Sargent, 2007; Jones ir kt., 2005; Bakas, Mikropoulos, 2003; Frailie ir kt., 2009; Yun, Varetto, 2010.
Matematika	Lattu ir kt., 2003; Richardson, Stein, 2008; Kolingerová, 2008; Halat, 2008; Lesh ir kt., 2008; Edens, Potter, 2008; Olsen, 2008; Fuchs ir kt., 2008; Lamberg, 2007; Hanson, 2007; Yong Lak, Choudhary, 2006; Bremigan, 2005; Cataloglu, 2006; Christou ir kt., 2007; Sampaio, Henriques, 2007; Furner, Marinas, 2007; Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010. Boakes, 2009; Baki, Kosa, Guven, 2011; Kotsopoulos, Cordy, 2009; Gonzalez-Martin ir kt., 2011; Scheiter ir kt., 2010; Gal, Linchevski, 2010; Arcavi, 2003; Milovanovic ir kt., 2011; Oldknow, 2009; Bocka ir kt., 2008; Takači ir kt., 2010; van Garderen, 2008; Makina, 2010; Fraunholz, 2008; Bukova-Güzel, Cantürk-Günhan, 2010; Gerhäuser ir kt., 2010; Garderen, 2006; Alvarez, 2010; Ioannou, Iannone, 2011; Wiwatanapataphee ir kt., 2010; Sedig ir kt., 2003; Guven, Kosa, 2008.
Geografija	Barstow, Yazijian, 2004; Mackintosh, 2005; Suxia, Xuan, 2008; Suxia ir kt., 2010; Clark ir kt. 2008; Rule, 2005; Bloodworth, Petersen, 2011; Favier, van der Schee, 2009; Nodenot ir kt., 2010; Priestnall, 2009; Rose, 2008; Yin, 2010; Min ir kt., 2011; Edelson, Gordin, 1998; Edsall, Wentz, 2007.
Fizika	Kozhevnikov, Thornton, 2006; Wieman ir kt., 2008; Tobochnik, 2003.; Reiner, 2009; Kezerashvili, 2009; Dorion, 2009; McBride ir kt., 2010; Kastens, 2010; Colaianne, Powell, 2011; Alvarez, 2010; Dana-Picard, Kidron, 2008; Urban-Woldron, 2009; Vaarik ir kt., 2008; Mathai, Ramadas, 2009; Clark, Jorde, 2004; Subramaniam, Padalkar, 2009; Shih-Chyueh ir kt., 2008;

1 lentelės tęsinys

Biologija	Mathai, Ramadas, 2009; Jones ir kt., 2011; Yan ir kt., 2011; Yarden, Yarden, 2010; Barnett ir kt., 2011; White ir kt., 2010; Girón, Salto, 2011; Ishido, Kasuga, 2011; Hearn, Arbiaster, 2011; Goodsell, 2010; Goodsell, 2009; Mottarella ir kt., 2010; Paul ir kt., 2011; Schneider, Linton, 2008; Kaczor ir kt., 2009; Kalidas, Chandra, 2008; Berry, Baker, 2010; Yarden, Yarden, 2009; Finnan ir kt. 2004
------------------	---

1 lentelėje pateikti duomenys atskleidžia, kad daugiausia vizualizacijos panaudojimas tiriamas keturiose disciplinose. Chemijos pamokose vizualinės reprezentacijos taikomos dažniausiai, matematikos – šiek tiek mažiau, o geografijos ir fizikos – mažiausiai. Šie vertinimai atlikti remiantis ne empiriniais tyrimais, bet straipsnių skaičiavimu apie vizualizacijos panaudojimą pateiktiems duomenims, kuriuose nurodytos būtent minimos sritys. Iš to daroma prielaida, kad šiose disciplinose reikalinga multireprezentacinė informacijos pateiktis, kurios poveikis lengviau įsisavinti mokomąjį turinį.

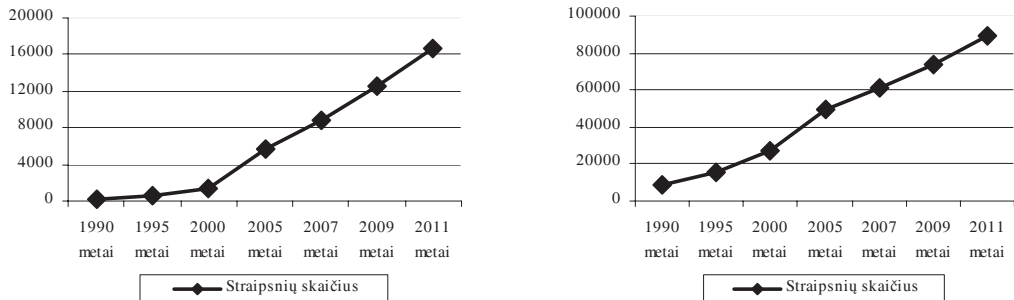
Objektai, kurių vizualines reprezentacijas pamokose dažniausiai naudoja ugdytojai, susiję su mokomuoju turiniu. Reprezentuoti objektai pasižymi abstraktumu, ribota epistemine funkcija taikant kitas reprezentacijas, ontologiniu neapibrėžtumu ir socialiai sukonstruota realybe, kuri mokslininkų konsensuso sprendimu verifikuojama kaip tikrus faktus atspindinti būties raiška eksternalizuotu vaizdiniu pavidalu, palengvinančių mokinių kognityvinių procesų veiklą mokymosi metu ir skatinančių motyvaciją. Pastarojo teiginio pagrįstumą aktualu panagrinėti platesniame kontekste.



11 pav. Straipsnių skaičius EBSCO (kairėje) ir WILEY (dešinėje) duomenų bazėse pagal raktinį žodį „visualization“

Straipsnių WILEY duomenų bazėse (11 pav.), kurių raktinis žodis – vizualizacija (angl. *visualization*), iki 1990 metų buvo 17672. Kiekvienais metais publikacijų, kuriose minima vizualizacija, vis daugėja – nuo 1990 metų iki 1995 metų jų padaugėjo 63 proc., iki 2000 metų – 160 proc., iki 2005 metų – 325 proc. Per pastaruosius dvidešimt vienerius metus užsienio mokslinių publikacijų, susijusių su vizualizacija, padaugėjo penkis kartus ir pasiekė 132647; o kas dvejus metus publikacijų padaugėja 20 proc., vadinasi, jog šis tyrimo objektas vis labiau aktualizuojamas įvairiose srityse.

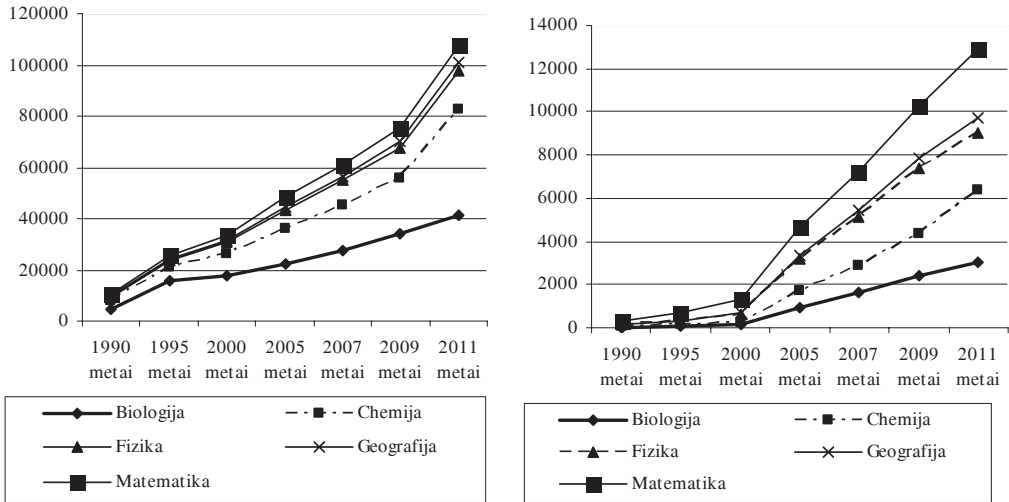
EBSCO duomenų bazėse esančių publikacijų skaičius per pastaruosius dvidešimt vienerius metus padaugėjo daugiau nei WILEY bazėse. Iki 1990 metų buvo 1735 su vizualizacija susijusios publikacijos, 2005 metais – dešimt kartų daugiau, o 2011 metais – dvidešimt penkiais kartais daugiau (48331 straipsniais). Kas dvejus metus šia tematika parašoma beveik 30 proc. daugiau tiriamųjų darbų, todėl konstatuojama, kad vizualizacija aktualizuojama ypač pastarųjų metų kontekste, kas siejama su technologijos progresu, skatinančiu tarpdisciplininių tyrimų plėtojimą ir edukacinių technologijų bandymus ugdymo realybėje.



12 pav. Straipsnių skaičius EBSCO (kairėje) ir WILEY (dešinėje) duomenų bazėse pagal raktinį žodį „visualization, science“

Vizualizacijos kontekstas gamtos mokslų srityse tiriamas vis dažniau (12 pav.). Remiantis EBSCO duomenų bazės straipsnių skaičiaus analize, regimas periodiškai didėjantis progresas šioje tyrimų srityje: nuo 1990 metų iki 1995 metų straipsnių padaugėjo 123 proc., iki 2000 metų – 405 proc., o kas dvejus metus nuo 2005 metų iki 2011 metų straipsnių parašoma daugiau kaip 30–50 proc. Konstatuota, kad per dvidešimt vienerius metus su vizualizacija susiję tyrimai gamtos mokslų srityje padažnėjo penkiasdešimt septynis kartus – skaičius išaugo nuo 283 iki 48331 publikacijos.

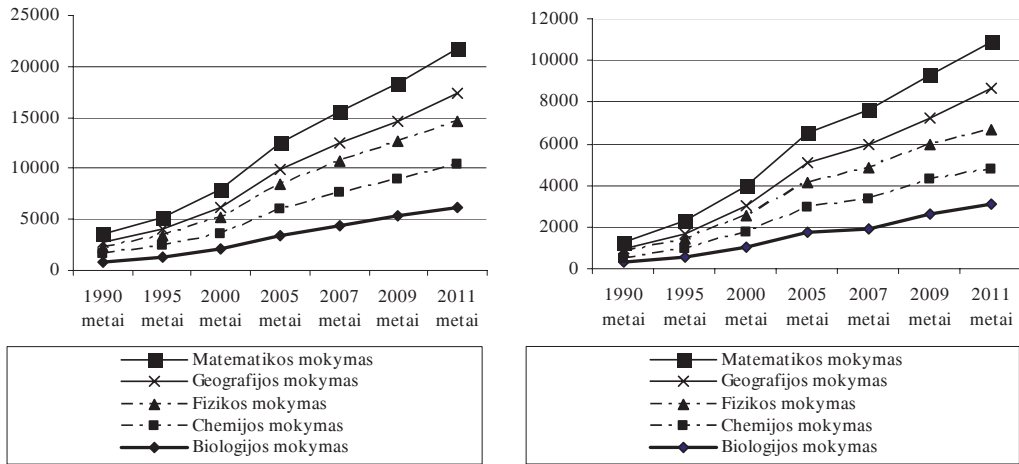
WILEY duomenų bazėse straipsnių, sietinų su vizualizacija gamtamokslinėje srityje, pastaruoju metu taip pat ženkliai daugėja. Kasmet nuo 1990 metų publikacijų padaugėja daugiau nei 12 proc., per penkerius metus – daugiau nei 70 proc. Nuo 1990 metų iki 2011 metų publikacijų skaičius išaugo aštuonis kartus, vadinasi, reiškinių ir objektų eksternalizacija vizualiaja pateiktimi analizuojama vis plačiau, apima skirtingų valstybių, mokslinių sričių ir tematikų kontekstą.



13 pav. Straipsnių skaičius WILEY duomenų bazėse pagal raktinį žodį „visualization“ kiekvienoje srityje (kairėje) ir mokymo disciplinose (dešinėje)

Straipsnių WILEY duomenų bazėse, susijusių su vizualizacija biologijos chemijoje, fizikos, geografijos ir matematikos kontekstuose ir šių sričių disciplinose, skaičius didėjo. 13 paveiksle pavaizduoti duomenys atskleidžia, kad didžiausias su eksternalizuota vizualine reprezentacija susijusių publikacijų proveržis įvyko (ir tebesitęsia) tiriant reiškinius ir objektus matematikoje ir matematikos disciplinoje: nuo 1990 metų iki 2011 metų matematikos srityje publikacijų, sietinų su vizualizacija, padaugėjo aštuonis kartus, remiantis WILEY duomenų baze, ir trylika kartų – remiantis EBSCO duomenų baze. Matematikos dalykuose vizualizacija minima (tiriama) keturis kartus dažniau (EBSCO duomenų bazė) ir penkis kartus dažniau, remiantis WILEY duomenų baze.

Antroje reitingų vietoje regimas vizualizacijos taikymo padažnėjimas geografijos – per pastaruosius dvidešimt vienerius metus publikacijų skaičius išaugo WILEY duomenų bazėse septyniolika kartų, EBSCO – šešiasdešimt penkis kartus. Panašios progreso tendencijos pastebimos ir geografijos mokymo srityje. Trečioje vietoje – su vizualizacija susiję tyrimai fizikos srityse, publikacijų skaičius abiejose duomenų bazėse ir jų kitimas yra panašus kaip ir geografijos srityje. Ketvirtoje pozicijoje yra chemijos sritis, o mažiausias progresas regimas biologijos srityje – nuo 1990 metų iki 2011 metų pastebimas devyniasdešimt kartų didesnis pokytis (WILEY duomenų bazė). Iš analizės matyti, kad matematikos srities publikacijos, kurių turinyje minima išorinė vizuali objektų reprezentacija, rašomos dažniausiai, biologijoje – mažiausiai, nors progresas šioje srityje pasiektas didžiausias per dvidešimt vienerius pastaruosius metus gretinant rezultatus tarp penkių disciplinų.



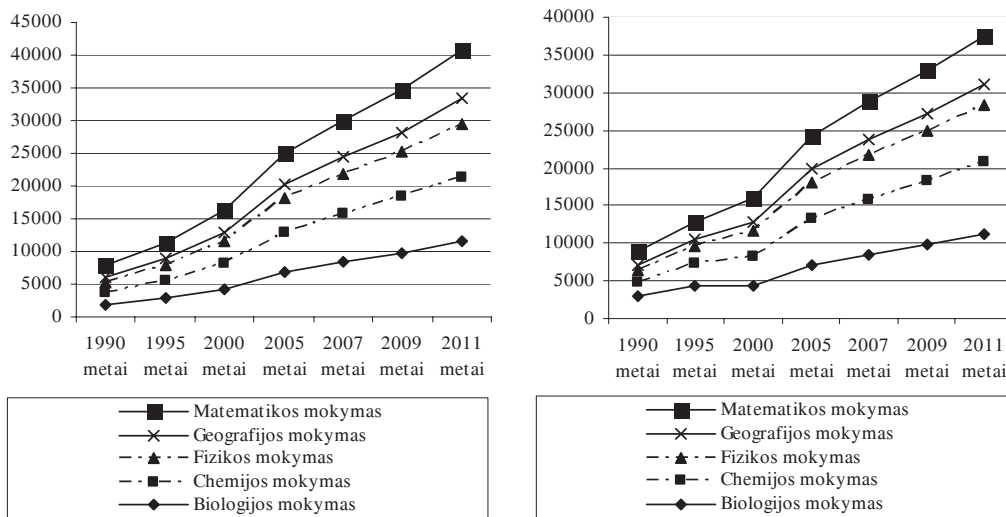
14 pav. Straipsnių skaičius WILEY duomenų bazėse pagal raktinį žodį „Computer based visual models (science education)“ (kairėje) ir pagal raktinį žodį „Interactive board (science education)“ mokymo disciplinose (dešinėje)

Kompiuteriniai modeliai taikomi praktikoje dažniau nei interaktyvioji lenta (14 pav.) – tą rodo publikacijų skaičius WILEY duomenų bazėse: beveik dvigubai daugiau su tiriamu objektu susijusių straipsnių. Matematikos ir jos mokymo procese kompiuteriniai modeliai ir interaktyvioji lenta taikomi (analizuojami jos taikymo ypatumai ir elementai) dažniausiai. Nuo 1990 metų iki 2005 metų publikacijų, kuriose minimas kompiuterinis modeliavimas, padaugėjo dviem kartais, o iki 2011 metų mokslinių veikalų parengta daugiau kaip tris kartus. Publikacijų skaičius, kuriose analizuojamas interaktyviosios lentos panaudojimas mokant matematikos per pastaruosius dvidešimt vienerius metus padidėjo keturis kartus. Analogiška situacija konstatuojama kalbant apie geografijos, fizikos ir chemijos dalykus, tik kalbant apie biologijos dalyką straipsnių skaičius išaugo per pastaruosius dvidešimt vienerius metus daugiau kaip penkis kartus. Interaktyviosios lentos panauda kai kuriuose dalykuose padaugėjo nuo devynių kartų (biologijos) iki vienuolikos kartų (geografijos).

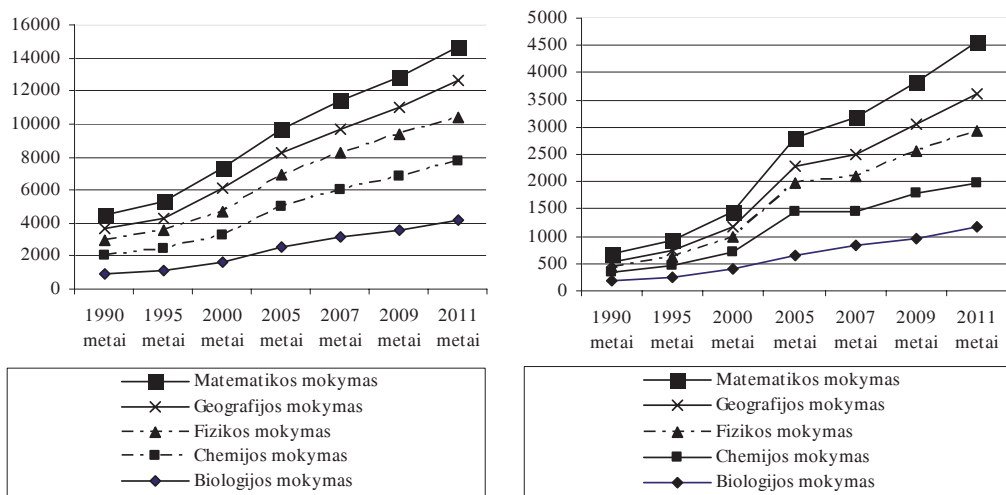
Nors kompiuterinių modelių priemonės naudojimas moksliniuose straipsniuose aptariamas dažniau nei interaktyviosios lentos, tačiau didesnis progresas nustatytas būtent naudojant interaktyviąją lentą. Nustatyta, kad kas dvejus metus publikacijų, siejamų su kompiuteriniu modeliavimu ir interaktyviąja lenta gamtos mokslų dalykuose, padaugėja nuo 10 proc. iki 30 proc.

Kompiuterijoje rodomi eksperimentai ir laboratoriniai darbai per pastaruosius dvidešimt vienerius metus gamtamoksliniame ugdyme tapo ženkliai populiareni (15 pav.) – su tuo susijusių publikacijų skaičius išaugo daugiau kaip 3–5 kartus. Galima teigti, kad objektyvizuotos mokslinės tikrovės reiškiniai sąveikaujant ugdytiniams su kompiuteriu episteminės praktikos metu labiausiai aktualizuojami matematikos dalyke, o mažiausiai – biologijoje. Nustatyta, kad kompiuterinių eksperimentų taikymas dažnesnis nei kompiuterinių laboratorinių darbų, bet jų panaudojimo pokytis kas dvejus metus nuo

1990 metų panašiai didėjo 13–18 proc., taikymo progreso skaičiai panašūs, taikymo skaičiai skiriasi.



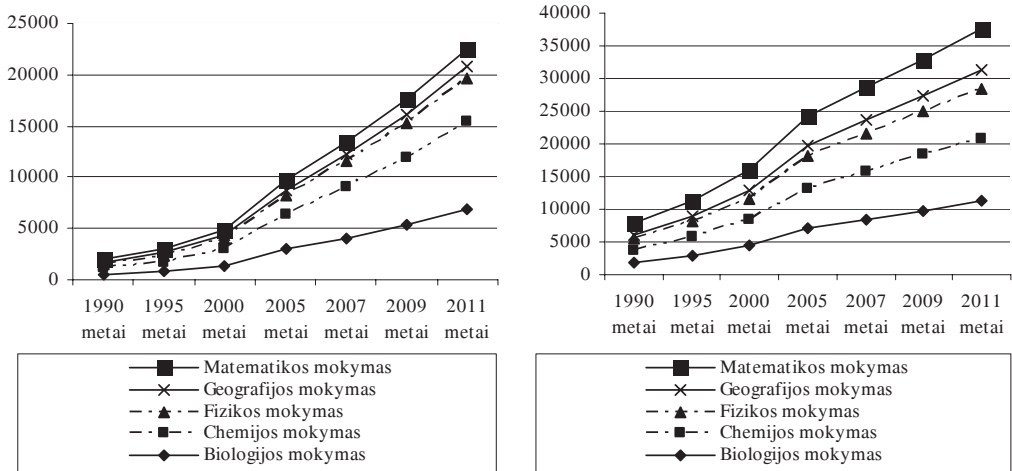
15 pav. Straipsnių skaičius WILEY duomenų bazėse pagal raktinį žodį „Computer based experiments (science education)“ (kairėje) ir pagal raktinį žodį „Computer based laboratory works (science education)“ mokymo disciplinose (dešinėje)



16 pav. Straipsnių skaičius WILEY duomenų bazėse pagal raktinį žodį „Power point slides (science education)“ (kairėje) ir pagal raktinį žodį „Animation (science education)“ mokymo disciplinose (dešinėje)

Power Point programa paruoštos skaidrės biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose taikomos tris kartus dažniau nei animacija (16 pav.). Jų daž-

nėjimo mastas taip pat keitėsi nevienodai – Power Point skaidrių minėjimas publikacijose dažnėjo apytiksliai 12–18 proc. kas dvejus metus, o animacijos pokytis daugiausia išaugo nuo 2000 metų iki 2005 metų beveik visų dalykų pamokose, išskyrus biologijos. Daugiausia visais metais šios srities priemonių taikoma matematikos, mažiausiai – biologijos. Abiejų eksternalių vizualiųjų reprezentacijų transliuotojų minėjimas publikacijose per pastaruosius dvidešimt vienerius metus padaugėjo iki penkių kartų.



17 pav. Straipsnių skaičius WILEY duomenų bazėse pagal raktinį žodį „3D (science education)“ (kairėje) ir pagal raktinį žodį „Internet (science education)“ mokymo disciplinose (dešinėje)

Kompiuterinė 3D vizualizacija pakankamai tyrinėta jau 1990 metais (17 pav.) – gretinant skaičius su interneto taikymo skaičiais gamtamoksliniuose dalykuose, didžiausias progresijos pokytis nustatytas būtent *internet* termino vartojimui moksliniuose straipsniuose per dvidešimt vienerius metus: jo pokytis mokslo veikaluose matuojamas keliasdešimt kartų didesniu už 3D sąvokos pavartojimo dažnumą. Nustatyta, kad interneto naudojimas daugiausiai padažnėjo fizikos (nuo 1990 metų iki 2011 metų skaičius išaugo aštuoniasdešimt trimis kartais), geografijos (per tą patį laikotarpį padaugėjo penkiasdešimt aštuoniais kartais), mažiausiai – matematikos dalykuose (trisdešimt šešiais kartais padaugėjo publikacijų). 3D vizualizacijų pateiktys mokslo publikacijose minimos daugiausiai biologijos dalyke (nuo 1990 metų iki 2011 metų skaičius išaugo dvylika kartų), o mažiausiai – geografijos (per dvidešimt vienerius metus publikacijų padaugėjo tik tris kartus). Kiekvienais metais šių priemonių, kuriomis perteikiama vizualiųjų informacijos kodų visuma, padaugėja 12–18 proc.

Išanalizavus duomenų bazėse esančių straipsnių, kuriuose minimos vizualizacijos priemonės gamtos dalykų kontekste, rodiklius nustatyta, kad dažniausiai eksternalizuotos vizualiosios objektyvizuotos tikrovės pateiktys reprezentuojamos matematikos, geografijos, fizikos dalykuose, mažiausiai – biologijos. Visuose dalykuose sąvokų vartojimo kiekvienais metais padaugėja apytiksliai nuo 15–30 proc., o nuo 1990 metų iki

2011 metų jų skaičius išaugo ne mažiau kaip tris kartus, priklausomai nuo priemonės populiarumo. Daugiausia pradėta tyrinėti interneto vartojimo ypatumus – tai ypač būdinga fizikai, kur publikacijų skaičius išaugo net aštuoniasdešimt trimis kartais. Tyrimo rezultatai rodo, jog kompiuterinė vizualizacija moksliniu lygiu vertinama kur kas pozityviau nei įprastoji vizualizacija (kai pasitelkiama juodoji lenta, popieriniai plakatai, fizinės medžiagos), nes paskutiniųjų dešimtmečių publikacijų skaičius, kuriose minima išorinė vizuali reprezentacija ir su ja susijusios priemonės, ženkliai išaugo. Visų aptartųjų priemonių analizavimas ir minėjimas verifikuojančiuose mokslo darbuose atskleidžia kompiuterinės vizualizacijos, kaip progresinės edukacinės technologijos, taikymo reikšmingumą, naudingumą ir vertę, lemiančią jos privalumus dėl multimodalinės funkcijos, įgalinančios efektyviau plėtoti ugdytinių žinias ir tobulinti episteminę praktiką biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos dalykuose ir dėl galimybės atvaizduoti sub-mikrolygmens išorines reprezentacijas. Minėti veiksniai sudaro prielaidas sąlygoms, per kurių sąveikavimą turėtų pasireikšti postmodernios edukacinės paradigmos realizavimas kasdienėse pamokos veiklose.

1.1.4. Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų poveikis ugdymo proceso dalyviams

Vizualizacijos ontologija, jos ontogenezė ir raiška kultūroje neabejotinai veikia edukacinius procesus, suteikdama jiems kokybiškumo ir papildomos vertės kognityvinių ir socialinio konstruktyvizmo aspektais, mokinių gamtamokslinio ugdymo turinio (žinių) įsisavinimo ir episteminio praktikavimosi prasme. Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų poveikis (privalumai) atskleidžiami remiantis mokslinių straipsnių apie vizualizacijos taikymą biologijos, chemijos, fizikos, matematikos ir geografijos pamokose analize – ieškota prasminių kodų (žodžių), kurie buvo jungiami į grupes, sudaromos subkategorijos, pastarąsias bendrinant – sukonstruotos kategorijos.

2 lentelė

Informacijos supaprastinimas vizualiosiomis reprezentacijomis

Kategorija	Subkategorija	Autoriai	Prasminiai žodžiai
Paprastesnis informacijos reprezentavimas	Kognityvinės apkrovos mažinimas	Korakakis, Pavlatou, Palyvos, Spyrellis, 2009, Sedig, Summer, 2006.	[mažina kognityvinę apkrovą], [paskirsto mokinių kognityvinių procesų krūvį]
	Teksto siaurinimas	Card, 1999, in Folorunso, Ogunseye, 2008.	[kaip teksto mažinimo priemonė]
	Laiko taupymas	Card, 1999, in Folorunso, Ogunseye, 2008.	[sumažina informacijos paiešką]

Gamtamokslinio ugdymo turinio vizualizavimas traktuotinas kaip paprastesnis informacijos reprezentavimas (2 lent.) – pamokos informacija demonstruojama vaizdais episteminės prigimties sukonstruotuose modeliuose. Analizės metu diferencijuoti trys esminiai vizualizacijos ypatumai, susiję su reprezentacijos, kaip kodų visumos, papras-

tumu ir lengvesniu supratimu subjekto sąmonei. Vizuali informacija paskirsto kognityvinę apkrovą (Paivio, 1986), palengvindama subjekto suvokimo procesus. Dažniausiai mokymosi turinys perteikiamas verbaliniais arba simboliniais kodais, todėl visą laiką tokiu būdu gaunama informacija apsunkina kognityvinių procesų darbą – nebesutelkiamas dėmesys, nebesuvokiama ir vis mažiau atsimenama tai, kas skaityta ir girdėta. Kaip byloja tyrimai (Lee ir kt., 2006; Khalil ir kt., 2005), kad mokyklose skleidžiamos informacijos srautai dideli, o edukacinio paradigmu virsmo kontekste jie kinta ypač greitai, todėl besimokantiesiems vis sudėtingiau atrinkti esminę medžiagą ir tapatinti ją su mokymosi objektu, epistemiškai siejama su realybe. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos glaudina informaciją – žodžiais pateikta informacija talkinant vaizdams gali būti minimaliai redukuota, todėl ji bus lengviau suprantama, įsidėmima ir įsiminama. Taip sutaupomas laikas, kuris priešingu atveju išvaistomas skaitant verbalinius tekstus ir mintyse mėginant juos sieti su jau turima informacija.

3 lentelė

Vizualizacijos poveikis psichologinių procesų veikdinimui (aktyvinimui)

Kategorija	Subkategorija	Autoriai	Prasminiai žodžiai
Kognityvinių procesų aktyvinimas	Suvokimas	Wu, Hsin-Kai., Shah, 2004; Jared, 2009; Chittleborough, Treagust, 2008; Donovan, Nakhleh, 2007; Penn, Flynn, Johnson, 2007; Melles, 2007; Ubuz, 2007; Williamson, José, 2008; Booth ir kt., 2005; Rule, 2005; Casperson, Linn, 2006; Saprykina, 2008; Kim, Olaciregui, 2008; McCaffrey ir kt., 2008; Amundsen ir kt., 2008; Qian, Tinker, 2006; Bogner ir kt. 2006; Rogers, 2008; Tasker, Dalton, 2008; Ainsworth, 2008; Sengul, Cansu, 2010; Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010; Barat, 2007; Silen ir kt., 2008; Penn, ir kt., 2007; Pandery., Zimitat, 2007; Cokelez, Dumon, 2005; Medland, 2007.	[padeda suvokti], [padeda suprasti], [sąvokų suvokimui], [sąvokų supratimui], [interpretuoti], [igalinti mokinius suprasti]
	Atmintis	Cook, 2006; Card ir kt., 1999, cit. Folorunso, Ogunseye, 2008.	[Vaizdinė informacija ilgiau išlieka ilgalaikėje atmintyje], [didina atminties ir procesinių išteklių prieinamumą vartotojui]
	Mentaliniams modeliams	Tasker, Dalton, 2008.	[sukonstruos moksliai patikimus mentalinius modelius; susies tuos modelius su laboratoriniais ir simbolinio lygio modeliais; pritaikys modelius prie naujų]
	Dėmesys	Kim, Olaciregui, 2008; Velázquez-Marcano, ir kt. 2004; Mason, 2006; Mammino, 2008; Tasker, Dalton, 2008; Slykhuis ir kt. 2005.	[padeda greičiau susiorientuoti], [padeda sukcentruoti dėmesį], [įtrauks į stebėjimo procesus], [įtrauks į apibūdinimo žodžiais procesą]
	Vaizduotė	Rule, 2005.	[įsivaizduoti]
Verbalinio ir vaizdinio mąstymo lavinimas	Vaizdinio mąstymo lavinimas	Rafi, Samsudin, Che, 2008.	[lavinanti erdvinis įgūdžius]
	Mąstymo lavinimas	Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010, Kolingerová, 2008.	[gali įtakoti kognityvines pastangas mąstymui], [lavinti abstraktų mąstymą].

3 lentelės tęsinys

Motyvacijos skatinimas ir emocijų žadinimas	Motyvacija	Wu H.-K., Shah, 2004; Cook, 2006, Oller, 2006, Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010; Herra, 2006; Cox, 2006; Pastore, Carr-Chellman, 2009; Gerstner, Bogner, 2010; Al-Bayati, Hussein, 2009; Gimeno, García-Mas, 2010; Volna ir kt., 2011.	[skatina motyvaciją], [mokinius gali paskatinti siekti sėkmės]
	Teigiamos emocijos	Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010.	[Mokymasis ne tik lengvesnis, bet ir linksmesnis], [sustiprins mokymosi džiaugsmą]

Kognityvinių procesų veikdinimas (3 lentelė)

Suvokimas. Vizualinės reprezentacijos, pateiktos mokymosi metu, stimuliuoja procesus, atsakingus už informacijos suvokimą. Ugdymo realybėje dominuojant verbaliųjų kodų elementams, sąvokų valdymas priklauso ne tik nuo gebėjimo jas pažodžiui atsiminti, bet ir nuo jų įsisavinimo gilumo, apie kurį sprendžiama gerai atlikus praktines užduotis. Dėl patyrimo stokos ir nepakankamų formaliųjų gebėjimų atsiradęs sąvokų nesupratimas vėlesniuose mokymosi etapuose apsunkina mąstymą. Kadangi žodinio kodo besimokantieji nesupranta, nes jis kartais būna per sudėtingas, vizualioji jo išraiška tampa paveikesnė. Vizualiosios reprezentacijos subjektams atskleidžia objektus kaip paprastesnius ir labiau suprantamus, nes mąstymo lygiu sąmoningas suvokimas grąžinamas į ankstesnį etapą, kai vaikas pasaulį pažino per vaizdinius, o tik paskui per kalbą. Vaizdas suvokimui reikalingas kaip pagalbininkas – pirma atliekamas sąmonės regresas ir tekstas redukuojamas iki vaizdinių, o juos suvokus, pereinama į aukštesnį etapą – sąvokos supratimą ją pažįstant kaip žodinį artefaktą.

Atmintis. Vizualizacija veikia mokinių atmintį: regresijos dėl progreso veiksmų atlikimas sąmonėje per suvokimo procesus įvertinamas kaip reikalingas tik informacijai suprasti – kad ji taptų aiški, tačiau šis bruožas nesuteikia garanto, jog ji bus panaudota tikslingai, ir nelaiduoja gebėjimo ją pasinaudoti ateityje. Minėtą garantą gali užtikrinti suvoktos informacijos išsaugojimas atmintyje, kurioje esančios saugyklos, vadinamos trumpalaikėmis ir ilgalaikėmis, padeda atsiminti reikiamu metu. Pamokos turinio vizualinis įkūnijimas sustiprina galimybę išsaugoti atmintyje vaizdą ilgą laiką ir taip reprezentuoti kitu pavidalu bet kuriame kontekste ar situacijoje, pvz., sprendžiant uždavinius ar mokantis naujos temos. Nepaisant prielaidų dėl skirtingų mokymosi stilių ar skirtingų dominuojančių intelekto rūšių ugdytinių mokymosi sistemoje, vizualizacija padeda internalizuoti atitinkamą regėtą modelį į besimokančiųjų atminties saugyklas, kuriose jis adaptuojamas ar perkonstruojamas mentalinių modelių schemose ir tampa sąsaja, jungiančia senąją patirtį su ką tik įgytąja vaizdo pavidalu. Vizualizacijos poveikis mentaliniams modeliams yra daugiau teorinio nei empirinio pagrindimo aspektas, todėl apie jų realumą sprendžiama iš koncepcijos, jog tai įmanoma.

Dėmesys. Edukacinėje realybėje vaizdiniai kodai *versus* verbaliniai kodai sužadina didesnę mokinių susidomėjimą, kadangi atspindi alternatyvią įprastajai mokymosi situaciją – turinys pateikiamas vaizdu ir vėliau interpretuojamas žodžiais. Dėl informacijos gausos ar dėl mąstymo ypatumų vaizdas greičiau aktyvuoja dėmesį ir padeda jį ilgiau išlaikyti. Dėmesio stimuliavimas aktualus, nes jo nebuvimas pamokos metu sukuria

neigiamas pasekmes: informacija neįsisavinama, vėliau negebama jos panaudoti. Multidimensinė vizualizacija sustiprina galimybes aktyvinti dėmesį, kadangi įtraukiama daugiau jutiminių dirgiklių, veikiančių susitelkimo centrus.

Vaizduotė. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos, talkinant vaizduotei, internalizuojamos, todėl vyksta operavimo vaizdiniais procesai – rotacijos, erdviniai pokyčiai ir subjektyviai suvokiamos objektyvizuoti pateiktos pasaulio dalies kūrimasis mokymosi metu. Vaizduotės aktualizavimas siejamas ir su vaizdinio mąstymo procesais, kurie taip pat aktyvinami, kadangi, anot R. Arnheim (1998), vaizdinė percepcija ir vaizduotė yra jo sudedamosios dalys. Kartais erdviniai kūnai sunkiai internalizuojami, jei jų reprezentacijos pateikiamos tik simboline ar žodine reprezentacijų formomis, ypač tai ryšku mokantis geometrijos ir fizikos. Jei reikia išvaizduoti mintyse erdvinės figūras ir jų pokyčius pagal duotą sąlygą, atmintyje gali nebūti atitinkamų norimo objekto vizualiųjų vidinių reprezentacijų, todėl jų eksternalizavimas simboliais (uždavinio sprendimu) būna klaidingas, nes vyksta kūryba neturint sąmonėje teisingų duomenų. Vizualizacija talkina adaptuojant ir konstruojant vidinius vaizdinius, jais operuojant reikiamu momentu, transformuojant į kitas reprezentacijas, atspindinčias subjekto episteminius rezultatus.

Verbalinio ir vizualinio mąstymo lavinimas (3 lentelė)

Vizualizacija, aktyvindama kognityvinius procesus, skatina ir abstraktaus mąstymo lavinimą, kadangi minėtų procesų veiklų sąsaja yra traktuojama kaip mąstymą sąlygojanti visuma. Eksternalizuotų reprezentacijų internalizavimas naudingas formaliųjų operacijų vyksmui, kadangi praplečia turimų vaizdinių sancaupus ir, kaip anksčiau aprašyta, padeda kitiems kognityviniams procesams – lengviau suvokti žodinę informaciją, ją įsiminti ir t.t. Subjekto mąstymas evoliucionuoja nuo konkretaus prie abstraktaus, todėl, ontogenės aspekto, žmogui naudinga regėti išoriškai perteiktus vaizdinius, atliekančius paaiškinamąją funkciją ir sustiprinančius operavimo hipotetinėmis idėjomis galimybes. Vizualizacijos ontologinė esmė – būti reprezentacijos eksternalizacija – tampa ir epistemologinio ribotumo eliminavimo prielaida, nes besimokantysis įgalina save sąmoningai veikti, t.y., įsisavinant mokomąjį turinį ir lavinti abstraktųjį mąstymą, artėjant prie „tiesos“ pažinimo.

Motyvacijos skatinimas ir emocijų žadinimas (3 lentelė)

Motyvacija. Vizualizacija gali suteikti pasitenkinimo pojūtį dėl estetiškai pateikto regimojo objekto. Ji iš kitų reprezentacijų išsiskiria šiomis ypatybėmis: galimybė perteikti mintį spalva, tonais, dimensijomis, panaudojant konkrečias, simbolines ar abstrakčias vidinių reginių eksternalizacijas. Daugiasavybiškumas, suvokiamas nesąmoningai žvelgiant į vizualią reprezentaciją, mokiniams įdomesnis nei semantines reikšmes teikiantis verbalinis tekstas, kadangi pastarojo artefaktai atskleidžia sąvokinę abstrakčią realybę, kuri sunkiau išvaizduojama dėl mikroelementų savybiškumo (pvz., molekules, mikrobai ir kiti žmogaus akiai neregimi objektai). Jei pasitvirtintų prielaida, kad per pamokas rodoma vizualizacija veikia kaip išorinės motyvacijos aktyvintoja, tuomet noras kitą kartą pamatyti objektyvizuotų mokslinių tiesų eksternalizacijas ir poreikis

mokyti su jais susijusius dalykus veiktų kaip vidinė motyvacija. Abi jos talkintų pedagogui mokymo procese kaip stimulai (skatuliai), padedantys sutelkti mokinių dėmesį, palengvinantys suvokimą, ilgiau atmintyje išlaikantys informaciją ir aktyvinantys savarankišką mokymąsi. Motyvacija sutelkia subjektų sąmonės intencionalumą dėl vidinių ar išorinių motyvų atitinkamai veiklai, kuri produktyviai gali būti panaudota tobulinimosi procese.

Emocijos. Vizualizacija sužadina subjektų smalsumą domėtis gamtamoksliniais objektais, patenkina estetinį poreikį, paaikškina sudėtingus fenomenus ir talkina internalizuojant sunkiau suvokiamas koncepcijas, todėl tai skatina ir pozityvias emocijas. Kai informacija išmokstama ir vėliau jau turimi mentaliniai modeliai perkonstruojami ar adaptuojami, subjektai išgyvena teigiamas emocijas – džiaugsmą, išreikštą pasitikėjimu savimi dėl teisingai išspręstos užduoties, atlikto laboratorinio darbo ir kitos veiklos. Šios emocijos lieka atmintyje kaip sėkmingos veiklos sąsajos, todėl lengviau atsimenama informacija, greičiau panaudojama mokantis gamtos mokslų. Kognityviniai procesai, motyvacija ir emocijos glaudžiai siejasi tarpusavyje, todėl vienos kažkurios srities veikdinimas gali sukelti atitinkamus pokyčius kitose srityse.

4 lentelė

Vizualizacijos poveikis edukacinių procesų veikdinimui (aktyvinimas)

Kategorija	Subkategorija	Autoriai	Prasminiai žodžiai
Žiniųkonstravimas	Žinių formavimas	Booth ir kt., 2005; Cataloglu, 2006; Eilam, 2004.	[atskleisti žinias jų konstravimui].
	Žinių plėtojimas	Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010; Car, Mackinlay and Shneiderman, 1999; Jonassen, 2006; Spence, 2007; Ware, 2004; cit. Card, 1999, Folunso, Ogunseye, 2008; Piburn ir kt., 2005.	[padeda plėtoti struktūras] [paremti ir sustiprinti interpretacinius, plėtojančius, reikšmes kuriančius procesus], [plečia pažinimą]
	Procesų matymas	Schneider, Linton, 2008; Amundsen ir kt., 2008.	[padeda pamatyti procesus]
Žinių įtvirtinimas	Tiriamųjų gebėjimų stiprinimas	Schwenk ir kt., 2009.	[gali sustiprinti tiriamuosius gebėjimus]
	Temos apibendrinimas	Lamberg, 2007; Card, (1999) in Folunso, Ogunseye, 2008.	[apibendrinti temą], [įgalina perceptualias išvadų darymo operacijas]
	Refleksija	Amundsen ir kt., 2008; Mammino, 2008; Sengul, Cansu, 2010; Kauffman ir kt., 2008; Minasian-Batmanian ir kt. 2006	[permaštyti], [refleksija], [Pagerina ir patobulina išraišką] [Refleksyvioji praktika lemia geresnį problemų sprendimą mokymosi metu].
	Patirties didinimas	Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010.	[stiprinant mokinių mokymosi patirtį]
Žinių tikrinimas	Mokymosi kontrolė	Korakakis ir kt., 2009.	[mokinių mokymosi kontroliavimui].
	Testavimas	Schneider, Linton, 2008.	[pasitikrinti žinias], [įvertinti mokinių rezultatus]
	Grįžtamasis ryšys	Yip, Rajendran, 2008.	[gauti grįžtamąjį ryšį]
Žinių taikymas	Problemų sprendimas	Lavy, 2007; Friedler ir kt., 2008; Ibrahim ir kt., 2008; Smith, ir kt., 2007.	[padeda išspręsti problemą], [sprendžiant problemas], [padedanti formuoti sprendimų priėmimo ir problemų sprendimo įgūdžius]
	Hipotezių tikrinimas	Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010.	[Ji padeda suformuluoti ir testuoti hipotezes]
Verbalinių įgūdžių formavimas	Bendravimas	Martunen, Laurinen, 2007; Janssen ir kt, 2007.	[mokantis bendrauti ir argumentuoti], [gilesniam bendradarbiavimui stiprinti]
	Įtraukimas į diskusijas	Wu H., Shah, 2004; Cook, 2006; Mammino, 2008; Janssen ir kt., 2007; Tasker, Dalton, 2008.	[įtakoja studentus įsitraukti į diskusiją], [įtrauks į diskusijas]

4 lentelės tęsinys

Vizualinių įgūdžių for- mavimas	Vizualinio raštin- gumo įgūdžiai	McCaffrey ir kt., 2008; Melles, 2007; Welton, 2007.	[įgalina interpretuoti reikšmes ir rezultatus], [vaizdinio raštingumo formavimui]
	Meta-vizualūs įgūdžiai	Kozhevnikov ir kt. 2006; 2007; Arasasingham ir kt., 2004; Chittleborough, Treagust, 2008; Halat, 2008; Brooks, 2009.	[vizualizavimo įgūdžiai], [studentai turi turėti atitinkamus meta-vizualizacijos įgūdžius]

Žinių konstravimas (4 lentelė)

Ugdymo procese labai svarbu, kad mokiniai susiformuotų tinkamas žinias, jų teisingumas ar klaidingumas tiesiogiai lemia vėlesnio mokymosi sėkmę. Dauguma mokinių patiria problemų dėl motyvacijos stokos, nesupratimo, todėl vizualizacija, kaip jau išsiaiškinta, palengvina mokymąsi ir žinių konstravimas tampa paprastesnis. Analogiškai kuriama ir plečiama mokymosi patirtis, plėtojamos žinios. Labiausiai tai gali būti siejama su mentalinių modelių sinteze – pateikiant informaciją verbaliai (kai skaitomas tekstas, klausomasi mokytojo aiškinimų) ir vizualiai, atsiranda visapusiškas supratimas apie sudėtingus ir žmogaus akiai realybėje nematomus objektus ar vykstančius procesus. Regimybė pažadina pažintų procesų sąsajas, jas konstruoja per patyrimą, internalizuoja į sąmonę, todėl žinios kuriamos ant jau turimų pamatų, iš naujo jas rekonstruojant ir adaptuojant. Konstruktyvistinis vizualizacijos pateikimas sustiprina informacijos perteikimo ir priėmimo procesus ir sukuria palankias sąlygas tų procesų pasekmėms – teisingam žinių susiformavimui ir jų plėtojimui, kai išmokstama suprasti gamtamokslinius fenomenus visapusiškiau ir koncentruočiau.

Žinių įtvirtinimas (4 lentelė)

Tiriamųjų gebėjimų stiprinimas ir patirties didinimas. Episteminių praktikavimąsi gamtamokslinio ugdymo realybėje sąlygoja ilgametė loginio pozityvizmo imperatyvų raiška, teigianti apie svarbią veiklą besimokančiojo vystymuisi. Biologijos, chemijos ir fizikos pamokose reiškinių stebėjimas, laboratoriniai bandymai ir eksperimentai padeda pažinti natūraliai ir evoliuciškai sukonstruotą pasaulio realybę, todėl praktikavimosi sėkmė priklauso ne tik nuo tinkamo pamokos organizavimo ar ankstesnių pamokų turinio, bet ir nuo įsisavintų žinių. Taikant vizualizaciją atskleidžiami moksliskai objektyvizuoti reiškiniai ir objektai, sąveikaujantys tiek teoriniame, tiek epiriniu lygiu, lengviau suvokiami subjekto sąmonės ir greičiau įsisavinami lygiu, laiduojančiu pasirengimą praktiškai realizuoti žinias. Palaiptiui praktikuojantis, vizualizacija padeda lengviau atlikti užduotis, todėl didėja mokymosi patirtis, suteikianti subjektui didesnio pasitikėjimo savimi jausmą, teigiamas emocijas, savo veiklos organizavimo įgūdžius.

Galiausiai atliekamas temos apibendrinimas, kuris skatina mokinius geriau suprasti, reflektuoti savo patirtį padedant pedagogui. Kadangi kognityviniai procesai veikia greičiau, mokojoji informacija tampa aiškesnė, vėlesni mokymosi etapai realizuojami greičiau ir efektyviau, todėl konstatuojama, kad tai taip pat yra vizualizacijos teikiama nauda.

Žinių tikrinimas (4 lentelė)

Testavimas. Vizualizacija tiesiogiai nepadedą patikrinti žinių, kadangi ji dažniausiai naudojama dėl talkinimo funkcijos – padėti suprasti, atsiminti, įsisavinti, sukaupti dėmesį. Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų reikšmingumas testavimui atskleidžiamas per mokinių žinių tikrinimą, kai konstatuojama, ar vizualizacija pamokose buvo paveiki. Kartais minėtos reprezentacijos pateikiamos pačiuose testuose, kur prašoma paaiškinti artefaktą žodžiais, o iš testo rezultatų matoma, kaip giliai ugdytiniai įsisavino informaciją.

Mokymosi kontrolė ir grįžtamasis ryšys – tai du rodikliai, taip pat lemiantys vizualizacijos poveikį ugdymo procese. Dėl aukščiau aptartų veiksnių eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos svarba konstatuojama kaip visuminė, apimanti visą mokymosi etapų grandinę: pirmiausia ji paskatina motyvaciją, paskui – kognityvinius procesus veikimui, tuomet atliekami edukaciniai veiksniai (mokymasis, užduočių sprendimas) ir jų kokybės tikrinimas – laukiamas grįžtamasis ryšys, kontroliuojamas mokymosi tempas. Pastarieji rodikliai atskleidžia pedagogo požiūrį į pamokos efektyvumą – tikrinama, kaip gerai ugdytiniai suprato užduotis, temą, kokias klaidas jie darė, iš to daromos išvados, kaip toliau dirbti su heterogeninių poreikių mokiniais.

Žinių taikymas (4 lentelė)

Problemų sprendimas ir hipotezių tikrinimas. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos, aktyvinančios kognityvinius procesus ir įgalinančios subjektą giliau išmanyti mokymosi turinį, paskatina veiksmingiau spręsti problemas. Pabrėžtina, kad kai kurios reprezentacijos vadovėliuose klaidina mokinius (Lee, 2010; Yarden, Yarden, 2009), todėl norint suprasti sudėtingus reiškinius interaktyvi vizualizacija ypač reikalinga. Gamtamokslinis ugdymas ir matematika – tai sritys, kuriose dominuoja praktinis užduočių įtvirtinimo mechanizmas – uždavinių sprendimas, laboratoriniai darbai, eksperimentai. Jei užduotys yra vizualizuotos, mokiniams lengviau suprasti jų sąlygas, įsivaizduoti sprendimo variantus. Analogiškai plėtojami ir hipotezių tikrinimo ir tiriamieji gebėjimai – vizualizacijos esmė išryškėja per kognityvinių procesų veikdinimą ir motyvaciją, skatinančią mokytis, domėtis, todėl užduotys pamokose atliekamos sėkmingiau.

Verbalinių įgūdžių formavimas (4 lentelė)

Bendravimas. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos, skirtos generalizuotoms tiesoms perteikti vaizdiniais kodais, yra tarsi talkinanti priemonė, paaiškinanti sudėtingus reiškinius. Atliekant grupinius darbus ar aiškinantis temas klasėje su visais mokiniais, pedagogui lengviau modeliuoti diskusijas, nes ugdytiniai sugeba pasakyti, ką suprato ir kas jiems neaišku. Vizualizacijos paskatinti besimokantieji lengviau reiškia mintis, nes regėtus vaizdinius jie atkoduoja suprantama forma ir geba vėl užkoduoti žodžiais. Kita vertus, vizualizacija, eliminuodama nežinojimą ir nesupratimą, eliminuoja ir mokinių baimės jausmą, kurios riboja mokinius kalbėti, išitraukti į diskusijas. Argumentais grįstas ugdymas ir žinių įtvirtinimas diskutuojant sutvirtina mokinių ir mokytojo tarpusavio santykius, sukuria aplinkybes, kurių metu aptariami neaiškumai, klaidingi mentaliniai modeliai, todėl galima paprasčiau išmokyti sudėtingų sąvokų, procesų.

Vizualinių įgūdžių formavimas (4 lentelė)

Nustatyta, kad mokiniai sudėtinga vizualizuoti gamtos reiškinių submikroreprezentacijas (Margel ir kt., 2008), todėl pedagogai galėtų apie mokinių neįsisavintą medžiagą suprasti iš jų vizualizacijų, analizuodami kitas klasėje atliekamų veiklų pasekmes (Vogrinc, Zuljan, 2009). Dėl minėtų veiksmų, pasikeitusios paradigmos ir technologinio progreso vizuali mąstymo rezultatų išraiška įgavo reikšmę, ir jos reprezentacijos atskleistos kaip būtinos. Akcentuojamas vizualinis raštingumas, kurio įgūdžiai padėtų ne tik edukacinėje aplinkoje mokantis sudėtingų ir neįprastų dalykų, bet ir orientuojantis visuomeninėje medijų erdvėje. Vizualinis raštingumas nulemtų vizualiųjų kodų skaitymą nepatiriant sunkumų ir būtų pagrindas meta-vizualiesiems gebėjimams, pasireiškiantiems atkoduojant ir užkoduojant informaciją įvairių dimensionalumų ir lygmenimis ir transformuojant informaciją iš žodinės į vaizdinę ar atvirkščiai.

Verbalinio ir vizualinio mąstymo lavinimas (4 lentelė)

Vizualizacija, aktyvindama kognityvinius procesus, skatina ir abstraktaus mąstymo lavinimą, kadangi minėtų procesų veiklų sąsaja yra traktuojama kaip mąstymą sąlygojanti visuma. Eksternalizuotų reprezentacijų internalizavimas naudingas formaliųjų operacijų vyksmui, kadangi praplečia turimų vaizdinių sancaupus ir, kaip anksčiau aprašyta, padeda kitiems kognityviniams procesams – lengviau suvokti žodinę informaciją, ją įsiminti ir t.t. Subjekto mąstymas evoliucionuoja nuo konkretaus prie abstraktaus, todėl, ontogenezės aspektu, žmogui naudinga regėti išoriškai perteiktus vaizdinius, atliekančius paaiškinamąją funkciją ir sustiprinančius operavimo hipotetinėmis idėjomis galimybes. Vizualizacijos ontologinė esmė – būti reprezentacijos eksternalizacija – tampa ir epistemologinio ribotumo eliminavimo prielaida, nes besimokantysis įgalina save sąmoningai veikti, t.y., įsisavinant mokomąjį turinį ir lavinti abstraktųjį mąstymą, artėjant prie „tiesos“ pažinimo.

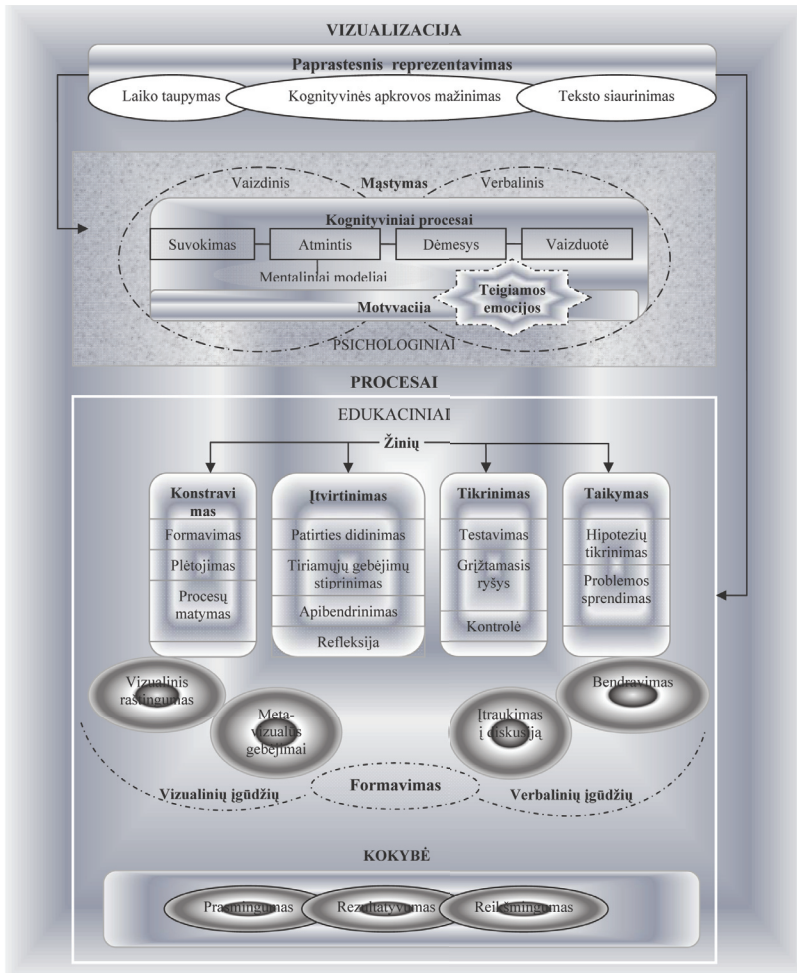
5 lentelė

Vizualizacijos poveikis edukacinių procesų rezultatui

Kategorija	Subkategorija	Autoriai	Prasminiai žodžiai
Kokybiškesnis mokymasis	Reikšmingumas	Halpine, 2004; Johnson, 2004; Appling, Peake, 2004; Hamilton, 2003; Ferk, ir kt. 2003; Tobochnik, 2003; Lattu ir kt., 2003; Sandvoss ir kt., 2003; Stieff, Wilensky, 2003; Linn, 2003; Turner, Lindsay, 2003; Montes, Chunqiu Sanabria, 2003; Eun-mi Yang ir kt., 2003; Korakakis ir kt., 2009; Friedler ir kt., 2008; Ibrahim ir kt., 2008; Hurley ir kt., 2008; Kolingerová, 2008; El Saddik ir kt., 2008; Middleton, Mather, 2008; Kim, Olaciregui, 2008; McCaffrey ir kt., 2008; Yehezkel ir kt., 2007; Hanson, 2007; Casperson, Linn, 2006; Booth ir kt. 2005; Rule, 2005; Dastani, 2002; Dori, Sason, 2008; Penn, ir kt., 2007.	[naudingos mokantis], [padėjo mokytis], [labai reikšminga sėkmingai mokantis], [stiprinamas reikšmingas mokymasis], [padeda įrodyti atominių kristalo struktūrų sąvokas].
	Prasmingumas	Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010.	[galingas instrumentas, kuris sustiprina prasmingą mokymąsi]
	Rezultatyvumas	Brandt, L., ir kt., 2001.	[Vizualizacija mokymo procese duoda labai gerų rezultatų.]

Kokybiškesnis mokymasis (5 lentelė)

Prasmingumas, rezultatyvumas ir reikšmingumas, kaip vizualizacijos reikšmės atributai, konstatuojami teoriniame diskurse dėl anksčiau minėtų prielaidų: talkinimo kognityviniams procesams, motyvacijai, mokymosi efektyvumui. Manoma, jog prasminga veikla pasižymi ateities perspektyva, o rezultatyvi veikla – gerais rezultatais. Abiem atvejais ugdymo procese svarbu pasiekti norimus tikslus, realizuoti mokytojo sukauptą patirtį, įgalinant besimokantįjį veikti realioje aplinkoje su vizualizuotais artefaktais, reprezentuojančiais įvairių dimensijų objektus. Aiškumas laiduoja norą geriau suprasti, pažinti pasaulį iš esmės: gebant atkoduoti jo dėsnius, mokymosi turinys tampa prasmingas, o siekiniai – realiai naudingi ir dabarčiai, ir ateičiai. Rezultatyvumas konstatuojamas tik tuomet, kai prasmingumas ir efektyvumas diagnozuojami kaip faktinis įrodymas – atliktų darbų kokybe, gerais pažymiais. Remiantis minėtais dalykais, pedagogo ir mokinių veikla klasėje tampa edukaciškai realizuota.



18 pav. Vizualizacijos poveikis mokymui(si) (sudaryta autorės)

Remiantis duomenų analize, sudarytas 18 pav., atskleidžiantis vizualizacijos poveikį psichologiniams ir edukaciniams procesams, jų komponentams. Paveikslo schema idealiausiai tiktų multimodalinei multidimensinei vizualizacijai, pasižyminčiai dideliu interaktyvumu ar simuliacinėmis galimybėmis, todėl labiau nei kitos priemonės veikia mąstymą, edukacines aplinkas, veiklas, motyvaciją, sąlygoja geresnius ugdymo rezultatus ir jų kokybę.

Galima daryti prielaidą, kad taikant šį modelį, mokiniai aktyviau mokosi savarankiškai, jie patys konstruoja savo žinias. Besimokantysis pats mokosi surasti informaciją, ją peržiūrėti, susieti su verbaline, išiminti ir permąstyti, kad įtvirtintų žinias – visa tai įgalina subjektą jausti atsakomybę už savo pasiekimus ir įteisinti savo, kaip subjekto, poziciją – nuolat besimokančio mokinio statusas sumažina aplinkos spaudimą mokytis tik pamokoje ir padidina paties mokinio suvokimą, kad mokymasis yra nesibaigiantis ir nuolatinis procesas. Subjekto pozicija aiškiai apibrėžia besimokančiojo statusą – jis yra atviras vizualios aplinkos ir informacinės sklaidos poveikiui ir mokytojo, kaip tarpininko ir padėjėjo, vaidmens priėmimui. Ugdytinis nuolatos sąveikauja su edukacine aplinka, kurioje taikomi vizualiniai ir verbaliniai informacijos kodai, suteikiantys didesnę galimybę jam konstruoti, įtvirtinti ir pasitikrinti žinias.

Postmoderniosios mokymosi paradigmos kontekste, kur multimodaliniai vizualieji artefaktai būtų taikomi veiksmingiausiai, mokytojo vaidmuo galėtų būti realizuojamas taikant vizualizaciją pamokose: pedagogas atsiskleisų kaip ugdymo proceso organizatorius, vadovas, patarėjas, konsultantas, instruktorius ir besimokantysis, nebijantis iššūkių ir besimokantis kartu su mokiniais. Mokytojas taptų laisvesnis nuo kalbėjimo – jis komentuotų rodomus vaizdus, interpretuotų tekstus ir sietų verbalinę informaciją su vizualiąja, atskleisdamas jo patirčiai būdingas žinias, papildydamas eksternalizuotas išorines reprezentacijas savo interpretacijomis. Pedagogas konsultuotų mokinius, juos aktyvintų, ragintų ir psichologiškai nuteiktų mokytis. Mokinys galėtų kontroliuoti mokymosi procesą, nes pats pasirengtų – kiek kartų žiūrės vizualizaciją, kaip mokysis, koku tempu, kiek pastangų įdės. Taip būtų sukuriamos laisvos sąlygos laiko atžvilgiu – tai visiškai naujas mokymosi aspektas, nes klasikinėje paradigmoje laikas yra labai limituotas ir nustatomas mokytojo reguliuojama kontrole. Mokinys būtų išsprastas į laiko rėmus ir visada priklausytų nuo mokytojo mokymo ir kitų mokinių mokymosi tempo. Būtent eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos padėtų mokiniui savarankiškiau mokytis sudėtingų reiškinių, juos pakartoti peržiūrint medžiagą namuose ar po pamokų mokykloje, sukuriant sąmonės intencionalumą aktyvinančias sąlygas, kurios palaipsniui suformuoja pasitikėjimo savimi jausmą.

Mokymosi kokybė akcentuotina dėl išvelgiamo edukacinio proceso reikšmingumo ir prasmingumo, išryškėjančio dėl pagerėjusių mokymosi rezultatų, padidėjusios subjektų mokymosi motyvacijos, teigiamų emocijų raiškos, konstatuojamai geresnių vizualinių ir verbalinių (komunikuojant) gebėjimų, interaktyvumo ir gilesnio žinių įsisavinimo. Vizualizacijos multimodalumas padėtų ugdytojui diferencijuoti ir individualizuoti ugdymo turinį, jį adaptuoti heterogoniškų poreikių mokiniams, orientuojantis ne tik į diskursyvų, bet ir vizualųjį informacijos transliavimą

1.1.5. Subjektų mokymosi homogeniškumas ir heterogeniškumas lyties aspektu

Postmodernizmo filosofijoje darniai dera kognityvinio ir socialinio konstruktyvizmo idėjos, kai ieškoma prasmų mokinių išskirtinumo ir panašumo atvejais, nes, žinant ypatumus, galima sėkmingiau organizuoti pamokos eigą. Šiuolaikinės klasės heterogeniškos: jose esama itin gabių, vidutiniškai, silpnai ir net sunkiai besimokančių ugdytinių, kurių poreikiai turėtų būti identifikuoti, nes globaliame pasaulyje kiekvienas turi teisę į kokybišką išsilavinimą ir sąlygas jam įgyti būtent subjektui priimtinu būdu. Kadangi gamtamokslinės, geografijos ir matematikos disciplinos yra vienos iš sunkiausių paaugliams, moksliniame diskurse ieškoma atsakymų, kaip, identifikavus mokymosi skirtumus ir panašumus pagal didžiausią ir labiausiai regimą požymį – lytiškumą, būtų galima koreguoti ir stiprinti edukacinę sistemą.

Įvairiose šalyse atliekami tyrimai rodo, kad gamtamokslinio ugdymo ypatumai akcentuojami lyties heterogeniškumo aspektu, o tyrimų rezultatai atskleidžia mokymosi skirtumus tarp merginų ir vaikinių, veikiančius mokymosi pasiekimus ir edukacinį procesą. Mokslininkai konstatuoja, kad esama įvairių mokinių požiūrio skirtumų apie biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos mokymąsi (Mallow ir kt., 2010; Zeyer, Wolf, 2010; Devetak, Glažar 2010; Devetak ir kt., 2009; Colley, Comber, 2003), o PISA tyrimo rezultatai visame pasaulyje įrodė, kad lyčių skirtumai ir nelygybė egzistuoja kaip tarptautinė problema (Buccheri, Gurber, Bruhwiler, 2011), todėl rekomenduojama diferencijuoti ugdymo turinį būtent pagal lyčių poreikius (Lau, Yuen, 2010) ir sukurti lyčių lygybės strategiją gamtamoksliniame ugdyme (Yılmaz, Eryılmaz, 2010).

Išanalizavus 2008–2011 metų mokslines publikacijas apie lyčių gamtamokslinio ugdymo mokymosi skirtumus nustatyti įvairūs veiksniai, kurie pateikiami lentelėse, atskleidžiant jų apibendrintus požymius (sub-kategorija) ir tų požymių generalizuotas kategorijas. Iš diskurso nustatyta, kad akcentuojami silpnesni merginų *versus* vaikinių mokymosi ypatumai, stipresni vaikinių *versus* merginų mokymosi ypatumai ir skirtingi merginų mokymosi požymiai, kurie vaikinių populiacijoje labai silpnai reiškiasi arba visai nesireiškia.

6 lentelė

Silpnesni merginų *versus* vaikinių mokymosi ypatumai gamtamoksliniuose dalykuose

Kategorija	Subkategorija	Autoriai	Prasminiai žodžiai
Nepakankama mokymosi motyvacija	silpnesnė motyvacija	Cheung, 2009.	[15–19 metų merginos mokantis chemijos pasižymėjo silpnesne motyvacija nei vaikinai].
	silpniau išreikštas pomėgis	Quinn, Lyons, 2011.	[15 metų paauglės statistiškai reikšmingai mažiau nei vaikinai mėgo gamtos mokslus integruotus su kitomis disciplinomis].
Mažesni nei vaikinių mokymosi pasiekimai	neįtvirtintos žinios	National Center for Education Statistics (ED), 2011; Chow, Salmela-Aro, 2011.	[merginos silpniau mokėsi gamtos mokslų nei merginos 12 klasėse]; [15 metų mokiniai vykdė užduotis pagal į mokinį orientuotą požiūrį; merginos pasirodė statistiškai reikšmingai silpniau nei vaikinai].
	silpnesni igūdžiai, gebėjimai	Quinn, Lyons, 2011.	[15 metų merginos silpniau įvertino savo gebėjimus gamtamokslinėje srityje kitų mokinių atžvilgiu].

6 lentelės tęsinys

Ateities nesietumas su gamtamokslinėmis sritimis	mažas gamtamokslinių dalykų pasirinkimas aukštesnėse klasėse	Britner, 2008; Liu, Hu, Jiannong, 2010.	[Nustatytas labai didelis atotrūkis renkantis discipliną aukštesnėse klasėse], [merginos labiau nei vaikinai išitikinusios, kad joms humanitariniai mokslai labiau tinka, ypač tai sustiprėja 10 klasėje].
	mažas gamtamokslinių dalykų specialybių pasirinkimas	Koul ir kt., 2011; Britner, 2008; Ceci Williams, 2007; Scantlebury, Baker, 2007.	[Karjera gamtos moksluose priklauso nuo lyties – moterys rečiau nei vyrai renka GU specialybes]; [Egzistuoja visiems žinoma lyčių diferenciacija, išreikšta mažesniais moterų mokslo pasiekimais, studentų ir mokinių, kurios būtų orientuotos į gamtos mokslus]; [Nors mokyklose merginos mokosi taip pat gerai kaip ir vaikinai, tačiau gamtos mokslų srityse mažuma merginų įgyja profesiją ar pasiekia akademinės aukštumas].
Silpnas IKT poreikis	mažesnė sąveika su IKT	Abbiss, 2008; Sainz, Lopez-Saez, 2010; Varma, 2010.	[merginos mažiau sąveikauja su kompiuteriu ir mokymosi tikslais ir kitais atvejais]; [merginos jaučia mažesnę potraukį dirbti kompiuteriu ir mažiau praleidžia laiko su juo].
	mažesni įgūdžiai su IKT	He, Freeman, 2010.	[merginos ne taip savimi pasitiki dirbdamos kompiuteriu, nes jos mažiau mokėsi juo dirbti, mažiau turi patirties, gretinant jas su vaikinais].
	mažesnė savivertė	Abbiss, 2008.	[mažiau save vertina kaip kompetentingas kompiuterių valdymo srityje].

Mokslinių tyrimų rezultatų analizė atskleidžia (6 lent.), kad esama įvairių edukacineje realybėje veikiančių veiksnių, kur raiška epistemiskai skiriasi heterogenišku lyties aspektu. Diskursyviai aprašyti ypatumai dažniausiai pozicionuojami eksperimentų ir nuomonių apklausų arba mokymosi pasiekimų rezultatais. Jų pagrindu moksliniai straipsniai reprezentuoja socialiai patikrintus faktus, kurie įvardijami kaip empiriškai patikrinta objektyvizuota tiesa apie lyčių skirtumus, todėl ir analizuojama kaip homogeniškų požymių visuma atitinkamoje populiacijoje (merginų arba vaikinių), nepretenduojančią į jų priskyrimą absoliučiai visai paauglių kartai.

Daugiausia dominuojančių faktų apie heterogeniškumą gamtamokslinio ugdymo procese pateikta įrodinėjant, jog merginos pasižymi silpnesne veiklos kokybės raiška. Paauglės mažiau nei vaikinai nori mokytis gamtos mokslų disciplinų, ypač sudėtingesnių – chemijos, fizikos ir matematikos, jos pasižymi šių dalykų integracijos mažesniu poreikiu, kas atskleidžia, jog merginų mokymosi motyvacija yra mažesnė nei vaikinių. Post-modernistinė multidimensinė vizualioji reprezentacija, kaip jau išanalizuota anksčiau, skatina mokymosi motyvaciją – kaip artefaktas transliuoja sudėtingus reiškinius paprastai suvokiamais kodais ir subjekto sąmonės evoliuciją gamtamokslinėse disciplinose gali pakylėti iki norimo lygio, sąlygojančio visapusišką temų įsisavinimą. Motyvacijos skatinimas, kognityvinio ir socialinio konstruktyvizmo aspektu, įprasmina veiklią epistemine patirtį, jos savanorišką pasirinkimą kaip prioritetą ir išliekamąją vertę, lemiančią tolimesnių temų išmanymą, kai besimokantysis jaučia vidinį stimulą domėtis, tobulėti ir veikti interaktyvioje terpėje tarpininkaujant labiau suprantančiam bendraklasiui ar pedagogui. Taikant vizualizaciją namuose, būtų realizuojamas savęs veiksmimas, subtiliai veikdinantis subjektą *per se*, įgalinantis integruočiau regėti abstrakčių fenomenų sąveiką su realiu gyvenimu ir kitomis disciplinomis, todėl mokymosi

paradigma įgautų didesnio poveikio galių ugdymo dalyvių sąmoningose veiklose.

Įrodyta, kad esama atvejų, kai merginų žinios ir gebėjimai gamtamoksliniuose dalykuose yra silpnesni nei vaikinių, todėl jų pasiekimai, rodo episteminių mokymosi ribotumą, kurį vizualizacija galėtų eliminuoti. Ugdymo procese taikant vizualiuosius artefaktus galima pasiekti geresnių rezultatų, nes multidimensinė ir multimodalinė eksternalizuota informacijos pateiktis lengvina suvokimą, sukaupia dėmesį, ilgiau išlaiko faktus atmintyje, todėl greičiau formuojasi įgūdžiai, laiduojantys veiksmingą mokymąsi ir geresnius pasiekimus. Kognityvinio konstruktyvizmo aspektu, tokie skirtumai tarp lyčių neturėtų būti konstanta, nes visi paaugliai priklauso formaliųjų operacijų stadijai, kas leidžia manyti, kad geba kelti ir tikrinti hipotezes, mąstyti abstrakčiai. Tačiau statistika rodo (PISA, TIMS), kad vaikinams gamtos mokslai geriau sekasi, jų pasiekimai aukštesni, o moterų mažuma gamtos mokslų srityse atspindi panašią situaciją – aukštesnėse klasėse merginos rečiau renkasi sudėtingus dalykus ir aukštosiose mokyklose rečiau juos studijuoja. Minėti veiksniai tarpusavyje teoriškai koreliuoja – nesuprantant abstrakčių sąvokų (kurias vaikinai geriau supranta dėl labiau išlavinto ar įgimto ir labiau pasireiškiančio erdvinio mąstymo), prarandama mokymosi motyvacija, silpnėja mokymosi pasiekimai ir slopsta noras gilintis į tuos dalykus, o vėliau nesinori jų studijuoti. Be to, dominuoja ir stereotipas – merginoms geriau sekasi humatariniai mokslai. Tokią edukacinę situaciją galima paaiškinti klasikinės paradigmos dominavimu, kadangi pedagogas dirba pagal nediferencijuotą sistemą, homogeniškai taikomą visiems ugdytiniams ir ne visuomet turi galimybių ir sąlygų mokyti heterogeniškas grupes pagal jų poreikius. Socialinio konstruktyvizmo kontekste, mokytojai turėtų labiau padėti merginoms atliekdami mediatoriaus funkciją, taikydami vizualines reprezentacijas ne tik kaip sudėtingų reiškinių ar objektų iliustracijas, bet ir kaip multimodales priemones episteminei praktikai, tuo pat metu sukuriant palankias sąlygas globaliai inovatyviu būdu mokytis to, kas jau mokoma kitose valstybėse, palaipsniui formuojant žinias, kaip pridedamąjį žinių ir informacijos visuomenės produktą.

Merginų sąveika su IKT, kaip ir su gamtamoksliniais dalykais, silpnesnė nei vaikinių: jos šioje srityje turi mažiau žinių, įgūdžių, nepasitiki savimi tiek, kiek vyriškos lyties atstovai. Mokslininkų tyrimai teigia, kad lyčių sąveika su kompiuteriu veikiama (paveikta) socialinių veiksmų ir mąstymo būdo (Abbiss, 2008; Harskamp ir kt., 2008; Kusrkar ir kt., 2010; Tang, Neber, 2008; Okoye, 2009; Burton, 2010; Taasoobshirazi, Carr, 2008; Lamanauskas ir kt. 2006), todėl kartais sudėtinga įvardyti priežastis, sąlygojusias skirtingą vaikinių ir merginų požiūrį į kompiuterį, internetą ir su jais susijusius procesus. Diskurso analizė atskleidžia apie vyriškosios kultūros poveikį vaikinių mąstymo būdai ir jo sąveikai su IKT kaip stipriai progresuojantį reiškinį, silpniau pastebimą merginų populiacijoje.

Skirtingi merginų versus vaikų mokymosi poreikiai gamtamoksliniuose dalykuose

Kategorija	Subkategorija	Autoriai	Prasminiai žodžiai
Išreikštas poreikis empatiškai socialinės realybės sąsajai su GU	socialinio gyvenimo pažinimo poreikis	Britner, 2008.	[rekomenduojama merginoms sudaryti sąlygas mokytis gamtamokslinių dalykų, labiau orientuotų į socialinį gyvenimą].
	empatijos poreikis	Zeyer, Wolf, 2010; Rovai, 2007.	[merginos labiau pasižymi empatiniu smegenų tipu mokymosi metu]; [svarbus socialinis veiksnys mokant gamtos mokslų].
Inovatyvių ir papildomų pamokų poreikis	noras mokytis inovatyviai	Dijkstra, Goedhart, 2011.	[Tirta nuomonė apie vidurinės mokyklos GU projektus. Konstatuota, kad merginos per inovatyvias gamtamokslines pamokas išmoko daugiau nei vaikinai; [Merginos mažiau mėgsta tradicines pamokas].
	noras mokytis papildomai	Batz ir kt., 2010.	[Papildomai merginos statistiškai reikšmingai labiau nori mokytis nei vaikinai. Jų vidinė motyvacija buvo didesnė].
Konkretesnių (erdvinio mąstymo nereikalaujančių) dalykų ir užduočių sėkmingesnis mokymasis	sėkminga teksto analizė	Olszewski-Kubilius, Lee, 2011.	[merginoms geriau sekėsi atlikti žodinius testus].
	geresnis konkrečių užduočių atlikimas	Fat Lau, Kau Yuen, 2010.	[programuojant kompiuterines užduotis, merginos geriau nei vaikinai atlieka konkrečias nuosekliąsias užduotis].
	potėgis mokytis biologiją	Batz ir kt., 2010; Baram-Tsabari, 2008; Salminen-Karlsson, 2009; Baram-Tsabari, Yarden, 2011.	[Biologija – merginų sritis], [merginoms biologijos labiau patinka nei vaikinams].

Mokslinis diskursas atskleidžia merginų populiacijos (7 lent.) požiūrį į gamtos mokslus, esą juose stokojama socialinį gyvenimą padedančių pažinti elementų, jų visumos, taip pat trūksta ir empatinių veiksnių, kurie padėtų merginoms geriau įsisavinti žinias. Psichologų nustatyta, kad moterys yra emocionalesnės nei vyrai (Reeve, 2005), todėl joms reikia gilesnio jausminio, emocinio efekto ne tik realiame gyvenime, bet ir mokymosi metu, kad giliau būtų išlaikytas sąmonės intencionalumas ir konstruojami geresni produktai. Merginų poreikis sieti teorines biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos žinias su supančio pasaulio socialiniais faktais dar kartą patvirtina, kad esama stipraus praktikos poreikio socialinio ir kognityvio konstruktyvizmo idėjų sąlyčiui: jis gali lemti sėkmingą abstrakčių ir fiziškai neregimų reiškinų atkodavimą kaip artimą ir atpažįstamą kasdienio gyvenimo situacijose. Vizualizacija talkintų kaip artefaktas nereprezentuojamų objektų reprezentavimo tikslais, multimodaliai įveiklinant interaktyviai veikti ir ruošti episteminei praktikai, taip pat atliekant ir emocijų stimulatoriaus vaidmenį, kai sužadindamos būsenos, paveiktos estetikos ar aliuzijos į asmeniškai artimą ir individualiai savitą patirtį. Mokslininkai mano (Aschbacher, Lee, & Roth, 2010), kad gamtos mokslų mokytojai turi gamtamokslines sąvokas aiškinti siedami jas su realiu gyvenimu ar mokinių ateitimi, pabrėždami gamtamokslinio raštingumo svarbą ir karjeros galimybes, kviesdami mokslininkus ir bendruomenės atstovus dalyvauti mokyklinėje veikloje.

Tačiau merginos labiau nei vaikinai nori inovatyvesnių pamokų, kuriose būtų taikomi nauji metodai, priemonės, organizuojama papildoma veikla. Šiuo atveju vizualizacija, kuri dažnai ir įvardijama kaip inovacijas atstovaujanti reprezentacijų priemonė, galėtų padėti pedagogams gamtamokslinėse disciplinose sužadinti moteriškos lyties atstovių motyvaciją ir ilgiau išlaikyti jų susidomėjimą būtent nuolatine proceso kaita ir jo įvairove. Edukacinių paradigų virsmo kontekste, mokiniams kognityviai ir socialiai konstruojant savo žinias, vizualizacija savo privalumais įprasmina galimybes ne tik inovatyviai įveikinti besimokančiuosius, bet ir kokybiškiau pasiekti tikslų – regėti sudėtingų dalykų prasmę, reikšmingumą ir rezultato panaudojamumą. Logiška manyti, kad tinkamai pritaikius eksternalizuotas vizualias reprezentacijas, merginų pažinimas sustiprėtų, nes būtų aktyviau veikdinami jų kognityviniai procesai, sąveikaujant klasėje su kitais mokiniais ir su mokytojais, lavėtų ir komukaciniai įgūdžiai, todėl apibendrinant galimų veiklų vyksmą, daroma prielaida, kad giliau įsisavinus žinias, padidėtų poreikis mokytis analizuojamų disciplinų turinį dažniau nei įprasta.

Kompiuterinė vizualizacija gali paskatinti merginas sudėtingus dalykus mokytis paprastesniu būdu ir taip geriau įsigilinti į matematikos žinias ir jas įsisavinti. Tyrimai atskleidžia (Lee, Chun-Y., Yuan, 2010), kad būtent interaktyvus merginų santykis su kompiuteriu skatina mokymosi motyvaciją. Kaip jau išsiaiškinta, merginos, skirtingai nei vaikinai, mažiau regi IKT prasmę socialiniame gyvenime, todėl sąmoningai vengia aktyvaus darbo su kompiuterinėmis priemonėmis. Tačiau būtent šioje populiacijoje IKT ir vizualizacija, paremta edukacine idėja, galėtų multimodaliai įveikinti merginas į episteminę praktiką, kai sąveikavimas būtų prasmingas ir dėl sėkmingos mokymosi išvalgos ateityje, ir dėl esamuoju laiku tvyrančio pasitenkinimo, kad abstrakčios ir sudėtingos sąvokos ir uždaviniai buvo įsisavinti ir praktiškai pritaikyti.

Konstatuojama, kad merginoms labiau nei vaikinams sekasi mokytis konkretesnių ir abstraktaus mąstymo (susijusio su erdviniais gebėjimais) nereikalaujančių dalykų, todėl jos lengviau atlieka teksto analizę, konkrečias užduotis, domisi ir ateityje renkasi biologijos *versus* kitų gamtos dalykų studijas. Anksčiau aptartos prielaidos apie moteriškos lyties heterogoniškus skirtumus dėl vaizdinio erdvinio mąstymo stokos, kai sunkiau įsisavinami nereprezentuojami dalykai (chemijos ir fizikos reiškiniai, geometrija), pabrėžia vizualizacijos būtinumą, kaip palankių sąlygų kūrimą prasmingai ir veiksmingai veiklai realizuoti – aktyvinti kognityvinius procesus, lavinti episteminius gebėjimus, skatinti motyvaciją. Nėra aišku, kaip pasikeistų populiacijos tyrimų rezultatai, jei būtų tinkamai parinktos ir panaudotos vizualiosios eksternalizuotos reprezentacijos, kurios padėtų merginoms susikurti teisingus mentalinius modelius, internalizuotus dvigubo kodavimo būdu (verbalinis ir vizualinis) ir lengvai atkoduojamus ir realizuojamus tvirtinant žinias praktikoje – daroma prielaida, kad pasirinkus rekomenduojamą variantą, ugdymo kokybė ir ją atskleidžiantys veiksniai pagerėtų, o aptartos merginų populiacijos silpnesnės mokymosi sritys būtų eliminuotos.

8 lentelė

Stipresni vaikinių *versus* merginų mokymosi ypatumai gamtamoksliniuose dalykuose

Kategorija	Subkategorija	Autoriai	Prasminiai žodžiai
Ateities sąsaja sugamtamokslinėmis sritimis	pomėgis mokytiis fiziką	Batz ir kt., 2009.	[Vaikinams labiau patinka fizika].
	dažnesnis gamtamokslinių sričių profesijos pasirinkimas	Page, Bailey, Van Delinder, 2009.	[Vaikiniai dažniau renkasi gamtos mokslų, technologijos, matematikos ir inžinerijos sritis].
Interaktyvus mokymasis su IKT	didesnis IKT taikymas	Abbiss, 2008; Stoilescu, Egodawatte, 2010.	[vaikiniai labiau įsitraukę į kompiuterines veiklas nei merginos], [daugiau naudoja IKT ne tik mokyklose, bet ir namuose].
	IKT sąsaja su socialine nauda	Stoilescu, Egodawatte, 2010.	[daugiau įžvelgia socialinės naudos taikant kompiuterį].
	aktyvumas	Stoilescu, Egodawatte, 2010.	[Jie yra aktyvesni dirbdami su kompiuteriu].
Didesnė mokymosi motyvacija ir teigiamų emocijų dominavimas taikant IKT	teigiamų emocijų dominavimas mokantis su IKT	Stoilescu, Egodawatte, 2010; Nieswandt, Shahan, 2008.	[vaikiniai jaučia mažesnę pyktį programuodami ar dirbdami su kompiuteriu].
	domėjimasis IKT	Stoilescu, Egodawatte, 2010.	[Jie taip pat daugiau domisi pačiu programavimu].
Interneto vartojimo poreikis	internetu vartojimo pomėgis	Shih-Chyueh ir kt., 2008.	[Vaikinams labiau patinka mokytiis internetu].
	teigiamų emocijų dominavimas naudojantis internetu	Shih-Chyueh ir kt., 2008.	[taikant internetą <...> išgyvena pozityvias emocijas mokymosi metu ir džiaugiasi tuo procesu ir įsitraukimu į jį].
	greitas naujų įgūdžių įgijimas	Shih-Chyueh ir kt., 2008.	[Jie taip pat labiau nei merginos greičiau adaptuojasi prie internetinių sąlygų].

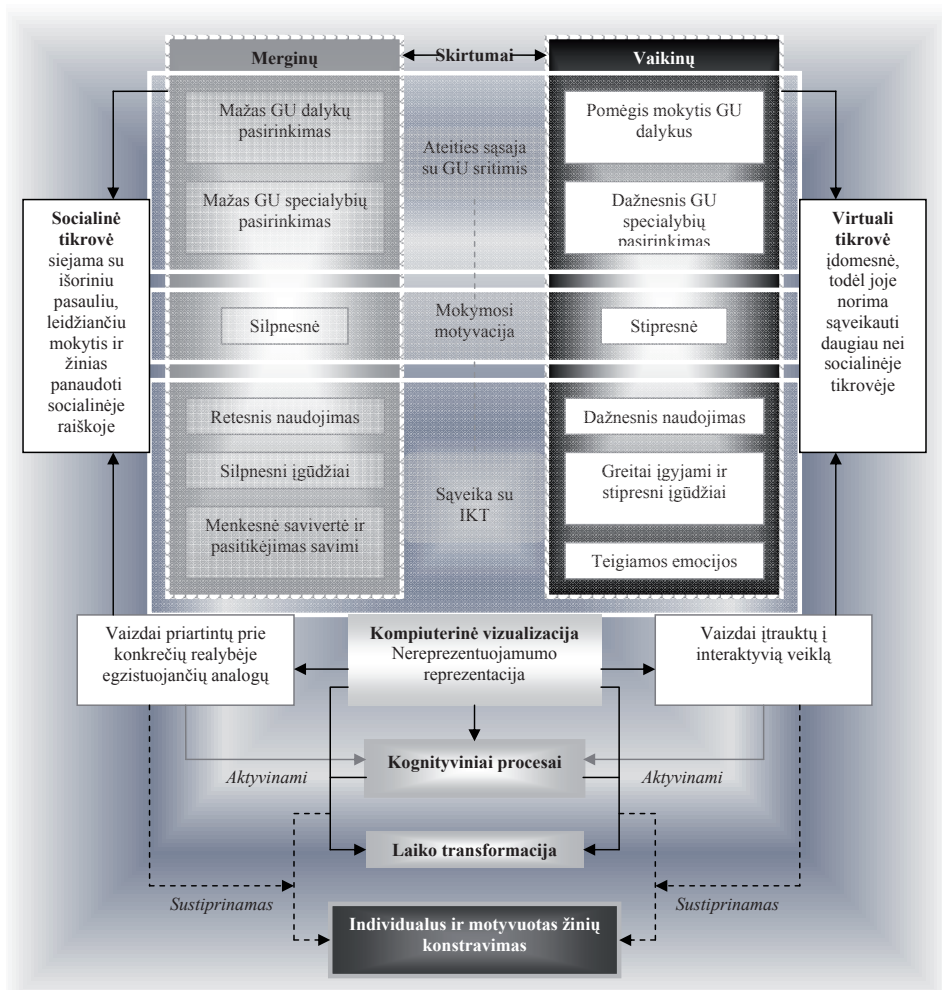
Tyrimas atskleidžia (8 lent.), kad vaikiniams būdingos tos savybės, kurių merginų populiacijoje mokantis gamtos mokslų, stokota: tai stipresni jų poreikiai aiškintis sudėtingus dalykus, jų pomėgis mokytiis fiziką, didesnis poreikis rinktis gamtos disciplinas aukštesiose mokyklose, interaktyvesnis ir intensyvesnis ryšys su IKT, IKT naudos įžvelgimas ir pasitenkinimo naudojantis jomis jautimas. Vaikiniai dažniau nei merginos sąveikauja ir dėl to gerai jaučiasi ne tik su kompiuterinėmis, bet ir su internetinėmis virtualiomis priemonėmis, kurios nukelia mokinio sąmonę į išgalvotą realybę, leidžiančią patirti ekstremalius pojūčius, negalimus socialinėje sferoje. Dėl šių priežasčių vizualizacijos, kaip artefakto, taikymas mokymosi procese gali laiduoti kur kas geresnius rezultatus nei taikant įprastas priemones, nes taip edukacinė aplinka būtų pritaikyta prie mokinio interesų – laisvai veikti interaktyvioje objektyvizuotų reprezentacijų taikymo veikloje per IKT ir taip patenkinti hedonistinius poreikius.

Tačiau esama autorių, kurie prieštarauja ugdymo turinio deferencijavimui pagal lyčių heterogoniškus poreikius. J. Wilhelm (2009) teigimu, nors tyrimais ir nustatyti įvairių mokymosi ypatumų skirtumai lyčių aspektu, geriau būtų matematikos ir fizikos mokyti pagal mokymosi turinį, labiau orientuotą į erdvinių gebėjimų lavinimą ir tyrimais grįstą mokymąsi, kurie ir merginoms, ir vaikiniams vienodai būtų naudingi.

Abejojama, ar pedagogai pajėgs diferencijuoti pamokas ir galbūt to visiškai nereikia, nes kognityvinių požiūrių ugdymo sėkmė priklauso nuo gebėjimų, įgytų individualiai ir socialiai konstruojant savo patirtį kartu su bendraamžiais ir talkinančiais pedagogais.

Kitų autorių tyrimai atskleidžia, kad esama situacijų ir sričių, kur nėra skirtumų tarp merginų ir vaikinų mokymosi ypatumų. Abiejų lyčių populiacijos požiūris į gamtos mokslus ir jų motyvacija panaši – nėra statistiškai reikšmingų skirtumų domėjimosi gamtos mokslais srityje (Baram-Tsabari, Yarden, 2011); 10–12 klasėse merginų ir vaikinų biologijos, chemijos ir fizikos mokosi rezultatai panašūs (Haworth ir kt., 2010), todėl tai neturi jokios įtakos renkantis tolimesnę profesiją; kaip jau aptarta analizuojant lentelėse pateiktus duomenis, merginos gamtos mokslų studijų dažniausiai nesirenka, nes dominuoja stereotipas ir jų pačių įsitikinimas, kad joms geriau sekasi humanitariniai mokslai. Taip pat įrodyta (Achor ir kt., 2010), kad, taikant kompiuterinius žaidimus edukaciniais tikslais matematikos disciplinoje, nebuvo tarp vaikinų ir merginų nuomonės skirtumų apie didesnę naudingumą. Paneigta ir ta hipotezė, kuria tikėtasi įrodyti, jog vienalytėse mokyklose mokymosi pasiekimai merginų populiacijoje turėtų būti aukštesni (Feniger, 2011) – nustatyta, kad nėra skirtumų matematikos, fizikos ir biologijos dalykuose, todėl įrodyta, jog vienalytėse ir mišrioje mokyklose paauglės geba pasiekti panašių rezultatų. Atskleista, kad, mokantis nuotoliniu būdu gamtos mokslų, kur kas svarbiau ne turinio diferencijavimas lytiškumo aspektu, bet tinkamas subjektų skyrimas užduotims atlikti (Xie, Ke, 2009) ir tinkama pamokos organizavimo strategija (Seo, 2007).

19 pav. reprezentuoti merginų ir vaikinų mokymosi veiksniai, kurie homogeniškai ir heterogeniškai gali būti pavartojami individualioms žinioms konstruoti taikant multidimensinę ir multimodalinę vizualizaciją. Mokslininkų diskurso analizė apie lyčių heterogeniškumą gamtos mokslų mokymosi srityje atskleidė, kad merginoms gamtos mokslai sudėtingesni – jų mokymosi pasiekimai žemesni nei vaikinų, nors tų, kurios renkasi šių sričių dalykus aukštesnėse klasėse, mokymosi pasiekimai panašūs kaip ir priešingos lyties atstovų. Merginos pasižymi silpnesne mokymosi motyvacija, nesieja savo ateities su sudėtingesnėmis disciplinomis – chemija, fizika, matematika, jei vis dėlto renkasi – populiariausia sritimi įvardijama biologija. Moteriškos lyties populiacijoje IKT įvertinamos tik kaip priemonės episteminiams tikslams įgyvendinti, konstatuojamas silpnas IKT vartojimo poreikis. Tuo remiantis kompiuterinė vizualizacija galėtų padėti merginoms suvokti abstrakčius dalykus ir paskatinti silpnesnę mokymosi motyvaciją gamtamoksliniame ugdyme. Multimodalinės vizualinės reprezentacijos merginoms galėtų skatinti didesnę motyvaciją mokytis nei vaikinams, nes jos stokoja pojūčio ir žinių, kaip sudėtingi, neregimi fenomenai yra susiję su realiu gyvenimu, socialine tikrove ir jų pačių subtiliu pasauliu, o kompiuterio ekrane nereprezentuojamų objektų atskleidimas parodytų mokslo objektyvizuotų faktų sąveiką su intencionaliai suvokiamu pasauliu. Merginos labiau nei vaikinai išreiškia inovatyvių, interaktyvių gamtamokslinių pamokų poreikį, todėl taikant kompiuterinę vizualizaciją būtų galima sukurti pageidaujamas sąlygas, tarpininkaujant artefaktiniams dariniams ir užtikrinant išorinių vizualinių reprezentacijų internalizavimą, naudingą motyvacijai skatinti ir episteminiam ribotumui išvengti.



19 pav. Merginų ir vaikinų gamtamokslinių dalykų mokymosi veiksniai kompiuterinės vizualizacijos taikymo kontekste (sudaryta autorės)

Vaikinų populiacijos tyrimų rezultatų analizė taip pat įprasmina galimai sėkmingą ir prasmingą vizualizacijos, kaip regimųjų artefaktų pateikties, taikymą biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose ir mokantis savarankiškai. Kadangi vaikinai labiau nei merginos linkę domėtis kompiuterinėmis technologijomis, dažniau su jomis sąveikauja edukacinėje ir namų ir laisvalaikio aplinkose, jų virtualių tikrovių poreikis yra akivaizdžiai didesnis, todėl eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos galėtų besimokančiuosius dar labiau motyvuoti pažinti gamtamokslinius dalykus, susikaupti pamokose, pasiruošti joms namuose.

1.2. Kognityvinių procesų ir motyvacijos reikšmė taikant vizualizaciją

Vizualizacijos reikšmė kognityviniams procesams įvardijama kaip mokslinių diskursų analizės rezultatas, todėl būtina plačiau paanalizuoti kiekvieno proceso psichologinius ypatumus, padėsiančius visapusiškiau suprasti vizualiųjų išorinių artefaktų taikymo prasmę biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose suvokimo, dėmesio, atminties, vaizduotės ir motyvacijos procesams. Sudėtingos informacijos suvokimas, teisingas mentalinių modelių susikūrimas, pagrįstas dvigubu kodavimu, įmanomu derinant vizualiąją ir verbaliąją informacijos pateiktis, žinių išiminimas ir išlaikymas ilgalaikėje atmintyje, jų išsivaizdavimas kuriant atitikmenis vidinėse objektų ir reiškinių reprezentacijose padeda pasiekti efektyvių ugdymo rezultatų. Kognityviniai procesai ir motyvacija padės plačiau suvokti jų veikimą ir įprasmins vizualizacijos, kaip artefakto, prasmę gamtamokslinėse disciplinose.

1.2.1. Konstruktyvistinės ir ekologinės vaizdinės percepcijos teorijų analizė

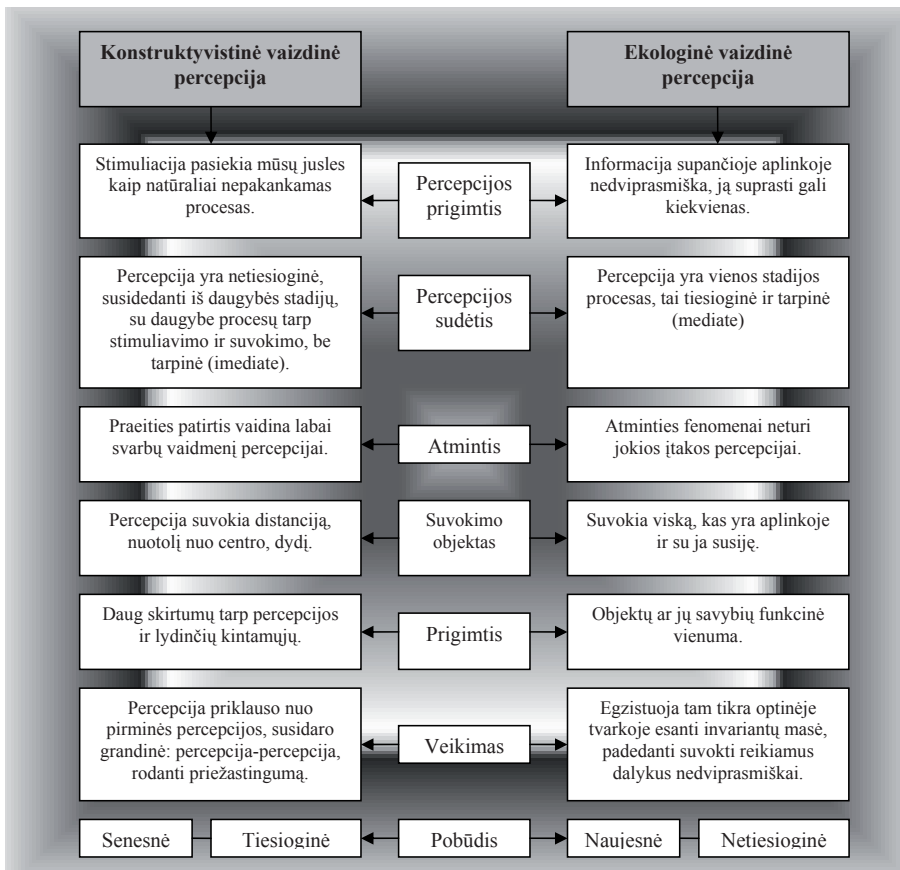
Suvokimo procesas yra sudėtinga psichikos veiksnių visuma, atsakinga už informacijos priėmimą ir atpažinimą, traktuojamą kaip suprantamą žmogaus sąmonei. Kognityvinės psichologijos moksliniame diskurse suvokimą analizuoja dvi teorijos, aktualizuojančios požymius, kurie tarpusavyje silpnai koreliuoja. Ugdymo procesui abiejų teorijų paradigmos suteikia prasmės taikyti vizualizaciją, tačiau nėra aišku, kuria konkrečiai teorija reikėtų vadovautis, siekiant visapusiškiausiai suprasti edukacinėje realybėje atskleidžiamas charakteristikas – tiek ekologinę, tiek konstruktyvistinę paradigmos turi savų privalumų ir trūkumų. Akcentuotina, kad suvokimas šiuo atveju įvardinamas kaip operavimo suvoktais vaizdiniais procesas, todėl toliau analizuojamos šiai krypčiai priskiriamos teorijos.

1960 metų viduryje grupė mokslininkų išklė prielaidą, kad egzistuoja dvi vaizdinės sistemos. Nuo to laiko atlikti tyrimai vienas kitą papildė vis naujesne ir abiem teorijoms naudinga moksline informacija. Pirmieji eksperimentai su gyvūnais minėtą prielaidą patvirtino (Schneider, 1967; 1969; Trevarthen, 1968; Ingle, 1973; Leibovitz ir Post 1982; Ungerleider ir Mishkin, 1982). Plėtojant tyrimus paaiškėjo, kad viena žievinė sistema atsako į klausimą *kas* ir sąlygoja subjekto galimybę identifikuoti objektus; kita – atsako į klausimą *kur*, todėl subjektai gali nustatyti objekto padėtį erdvės atžvilgiu. Pirmoji sistema pavadinta *ventraline*, o antroji – *dorsaline*.

Dar vieną šio reiškinio interpretaciją pasiūlė Goodale ir kt. (1992; 1995). Jie pritarė Ungerleider ir Mishkin (1982) tyrimų rezultatams, bet įrodė, kad dorsalinei sistemai galima priskirti vaizdinės kontrolės ir motorinių judesių valdymo funkcijas. Skirtumas – ne vaizdinių sistemų poveikis, bet transformacijos, kurias jie atlieka naudojamesi vaizdine informacija. J. Norman (2002) šį atradimą aiškina ventralinės sistemos galimybe transformuoti vaizdinę informaciją į egzocentrinį šabloną-eskizą, suteikiant galimybę percepcijai suvokti objektą kaip priklausantį vaizdiniam pasauliui. Analogiška dorsalinė sistema transformuoja vaizdinę informaciją į geocentrinį šabloną ir suteikia jai galimybę kūniškai manipuliuoti objektu. Prieita prie išvados, kad šios sistemos gali būti panašios.

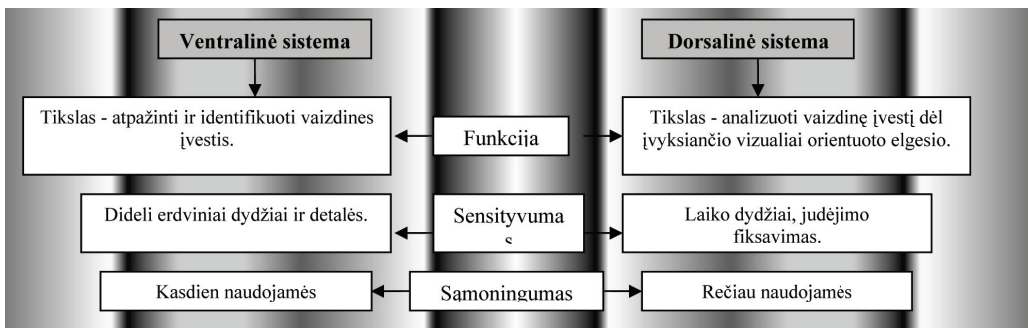
Normaliai fiziologiškai ir psichiškai išsivystęs žmogus gali operuoti abiem sistemomis. Iš dalies jų veikimas garantuojamas ir po trauminių situacijų. Nustatyta (Milner ir kt., 1999), kad pacientai, patyrę smegenų sužalojimus, turintys optinę ataksiją, neturi jokių problemų su bet kokios rūšies vaizdinių stimulų identifikavimu, bet nesugeba atlikti teisingų motorinių judesių link vizualiai pateiktų objektų. Nors jų dorsalinė sistema sužalota, tokie žmonės gali naudotis ventraline sistema, kuri „išsijungia“ po kurio laiko. Buvo tirti (Norman, 2002) ir vizualinės agnozijos pacientai, negalintys identifikuoti objektų – jų neatpažįstantys, negalintys atlikti diskriminacinių veiksmų tarp kvadrato ir ovalo, bet galintys nukopijuoti piešinius ir daiktus iš atminties, atlikti vaizdines motorines užduotis. Tokie pacientai negali naudotis ventraline (išvertus iš anglų k. – „pilvo“) sistema. Stokojama tyrimų, kurie pagrįstų didelius abiejų sistemų skirtumus, dauguma prielaidų planuojama patvirtinti ateityje.

Minėtos sistemos vienija jas grindžiančias mokslines mokyklas, oponuojančias viena kitai. Anksčiau aptartoji ventralinė sistema tapo Helmholtzian klasikinio konstruktyvistinio požiūrio teorija, o dorsalinė – Gibsono ekologinio-tiesioginio požiūrio teorija. 20 paveiksle pateikiama informacija, reprezentuojanti teorijų požiūrį į percepciją.



20 pav. Dviejų vaizdinių percepcijos teorijų palyginimas
(Pagal Norman, 2002) *Sudaryta autorės*

Konstruktivistai percepciją suvokia kaip gaunamą pastangų poveikis, bet nesąmoningą, kai informacijos priėmimas mažai arba beveik nesusijęs su sąmoningumu, stengiantis identifikuoti objektą ar reiškinį. Subjektas atpažįsta objektą kaip įvairių reprezentacijų sistemos visumą, egzistuojančią dėl atmintyje sukauptos informacijos. Ekologinės teorijos atstovai atminties procesams reikšmės suteikia itin mažai – objektų atpažinimui tereikia trumpalaikės atminties procesų, panašių į akcentuojamus geštalines psichologijos tyrėjų darbuose. Konstruktivistams atmintis yra tarsi pagrindas, kuriame ir iš kurio vystoma suvokiamų objektų esmė, bet pats vystymo procesas traktuojamas kaip identifikavimas ne tik duotojoje regimojoje objekto aplinkoje, bet ir sukauptoje per patirtį atminties saugyklose. Ekologams kur kas svarbiau yra regimojo vaizdo fonas – aplinka, egzistuojanti, kol subjektas realiai pamato objektą ir jį identifikuoja kaip pažįstamą ar suvokiamą. Ekologinės mokyklos nuomone, percepcija veikia tiesiogiai, be jokių objekto atpažinimo funkcijų. Ekologinė teorija suvokėją traktuoja kaip aktyvų, o percepciją – kaip pasiekimą, žiūrėjimą; tai nėra žmogaus sąmonės atsako į stimulą pasyvus patyrimas. Ši pozicija priešinga konstruktivistų perspektyvai, pasyviai egzaminuojančiai savo sąmonės supratimą stimulo teikiamos informacijos atžvilgiu. Ekologinės mokslinės mokyklos idėjas perėmė lytėjimo (haptic) percepciją tyrinėjantys mokslininkai (Malek, Wagman, 2008; Peelen ir kt. 2010; Lacey ir kt. 2010; Wijntjes, ir kt., 2009; Bruno, Bertamini, 2010; Sakr ir kt., 2010; Sanders, Kappers, 2009; Bergmann ir kt. 2007; Gentaz ir kt., 2008; Kahrmanovic ir kt. 2009; Zuidhoek ir kt. 2007; Deshpande ir kt. 2008).



21 pav. Dorsalinės ir ventralinės sistemų lyginamoji analizė psichofiziologijos kontekste (Pagal Norman, 2002) *Sudaryta autorės*

Ventralinė sistema (21 pav.) akcentuoja objekto atpažinimą ir identifikavimą priklausomai nuo palyginimo su ankstesne informacija. Šis požiūris ir laiduoja suvokimą kaip atpažinimą ir identifikavimą, vykstantį visos suvokėjo patirties kontekste. Priešingą poziciją išreiškia dorsalinė sistema – suvokimo funkcija įvyksta matant objektus elgesio metu (liepimas, ėjimas, parodymas ir t. t.). Suvokimo sensitivityumo parametrai skiriasi – konstruktivistai labiau akcentuoja objekto dydžio, o ekologai – kontrasto privalumus, kurie trumpalaikės atminties poveikis padeda užfiksuoti, kaip reikia reaguoti atliekant motorines užduotis. Konstruktivistinė teorija metriką traktuoja kaip informacijos perdavimą subjektui, vienu metu sujungiant ir sukoncentruojant viską, esamą ap-

linkoje. Ekologinė mokykla pabrėžia santykį su objektu, nes reginčiojo tikslas – paimti, paliesti, padėti ant žemės ir pan. Sistemos turi skirtingus įgyvendinimo tikslus, tačiau jos gali atlikti panašius veiksmus esant būtinoms sąlygoms, nors ir ne taip gerai, kaip galėtų atlikti kita sistema. Manoma, kad visų žmonių, išskyrus patyrusių traumas, abi sistemos funkcionuoja visapusiškai sinergetiškai, o jų skirtumai išryškėja tik tuomet, kai tiriama psichofiziologiniame kontekste. Abiejų teorijų lydinys apibūdina percepciją kaip visapusišką, veikiančią identifikuojant objektą ir sąmoningai, ir nesąmoningai.

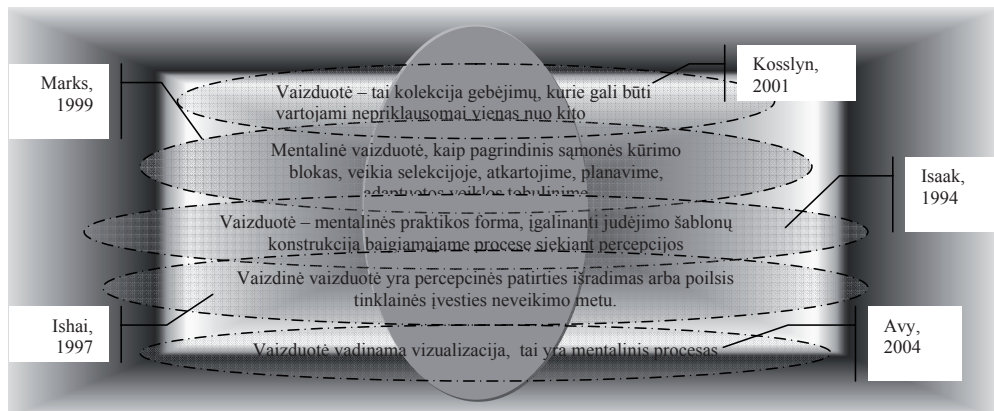
Vaizdinės percepcijos savybes plačiau analizavo vaizdinio mąstymo tyrėjas R. Arnheimas (1997). Jo manymu, suvokimas pasižymi tikslingumu, selektyvumu, greičio ribotumu, gretinimu, atpažinimu ir sąsaja su atmintimi. Visi šie išvardyti parametrai atsiskleidžia įvairiose ugdymo situacijose, kai besimokantieji, regintys vaizdą, jį identifikuoja, išskiria iš aplinkos, suvokia jo dimensijas kitų objektų atžvilgiu. R. Arnheimas, kaip ir Helmholtzianas, svarstė, kad suvokimas nėra atskiras aktas, jis susideda iš daugelio operacijų, kurios tarpusavyje siejasi. Abiejų autorių suvokimo sąvoka vienija subjekto patirties elementus ir galimybę juos interpretuoti kaip konstruktyviai kuriamų žinių visumą ugdymo procese.

Vadovaujantis šiomis paradigmomis, eksternalizuota sudėtingų reiškinių reprezentacija vizualine išraiška galėtų aktyvinti suvokimą, nes pažadintų subjekto sąmoningumą, aktyvesnį sensitivityumą, objektai būtų optimaliau atpažįstami ir analizuojami kaip jau regėti ir naujai konstruojami. Remiantis kognityviniu ir socialiniu konstruktyvizmu, būtent vizualizacija padeda ugdytiniams geriau pamatyti ir suvokti abstrakčius reiškinius, kurie reprezentuojami vaizdinių pavidalu, todėl sąmonė progresuoja greičiau nei vien mokantis žodinių tekstą – paprasčiausiai privalumai išryškėja dėl vaizdinės percepcijos galimybių suvokti objektą, kai jo dydis, spalva, forma, tūris, laiko dimensionalumas ir erdvinė padėtis plačiau interpretuojama nei žodiniai kodai – nauja informacija yra adaptuojama arba asimiliuojama.

Dvigubo kodavimo ir vaizdinio mąstymo teorijų imperatyvai taip pat koreliuoja su vaizdinio suvokimo išanalizuotomis teorijomis, kadangi jų akcentuojami vizualizacijų taikymo tiksliai išryškinami kaip privalumai ir būtinybė gamtamokslinio ugdymo procese, kuriame ugdytiniui sukuriama sąlyga sudaryti dvigubus mentalinius modelius (verbalinius ir vaizdinius), padedančius suvokti kitomis priemonėmis nereprezentuojamus reiškinius. Siekiant realizuoti mokymosi paradigmą, vaizdinės percepcijos aktyvinimas eksternalizuotomis vizualinėmis reprezentacijomis gali būti sėkmingas, nes, remiantis analizuotomis suvokimų teorijomis, suteiktų daugiau galimybių įvairiapusiškiau gauti informaciją ir ją lengviau apdoroti, kad būtų galima ją įsiminti ir įsivaizduoti.

1.2.2. Vaizduotės įvairiapusiškumo konstruktai

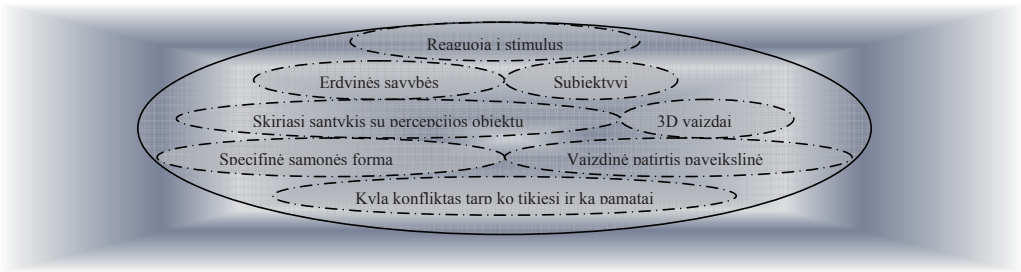
Paveiksle pateikiami autorių teiginiai apie vaizduotės definicijas. Nėra bendros nuomonės, kas yra vaizduotė, tačiau sutinkama, kad tai mentalinis procesas, identifikuojamas kaip gebėjimas, galia, minties raiška, vizija ar struktūra, kaip protinė veikla, vykstanti tam tikru metu.



22 pav. Vaizduotės apibrėžimai Sudaryta autorės

S. M. Kosslyn (1992) vaizduotės apibrėžimas akcentuoja mentalinius gebėjimus (22 pav.). Įsivaizdavimo metu galima kurti, modeliuoti, formuoti ir t. t., visa tai žmogus gali atlikti priklausomai nuo situacijos ir poreikio. D. F. Marks (1999) vaizduotės apibrėžimas rodo, kad vaizduotė turi aiškius ir glaudžius ryšius su percepcija, nes selekcijos metu vaizduotė padeda regėti mintimis detales, jas keisti, jungti, atrinkti pagal svarbumo kriterijus. Sąmoningas vaizdo dėliojimas, idėjų tvarkymas mintyse, atkūrimas, planavimas – visa tai jungia vaizduotės veikla. A. R. Isaak, D. F. Mark (1994) vaizduotės terminas pagrįstas sąsaja su percepcija, kaip ir D. F. Marks (1999). Teigiama, kad vaizduotės operacijos stiprina percepciją ne jos metu, bet galutiniame suvokimo taške – paskutinėje stadijoje. Percepcija ne visuomet pajėgi apdoroti sudėtingą informaciją, todėl indukuoja reginius, juos išskiria iš visumos, padeda vaizdinius sujungti, parodyti bendrą reginį ir talkina percepcijai to reginio suvokimo proceso metu. J. Avy (1994) teigimu, vaizduotė yra vadinama vizualizacija, tačiau daugiau tokių pavyzdžių mokslinėje literatūroje nerasta. A. Ishai (1997) akcentuoja, kad vaizduotė yra percepcijos patirtis, kai žmogus yra dalinai arba visapusiškai laisvas nuo išorinio kontakto su objektu, t. y., nuo žiūrėjimo į objektą. Toks požiūris perteikia idėją, jog vaizduotė yra percepcijos veiksmas arba jos sąlygojama išdava, tačiau anksčiau aptartos definicijos tokių išvadų neleidžia padaryti. Galima išvelgti dalinę vaizduotės priklausomybę nuo percepcijos, tačiau tyrimais nėra įrodyta, kad vaizduotė yra percepcijos padarinys. Kituose šaltiniuose vaizduotės samprata siejama su kūrybiniu mąstymu (Conzalez, Campos, Perez, 1997; LeBoutillier, Marks, 2003), atmintimi (Arbuthnott, 2005; Narchal, 2003), svajojimo veikla (Davidson, Lee-Archer, Sanders, 2005), emocijomis (Zarrinpar, Deldin, Kosslyn, 2006). Vaizduotė padeda moduluoti vaizdinius, juos išdėlioti, ieškant suvokimui patogios padėties, kad percepcija įvyktų; vaizduotė padeda objektų reginius padaryti priimtinius suvokimui, kad žmogaus sąmonė galėtų juos apdoroti.

Vaizduotei yra būdingas vaizdinių formavimas, jų kontroliavimas, sugebėjimas tą vaizdinę informaciją valdyti jungiant detales į bendrą visumą. Vaizduotei įtaką daro daugelio veiksnių, labiausiai ji aktyvėja stimuliuojama juslių ir atminties, o veikla priklauso nuo mąstymo lygio ir jos veikdinimo patirties.



23 pav. Paveikslinės vaizduotės savybės *Sudaryta autorės*

Mokslinėje literatūroje įvardijamos įvairios vaizduotės rūšys, analizuojamos remiantis pozityvistine metodologija grįstais tyrimais specialiose laboratorinėse sąlygose (23 pav.). Tačiau opozicinės metodologinės krypties tyrėjai pripažįsta vieną iš svarbiausių ugdymo procese vaizduotės rūši, pavadintą paveiksline (*angl. pictorial*). Paveikslinė vaizduotė domisi fenomenologai – tiriama, kas yra vaizduotė, ką reiškia sukurti mentalinį atvaizdą, kokį vaidmenį jis atlieka, kaip susijęs su žmogaus patirtimi. 23 paveiksle atskleidžiamos paveikslinės vaizduotės savybės. Anot fenomenologų (Dalla, Rosenthal, Visetti, 2002; Arterberry, Cravr-Lemley, Reeve, 2002), subjekto vaizdinė patirtis yra paveikslinė (*angl.k. picture-like*); ji reprezentuoja objektus, kaip turinčius erdvines savybes, o pastarosios kaip tik ir yra nuoroda į vaizdinės mentalinės vaizduotės paveikslinius komponentus.

Fenomenologinė vaizduotės samprata psichologijoje oponuoja kognityvistų anksčiau aptartoms vaizduotės definicijoms, aktualizuojančioms vaizduotės ryšį su percepcija. Esminis skirtumas tarp prielaidų – vaizduotės raiška ir santykio stiprumas su percepcija; fenomenologai mentalinę vaizduotę įvardija kaip paveikslinės kilmės, bet ne vaizdinės percepcijos kontekste – nors suvokimo ir vaizduotės objektas gali būti tas pats, tačiau sąmonės santykiai pagal jų prigimtį yra skirtingi. Gamtamokslinio ugdymo procese vizualiųjų reprezentacijų vidinis įvaizdijimas reikalingas – fenomenologinis požiūris labiau sureikšmina vaizdo-atvaizdo paveikslo pavidalo objektus, kurie vartojami mokant sudėtingų ar abstrakčių dalykų.

Mentalinė vaizduotė turi labai daug sąsajų su vaizdine percepcija (Kosslyn ir kt. 2001; Erlhagen, 2006; Knauff, 2006). Tikėtina, kad vaizduotė yra vaizdinės percepcijos nulemtas veikimas, nes nesugebėjimas suvokti objektų skatina mintyse ieškoti būdų juos suvokti. Dažniausiai vaizduotė talkina vaizdiniam suvokimui – vaizdinių formavimą ir kontroliavimą galima priskirti ne tik prie savybių, bet ir prie funkcijų: galima kurti vidinius vaizdus, juos derinti tarpusavyje, valdyti jų pasireiškimo laiką, vietą, trukmę, kiekį. Tačiau nėra aišku, ar tokius veiksmus atlieka pati vaizduotė, ar tai yra abstraktaus mąstymo įtaka. Hipotetinis yra ir vaizdinės percepcijos vaidmuo toje situacijoje – kontroliuojama dėl priežasčių, kurios turi būti identifikuotos būtent suvokimo metu.

Mentalinė vaizduotė gali palengvinti tam tikrų užduočių atlikimą. Jei įsivaizdavimo metu įsivaizduojama užduotis, ji mintyse dėliojama, sprendžiama, tai toks būdas padeda atlikti daugelį sudėtingų veiksmų, kurių percepcija be vaizduotės pagalbos atlikti kokybiškai ir greitai negali. Vaizduotė šiuo atveju gali veikti sprendžiant erdvines, vaiz-

dinės analizės, sintezės ir kt. užduotis. Mokslininkų nuomone (Marks, 1999, McLeay, 2006), vaizduotė padeda spręsti motorines užduotis: pavyzdžiui, šachmatininkas mintyse apgalvoja kiekvieną ėjimą ir tik po to priima sprendimą – perkelia figūrą į kitą vietą; baletmeisteriai, kurdami šokius, mintyse apgalvoja judesius, tuomet jau gali juos atkartoti realybėje. Mintyse apgalvojant veiksmus veikia kūrybiškumas, nes mintyse galima svajoti ir tikrinti, ar tos svajonės gali tapti realybe. Kūrybiškumas svarbus plėtojant ir kognityvinius gebėjimus, kai vaizduotė padeda atskleisti daugelį „prika akimi“ nematomų dalykų.

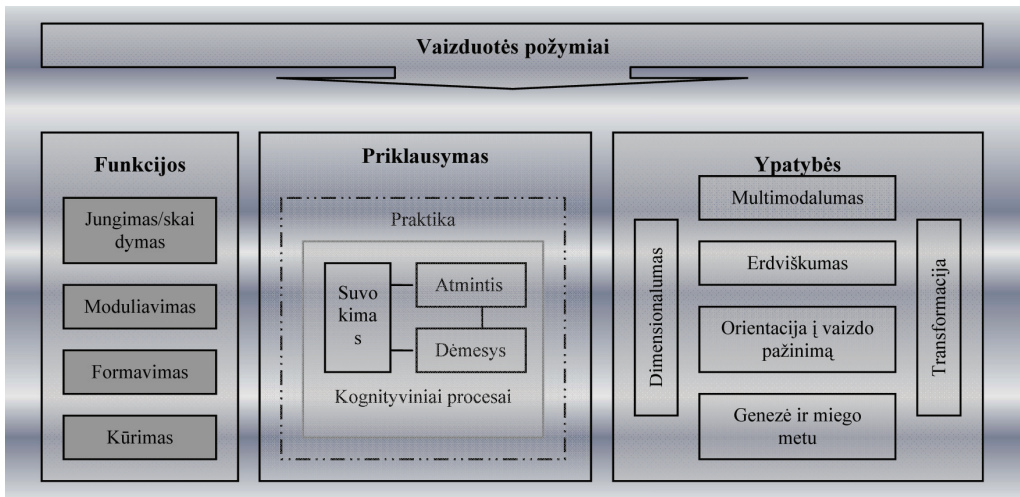
Juslių įtraukimas būdingas ne tik vaizduotei, bet ir percepcijai (Avy, 2004). Kuo daugiau juslių yra aktyvuojama, tuo geresnis laukiamas efektas. Žmogaus sąmonė turi būti pripratusi priimti informaciją iš įvairių juslių, nes skirtingi pojūčiai gali trikdyti mąstymo veiklą ir neteikti gerų rezultatų. R. B. Ivry, P. C. Leiby (1993) teigimu, yra akivaizdus ryšys tarp erdvinų dažnių ir garso dažnių, tai reiškia, kad juslių teikiama informacija viena kitą papildo. Vaizdinei vaizduotei daugiausia įtakos turi regėjimo joslė, tačiau jos teikiamą informaciją galėtų papildyti uoslei teikiama informacija, tam tikri garso efektai. Moksliniai tyrimai rodo, jog žmonių nuotaika pakyla klausant V. A. Mocarto muzikos, jie mintyse ima svajoti apie šviesesnius dalykus (Campbell, 2005). Meditacijų metu klausoma muzika, smilkalų kvapas padeda atsipalaiduoti ir mintis nukreipti norima linkme. Vaizduotės veikla, stimuliuojama juslių, aktyvėja.

Mentalinės vaizduotės vientisumas (Blajenkova, 2006) reiškia, jog esama daug vaizduotės veiksmų, funkcijų ir reikiamu momentu jos visos susijungia, pateikdamos išsamią informaciją apie objektus. Kitaip sakant, vaizduotei būdingas gebėjimas paskirstyti veiksmus ir jų gautą informaciją sieti į visumą. Tokia situacija leidžia žmogaus sąmonei formuoti, planuoti, moduluoti įvairius projekcinius veiksmus. Pavyzdžiui, architektams ir inžinieriams reikia suprojektuoti pastatus, jų vidinę įrangą. Siekiant kokybiško atlikimo reikia daugelio gebėjimų – patirties planuojant konstrukcijas, kognityvinių žinių, motorinių gebėjimų ir, žinoma, vaizduotės. Pastaroji mintyse kuria vaizdus, o percepcija ir mąstymas tikrina, ar tie vaizdai bus visaverčiai, ar jie turi potencialą būti realizuoti. Kai percepcija ir vaizduotė „prijungs“ vizualizavimą, vaizdinio mąstymo darbas bus atliktas ir matomas kitiems asmenims.

Vaizduotė siejama ne tik su percepcija, bet ir su atmintimi (Douvile, 2004), tačiau šią sąsają išryškina loginio pozityvizmo atstovai. Tyrimai su neuronais rodo, jog informacijos gavimas iš atminties leidžia vizualizuoti objektus (kas neįmanoma percepcijos metu), kai vaizdai plaukia iš atminties, aktyvuoja žievės plotus, kurie pirma buvo aktyvuojami reprezentacijų atkodavimo proceso metu (Handy ir kt., 2004). Kai mentaliniai atvaizdai tampa stulbinamai gyvybingi ir tikslūs, jie tampa panašūs į artimesnis suvokimus (Mellet ir kt., 2000). Tuo remiantis, galima teigti, kad vaizdinės atminties užduotys yra susijusios su veikla, esančia žemesniojoje laikinoje žievėje, o erdvinės atminties užduotys aktyvuoja nugaros kelius (takus), todėl vaizdinė reprezentacija yra suprantama kaip vaizdiniai mentaliniai atvaizdai, kurie suprantami kaip struktūriškai panašūs į vaizdinę percepciją, veikiančią dėl atminties įtakos.

Vaizduotei funkcionuoti reikalinga patirtis (Isaak, Mark, 1994; Zacks, 2005). Kuo daugiau patirties tam tikroje situacijoje sukaupta, tuo lengviau organizuoti veiklą. Informacija atkoduojama, paskui vyksta vaizdavimo procesas ir ji vėl užkoduojama

vizualizacijos metu. Kai žmogaus sąmonė turi patirties atlikti užduotį, percepcija ir vaizduotė greitai atkoduoja informaciją ir ją apdoroja. Manoma, kad tai, kas vyksta mentalinių atvaizdų rekonstrukcijose, nėra percepciškos generuoto paveikslo reinterpretacijos – greičiausiai tai atminties reikalas. Kai mes matome objektus, mūsų sąmonė tarsi apsisprendžia, kur tuos vaizdus dės, su kuo sies, kitaip tariant, regimi vaizdai turi sietis su ankstesne patirtimi. Manoma, kad kai kurios galimos formos gali būti įvertintos / apdorotos (anglų k. „compute“) ankstesnio regėjimo ir sandėliuotos, o paskui, atvaizdų „prikėlimo“ etape, selekcija gali būti sudaryta iš reikšmingų pažįstamų formų, kurių ji ieškos ilgalaikėje atmintyje (Pylyshin, 2002, p. 174). Tuo remiantis, sudarytas 24 pav.



24 pav. Vaizduotės požymiai (Sudaryta autorės)

Vaizdiniai atvaizdai nėra „matomi“ vaizdinės sistemos, labiau tikėtina, kad vaizdinė vaizduotė turi dėmesį plėtojančių mechanizmų. Daugelis vizualių veiksmų priklauso nuo patyrimo, todėl percepcijos vaidmuo gali atsiskleisti per jos sutelkimą ir pasinaudojimą turima percepcine savybių gausa vaizduotei aktyvinti (Bartolomeo, Chokron, 2002). Yra penkios kategorijos, dėl kurių vaizduotė gali būti selektyviai paveikta traumos: formos ir spalvos tų pačių objektų, formos ir veidai, raidžių formos, topografiniai santykiai. Vaizdinė vaizduotė yra orientuota į vaizdinį pažinimą tarp semantinės atminties. Jei šis žinojimas yra prarastas, subjektas negali išvaizduoti objekto išvaizdos, net jei žinojimas orientuotas į tų pačių objektų atpažinimą. Galima formuoti vaizdinius mentalinius atvaizdus be objektų kaip atsaką į daugybę klausimų (Goldenberg, 2002). Miego metu taip pat veikia vaizduotė: pasireiškia hipnagoginės haliucinacijos (Gottesmann, 2002). Manoma, kad miegas skatina svajoti, formuoti vaizdiniams ir vaizduotei, todėl miego metu vystoma vaizduotė.

Vaizduotės veikimą sąlygoja įvairūs modalumai¹. Yra daug panašumų tarp vaizdinių ir taktilinių objektų atpažinimo, nes abu turi erdviųjų savybių, todėl manoma, kad

¹ Modalumas – pojūčio pobūdis.

objektų atpažinimas gali būti vykdomas susijungiant multimodalumams. Transformacija iš *haptic* į vaizdinį mokymą leidžia teigti, kad mentalinių objektų reprezentacijos gali gauti kelis suaktyvintus modalumus, net jei mokomasi tik vienu. Antra, lytėjimas-į-vizualumą transformacija iš lytėjimo į vizualumą naudingesnė nei transformacija iš vaizdo į vaizdą. Lytėjimo ir vaizdinės išraiškos egzistuoja nepriklausomai nuo mentalinių objektų reprezentacijų ontogenezės (Juttner, Rentschler, 2002). Mokslininkai teigia, kad žinojimas gali veikti vaizduotę, tačiau tai nereiškia, kad visais atvejais vaizduotei turi įtakos žinojimas: tyrimai įrodo, kai žmonės sukuria novatoriškas formas jas tik įsivaizduodami.

Depictive teorija pristato bendrą koncepciją apie mentalinių vaizdų procesus. Daugelio autorių nuomone, vaizduotė ir vaizdinė percepcija dalijasi bendrais mechanizmais. Nors Pylyshin teigia, kad mentaliniai atvaizdai kyla iš akių judesių ir yra su jais susiję, galima sakyti, kad taip nėra. *Depictive* reprezentacijos nėra sukomponuotos iš diskrečių simbolių. Jie gali būti sutartiniai, bet jų dalys vis tiek reprezentuos objektus ar scenas (Kosslyn, Thompson, 2002). Mentalinės vaizduotės prigimtis nebūtinai yra vaizdinė (Millar, 2002). Tai įrodydami mokslininkai pateikia argumentų – akli žmonės naudojami vaizduote, kuri pasireiškia per kitus modalumus.

Mentalinė vaizduotė yra simbolinė ir analogiška (Pani, 2002), todėl gali pasireikšti per įvairius kodus ir formas. Vaizduotė užima svarbią vietą psichofizikos tyrimuose. Tai patvirtina paveikslų (anglų k. „picture“) mentalinės vaizduotės teoriją (Petrusic, Baranski, 2002). Mentalinės vaizduotės motorinių veiksmų teorija turi integruoti laikinus ir kinestetinius vaizdo / atvaizdo bruožus. Šie bruožai nėra nei paveiksliniai, nei erdviniai ir paaiškina, kodėl realių ir įsivaizduotų veiksmų trumpalaikiai komponentai tarpusavyje labai stipriai koreliuoja (Raab, Boschker, 2002). Aktyvi vaizdinė vaizduotė yra aktyvios vaizdinės percepcijos integrali dalis – tai patvirtina (Zaidi, Fuzz Griffiths, 2002), suvoktos ir įsivaizduotos vaizdinės reprezentacijos apimami erdviniai santykiai. Tai, ką sunku įsivaizduoti, sunku ir suvokti.

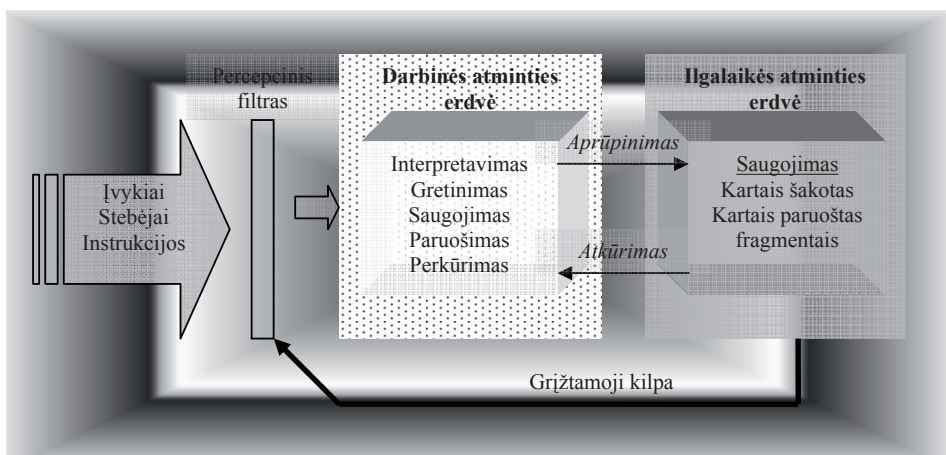
Vaizduotė gamtamokslinio ugdymo procese gali padėti internalizuoti eksternalizuotas vizualiąsias objektų reprezentacijas, sukurti vidinius vaizdinius, derinant juos su verbalinis ir taip sukuriant dvigubus atvaizdavimo produktus subjekto sąmonėje, laiduojančius greitesnį ir efektyvesnį pačių episteminių objektų suvokimą. Vaizduotės sąveika su suvokimu traktuojama kaip stipri ir tarpusavyje derintina, kadangi daugelis abiejų psichinių procesų funkcijų panašios, sunkiai atskiriamos ir charakterizuojamos. Kadangi ugdymo procesui nėra taip svarbu, kuriam konkrečiai procesui atitinkama savybė priskiriama, pakanka tyrimų rezultatų analizės metu nustatytų faktų, kad vaizduotė, kaip ir suvokimas, gali palengvinti išorinių ir vidinių vaizdinių apdorojimą ir taip padėti mokiniams įsisavinti sudėtingus ir kitomis priemonėmis, išskyrus multimodalinę vizualizaciją, neregimus objektus. Remiantis konstruktyvizmu ir postmoderniąja mokymosi paradigma, taikant episteminius ribotumus eliminuojančią vizualizaciją, sukuriamos palankesnės sąlygos heterogoniškiems mokymosi poreikiams tenkinti ir įvairiapusiškam ir rezultatyvesniam procesui organizuoti, todėl tikėtina ir didesnė empirinė rezultatų kokybė.

1.2.3. Dėmesys ir atmintis mentalinių modelių formavimo(si) struktūrose

Dėmesio psichologinės charakteristikos nėra plačiai analizuojamos, kadangi ugdymo realybėje remiamasi klasikiniais modeliais, atskleidžiančiais dėmesio prigimtį ir charakteristikas. Kur kas daugiau dėmesio skiriama atminčiai, kadangi jos savybės reikšmingesnės ir gali lemti didesnę edukacinę poveikį, žmogaus evoliucijos pagreitėjimą. Mentaliniai modeliai, kaip atitinkamos informacijos reprezentacijos subjekto sąmonėje, priskirtini prie atminties psichologinių tyrimų arealo, todėl disertacijoje jie analizuojami būtent šiame kontekste, kad būtų pateikta labiausiai aprobuotų mokslinių faktų teorinė analizė.

Esama dėmesio modelių, evoliucionavusių priklausomai nuo kintančio požiūrio į šį kognityvinį procesą. Pirmasis modelis – D. Broadbant filtro modelis, kurio esmė yra atrinkti informaciją. Informacija patenka per jutimo organus, ji trumpą laiką saugoma, tuomet keliauja per atrankos filtrą ir per kanalą, kuris yra ribotos apimties ir pralaidus nedideliame kiekiui informacijos, toliau informacija keliauja per keičiančiąją sistemą ir patenka į vykdymo organus. Šiuo atveju žmogus yra pasyvus informacijos gavėjas. A. Treisman modelyje patobulintas supratimas, kad žmogus tik priima informaciją: atsirado terminas *fokusinis dėmesys*, o stimulus tapo toks pat svarbus kaip ir semantinės naujosios informacijos charakteristikos. Tobulesnis modelis buvo pasiūlytas D. D. Deutsch ir D. A. Norman, kurio esmė – gaunama nauja informacija sužadina esamą atmintyje, vyksta pokyčiai, signalai jungiasi su kitais, sudarydami naujas ar papildydami senas grupes ir taip sužadindami atmintyje esančias reprezentacijas (Daukšytė, 2003).

Dėmesys būtinas ugdymo procese – kuo labiau mokiniai susikaupę, tuo daugiau jie įsisavina reikiamos informacijos. Didelis ugdytinių susikaupimas lemia ir atminties procesų aktyvumą, kadangi susitelkus geriau suvokiami objektai, jie geriau išvaizduojami ir patenka į atminties saugyklas, kuriose išsilaiko priklausomai nuo pačios atminties aktyvinimo ypatumų.



25 pav. Informacijos apdorojimo modelis. (Sudarytas autorės, remiantis E. Danili, N. Reid 2006, p. 2004; Johnstone, 1993).

Ankstesniuose mokslininkų darbuose darbinė atmintis vadinama *trumpalaikė* (Atkinson, Schiffrin, 1971), tačiau vėlesniu periodu ją imta vadinti darbine, nes siekta parodyti, jog ši atmintis yra ne tik tarnauja kaip ribotas duomenų gavimo pirminėje stadijoje mechanizmas, bet kartu tai ir informacijos apdorojimo ir transformavimo mechanizmas. Pasak E. Danili, N. Reid (2004), jei darbinė atmintis vienu metu veikia per stipriai, t. y. vienu metu norima padaryti per daug, ji perkraunama ir mokymasis neįvyksta. Todėl mokyti reikia nuosekliai ir siekiant kuo geriau įsiminti informaciją, kad ji vėliau būtų papildyta ir atsimenama reikiamu momentu.

Darbinės atminties erdvėje informacija yra laikina (25 pav.) – ji greitai ten patenka, greitai išnyksta, todėl mokantis svarbesnius dalykus reikia kartoti, kad informacija patektų į ilgalaikėje atmintyje esančią saugyklą, kurios informacija yra saugoma (Daukšytė, 2003). Svarbu tai, kad atmintyje iš išorės gauta informacija gali būti transformuojama, pavyzdžiui, žodinis tekstas – į vaizdinius paremtą atmintį ir pan. Tai leidžia manyti, kad dvigubai koduojant pateikiamą medžiagą pamokose, didesnė tikimybė, jog mokiniai ilgiau išlaikys ją savo atmintyje, nes taip yra sudaromi dvigubi mentaliniai modeliai ir pasiektas kompleksinis informacijos pateikimas. Manoma (Daukšytė, 2003), kad trumpalaikė atmintis yra ribotos apimties ir negali prilygti ilgalaikiai atminčiai nei informacijos išlaikymo saugyklose laikotarpio, nei kiekio atžvilgiu. Elementariausias būdas veiksmingai įsiminti – kartoti arba susidaryti atitinkamus vaizdinius, nes juos valdant vėliau lengviau informaciją ištraukti iš ilgalaikės atmintis arba ją prijungti prie gautosios naujų temų mokymosi metu.

Darbinė atmintis – tai gebėjimas kažkurį laiką sutelkti dėmesį ir motyvuotai atlikti užduotį (Daukšytė, 2003, p. 18). Dabartinė atmintis yra ten, kur veikia pažinimas, ji ribota, todėl negalima išmokti visko, ji veikiama ankstesnio žinojimo. Dabartinė atmintis išryškina tris komponentus: vaizdinės informacijos būtį, girdimosios informacijos būtį ir kontroliuojančią, arba centrinę vykdančiąją, būtį (Baddeley, 1986²; Baddeley, Logie, 1999³, cit. Brooks, Shell, 2006). Darbinė atmintis nėra konstantinė vidinė besimokančiojo charakteristika, ji veikia tam tikru momentu, priklausomai nuo konteksto, turinio ir nuo besimokančiojo pirminės patirties. Čia svarbi tampa kognityvinė perkrova, kuri reiškia tam tikru momentu labai aktyvų visos darbinės atminties veikimą užduoties atlikimo veikloje (Brooks, Shell, 2006).

Atminties sistemose yra ne vien tik saugyklos, bet ir įvairiausios struktūros, susijusios su skirtingu kodavimu⁴. Kadangi informacija koduojama įvairiai (garsais, raidėmis, vaizdais, schemomis, gestais ir t. t.), atmintyje veikia bent keli požymiai, pvz., suvokimo kodai, padedantys atsiminti vaizdinius, sąvokų kodai (Daukšytė, 2003). Tuo remiantis galima patvirtinti, kad ugdymo proceso metu informacija atmintyje ilgiau išliktų, jei ji būtų pateikiama ne vien sąvokomis, bet ir vaizdiniais. Vėlesniuose tyrimuose (Johnson-Laird, 1983) svarstytos prielaidos, kad atmintyje veikia mentaliniai modeliai, kurių poveikis informacija atpažįstama kaip prie kažko deranti, todėl greičiau

² Baddeley A. D. (1986). *Working memory*. Oxford University Press. Oxford.

³ Baddeley A. D., Logie R. H. (1999). *Working memory*. In *Models of Working Memory*. Cambridge University Press. Cambridge, UK. P. 28-61.

⁴ „Kodas – sutvarkyta grupė požymių, apibūdinančių kažkokį patirties vienetą (objektą, abstrakčią sąvoką)“ (Daukšytė, 2003, p. 22)

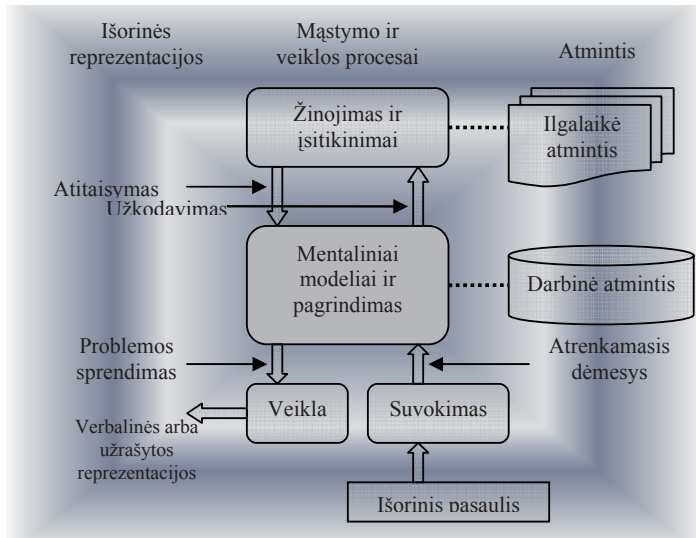
įsimenama, pateiktos hipotezės dėl skirtingų modelių – pirmiausia verbalinio ir vaizdinio, o vėliau ir dėl kitų jų tarpusavio junginių arba analogiškų, tik susijusių su kitais modalumais.

Mentaliniai modeliai yra dinaminės reprezentacijos proceso dalis, kurio metu integruojamas individualus žinojimas ir išorinė informacija. Žvelgiant iš atminties teoretikų pozicijos, mentaliniai modeliai yra darbinėje atmintyje, jungiančioje pasaulio mentalines reprezentacijas arba vaizdus, kurie reflektuojami kaip sąveika tarp sensorinių duomenų ir jau turimų ilgalaikėje duomenų atmintyje (Lee, ir kt. 2004). Kognityvinės psichologijos klasikas Johnson-Laird (1983, 1980) teigė, kad mentaliniai modeliai referuoja į mentalinių reprezentacijų formą. Daugeliui tyrėjų mentaliniai modeliai tėra tam tikros pasaulio reprezentacijos, kai kam – tik pasaulio analogai. Tai gali būti ir vidinio mentalinio gyvenimo dalis, nestabili, evoliucionuojanti, todėl sunkiai ištiriama ir patikrinama, kaip tikrai būtent tokiomis charakteristikomis pasižyminti ir egzistuojanti.

Pasak Vosniadou S. (1994), tai sukonstruotos ir konceptualios struktūros, turinčios išankstines epistemologines ir ontologines prielaidas ir įsitikinimus paremtus kultūros stebėjimu, leidžiančiu daryti prielaidą, jog mentaliniai modeliai susiformuoja iš kasdieninio gyvenimo stebinių, patirties. Tai įprasmintų socialinio konstruktyvizmo ir socialinės tikrovės konstravimo teorijų pasirinkimą, siekiant apibrėžti eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų reikšmę gamtamokslinio ugdymo procese, kadangi šių teorijų imperatyvai koreliuoja su mentalinių modelių, vaizduotės, suvokimo ir atminties procesų teorijų prielaidomis, teigiančiomis, kad vaizdiniai padeda aktyvinti mokinių kognityvinius procesus, susikurti vidinį vaizdą ir epistemiškai patikrinti jo veikimą.

Mentalinių modelių pripažinimas kaip realiai veikiančių subjekto sąmonėje įprasmina ir kognityvinio konstruktyvizmo imperatyvus, svarbius mokymosi metu, kai mokinys naujas žinias adaptuoja ar asimiliuoja prie jau turimų, papildydamas arba perdarydamas jau sukurtas struktūras savo mintyse (atmintyje). Tai dar kartą patvirtina gamtamokslinės vizualizacijos šalininkų teiginius (Gilbert, 2008; Denne, 2008 ir kt.), kad, taikant multidimensinę eksternalizuotų objektų reprezentaciją, galima koreguoti neteisingus mentalinius modelius, kurie vėliau ir lemia mokymosi sunkumus.

26 paveiksle perteiktas mokslininkų požiūris, teigiantis, kad išorinis pasaulis, jo duotybės ir atributai (edukologine prasme – edukaciniai artefaktai) suvokiami selektyviai, todėl ne visi mentaliniai modeliai aktyvuojami ir ne visuomet jie rekonstruojami ar sukuriama nauji. Labai aktuali mentalinių modelių veikdinimo ašis yra darbinė atmintis – tik po jos veiklos aktyvuojami ilgalaikės atminties klodai, iš kurios medžiagos senieji mentaliniai modeliai jungiasi arba rekonstruojasi su ką tik sudarytais naujaisiais. Pasak tokio požiūrio atstovų, mentaliniai modeliai sukonstruojami iš jau išmoktos informacijos ir naujos, todėl ugdymas reprezentatyviai atskleidžia konstruktyvistines mokymosi detales net atminties aktyvinimo veiklose, kai žinojimas kuriamas palaipsniui, o jo gilumas ir išsamumas priklauso nuo turimos patirties. Išorinė reprezentacija, perteikta vizualia ar verbalia formomis, tampa mąstymo, kurio metu veikė mažiausiai dvi atminties rūšys ir mentaliniai modeliai, rezultatu.



26 pav. Atminties, mentalinių modelių ir mokymosi procesų ryšys (sudaryta remiantis Lee ir kt. 2004, p. 166).

S. Vosniadou (1994) teigimu, egzistuoja epistemologiniai įsitikinimai, kuriais remdamasis subjektas nusprendžia, kas paaiškina reiškinių, numato, ar reikia papildomo paaiškinimo ir pan. Ontologiniai įsitikinimai apie objekto prigimtį yra susidaryti iš anksčiau, pvz., stabilus, sunkus, kritus ir pan. Taigi, kaip rodo 26 paveikslas, jie konstruoja conceptualų žinojimą. Alternatyvios koncepcijos, kurių mokiniai turi susikūrę apie objektą iš anksčiau, veikia ilgalaikėje atmintyje, todėl jų raiška ir atsiskleidžia per įsitikinimus, kurie užkoduojami mentaliniais modeliais ir keičiami priklausomai nuo naujai gaunamos informacijos, nuo jos patekimo į atmintį. Jei objektas neįdomus, informacija į darbinę atmintį nepatenka, todėl neaktyvuoja ilgalaikės atminties ir taip nesukuriami reikalingi objekto mentaliniai modeliai, todėl neišmokstama. Daroma prielaida, kad atmintis siejasi ne tik su dėmesiu ir suvokimu, bet ir su motyvacija, kadangi neįdomūs objektai neskatina kitų minėtų procesų veiklos.

A. S. Alfonso, J. K. Gilbert (2006) nuomone, ilgalaikė atmintis gali būti trijų rūšių: *epizodinė, semantinė ir procedūrinė*. Pirmosios dvi viena nuo kitos skiriasi tuo, kad pirmoji yra žinojimo „iš subjektyvios patirties“ išraiška, o antroji – žinojimo dėl mentalinių modelių, faktų ir t. t. Procedūrinė ilgalaikė atmintis tarnauja žinant, kaip manipuluoti objektais, ir pasireiškia per motorinius veiksmus. Šitai suklasifikuota atmintis leidžia manyti, kad mokantis svarbu suaktyvinti kuo daugiau juslių ir taip padidinti galimybę ilgiau atsiminti, kad naujai gauta informacija patektų į ilgalaikę atmintį ir taptų joje kažkurios minėtos rūšies turiniu. Vizualizacija padidintų dviejų atminties charakteristikų turinį, nes regimas objektas susiformuotų ir kaip vaizdinis mentalinis modelis, papildantis žodinės informacijos analogus, ir kaip patirtinis objektas dėl didesnio kiekio informacijos, didesnės apkrovos ir lengvesnio išsiminimo. Jei naujai per vizualizaciją įgytos žinios būtų įtvirtinamos praktine veikla, jos lengviau taptų procedūrinės atminties turiniu.

Mokslininkai teigia, kad visi kognityviniai procesai tarpusavyje siejasi ir vienas nuo kito priklauso. Sąsajos argumentuotai išvelgiamos tarp atminties, dėmesio ir motyvacijos, skatinančios mokytis gamtamokslinių dalykų. Kai yra motyvacija, besimokantieji turi daugiau valios nuspręsti, kas yra reikalinga, o kas ne, ir dėl to aktyviau mokosi reikalingų dalykų (Asami, Julien, King, 2000), informaciją ilgiau išlaiko atmintyje. Vidinės reprezentacijos turi būti parengtos vidiniam mentaliniam naudojimui atitinkamomis sąlygomis. Ir kūryba, ir tai, kas vidines reprezentacijas paverčia išorine išraiška (Gilbert, 2008), padeda išlaikyti informaciją atmintyje ir reikiamu metu (mokantis naujos temos ar kartojant išeita) ją pasinaudoti.

1.2.4. Motyvacija edukacinių veiklų ir aplinkų kontekste

Moksliniame diskurse motyvacija apibūdinama kaip vidinė ir išorinė, kurioms būdingas stimuliavimo pojūtis ir skatinimas veikti. Psichoedukaciniuose mokslo šaltiniuose motyvacijos apibrėžimai labai panašūs, todėl šiame darbe remiamasi ta definicija, kuri atskleidžia kitų kognityvinių procesų integravimą ir sąveikavimą su jais mokymosi metu. Pintrich, Schunk (1996)⁵ motyvaciją apibūdina kaip procesą, kuriuo paremtas tikslingas elgesys lemia plėtrą – motyvacija yra procesas, kuriuo besimokantysis sąmoningai ar nesąmoningai paskirsto darbinę atmintį mokymosi užduotims atlikti (Brooks, Shell, 2006, p. 18). Taip pat motyvacijos suvokimas sieja ir savęs veiksmavimo teorijos imperatyvus, kuri motyvaciją traktuoja kaip visapusiški subjekto veiksmus skatinanti vidinį ir išorinį veiksnį. Save reguliuojantis ugdymas pasižymi mokinių motyvacija, metakognityvumu ir strateginiu veikimu (Van Der Veen, Peetsma, 2009), kur savęs veiksmavimas ir yra sudedamoji motyvacijos dalis. Įvardijus požiūrį, galima plačiau paanalizuoti motyvacijos skatinimo, sąveikaujant su vizualizacija, privalumus ir ypatybes.

Vidinė motyvacija – tai įgimtas polinkis sudominti pomėgiais, išbandyti gebėjimus ir tai atliekant gauti naudos. Ši motyvacija atsiranda spontaniškai, priklausomai nuo psichologinių poreikių, asmeninių siekių, interesų. Tokios veiklos atliekamos, nes tiesiog patinka, neturint išankstinių ketinimų ar išorinių motyvacinių tikslų. Žmonės patiria šią motyvacijos rūšį, nes turi psichologinių poreikių, kuriuos reikia patenkinti, todėl veikla atliekama dėl to, kad suteikia pasitenkinimo jausmą, kai realizuojami vidiniai psichologiniai poreikiai, pvz., kūrybos ar muzikavimo. Žmogus jaučiasi kompetentingas ir patenkintas (Reeve, 2005).

Išorinė motyvacija kyla iš aplinkos ir sąlygų. Kai norima pasiekti akademinį aukštumą, pelnyti pasiekimais pagarbą ir t. t., veikia išorinė motyvacija, kadangi ja pasinaudojama siekiant tikslų, o ne realizuojant save malonioje veikloje. Dažniausiai ji pasireiškia tuomet, kai siekiama gerų sąlygų ir vengiama blogų, tuomet ieškoma sprendimo būdų ir veiklos formų. Išorinę motyvaciją visuomet lydi išorinis stimulus, skatinimas atlikti veiklą ir gauti už tai kažką, kas suteiks geresnį gyvenimą bendrąja prasme. Dažniausia žmogaus elgesys, veikiamas tiek vidinės, tiek išorinės motyvacijos, atrodo

⁵ Pintrich P. R., Schunk D. H. (1996). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

labai panašus, todėl stebint sunku nustatyti, kuri motyvacija lėmė būtent šios veiklos atlikimą. Pagrindinis skirtumas yra tas, kad vidinės motyvacijos veikiamas elgesys yra sukeltas psichologinių poreikių, kai siekiama spontaniško pasitenkinimo. Išorinės motyvacijos rūšys gali būti aplinkybės, bausmės ir paskatinimai, sustiprinimai, reikšmė / prasmė (Reeve, 2005).

Edukacinėje realybėje motyvacija aktyvuojama siekiant geresnių mokinių veikimo rezultatų – siekiama aktyvinti jų norą mokytis, būti dėmesingiems, aktyviems, besidomintiems, atidžiai besimokantiems, ilgiau viską atsimenantiems. Vizualizacija, kaip eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų priemonė, vertinama pozityviai būtent dėl galios motyvuoti heterogeniškos populiacijos mokinius. Šie mokiniai labiau susidomi tomis priemonėmis ir objektais, kurie stiprina jų mokymosi rezultatus, todėl vizualizacijos dažniausiai būna konkrečių reikšmių, suteikiančios galimybę išsiaiškinti sudėtingas sąvokas (Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010), prasmes, reiškinius. Ypač besimokančiuosius domina kompiuterinės technologijos (Kahnveci, 2010), kurios tarpininkauja tarp realaus ir moksliskai objektyvizuoto pasaulio artefaktų, skatinančių domėtis jomis ir jomis transliuojamu mokomuoju turiniu.

9 lentelė

Edukacinių veiklų įtaka motyvacijai

Kategorija	Subkategorija	Autoriai	Prasminiai žodžiai
Ankstesnės veiklos motyvacija	motyvacijos pradinėje mokykloje svarba	Mok, Fan, Pang, 2007; Aunola, Leskinen, Nurmi, 2006.	[mokymuisi reikšmės gali turėti pradinėje mokykloje turėta motyvacija mokytis gamtos mokslų]; [pradinukai patyrė situacinę motyvaciją priešmokykliniame amžiuje mokantis spręsti matematiką, vėliau veikia pagal panašų modelį].
	motyvacijos svarba pirmuosiuose užsėimuose	Bryan, Glynn, Kittleson, 2011.	[Labai svarbu, kad motyvacija mokytis gamtos mokslų būtų sužadinta pirmuosiuose užsėimuose. Ši motyvacija gali tiesiogiai padėti mokiniams tapti gamtamoksliskai raštingais, paskatinti šias sritis rinktis kaip profesines ir galbūt tapti tos srities tyrėjais].
	motyvacijos svarba žemesnėse klasėse	Braund, 2009.	[Motyvacija perkeliama iš žemesnių klasių į vyresnes.]
Episteminis praktikavimasis	motyvacija skatina prasmingą episteminių praktikavimąsi	Schunk et al., 2008.	[Motyvuoti besimokantieji moksle visuomet pasiekia daugiau, nes jie aktyvūs, klausinėja. Ieško patarimų, mokosi grupėse, atlieka laboratorinius darbus].
	episteminis praktikavimasis skatina motyvaciją	Pugh ir kt., 2010; Logan, Skamp, 2008; Pugh, Bergin, 2005, 2006; Pugh, Girod, 2007.	[Motyvaciją gali kelti patirties atskleidimas klasėse ir savęs identifikavimas kaip besimokančiojo gamtos mokslus]; [Motyvacija didėja dėl praktikos]
Vizualizavimas	minčių vizualizavimas	Kostova, Radoynovska, 2010.	[Turinio žemėlapių kūrimas paskatino mokinių motyvaciją mokytis apie žmogaus prigimtį].

Mokslinių straipsnių analizė atskleidžia (9 lentelė), kad esama įvairių edukacinių veiksmų, darančių įtaką mokinių mokymosi motyvacijai gamtamokslinio ugdymo procese. Akcentuojama, kad motyvaciją reikėtų skatinti kuo anksčiau – mokinius moky-

muisi veikti verta skatinti pradinėje mokykloje, kai susikuriamas socialinis vaizdinys apie būsimą kontekstą ugdymo realybėje, užfiksuojami pirmieji jos potyriai ir formuojasi stereotipai, kurie išlieka ilgalaikėje atmintyje, todėl iškyla tuomet, kai susiduriama su panašiomis situacijomis. Vaizdinių susiformavimas sąmonėje išlieka ir pradėjus mokytis naujų dalykų, dėl šios priežasties dauguma mokinių, pajutę, kad nesupras sudėtingų reiškinių ir objektų, ignoruoja šio dalyko turinį jo mokymosi aspektu. Motyvacija žemesnėse klasėse lemia ir norą mokytis sudėtingų disciplinų ankstesnėse klasėse, todėl akivaizdu, kad gamtamokslinių dalykų mokymosi motyvacijai įtakos turi ankstesnės veiklos motyvacija.

Motyvacijai įtakos turi ir episteminis praktikavimasis, kai sukuriama sąlyga, leidžiančios ugdytiniams veikti pamokoje siejant teorines žinias su praktinėmis. Tyrimų rezultatų analizė atskleidžia, kad šis veiksnys yra dvipusis, tarsi vienas nuo kito priklausantis: motyvacija didėja, jei praktikuojamasi, ir atvirkščiai – praktikuojamasi, jei skatinama motyvacija. Objektivizuojant faktus, daroma prielaida, kad ne vien mokymosi rezultatai, kur dažnai įvertinamos tik žinios, bet ir episteminis praktikavimasis ugdytiniams suteikia daugiau pozityvių potyrių, todėl didėja vidinė motyvacija mokytis, o jei ji skatinama iš išorės, poveikis gali būti dar didesnis. Mokiniam, kognityviai konstruojantiems savo žinias (sukuriant individualius objektų mentalinius modelius atmintyje), prasmingesnė atrodo veikla, kurioje jie gali teorines koncepcijas sujungti su socialiai konstruojamomis, sąveikaudami su mokytojais, klasės draugais ir taip labiau įtvirtindami savo patirtį. Edukacinėje veikloje įtakos motyvacijai turi ir minčių vizualizavimas, todėl tai dar kartą patvirtina ankstesnėje dalyje išanalizuotas prielaidas, kad vizualinių reprezentacijų naudojimas ugdymo realybėje paskatina mokinius veikti, sukelia vidinį postūmį kurti savo žinias ir praktikuotis jas įtvirtinant.

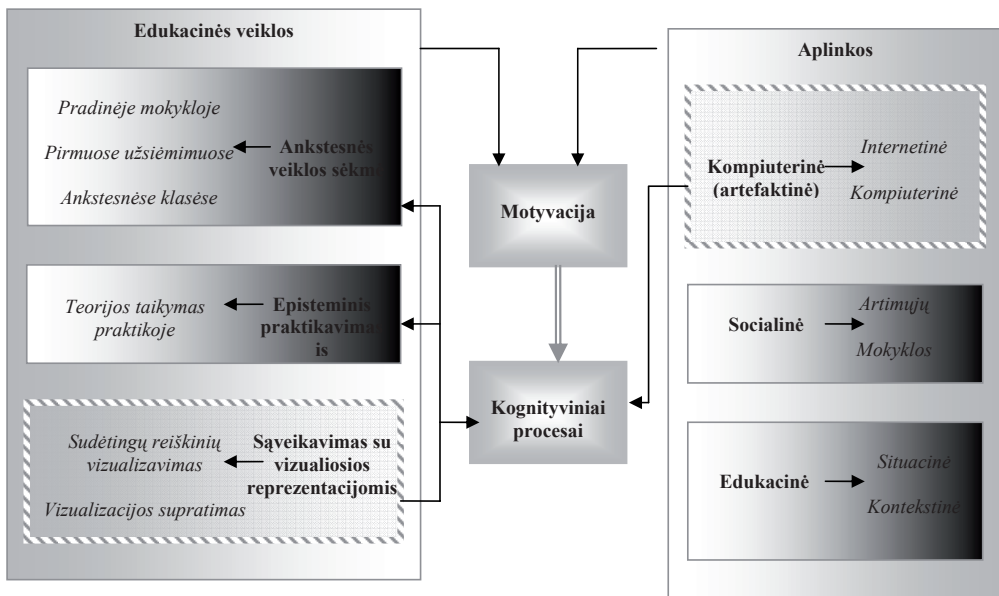
10 lentelė

Aplinkų įtaka motyvacijai

Kategorija	Subkategorija	Autoriai	Prasminiai žodžiai
IKT (artefaktinė) įtaka motyvacijai	internetu įtaka motyvacijai	Xie, Ke, 2010; Hew, Cheung, 2009.	[vidinė motyvacija buvo esminis faktorius, kuris paskatino besimokančiuosius bendradarbiauti interneto poveikis]; [Tyrimai atskleidžia, kad mokinius dalyvauti nuotolinėse diskusijose dažnai skatina vidinė motyvacija].
	kompiuterio įtaka motyvacijai	Kahnveci, 2010.	[9-10 kur kas daugiau jaučia pasitenkinimo naudodami kompiuterines technologijas nei vyresni mokiniai].
Socialinės aplinkos subjektų įtaka motyvacijai	artimos aplinkos įtaka motyvacijai	DeBacker, Nelson, 2000.	[Motyvacija kyla įtakojant tėvams, mokytojams].
	mokyklos kultūros įtaka motyvacijai	Vedder-Weiss, Fortus, 2011.	[Nemažėjanti paauglių motyvacija mokytis gamtos mokslus nėra tėvų nuopelnas, greičiau tai mokyklos kultūros įtaka].
Edukacinės aplinkos veiksnių įtaka motyvacijai	situacijos įtaka motyvacijai	Lavigne, Vallerand, 2010; Ntoumanis, Blaymires, 2003; Akbaş, Kan, 2007.	[dažniausiai randamas koreliacinis ryšys tarp kontekstinės ir situacinės motyvacijos]; [motyvacijos dinamiskumas priklausomai nuo situacijos ir konteksto].
	konteksto įtaka motyvacijai		

Mokslinis diskursas teigia, kad motyvacijai įtakos turi ir aplinkose sąveikaujantys veiksniai (10 lentelė). Vienas iš svarbiausių veiksnių – tai IKT sąlygota aplinka, kurios reikšmė jau plačiau aptarta ankstesnėje dalyje, analizuojant lytiškumo skirtumus vizualizacijos naudos aspektais. Kompiuteriai ir internetas sukuria interaktyvią sąveiką tarp subjektų, įtraukia juos į įdomesnes veiklas, todėl intensyvěja vidinis poreikis kartoti patikusius veiksmus – stiprėja motyvacija. Tinkamai panaudojus IKT priemones (šiuo atveju – kompiuterinę vizualizaciją, kaip išskirtinę interaktyvią aplinką sukuriančią priemonę), galima motyvuoti paauglius mokytis biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos. Interneto įtaka taip pat labai didelė, nes socialiai virtuali aplinka yra patrauklesnė dėl vizualių savybių, lemiančių didesnę hedonistinių poreikių tenkinimą, multimodaliai interaktyvų ir neutralesnį, nes mediatoriumi gali būti ir neidentifikuotas ar išgalvotas asmuo (virtualus).

Motyvacijai įtakos turi ir tėvų ir mokytojų sąveikavimas su mokiniais – kuo ryšys ir santykiai glaudesni, tuo motyvacija gali būti didesnė, nes ugdytiniai jaučiasi palaikomi, teigiamai vertinami, skatinami iš išorės aktyviau dalyvauti edukacinėje aplinkoje. Motyvaciją stiprinti gali ir mokyklos kultūra – geros mokymosi sąlygos, pozityvi ir mokiniams leidžianti apsispręsti aplinka, šilti santykiai su mokytojais ir bendraamžiais, į mokinį orientuotas ugdymo turinys, kai episteminiis praktikavimasis diferencijuojamas ir individualizuojamas pagal skirtingus mokinių poreikius. Įtakos motyvacijai turi ir edukacinės aplinkos veiksniai – situacija ir kontekstas, nes sužadinti norą mokytis galima ir tinkamai vedant įdomią pamoką ar analizuojant mokiniams priimtinu būdu sudėtingus reiškinius.



27 pav. Motyvacijos skatinimo gamtamoksliniame ugdyme veiksniai (sudaryta autorės)

Remiantis analizės rezultatais, sudaryta 27 paveikslo schema, kuri atskleidžia motyvacijos skatinimo gamtamoksliniame ugdyme veiksnius. Ankstesnės veiklos sėkmė, sėkmingas episteminis praktikavimasis galėtų būti sustiprinami edukacinėje aplinkoje sąveikaujant su vizualiomis eksternalizuotomis reprezentacijomis. Jos įgalintų subjekto sąmonę transformuoti regimus kodus internalizacijos metu į mentalinius modelius, sukurtų suvokimo pojūtį, kas leistų ilgiau įsidėmėti informaciją, o epistemiškai praktikuojantis, ją pritaikyti ir įtvirtinti žinias, todėl keičiantis situacijoms ir mokymosi turinio kontekstams stiprėtų motyvacija ir savarankiško mokymosi įgūdžiai.

Kognityvinių procesų veikdinimas multidimensine vizualizacija gali sąlygoti efektyvesnį žinių įsisavinimą, jų transformavimą iš vieno kodo į kitą, greitesnį informacijos suvokimą, jos įsiminimą ir pritaikymą episteminėje praktikoje. Suvokimas, atmintis, dėmesys, vaizduotė ir motyvacija tarpusavyje sąveikautų, o eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos talkintų jų aktyvinimo metu ir sąlygotų veiksmingesnį biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos ugdymo procesą, kurio metu analizuojami kitomis priemonėmis neregimi reiškiniai, šalinamas episteminis ribotumas, plečiama socialinės realybės konstravimo galimybė – per pažinimą kurti savo asmeninę patirtį ir suvokimą apie supantį pasaulį, kuris tampa subjekto kasdienybe ir gyvenimo dalimi. Ugdymo procese, pasitelkiant vizualizaciją, turėtų aktyvėti visi įvardinti kognityviniai procesai, kurių veikimo pasekmė būtų galima įvardinti ir aktyvesnes veiklas mokymosi metu, sudarant sąlygas heterogeniškų poreikių mokiniams pažinti moksliskai objektyvizuotas tiesas. Edukacinės situacijos ir kontekstai, socialinė aplinka ir įvairios edukacinės veiklos taip pat egzistuoja besimokančiojo erdvėje, veikia subjekto mąstymą, todėl vizualizacija gali būti tik vienas iš svarbiausių veiksnių, skatinančių mokymosi motyvaciją ir mokymosi procesą.



2. EMPIRINIAI VIZUALIZACIJOS TAIKYMO GANTAMOKSLINIAME UGDYME PSICHOEDUKACINIAI VEIKSNIAI

2.1. Metodologija

Tyrimų metodologija sudaryta iš trijų tipų tyrimų (1 pav. disertacijos įvade), atitinkančių du mišrių metodų dizainus: *žvalgomas-tiriamasis* (angl. *Exploratory*) ir *aiškinamasis* (angl. *Explanatory*). Pirmuoju atveju atliekamas žvalgomas-tiriamasis tyrimas, kurio metu surenkami kokybinio pobūdžio duomenys apie tiriamo objekto veiksnius. Duomenų analizės rezultatai panaudojami konstruojant tyrimo instrumentą ir juo apklausiant dideles respondentų imtis. Minėta tyrimo strategija suteikė galimybę atskleisti vizualizacijos taikymo psichoedukacinius veiksnius juos identifikuojant ir diagnozuojant 9–10 klasių mokinių ir biologijos, chemijos, fizikos, geografijos, matematikos mokytojų populiacijose. Kuomet veiksniai buvo identifikuoti ir diagnozuoti, nustatyti statistikai reikšmingi skirtumai pagal kategorinius kintamuosius, atliktas aiškinamasis tyrimas. Juo buvo siekiama išsiaiškinti mokinių ir mokytojų nuomonę apie ankstesnio tyrimo metu nustatytų statistiškai reikšmingų generalizuotų skirtumų priežastis, surenkant ir analizuojant kokybinio pobūdžio informaciją.

2.1.1. Žvalgomieji tyrimai

Žvalgomieji tyrimai skaidomi į dvi grupes pagal tiramųjų imtis: apklausti mokytojų ir mokinių atstovai. Tyrimams taikyti tie patys metodai, panašus instrumentas ir laikytasi tos pačios tyrimo strategijos – siekta identifikuoti psichoedukacinius vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme veiksnius.

Tyrimo metodai

Tyrimo duomenų rinkimo metodai:

- Anketinė apklausa

Tyrimo duomenų analizės metodai:

Aprašomoji statistika

- Tyrime buvo naudojami santykiniai dažniai, kurie atskleidė kai kurių kintamųjų duomenų procentinę išraišką.
- Populiarumo indeksas naudotas kintamųjų reitingams apskaičiuoti. Šis metodas taikytas transformavus ranginės skalės kintamųjų įverčius į santykinės skalės įverčius.

Kokybinė analizė

- Kontent analizė.

Mokinių nuomonės žvalgomojo tyrimo metodologija

Tyrimo instrumentas

Instrumentas buvo sudarytas 2009 metų sausio mėnesį. Tyrimui pasitelktas apklausos metodas, sudaryta mišraus tipo klausimų anketa. Tyrimo instrumentas sudarytas remiantis išanalizuota literatūra ir konsultacijomis su gamtos mokslų mokytojais įvairių seminarų ir konferencijų metu. Tyrimo duomenys atskleidė instrumento privalumus ir trūkumus. Gavus naujų duomenų klausimynas buvo praplėstas. Tyrimo instrumentą sudarė atviro ir uždaro tipo klausimai. Kai kurių klausimų taip pat teko atsisakyti kaip nereikšmingų. Beveik visi uždaro tipo klausimai buvo perkelti į naują anketą, juos papildė kokybinių duomenų analize grįstų rezultatų teiginiai, transformuoti į kiekybines skales. Žvalgomojo tyrimo instrumentų skalių vidinis patikimumas svyravo nuo 0,41 iki 0,79, matuojant pagal Kronbacho alfos koeficientą. Siekiant aukštesnio vidinio skalių patikimumo atsisakyta keleto klausimų, kurie žemino (mažino) koeficientą. Po korekcijos visų skalių vidinis patikimumas (viso instrumento uždaro tipo klausimų) buvo didesnis už 0,7. Tyrimo instrumentas mėgintas du kartus. Pirmą kartą anketas užpildė 30 mokinių. Šio bandymo metu tikrinta ar mokiniai supranta skaitomus klausimus, ar jų mąstymas atsiskleis per kokybinio pobūdžio atsakymus. Stebėtas ir anketos pildymo laikas. Išsiaiškinus, kad instrumentas yra tinkamas, jis buvo padaugintas ir tyrėja išdalino Šiaulių miesto vidurinių ir gimnazijų 9–10 klasių mokiniams. Antrą kartą apklausta 220 respondentų. 11 anketų buvo atmetos, kaip netinkamai užpildytos. Sugrįžo visos anketos, nes tyrėja pati anketas išdalino, stebėjo jų pildymo procesą ir, jam pasibaigus, anketas susirinko. Remiantis šio tyrimo duomenimis, buvo konstruojamas platesnis ir uždaro tipo klausimais grįstas instrumentas.

Tyrimo instrumento diagnostinių blokų analizė.

Tyrimo instrumentą sudarė 42 klausimai. Jie derinti taip, kad kiekvienas uždaro tipo klausimas būtų paaiškinamas atvirais mokinių pasisakymais raštu ir išreikštas kokybiniais duomenimis. Ranginė skalė buvo naudojama pagal tradicinę Likerto skalę, tik nenaudotas vidurinis atsakymo variantas, žymintis abejonę arba tiriamojo neapsisprendimą. Atvirų klausimų grupę sudaro 7 blokai. Mokiniai į juos atsakydami turėjo užrašyti atsakymus raštu. Demografinis klausimų blokas buvo mišrus – klasę, kurioje mokosi ir savo amžių tiriamieji turėjo įrašyti, o savo lytį ir gyvenamą vietą reikėjo pažymėti iš pasirinkamųjų variantų. 11 lentelėje pateikiami diagnostinių blokų pavadinimai, klausimų skaičius juose, klausimų tipas ir tyrėjo siekiai išsiaiškinti objekto aspektus.

11 lentelė

Tyrimo naudotų diagnostinių blokų analizė

Klausimų tipas	Diagnostinis blokas	Kl. sk.
Uždaras	Gamtos mokslų temų nesupratimas	1
Atviras	Priežastys, kurios sąlygoja gamtos mokslų nesupratimą ir sunkiausias temas	4
Uždaras	GU vadovėliuose esančių vizualizacijų poveikis mokiniams mokantis temas	3

11 lentelės tęsinys

Atviras	GU vadovėliuose esančių vizualizacijų pavyzdžiai, išlikę mokinių atmintyje kaip pagalbiniai temos supratimui	3
Uždaras	Kompiuterinės vizualizacijos naudojimas gamtamokslinėse disciplinose	3
Atviras	Temos, kurioms dalykų mokytojai naudojo kompiuterinę vizualizaciją	3
Uždaras	Vizualizacijų paieška internete	1
Atviras	Gamtamokslinės temos, kurioms internete mokiniai ieško vizualizacijų ir šio veiksmo priežastys	4
Atviras	Priežastys, dėl kurių vizualiniai kodai padeda mokytis gamtos mokslų	3
Atviras	Gamtamokslinės temos, kurioms reikia vizualaus pateikimo	3
Uždaras	Turinio žemėlapių naudojimo situacija gamtamoksliniame ugdyme	3
Atviras	Turinio žemėlapių naudojimo ar nenaudojimo priežastys gamtamoksliniame ugdyme	3
Uždaras	Pomėgis mokytis gamtos mokslus ir poreikis su jais susieti savo ateitį	4
Atviras / Uždaras	Demografiniai duomenys	4
	Viso	42

Išanalizavus pirmojo tyrimo duomenis buvo gauti kiekybiniai ir kokybiniai rezultatai, kurie leido nustatyti tyrimo objektus, patvirtinti keltas hipotezes. Remiantis analize sukonstruotas naujas tyrimo instrumentas – uždaro tipo klausimynas, kuris buvo naudojamas antrame diagnostiniame tyrime.

Tyrimo procedūra ir imties charakteristika

Remiantis įvairia moksline literatūra ir autorės išvalgomis, sukonstruotas pirminis klausimynas, kuris išbandytas 2009 metų sausio mėnesį. Šis tyrimas tolesniam tyrimui suteikė būtinos informacijos, kuria buvo pasinaudota, sudarant mokiniams suprantama kalba parengtą, nuoseklų, trumpą tyrimo instrumentą. Anketa tiriamieji užpildydavo per 15–20 minučių, todėl pedagogams nereikėjo išnaudoti viso pamokos laiko. Kadangi tyrimo instrumentą sudarė nemažai atvirų klausimų, tikėtasi, kad tolesniame tyrime vien tik uždaro tipo klausimus mokiniai pažymės greičiau.

Atlikus duomenų analizę, papildžius klausimyną, buvo sukurta nauja anketa ir ruošiasi platesnio tyrimo etapui. Tyrime dalyvavo 102 devintokai ir 107 dešimtokai, iš viso – 209 ugdytiniai. Tiriamųjų amžius svyravo nuo 14 iki 17 metų (2 mokiniai – 14 metų, 73 – 15 metų, 111 – 16 metų ir 93 – 17 metų). Tiriamieji pagal lytį buvo pasiskirstę: 72 merginos ir 45 vaikinai iš dešimtų klasių; 47 vaikinai ir 45 merginos iš devintų klasių.

Mokytojų nuomonės žvalgomojo tyrimo metodologija

Tyrimo instrumentas

Instrumentas buvo sudarytas 2009 metų rugsėjo mėnesį. Tyrimui pasitelktas eksperimentinės apklausos metodas, sudaryta mišraus tipo klausimų anketa, remiantis išanalizuota literatūra ir konsultacijomis su gamtos mokslų mokytojais įvairių seminarų ir konferencijų metu, išanalizavus duomenis iš pirmojo diagnostinio tyrimo. Tyrimo duomenys atskleidė instrumento privalumus ir trūkumus. Gavus naujų duomenų klausimynas buvo praplėstas. Tyrimo instrumentą sudarė atviro ir uždaro tipo klausimai.

Tyrimo instrumento diagnostinių blokų analizė.

Tyrimo instrumentą sudarė 52 klausimai. 24 klausimai yra uždaro tipo, jų atsakymai sutalpinti į ranginę skalę. 2 uždaro tipo klausimų atsakymai priskirti nominalinei skalei. Anketoje dominuoja atviri klausimai, į kuriuos reikėjo parašyti komentarus. Anketa sudaryta iš 4 diagnostinių blokų (12 lentelė). Pirmasis diagnostinis blokas, (skalė), pavadintas *Vizualizacijos taikymo lygis, prognozės ir kitimas ugdymo procese*, jungia 40 klausimų (28 iš jų yra uždaro tipo klausimai), suskaidytų į tris poskales: vizualizacijos taikymo lygis, vizualizacijos taikymo kitimo lygis, vizualizacijos taikymo ateityje prognozės. Minėtoji skalė yra pati didžiausia ir talpina ne tik 28 uždaro tipo klausimus, bet ir 15 atviro tipo klausimų, kurie papildoma pasirinktų uždaro tipo atsakymų variantus. Antroji skalė *Vizualizacijos taikymo ugdymo procese skatinantys ir ribojantys veiksniai* suskaidyta į dvi poskales: vizualizacijos taikymą skatinantys veiksniai ir vizualizacijos taikymą ribojantys veiksniai. Minėtos poskalės jungia du atviro tipo klausimus, į kuriuos tiriamieji turėjo parašyti savo komentarus. Trečioji poskalė *Būtiniausias vizualizacijos taikymo disciplinos, temos ir klasės / vizualizacijos taikymo arealai ir demografiniai duomenys* sudaryta iš trijų poskalių: disciplina(-os), labiausiai reikalaujanti(-os) vizualizacijos (vienas uždaras ir vienas atviras klausimas), tema(-os), labiausiai reikalaujanti(-os) vizualizacijos (vienas atviras klausimas) ir klasės, kuriose labiausiai reikalinga vizualizacija (trys atviri klausimai). Ketvirtajai skalei priklauso tik vienas klausimas – demografinis, kuris atskleidžia mokytojų ekspertų darbo mokykloje stažą.

12 lentelė

Mokytojų ekspertų tyrimo instrumento aprašymas

Skalės pavadinimas	Poskalės pavadinimas	Klausimų skaičius	Reikšmių intervalas	Matavimo lygmuo	Atsakymų variantai
Vizualizacijos taikymo lygis, prognozės ir kitimas ugdymo procese	Vizualizacijos taikymo lygis	14	Nuo 5 iki 1	Ranginis	Visi mokytojai → Dauguma mokytojų → Nemažiau kaip pusė mokytojų → Mažuma mokytojų → Nei vienas mokytojas
	Vizualizacijos taikymo kitimo lygis	14	Nuo 5 iki 1	Ranginis	Žymiai padidėjo → Šiek tiek padidėjo → Nepakito → Šiek tiek sumažėjo → Žymiai sumažėjo
		1	-	-	Atviras komentaras antros poskalės pasirinktiems atsakymams pakomentuoti
	Vizualizacijos taikymo ateityje prognozės	14	-	-	Atviri komentarai trečios poskalės klausimams
Vizualizacijos taikymo ugdymo procese skatinantys ir ribojantys veiksniai	Vizualizacijos taikymą skatinantys veiksniai	1	-	-	Atviri komentarai į klausimus
	Vizualizacijos taikymą ribojantys veiksniai	1	-	-	

12 lentelės tęsinys

Būtiniausias vizualizacijos taikymo disciplinų, temų ir klasių / vizualizacijos taikymo arealai	Disciplina(-os), labiausiai reikalaujanti(-ios) vizualizacijos	1	Nuo 1 iki 5	Nominalinė	Mokant biologijos, mokanti chemijos, mokant fizikos, mokant geografijos, mokant matematikos
		1	-	-	Atviras komentaras pasirinktam atsakymui
	Tema(-os), labiausiai reikalaujanti(-ios) vizualizacijos	1	-	-	Atviras komentaras į klausimą
	Klasės, kuriose labiausiai reikalinga vizualizacija	3	-	-	Atviri komentarai į klausimus
Demografiniai duomenys	-	1	Nuo 1 iki 5	Nominalinė	0–5 metų → 6–10 metų → 11–20 metų → 21–30 metų → 31–40 metų

Duomenų rinkimo etapai

Tyrimas atliktas 2009 metų spalio–lapkričio mėnesiais. Iš Švietimo ministerijos duomenų išsiaiškinta, kuriose Lietuvos mokyklose dirba biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos mokytojai ekspertai. Kadangi viešai nebuvo galima gauti konfidencialios informacijos (mokytojų telefono ar elektroninio pašto adresų), raštiškai kreiptasi į kiekvienos mokyklos administraciją dėl kontaktinių duomenų. Daugelis mokyklų suteikė minimalią informaciją, todėl ją reikėjo patikrinti tiesiogiai nuotoliniu būdu kontaktuojant su ekspertais. Tyrėja ekspertams skambindavo telefonu ir prašydavo sutikimo dalyvauti apklausoje. Respondentams sutikus, į jų elektroninio pašto adresą buvo siunčiama anketa, kurią tiriamieji užpildė atsiųsdavo atgal tyrimo organizatorei. Ekspertai, kurie telefonu buvo sutikę dalyvauti apklausoje, užpildė klausimyną ir atsuntė tyrėjai, todėl anketų grįžtamumas buvo 100 %.

Tyrimo imties charakteristika

Tyrimo imtis buvo atrenkama **tiksliniu** principu, kuris reiškia, jog tyrėja sąmoningai pasirinko mokytojų, turinčių eksperto kategoriją, grupę. Kai kurie ekspertai dėl jiems objektyvių priežasčių atsisakė dalyvauti tyrime. Pagrindinės priežastys buvo įtemptas laikotarpis mokyklose, kai reikia pristatyti įvairius ugdymo planus, kito pobūdžio formalius dokumentus, eikvojančius mokytojų laiką ir neformalią veiklą su abiturientais, kas sąlygojo ekspertų motyvacijos stoką dalyvauti tyrime. Tyrime dalyvavo *46 mokytojai ekspertai* iš įvairių Lietuvos miestų ir rajonų. Jų amžiaus ir lyties charakteristika pateikiama 13 lentelėje.

13 lentelė

Ekspertų imties charakteristika

Ekspertų dėstoma disciplina	Lytis / %		Darbo stažas / %				
	Vyrai	Moterys	6–10 metų	11–20 metų	21–30 metų	31–40 metų	> 40 metų
Biologija N = 10	1	9	1	1	3	2	3
	10	90	10	10	30	20	30
Chemija N = 6	1	5	-	1	3	2	-
	16,7	83,3	-	16,7	50	33,3	-
Fizika N = 10	2	8	-	4	2	4	-
	20	80	-	40	20	40	-
Geografija N = 6	-	6	-	2	2	2	-
	-	100	-	33,3	33,3	33,3	-
Matematika N = 14	-	14	1	-	4	-	-
	-	100	1,7	-	28,6	64,3	-
Iš viso	4	42	2	8	14	19	3
	8,7	91,3	4,3	17,4	30,4	41,3	6,5

Ekspertai yra iš dešimties Lietuvos Respublikos apskričių (Vilniaus, Kauno, Šiaulių, Panevėžio, Utenos, Telšių, Marijampolės, Klaipėdos, Alytaus ir Tauragės), kas rodo, kad tiriamieji atstovauja įvairius Lietuvos regionus ir jų nuomonė reprezentuoja tiriamo objekto situaciją geografiškai skirtingų vietų mokyklose. Nors pagrindinis mokytojų ekspertų atrankos kriterijus buvo jiems suteiktas eksperto kategorijos pedagoginis vardas, tačiau pasidomėta ir mokytojų veiklos sklaida. Dauguma mokytojų yra įvairių metodinių priemonių autoriai ir bendraautoriai, aktyvūs metodinių ir mokslinių konferencijų dalyviai, straipsnių autoriai. Dvi mokytojos turi socialinių mokslų daktaro laipsnį, viena mokytoja yra mokytojų asociacijos prezidentė. Tarp ekspertų esama ir Lietuvos Švietimo ministerijos sudarytų ugdymo programų ekspertai, beveik visi mokytojai aktyviai dalyvauja jaunesnių mokytojų ir savo kolegų pamokose, kaip stebėtojai. Taip pat priklauso arba vadovauja miesto mokytojų metodinėms grupėms, todėl jų patirtis leis plačiau ir išsamiau susipažinti su Lietuvos biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose taikymo vizualizacijos situaciją ir jos kitimą.

2.1.2. Diagnostiniai tyrimai

Pirmojo tyrimo metu identifikavus psichoedukacinius vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme veiksnus, kiekybinio pobūdžio duomenims gauti sukonstruotas diagnostinis instrumentas. Jį aprobavus panaudotas apklausiant mokinius ir mokytojus pagal tokio pobūdžio tyrimams keliamus reikalavimus.

Tyrimo metodai

Tyrimo duomenų rinkimo metodai

- Anketinė apklausa

Tyrimo duomenų analizės metodai

Aprašomoji statistika

- Tyrime buvo naudojami santykiniai dažniai, kurie atskleidė kai kurių kintamųjų duomenų procentinę išraišką.
- Vidurkiai – kuriais buvo konstatuota kintamųjų duomenų suma, padalinta iš respondentų skaičiaus.
- Standartinis nuokrypis – kuris atskleidė nuomonės bendrumo lygį – kuo standartinis nuokrypis didesnis, tuo tiriamųjų nuomonė skirtingesnė.
- Populiarumo indeksas, naudotas kintamųjų reitingams apskaičiuoti.

Analitinė statistika

- Dviejų nepriklausomų imčių kintamųjų palyginimui naudotas Mann'o Whitney U-testas, kuris taikomas dviems nepriklausomoms imtims, kai kintamųjų skirstiniai nenormalūs ($p < 0,05$) (Pukėnas, 2005). Juo buvo tikrinamos hipotezės apie kintamųjų vidurkių lygybę klasės ir lyties aspektu.
- Instrumento skalių vidiniam patikimumui nustatyti naudotas Kronbacho alfa koeficientas (Cronbach alpha). Jis parodė ar skalės elementai matuoja tą patį reiškinį, kurį tyrėja planavo tirti. Taip pat koeficientas atskleidė ar klausimai yra tarpusavyje susiję (Vaitkevičius, Saudargienė, 2006).

Mokinių nuomonės diagnostinio tyrimo metodologija

Mokinių nuomonės diagnostika atlikta siekiant išsiaiškinti jų populiacijos atstovų nuomonę apie vizualizacijos taikymo psichoedukacinius aspektus. Remiantis žvalgojo tyrimo rezultatais, mokslinė literatūra ir tyrėjos išvalgomis buvo sukonstruotas tyrimo instrumentas ir atliktas diagnostinis tyrimas.

Tyrimo instrumentas

Tyrimo instrumentas buvo sudarytas 2009 metų balandžio mėnesį. Sukonstruotą klausimyną sudarė 67 klausimai, 5 skalės ir 8 poskalės. Viena iš jų buvo demografinių duomenų skalė, talpinanti demografinius tiriamųjų duomenis, pagal kurios buvo atliekami skaičiavimai, naudojant juos kaip nparametrinius kintamuosius. Kiekvienoje skalėje yra keletas poskalių (išskyrus demografinę skalę). Pirmoji skalė *Vizualizacijos (vaizdinių reprezentacijų, pateikiamų su verbaline informacija) poveikis kognityviniams procesams* jungė keturias poskales: vizualizacijos pagalbą percepcijai, vizualizacijos pagalbą atminties procesams, vizualizacijos pagalbą dėmesio koncentravimui ir vaizduotei. Šios skalės duomenys informuoja apie vizualizacijos, kaip vaizdinės reprezentacijos, poveikį kognityvinių procesų veikdinimo aspektu. Antroji skalė *Vizualizacijos (vaizdinių reprezentacijų, pateikiamų su verbaline informacija) poveikis aktyvinant mokinių motyvaciją mokytis gamtos mokslus* yra skaidoma į 2 poskales: poreikis aktyvinti kognityvinius procesus ir veikti; susidomėjimas mokymo(si) turiniu ir poreikis pažinti.

Trečioji skalė *Vizualizacijos (vaizdinių reprezentacijų, pateikiamų su verbaline informacija) poveikis savarankiško mokymosi procese* taip pat skaidoma į 2 poskales: savarankiškas mokymasis klasėje (tariamasis) ir savarankiškas mokymasis namuose.

Ketvirtoji skalė *Vizualizacijos (vaizdinių reprezentacijų, pateikiamų su verbaline informacija) taikymas gamtamoksliniame ugdyme, įtaka ir pomėgis mokytis* jungia keurias poskales: vadovėlių vizualizacijos poveikis mokantis temas, kompiuterinės vizualizacijos naudojimas pamokose, turinio žemėlapių naudojimas ir mokinių pomėgis mokytis gamtos mokslus. Ši paskutinioji skalė sudaryta jungiant paskirus veiksnius, kurie tarpusavyje nesisieja, o daugiau atstovauja kategorinio pobūdžio kintamuosius, nors jų matavimo lygmuo – ranginis. Kintamieji sujungti skale dėl klausimyno vieningumo. Visos skalės tarpusavyje siejasi ir perteikia tyrimo objekto psicho-pedagoginius aspektus, gautus respondentų vertinimu, kaip šiuo atveju, esminiu diagnostinių duomenų rinkimo būdu. Klausimyno skalės, poskalės ir teiginiai turi reikšmes ir intervalus, kurie kartu su kitais tyrimo instrumento struktūros duomenimis pateikiami 14 lentelėje.

14 lentelė

Diagnostinio tyrimo instrumento aprašymas

Skalės pavadinimas	Poskalės pavadinimas	Kl. sk.	Reikšmių intervalas	Matavimo lygmuo	Atsakymų variantai
Vizualizacijos poveikis kognityviniams procesams	Vizualizacijos poveikis percepcijai	9	1→5	Ranginis	Visada→ niekada
	Vizualizacijos poveikis atminties procesams	7	1→5	Ranginis	
	Vizualizacijos poveikis dėmesio koncentravimui	5	1→5	Ranginis	
	Vizualizacijos poveikis vaizduotei	4	1→5	Ranginis	
Vizualizacijos poveikis aktyvinant motyvaciją	Poreikis aktyvinti kognityvinius procesus ir veikti	6	1→5	Ranginis	Visada→ niekada
	Susidomėjimas mokymo(si) turiniu ir poreikis pažinti	10	1→5	Ranginis	
Vizualizacijos poveikis savarankiško mokymosi procese	Savarankiškas mokymasis namuose	5	1→5	Ranginis	Visada→ niekada
	Savarankiškas mokymasis klasėje	5	1→5	Ranginis	
Nominalinio pobūdžio klausimai (vizualizacijos taikymas ugdyme, poveikis ir pomėgis mokytis)	Vadovėlių vizualizacijos poveikis mokantis temas	3	1→4	Ranginis	Visiškai padeda→ visiškai nepadeda
	Kompiuterinės vizualizacijos naudojimas pamokose	3	1→4	Ranginis	Visose pamokose → nei vienoje pamokoje
	Turinio žemėlapių naudojimas	3	1→4	Ranginis	Visas temas → nei vienos temos
	Mokinių pomėgis mokytis gamtos mokslus	3	1→4	Ranginis	Visada mėgstu→ niekada nemėgstu
Demografiniai duomenys	-	4	1→2	Binarinis	1-vaikinas, 2-mergina
			1→2	Binarinis	1-miestas, 2-rajonas
			1→2	Binarinis	1-9 klasė, 2-10 klasė
			-	Santykinis	Įrašomas amžius

Skalės išorinis validumas atskleidžia pakartotino duomenų matavimo panašumą, kuris apskaičiuojamas dviejų pakartotinių matavimų reikšmių koreliacijos koeficientu (Vaitkevičius, Saudargienė, 2006). Matavimams galimi pasirinkti tik pilotinio tyrimo rezultatai (N = 209) ir antrojo tyrimo rezultatai (N = 1152). Kadangi žvalgomojo tyrimo metu buvo vartojami uždari ir atviri klausimai, skaičiuoti koreliacijas pasirinkti kiekybine išraiška užkoduoti atsakymai ir jų rezultatų analizė. Buvo galima patikrinti tik vienos skalės išorinį validumą – vizualizacijos taikymą, pomėgį, jos pagalbą mokantis, ir gamtamoksliniame ugdyme (ketvirta skalė). Tikrinant išorinį instrumento validumą, panaudoti tie anketų klausimai, kurie sutapo abiejuose klausimyno variantuose. Kadangi žvalgomojo tyrimo metu dalyvavo 209 respondentai, iš antro tyrimo atsitiktinai buvo atrinkti 210 tiriamųjų ir paskaičiuota koreliacija. Gauti koeficientai svyravo nuo 0,1 iki 0,55 kai $p = 0,000$ (arba $p = 0,001$). Tuo remiantis konstatuojama, kad išorinis skalių patikimumas svyruoja nuo visiškai silpnos iki vidutiniškos reikšmės.

15 lentelė

Tyrime naudotų skalių vidinio patikimumo analizė

Skalės pavadinimas		Klausimų sk.	N	Kronbacho alfa
Gamtos mokslai	Vizualizacijos poveikis kognityviniams procesams	25	1152	0,8792
	Vizualizacijos poveikis aktyvinant mokinių motyvaciją mokytis gamtos mokslus	16	1152	0,8643
	Vizualizacijos poveikis savarankiško mokymosi procese	10	1152	0,8090
	Viso	51	1152	0,9318
Geografija	Vizualizacijos poveikis kognityviniams procesams	24	782	0,8948
	Vizualizacijos poveikis aktyvinant mokinių motyvaciją mokytis geografijos	16	782	0,8857
	Vizualizacijos poveikis savarankiško mokymosi procese	7	782	0,6620
	Viso	47	782	0,9383
Matematika	Vizualizacijos poveikis kognityviniams procesams	25	774	0,8914
	Vizualizacijos poveikis aktyvinant mokinių motyvaciją mokytis	16	774	0,8801
	Vizualizacijos poveikis savarankiško mokymosi procese	9	774	0,7527
	Viso	50	774	0,9358
BENDRAS	Vizualizacijos poveikis kognityviniams procesams	24	2708	0,8942
	Vizualizacijos poveikis aktyvinant mokinių motyvaciją mokytis gamtos mokslus, matematiką ir geografiją	16	2708	0,8773
	Vizualizacijos poveikis savarankiško mokymosi procese	7	2708	0,7863
	VISO	47	2708	0,9375

Vidinis skalės patikimumas rodo, ar skalės elementai matuoja tą patį reiškinį, dalyką, ar klausimai yra tarpusavyje susiję (Vaitkevičius, Saudargienė, 2006). Tai skaičiuojama Kronbacho alfa koeficientu (Cronbach alpha). 15 lentelės duomenys rodo, kad

beveik visos poskalės gan aukšto vidinio patikimumo – Kronbacho alfa yra didesnis už 0,7. Aukščiausias vidinis patikimumas yra pirmoje ir antroje skalėse, matuojančiose vizualizacijos pagalbą kognityvinių procesų veiklai ir motyvacijos skatinimui. Tai rodo, kad anketos klausimai labai gerai sudaryti, jie matuoja tai, kas ir siekiama. Mažiausias Kronbacho alfa koeficientas – ketvirtos skalės (alfa < 0,7), nes joje yra mažiausiai klausimų. Taikant anketos klausimyną didelės imties tiriamųjų grupei (jei $N > 100$), alfa koeficientas gali būti mažesnis už 0,7 (Vaitkevičius, Saudargienė, 2006). Remiantis paskaičiuotu vidiniu skalių patikimumu galima daryti išvadą, jog anketos klausimai tinkami matuoti objektui ir yra validūs gauti atitinkamas išvadas.

Tyrimo procedūra

Gavus žvalgomojo tyrimo rezultatus buvo sudarytas platesnis tyrimo instrumentas, skirtas kiekybiniam parametrams matuoti. Tyrimas atliktas 2009 metų balandžio–birželio mėnesiais. Anketas tiriamiesiems dalino tyrimo autorė ir jos įgalioti pedagogai. Mokyklose, kuriuose tyrėja anketas išdalino mokiniams, anketų grįžtamumas buvo šimtaprocentinis, kadangi tyrinėja padalindavo klasėje esantiems ugdytiniais ir palaukdavo kol mokiniai jas užpildys. Dauguma anketų surinktos iš įvairių Lietuvos miestų ir miestelių, kur jų dalinimo ir surinkimo procedūras atliko įgalioti mokytojai – anketų grįžtamumas buvo procentaliai mažesnis. Tinkamų anketų popieriniame variante grįžtamumas buvo 96 %. Kai kurios iš jų atmestos dėl netinkamai užpildytų klausimų, todėl galutinis analizei panaudotų anketų skaičius yra 85 %. Šiaulių miesto tiriamiesiems anketas išdalino ir surinko tyrėja. Kitų Lietuvos miestų ir miestelių respondentams anketas išdalindavo kontaktinis asmuo. Visos šios anketos atsakingiems asmenims buvo nusiųstos paštu.

Tyrimo imties charakteristika

Atsitiktinė nepriklausoma imtis sudaryta „puokštės“ arba serijiniu principu. Tiriamųjų skaičius gautas pagal imties skaičiavimo formulę (28 pav.)

$$n = \frac{N \cdot 1,96^2 \cdot p \cdot q}{\varepsilon^2 \cdot (N - 1) + 1,96^2 \cdot p \cdot q}$$

N – populiacijos dydis; reikšmė 1,96 atitinka standartizuoto normaliojo skirstinio 95 proc. pasiklovimo lygmenį;
 p – numatoma įvykio baigmės tikimybė, kad nagrinėjamas požymis pasireiškis tiriamoje populiacijoje ($p = 0,5$);
 q – tikimybė, kad nagrinėjamas požymis nepasireiškis tiriamoje populiacijoje ($q = 1 - p = 0,5$);
 ε – pageidautinas tikslumas, šiuo atveju $\varepsilon = 0,05$.

28 pav. Imties skaičiavimo formulė

Siekiant sužinoti, kiek 9–10 klasių mokinių mokosi Lietuvos mokyklose, buvo naudojama Lietuvos Statistikos Departamento viešai prieinamu leidiniu „Švietimas 2008“ (2007). Pagal gautus duomenis, Lietuvoje mokėsi **32974** devintų klasių ir **33021** – dešimtų klasių mokinių. Pagal formulę gaunama, jog tiriamųjų imtis turi būti **380** mokinių iš kiekvienos klasės, jei pasikliautinasis intervalas yra 0,05. Tyrimo imtis viršija pagal formulę paskaičiuotas rekomenduojamas imties dydį, todėl ji yra reprezentatyvi.

16 lentelė

Demografinių duomenų charakteristika

Vizualizacijos taikymo psicho-edukaciniai aspektai disciplinose	Lytis / %		Klasė / %		Amžius / %					Vieta / %	
	Vaikiniai	Merginos	9 klasė	10 klasė	14 metų	15 metų	16 metų	17 metų	18 metų	Miestas	Rajonas
Geografijoje N = 782	449	333	403	379	64	405	301	11	1	756	26
	57,4 %	42,6 %	51,5 %	48,5 %	8,2 %	51,8 %	38,5 %	1,4 %	0,1 %	96,7 %	3,3 %
Matematikoje N = 774	486	288	379	395	64	351	341	15	1	713	61
	62,8 %	37,2 %	49,0 %	51,0 %	8,3 %	45,3 %	44,1 %	1,9 %	0,1 %	92,1 %	7,9 %
Gamtos mokslų N = 1152	508	644	546	606	10	288	561	288	4	1130	22
	44,1 %	55,9 %	47,4 %	52,6 %	0,9 %	25 %	48,7 %	25 %	0,3 %	98,1 %	1,9 %
Iš viso N = 2708	1443	1265	1328	1380	137	1044	1203	314	6	2599	109
	53,3 %	46,7 %	49 %	51,0 %	5,1 %	38,6 %	44,4 %	11,6 %	0,5 %	96,0 %	4,0 %

16 lentelėje pateikiami duomenys atskleidžia, kad buvo organizuotos trys apklausos pagal objekto tyrimą skirtingose disciplinose. Kadangi biologijos, chemijos ir fizikos dalykai savo turiniu yra tarpusavyje labai susiję, manyta, kad užtenka vienos apklausos, tiriant mokinių nuomonę apie šių dalykų, įvardintų gamtamoksliniais, psichoedukacinius aspektus. Geografija ir matematika savo turiniu tarpusavyje mažai siejasi. Maža sąsaja išvelgiama ir su biologija, chemija bei fizika, todėl norint išsiaiškinti vizualizacijos taikymo psichoedukacinius aspektus šiose disciplinose, reikėjo apklausti papildomą skaičių mokinių, kad jų nuomonė taip pat būtų reprezentatyvi. Iš viso apklausta 2708 mokiniai iš 9–10 klasių, 728 iš jų pareiškė nuomonę apie vizualizacijos taikymo psichoedukacinius aspektus geografijoje, 774 mokiniai išsakė savo nuomonę apie tą patį objektą matematikoje ir 1152 mokiniai – gamtamoksliniuose dalykuose. Daugiausiai apklausta 15–16 metų mokinių, gyvenančių mieste. Tyrime dalyvavo daugiau vaikinų nei merginų, tačiau esant dideliame apklaustųjų skaičiui, manoma, kad imtys lyties ir klasės aspektais yra reprezentatyvios.

Mokytojų nuomonės diagnostinio tyrimo metodologija

Mokytojų nuomonės diagnostika atlikta siekiant išsiaiškinti tuos pačius dalykus, kaip ir apklausiant mokinius bei tarpusavyje juos palyginti, kad būtų galima nustatyti panašumus ir skirtumus ne tik grupių viduje (pavyzdžiui, mokytojų darbo mokyklose patirties, jų dėstomo dalyko atžvilgiu), bet ir tarp skirtingų imčių – mokytojų ir mokinių.

Tyrimo instrumentas

Mokytojų nuomonės diagnostikai panaudotas tas pats klausimynas, kuris taikytas mokiniams, tačiau adaptuoto skirtingai populiacijai variantu. Taip siekta pagal tiriamųjų grupes gauti rezultatus apie tą patį tiriamą objektą ir tarpusavyje palyginti. Tyrimo instrumentą sudaro 50 teiginių, kurių tarpusavio vidinio patikimumo koeficientai pagal skales yra aukšti (17 lentelė) ir atitinka tokio pobūdžio klausimynams keliamus reikalavimus.

17 lentelė

Klausimyno vidinio patikimumo rodikliai

Skalė / teiginių skaičius	Dalykas				
	Biologija	Chemija	Fizika	Geografija	Matematika
Vizualizacijos nauda kognityviniams procesams /25	0,93	0,932	0,910	0,926	0,921
Vizualizacijos nauda mokinių motyvacijai /16	0,926	0,931	0,901	0,914	0,913
Vizualizacijos nauda mokinių savarankiškam mokymuisi / 9	0,857	0,882	0,831	0,868	0,839
Iš viso / 50	0,965	0,967	0,953	0,962	0,959

Anketos vidinis patikimumas

Klausimyno vidinio nuoseklumo rodikliai atskleidžia kiekvienos skalės suderinamumą. Aukščiausias Kronbacho alfa koeficientas nustatytas pirmajai skalei (17 lentelė). Antras aukščiausias vidinio patikimumo rodiklis nustatytas antrajai skalei – vizualizacijos poveikio motyvacijos skatinimui identifikavimas. Žemiausias vidinio patikimumo koeficientas identifiкуotas vizualizacijos poveikio savarankiško mokymosi procesų skalei, galimai dėl mažo kintamųjų skaičiaus joje. Skalių vidinio patikimumo koeficientai matuojant mokytojų nuomonę skirtingose populiacijose, yra panašūs. Instrumento skalių vidinis patikimumas aukštas, kintamieji tarpusavyje dera, juo galima matuoti populiacijos nuomonę apie vizualizacijos poveikį kognityviniams procesams, motyvacijos skatinimui ir savarankiškam mokymuisi.

Instrumento galimybės matuoti nuomonės skirtumus pagal apibendrintus diagnostinius blokus

Instrumentas matuoja populiacijos nuomonių skirtumus diagnostinio bloko atžvilgiu. Diagnostinio bloko kintamieji sujungti taip, kad būtų išvestas bendras vidurkis visam blokui. Tokiu būdu iš duomenų masyvo gautas atskiras kintamasis, reprezentuojantis populiacijos nuomonę apie bendrą skalę arba subskalę. Nustatyti statistiškai reikšmingi skirtumai: nuomonės, vertinant vizualizacijos poveikį mokinių suvokimui, dėmesiui, atminčiai, vaizduotei, motyvacijai ir savarankiškam mokymuisi skiriasi pagal mokytojų gyvenamą vietą, jų amžių, pedagoginį darbo stažą ir turimą kvalifikaciją.

Instrumento galimybės nustatyti skirtumus pagal atskirus kategorinius kintamuosius

Instrumento jautrumas tikrintas apibendrintus populiacijos nuomonės duomenis gretinant pagal kategorinius kintamuosius. Nustatyta, kad instrumentas tinkamas matuoti nuomonių skirtumams pagal pedagogų darbo stažo kategorinį kintamąjį. Taikant

neparametrinę statistiką nustatyti statistiškai reikšmingi skirtumai, atskleidžiantys pedagogų išsakytų pozicijų skirtingumus priklausomai nuo turimo pedagoginio darbo stažo. Analogiškai, instrumentas jautrus matuoti skirtumus tarpregioniniui ir tarpdalykinui aspektais. Skirtumai fiksuojami visų diagnostinių blokų kintamiesiems priklausomai nuo tirtos populiacijos nuomonės apie atitinkamą teiginį gretinamuoju aspektu.

Instrumento galimybės matuoti mokytojų ir mokinių populiacijų nuomonės skirtumus pagal apibendrintus diagnostinius blokus ir atskirus kintamuosius

Instrumentas matuoja ir skirtingų populiacijų nuomonės skirtumus ($p < 0,05$) gretinant mokytojų ir mokinių nuomonę apie vizualizacijos poveikį motyvacijos skatinimui, savarankiškam mokymuisi ir kognityviniams procesams. Taip pat nustatyta, kad fiksuojami statistiškai reikšmingi skirtumai ($p < 0,05$) tarp skirtingų populiacijų nuomonės atskirų kintamųjų atžvilgiu.

Mokytojų nuomonės homogeniškumas ir heterogeniškumas

Klausimynas tiriamiesiems suprantamas. Instrumento vidinis patikimumas aukštas, jis tinkamas matuoti mokytojų populiacijos nuomonę apie vizualizacijos poveikį kognityviniams procesams, motyvacijos skatinimui ir savarankiškam mokymuisi. Instrumentas tinkamas atskleisti biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos mokytojų / mokytojų ir mokinių populiacijų nuomonių skirtumams pagal apibendrintus diagnostinius blokus, jų atskirus indikatorius priklausomai nuo kategorinių kintamųjų.

Instrumentu galima nustatyti mokinių ir mokytojų populiacijos nuomonių homogeniškumą ir heterogeniškumą vidurkio apie kintamąjį atžvilgiu. Mokytojų nuomonės homogeniškiausios vertinant vizualizacijos poveikį mokinių suvokimui ugdymo procese. Tas būdinga visų dalykų specialistų populiacijos nuomonei, ypač biologams ir fizikams. Didžiausi nuomonių heterogeniškumo rodikliai nustatyti motyvacijos skalei – vizualizacijos naudos mokinių norui papildomai mokytis, turėti daugiau pamokų, kartoti informaciją ir daryti namų darbus. Analogiškai įvairesnė nuomonė pastebėta ir savarankiško mokymosi skalės indikatoriuose – vizualizacijos naudos papildomam domėjimuisi dalykais ir savarankiškam vaizdų ieškojimui internete.

Tyrimo procedūra

Tyrimas atliktas 2010 metų pabaigoje – 2011 metų pavasarį ir rudenį. Klausimynas mokytojams buvo siunčiamas į mokyklas, švietimo skyrius, biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos mokytojų metodinius ratelius. Tyrimas organizuotas taip, kad būtų apklausti mokytojai iš 10 Lietuvos apskričių, taip siekiant nustatyti visos šalies mokytojų nuomonę tiriamu klausimu. Klausimynus sugražindavo paštu arba per kurjerius tyrimo organizatorei. Iš viso tyrimo metu buvo išdalinta daugiau kaip 2000 klausimynų, sugrįžo 1580, kai kurie iš jų buvo netinkamai užpildyti, todėl siekiant tyrimo kokybės – atmesti.

Tyrimo imties charakteristika

Atsitiktinė nepriklausoma imtis sudaryta „puokštės“ arba serijiniu principu. Tiriamųjų skaičius gautas pagal imties skaičiavimo formulę (28 pav.).

18 lentelė

Demografinių duomenų charakteristika

Profesija	Biologijos mokytojai N = 300 / %		Chemijos mokytojai N = 252 / %		Fizikos mokytojai N = 287 / %		Geografijos mokytojai N = 275 / %		Matematikos mokytojai N = 366 / %		Iš viso N = 1481	
LYTIS												
Moteris	268	89,3	232	92,1	220	76,7	229	83,3	329	89,9	1277	86,2
Vyras	32	10,7	20	7,9	67	23,3	44	16,0	37	10,1	200	13,5
VIETA												
Miestas	214	71,3	186	73,8	203	70,7	190	69,1	283	77,3	1076	72,7
Rajonas	85	28,3	66	26,2	84	29,3	84	30,5	83	22,7	402	27,1
DARBO STAŽAS												
0–5 m.	12	4,0	5	2,0	12	4,2	20	7,3	13	3,6	62	4,2
6–10 m.	25	8,3	32	12,7	11	3,8	26	9,5	28	7,7	122	8,2
11–20 m.	94	31,3	82	32,5	82	28,6	98	35,6	94	25,7	450	30,4
21–30 m.	100	33,3	72	28,6	101	35,2	78	28,4	152	41,5	504	34,0
31–40 m.	69	23,0	60	23,8	81	28,2	53	19,3	79	21,6	342	23,1
APSKRITIS												
Alytaus	14	4,7	16	6,3	13	4,5	17	6,2	16	4,4	76	5,1
Klaipėdos	44	14,7	28	11,1	35	12,2	37	13,5	59	16,1	203	13,7
Marijampolės	21	7,0	22	8,7	17	5,9	21	7,6	2	,5	83	5,6
Tauragės	9	3,0	8	3,2	6	2,1	13	4,7	10	2,7	46	3,1
Vilniaus	55	18,3	36	14,3	54	18,8	36	13,1	65	17,8	246	16,6
Kauno	60	20,0	57	22,6	63	22,0	53	19,3	117	32,0	351	23,7
Panevėžio	41	13,7	39	15,5	44	15,3	37	13,5	54	14,8	215	14,5
Telšių	7	2,3	4	1,6	1	,3	6	2,2	5	1,4	23	1,6
Šiaulių	36	12,0	31	12,3	48	16,7	40	14,5	23	6,3	178	12,0
Utenos	13	4,3	11	4,4	6	2,1	15	5,5	15	4,1	60	4,1
KVALIFIKACIJA												
Mokytojo	31	10,3	24	9,5	32	11,1	39	14,2	34	9,3	160	10,8
Vyr. mokytojo	129	43,0	104	41,3	124	43,2	125	45,5	164	44,8	647	43,7
Metodininko	128	42,7	111	44,0	117	40,8	102	37,1	156	42,6	614	41,5
Eksperto	11	3,7	7	2,8	13	4,5	7	2,5	12	3,3	50	3,4

18 lentelėje pateikti duomenys atskleidžia, kad apklausoje dalyvavo daugiau moterų nei vyrų – kiekvieno dalyko mokytojų vyrų mažiau nei 23 %. Mokytojų pasiskirstymas pagal darbo vietas taip pat nehomogeniškas – beveik trys ketvirčiai apklaustųjų pedagogų dirba miestuose. Pagal darbo patirties kintamąjį apklausta daugiausiai 11–30 metų darbo stažą turinčių mokytojų, taip pat 23 % respondentų mokyklose dirba 30–40 metų.

19 lentelė

Demografinių duomenų charakteristika pagal Lietuvos regionus

Regionai	Vakarų Lietuva		Pietų Lietuva		Šiaurės Lietuva		Rytų Lietuva		Vidurio Lietuva	
Apskritis	Klaipėdos		Alytaus		Panevėžio		Vilniaus		Kauno	
	Tauragės		Marijampolės		Šiaulių		Utenos			
	Telšių									
Imtis %	18,4		10,7		26,5		20,7		23,7	
Profesija /%										
Biologijos mokytojai (N=300)	60	22,1	35	22,0	77	19,6	68	22,2	60	17,1
Chemijos mokytojai (N=252)	40	14,7	38	23,9	70	17,8	47	15,4	57	16,2
Fizikos mokytojai (N=287)	42	15,4	30	18,9	92	23,4	60	19,6	63	17,9
Geografijos mokytojai (N=275)	56	20,6	38	23,9	77	19,6	51	16,7	53	15,1
Matematikos mokytojai (N=366)	74	27,2	18	11,3	77	19,6	80	26,1	117	33,3
Kvalifikacija /%										
Mokytojo (N=160)	35	12,9	23	14,5	46	11,7	28	9,2	28	8,0
Vyr. Mokytojo (N=647)	135	49,6	65	40,9	174	44,3	144	47,1	129	36,8
Metodininko (N=614)	96	35,3	66	41,5	164	41,7	123	40,2	165	47,0
Eksperto (N=50)	4	1,5	3	1,9	6	1,5	8	2,6	29	8,3
Iš viso N=1481	272	100	159	100	393	100	306	100	351	100

Tyrimė daugiausia dalyvavo matematikos ir biologijos mokytojai (19 lentelė). Apklausoje dalyvavo visų apskričių mokytojai, daugiausiai apklausta iš didžiųjų Lietuvos apskričių – Kauno, Vilniaus, Panevėžio ir Šiaulių. Apklausta visų kvalifikacinių kategorijų mokytojai – daugiau kaip 80 % apklaustųjų turėjo vyresniojo mokytojo ir metodininko kvalifikacijas. Siekiant, kad duomenys būtų patikimesni, tyrimo imtys pagal apskritis sujungtos į regionus, todėl duomenims analizuoti imti penki regionai.

2.1.3. Verifikuojantieji tyrimai

Identifikavus ir diagnozavus 9–10 klasių mokinių ir biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos mokytojų nuomonę apie vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme psichoedukacinius veiksniai, buvo nustatyti statistikai reikšmingi skirtumai, tačiau neatskleistos galimos tų skirtumų priežastys. Pastarąsias ir siekta išsiaiškinti verifikuojamųjų tyrimų metu apklausiant mokinius, mokytojus.

Mokinių nuomonės žvalgomojo tyrimo metodologija

Ankstesniuose tyrimuose nustatyti atitinkami indikatoriai, kurie atskleidė statistiškai reikšmingus skirtumus tarp populiacijų. Skirtumai nustatyti gretinant merginų ir vaikų populiacijas – vizualizacija naudingesnė merginų motyvacijai ir kognityviniams procesams. Vaikinams daugiau nei merginoms vizualizacija skatina norą papildomai ieškoti vizualizacijų internete. Gretinant devintos ir dešimtos klasės populiacijas identifikuoti skirtumai – devintokams vizualizacija labiau padeda rašant atsiskaitomuosius darbus. Siekiant plačiau išsiaiškinti situaciją apie tiriamą objektą, organizuotas duomenų verifikacijos tyrimas.

Tyrimo instrumentas

Tyrimui atlikti naudotas atviro tipo klausimynas. Jį sudarė 4 klausimai ir trumpa demografinė dalis. Aukščiau išvardinti faktoriai buvo pateikti kaip klausimai, į kuriuos atsakant prašoma paaiškinti identifikuotus veiksnius (kodėl merginoms labiau nei vaikinams vizualizacija pamokose padeda suvokti informaciją, įsidėmėti ją, susikaupti ir įsivaizduoti sudėtingus dalykus? Kodėl merginoms labiau nei vaikinams vizualizacija pamokose skatina mokymosi motyvaciją? Kodėl vizualizacija 9-os klasės mokiniams labiau nei 10-os naudingesnė rašant atsiskaitomuosius darbus? Kodėl vizualizacija vaikus labiau nei merginas skatina ieškoti internete medžiagos mokymuisi?).

Tyrimo procedūra

Tyrimas atliktas 2011 metų sausio–kovo mėnesiais. Pagrindinėse Lietuvos miestų mokyklose buvo išdalinta popierinių 430 anketų. Tinkamų anketų popieriniame variante grįžtamumas buvo 100 %, iš jų 53 anketos buvo atmestos dėl netinkamai užpildytų klausimų, todėl galutinis analizei panaudotų anketų skaičius yra 87 %.

Tyrimo imties charakteristika

Atsitiktinė nepriklausoma imtis sudaryta „puokštės“ arba serijiniu principu. Tiriamųjų skaičius gautas pagal imties skaičiavimo formulę (28 pav.). Todėl duomenys patikimi, tinkamai reprezentuoja populiacijos nuomonę. Kadangi klausimai buvo atviri, metodologiją būtų galima apibūdinti, kaip kokybiniam tyrimams keliamus reikalavimus atitinkančią strategiją, kuri įpareigotų apklausti keturis kartus mažesnę imtį. Tačiau remiantis loginio pozityvizmo teorija, tyrimas turi atitikti aukščiausius patikimumo parametrus, nes tik tokiu būdu galima tiksliai nustatyti populiacijos nuomonę apie tiriamą reiškinį. Tuo ir grindžiamas imties dydis. Iš viso tyrime dalyvavo 377 dešimtų klasių mokiniai (devintos klasės nepildė, nes jie negalėtų palyginti savo patirties su dešimtokų patirtimi). Tyrime dalyvavo daugiau merginų (jų atsakymai platesnio pobūdžio) – 228, o vaikinų – 149. Respondentų amžiaus ir miesto nesiteirauta, nes tai tyrimui neturi įtakos.

Mokytojų nuomonės verifikuojančio tyrimo metodologija

Atliekant mokytojų nuomonės tyrimą remtasi tais pačiais teoriniais metodologiniais aspektais, būdingais mokinių tyrimui.

Tyrimo instrumentas

Mokytojų nuomonės tyrimui naudota tų pačių klausimų anketa kaip ir mokinių nuomonei reikšti. Anketą sudarė 5 atviri klausimai. Kur kas daugiau dėmesio apklausiant mokytojus buvo skiriama demografinė charakteristikai, kadangi ji praplečia informaciją apie tiriamos populiacijos heterogeniškumą ir vėliau paaiškina atitinkamų veiksmų homogenizavimo prielaidas.

Tyrimo procedūra

Tyrimas atliktas 2011 metų sausio–gegužės mėnesiais. Švietimo skyriuose viešai paskelbti kvalifikaciniai seminarai pedagogams vizualizacijos tematika. Parengta ir kvalifikacinė programa, kurią patvirtino Šiaulių ir Klaipėdos švietimo centrai. Pagal šią programą mokytojams skaityti nemokami seminarai, suteikiant galimybę gauti kvalifikaciją patvirtinančią pažymėjimą. Kadangi tiriamuoju laikotarpiu mokytojų užimtumas buvo didelis ir jų dalyvavimas švietimo centrų seminaruose – ne itin aktyvus, tyrimo autorė vedė seminarus pedagogams, kurie parengė mokinius olimpiadoms. Kol mokiniai sprendavo uždavinius, atlikdavo užduotis, mokytojai dalyvavo seminare. Iš viso vesti seminarai mokinių biologijos, fizikos olimpiados metu, ir mokytojams patogiu laiku Šiaulių ir Klaipėdos švietimo centruose. Šie seminarai buvo reikalingi tam, kad mokytojai pirmiausia susipažintų su teoriniais vizualizacijos taikymo aspektais, padiskutuotų apie empirinius duomenis, kurie gauti visų disertacijos tyrimų pagrindu. Tik po to, kai buvo pristatyta teorija, atliktos ją įtvirtinančios užduotys, išdiskutuoti apibendrinto pobūdžio disertacijos empiriniai duomenys, mokytojų prašyta užpildyti trumpą atvirų klausimų anketą. Joje turėjo atsispindėti jau teoriškai suprasto objekto sugretinimas realybėje egzistuojančiai jo raiškai. Tyrimo metu užpildytos visos išdalintos anketos.

Tyrimo imties charakteristika

20 lentelė

Mokytojų, dalyvavusių seminare, imties charakteristika

Mokomieji dalykai	Darbo stažas	Kvalifikacija	Darbo vieta	Regionai
Biologija (N = 31)	0–5 m. (N = 4)	Mokytojo (N = 12)	Miestas (N = 109)	Vakarų Lietuva (N = 72)
Chemija (N = 20)	6–10 m. (N = 10)	Vyr. Mokytojo (N = 54)	Rajonas (N = 45)	Pietų Lietuva (N = 5)
Fizika (N = 42)	11–20 m. (N = 36)	Metodininko (N = 79)	Lytis	Šiaurės Lietuva (N = 58)
Geografija (N = 17)	21–30 m. (N = 52)	Eksperto (N = 7)	Moteris (N = 135)	Rytų Lietuva (N = 5)
Matematika (N = 44)	31–40 m. (N = 52)		Vyras (N = 19)	Vidurio Lietuva (N = 14)
Iš viso N = 154				

Lentelės duomenys atskleidžia (20 lentelė), kad tyrime dalyvavo daugiau kaip pusantro šimto pedagogų. Daugiausia jų reprezentavo fizikos ir matematikos, mažiausiai – chemijos disciplinas. Daugumos mokytojų stažas nuo 21 iki 40 metų, kas rodo, jog tyrimo dalyviai turi pakankamą patirtį diskutuojamais klausimais. Tyrime dauguma mokytojų turėjo vyresniojo mokytojo ar mokytojo metodininko kvalifikaciją. Trečdalis mokytojų dirba rajone, likę mokinius ugdo miesto mokyklose. Regionų aspektu daugiausia reprezentuojama Šiaurės Lietuvos ir Vakarų Lietuvos mokytojų nuomonė. Daugiausia tyrime dalyvavo pedagogės. Imties charakteristika atskleidžia, kad tyrimo dalyviai pakankamai heterogeniški pagal įvairius 20 lentelėje reprezentuojamus parametrus, todėl mokytojų nuomonė atskleis įvairiapusišką požiūrį į verifikuojamus tyrimų duomenis.

2.2. Rezultatai

2.2.1. Veiksnių identifikavimas

Mokinių nuomonės žvalgomojo tyrimo rezultatai

Žvalgomojo tyrimo rezultatai atskleidžia mokinių kalbą kaip metakalbą, kuriai būdingas kasdieninės buitinės kalbos stilius ir paaugliškas manieringumas, reprezentuojantis kasdienės veiklos ypatumus, sukonstruotus jų pačių ir besikonstruojančius kiekvienos patirties metu. Mokinių nuomonės žvalgomojo tyrimo metu atskleistos gamtos mokslų nesupratimo priežastys, vadovėlinių iliustracijų ir kompiuterinės vizualizacijos poveikis mokiniams, vizualizacijos paieškos laisvalaikiu internete.

Gamtos mokslų nesupratimo priežasčių analizė

Mokslinės literatūros analizė atskleidė, kad egzistuoja įvairios priežastys, dėl kurių mokiniai nesupranta gamtos mokslų. Tyrimo metu domėtasi, kodėl 9–10 klasių ugdytiniai nesupranta sudėtingų dalykų. Nustatytos keturios probleminės sritys: kognityvinių procesų veikimo problemos, temos perteikimo problemos, reikiamų įgūdžių stoka ir vidiniai veiksniai, sunkinantys mokymosi procesą. Pastarąsias galima būtų eliminuoti taikant vizualiąsias eksternalizuotas reprezentacijas. 21 lentelėje pateikiami tyrimo duomenys.

21 lentelė

Gamtos mokslų nesupratimo priežastys

Kategorija	Sk.	Subkategorija	Sk.	Teiginiai
Psichinių procesų veikimo problemos	94	<i>Atmintiesveikimo problemos</i>	40	„būna temų, kur reikia atsiminti ir pritaikyti praeitas pamokas, o tokių temų daug“; „sąvokos viena su kita panašios“; „sunku įsiminti formules“; „dažnai neatsimenu terminų ir jų nepritaikau; neatsimenu formulių“; „neatsimenu terminų“; „sunku atsiminti sąvokas“; „daug mintinai reikia mokyti, o tai sunku“; „aš mokausi mintinai, bet labai greitai užmirštu“.
		<i>Percepcijos veikimo problemos</i>	37	„temos neiškios“; „nesuprantu sąvokų, galėtų aiškinti paprasčiau“; „pats kartais nesuvokiu, gal per sudėtinga“; „nieko nesuprantu“; „temos esmę suprasti yra labai sunku“; „sunku, nes reikia dažnai suprasti patiems“; „per greitai aiškina“; „tokius dalykus labai sunku suvokti“; „nesuvokiu, kaip reikia tas formules taikyti“; „nesuprastu, kaip teoriją pritaikyti sprendžiant uždavinius“.
		<i>Vaizduotės stoka</i>	29	„sunku įsivaizduoti“; „sunku įsivaizduoti, kaip kas atrodo“; „neišeina įsivaizduoti, ką kalba mokytoja“; „sunku įsivaizduoti, tik mintinai iškalu“; „neįsivaizduoju, kaip atrodo dalykai, kurių nesi matęs“; „neįsivaizduoju, nematau apie ką šneka“; „aš net neįsivaizduoju, kaip vyksta skilimo, pavadavimo reakcijos“; „neįsivaizduoju, nematau apie ką šneka; knygose dažniausiai nebūna paveikslėlių“; „negalime jų įsivaizduoti“; „sunku įsivaizduoti nematomus dalykus“.
		<i>Dėmesio stoka</i>	17	„pamokose reikia labai atidžiai mokyti, nes viskas yra labai sudėtinga“; „labai stengiesi surasti daugiau medžiagos ar įsigilinti į vadovėlio medžiagą, bet negaliu kartais susikaupti“; „klaseje dažnai triukšmauja klasiokai“; „daug triukšmo“; kartais šurmulybė būna, negaliu suprasti“; „išsiblaškęs esu; nesusikaupiu“; „pasimetu tarp informacijos, nes nesusikaupiu“.

21 lentelės tęsinys

Temos pateikimo / perteikimo problema	89	<i>Vaizdinės informacijos stoka</i>	65	„be realių pavyzdžių“; „daugelis dalykų yra nematomi, ko nematai – nesupranti“; „man tik vaizdas padeda įsisavinti informaciją“; „nematomi reiškiniai, nematomos sąvokos“; „sunku suprasti nematomas funkcijas, tik teorija ar brėžiukai“; „labai detalių pavyzdžių reikia, nes sunkūs dalykai“; „mums dažnai yra aiškinama, bet neparodoma, kaip viskas vyksta“; „kai nėra vaizdinių priemonių labai sunku mokyti“; „labai detalių pavyzdžių reikia, nes sunkūs dalykai“; „man tik vaizdas padeda įsisavinti informaciją“; „man taip yra, kad jei nematau daikto, tai nesuprantu“; „per sunku – nėra kartais net vaizdo, tai vien tik sąvokos, o jei jų nemoki – žlugimas“; „piešiniai neaiškūs, todėl kartais sunku suprasti, kas vyksta“; „nematomus dalykus sunkiau suvokti“; „būna įvairių dalykų, kurių neįmanoma pamatyti plika akimi“.
		<i>Mokytojo kompetencijų stoka</i>	17	„mokytojas nepakankamai gerai paaiškina“; „mokytoja blogai aiškina“; „mokytojai prastai aiškina“; „reikia keisti mokytoją“; „kai kurių dalykų neišaiškina, nes nėra laiko ar dar kas nors“; „kad mokytojas pats nemoka išaiškinti“; „mokytoja blogai paaiškina“; „temos mokytoja nepaaiškina“; „mokytojai dažnai nepakankamai išaiškina temą“; „mokytoja prastai aiškina temas“.
		<i>Temų naujumas</i>	11	„temos būna negirdėtos ir nematytos“; „terminai vis nauji ir nauji“; „daug naujų temų“; „sudėtingos sąvokos ir kaskart vis naujos“.
		<i>Informacijos perteklius</i>	7	„per daug teorijos“; „nes mokomės teorijos“; „labai daug informacijos kiekvieną pamoką, nespėju susigaudyti“; „teorija parašyta sudėtingai“.
		<i>Sąvokos fizinės projekcijos stoka</i>	6	„kaip tos formulės gyvenime pasireiškia arba tos reakcijos – kur jas galima pamatyti? Reikia pamatyti, o fizikoje ar chemijoje visai sunku, nes nieko pamatyti neįmanoma, kur tos redukcijos gyvenime vyksta“
Reikiamų įgūdžių stoka	55	<i>Įdirbio stoka</i>	32	„mažai dirbu namuose“; „dar klasiškai nesidomi ir trukdo“; „per mažai mokausi“; „per mažai skiriu laiko“; „kartais pats nesistengi suprasti“; „nedarau namų darbų“; „mažai darau namų darbų“; „nesikartuju ir nesimokau“; „mažai mokausi namuose“; „reikia iškalti viską, o aš to nedarau“; „su draugais klasėje dažnai paplepame, paskui nesuprantu apie ką buvo kalbama ir, kaip apdaryti pratimus“; „formules reikia mintinai mokyti ir dar kartotis, retai jas mokausi“; „nusirašinėju, gal todėl be „špargalkių“ nemoku spręsti“.
		<i>Žinių stoka</i>	19	„per daug mokslinių temų, per daug naujų žinių“; „per sunki programa, per sunkios temos“; „mokomės apie sudėtingus dalykus, sprendžiamie uždavinius“; „mokomės sunkių dalykų, kuriuos daugumai sunku suprasti“; „sunkios pamokos ir sunku jas suprasti“; „labai sunku ir sudėtinga; per sunku“; „reikia žinoti temų teorijas“.
		<i>Praktikos stoka</i>	14	„reikėtų daugiau praktinių tyrimų“; „mokomės teorijos, o ne praktikos“; „trūksta praktikos, kurios metu galėtume geriau suprasti“; „daugiau reikia taikyti tą teoriją“; „teorija pateikiama, bet kaip ją panaudoti teisingai“.
Vidiniai veiksniai	18	<i>Motyvacijos stoka</i>	12	„neįdomu ir nesimokau“; „nepatinka man tos pamokos“; „mokytoja nepatinka, todėl nesupratu, tiesiog nematau prasmės“; „chemija ir fizika yra pamokos, kurios man visiškai nepatinka“; „gal ir suprasčiau, jei būtų dėl ko“; „viduje nelabai norisi mokyti“.
		<i>Socialiniai stereotipai</i>	6	„sunkūs mokslai“; „vienetai supranta tokius mokslus“; „nėra šansų normaliai suprasti, nes tai tik protingiems“; „patys sunkiausi dalykai“; „visi žmonės tų nesąmonių nesupranta“.

Tyrimo duomenų analizė atskleidžia, kad mokinių atsakymai į klausimą – *kodėl jie nesupranta gamtos mokslų* – išsiskaido į keturias kategorijas. Pirmajai kategorijai **Psichinių procesų veikimo problemos** priskirtos keturios subkategorijos. Subkategorija *Atminties veikimo problemos* atskleidžia, kad mokantis gamtos mokslų mokiniams yra labai sunku įsiminti informaciją. Jų nuomone, sunku atsimiti faktus, sąvokas, detales,

todėl dažnai nesuprantama sudėtingų temų ir negalima pritaikyti teorinių žinių praktikoje, pavyzdžiui, sprendžiant uždavinius. Subkategorija *Percepcijos veikimo problemos* atskleidžia daugelio besimokančiųjų nesugebėjimą suprasti sudėtingą informaciją. Pasak mokinių, suvokimo problemos ugdymo realybėje kyla todėl, kad informacija yra pateikiama labai neaiškiai, sudėtingos abstrakčios sąvokos ir temos yra nesuprantamos. Sunkiausiai suprantami plika akimi nematomi reiškiniai, tokie kaip cheminės formulės, atomai, molekulės, šiluminė energija. Kai mokiniai nesupranta sąvokų ir reiškinių, jie nesugeba pritaikyti teorijos praktikoje, gerai išspęsti uždavinių. Formuojasi nuomonė, kad savo pastangų poveikis mokinyms nebegali suprasti sudėtingos informacijos, todėl dažniausiai nebesimoko. Jei mokymosi procese sudėtingi reiškiniai būtų aiškinami vizualiai, tikėtina, kad informacija būtų kur kas geriau suvokiama dėl jų aiškumo. Subkategorija *Vaizduotės stoka* rodo, kad kai kurie mokiniai nesupranta gamtamokslinių disciplinų, nes nesugeba įsivaizduoti fiziškai nematomų reiškinių. Nematant cheminių reakcijų ar fizikinių procesų, bet klausant mokytojų aiškinimo apie juos, yra labai sunku susidaryti teisingą supratimą. Mokiniai norėtų, kad apie sudėtingus reiškinius būtų pateikiama ir vaizdinė informacija. Ketvirtoji subkategorija *Dėmesio stoka* atskleidžia, jog mokymosi proceso metu mokiniai nepajėgia susikaupti. Klasėje triukšmas dažniausiai kyla tuomet, kai mokiniai nesidomi mokomuoju turiniu, kai jo nesupranta. Abi prielaidos yra tarpusavyje susijusios, todėl nesuprantant sudėtingų temų ugdytiniai ima nesidomėti disciplinomis. Savo negalėjimą produktyviai realizuoti mokymosi potencialą jie panaudoja kaip tam tikrą saviraiškos formą, kuri pasireiškia destruktiviu elgesiu pamokose, trukdančiu mokytis ir kitiems ugdymo proceso dalyviams. Taip pat yra mokinių, kurie nesugeba susikaupti esant labai geroms mokymosi sąlygoms. Pastariesiems labai sunku ilgiau išlaikyti dėmesį ir atitinkamai, visi kiti psichikos procesai, susiję su mokymūsi, labai nukenčia.

Antroji kategorija – **Temos perteikimo problemos** – jungia penkias subkategorijas. Minėtoji kategorija atskleidžia, jog daugeliui mokinių sunku suprasti gamtos mokslus dėl įvairių veiksnių, kuriuos sieja tema, nagrinėjama per pamokas. Pirmoji subkategorija *Vaizdinės informacijos stoka* atskleidžia didžiausią problemą, sąlygojančią sudėtingų, abstrakčių reiškinių nesuvokimą, ir, manoma, gali veikti kitas gamtamokslinių disciplinų neišmanymo priežastis. Mokinių nuomone, mokantis labai trūksta realių pavyzdžių, iliustracijų, kurios palengvintų sąvokų suvokimą. Dėl temų abstraktumo ir terminų sudėtingumo yra sunku suprasti informaciją, kadangi trūksta aiškumo, o žodinis perteikimas daugeliui esti nesuprantamas. Kai kurie ugdytiniai negali suprasti reiškinių, jei nemato kokybiško jų atvaizdo. Šios grupės mokymasis priklauso nuo pateikiamos informacijos vaizdumo lygio. Subkategorija *Mokytojo kompetencijų stoka* atskleidžia mokytojų nesugebėjimą perteikti informaciją apie sudėtingus dalykus. Akivaizdu, kad ugdytiniai iš mokytojo tikisi labai daug ir nori, kad pastarasis aiškiai perteiktų mokomąją informaciją. Trečioji subkategorija *Temų naujumas* liudija apie tai, jog mokiniai labai dažnai nespėja įsisavinti vienu temų, o jau reikia mokytis kitas, todėl informacija painiojasi mintyse, ugdytinis nesusidaro reikiamo vaizdo. Tą rodo ir ketvirtoji subkategorija *Informacijos perteklius*. Mokinių nuomone, jiems per daug pateikiama informacijos, kurios nespėja įsisavinti, todėl kitose pamokose nesupranta

temų. Jei informacija būtų pateikiama bent dviem kodavimo būdais, tikėtina, jog situacija tikrai pasikeistų (ką liudija penktos subkategorijos – *Savokos fizinės projekcijos stoka* – teiginiai), nes sunku įsivaizduoti ir susidaryti teisingą supratimą apie sudėtingus reiškinius nematant analogų realiame pasaulyje. Visa tai rodo su vizualizacijos stygiumi susijusias problemas.

Trečioji kategorija **Reikiamų įgūdžių stoka** atskleidžia daugelio mokinių mokymosi sunkumus, susidarančius dėl nepakankamos kompetencijos. Pirmiausia ugdytiniai per mažai mokosi namuose, nesistengia savarankiškai, todėl neišsivina informacijos. Subkategorija *Idirbio stoka* liudija nepakankamą darbingumą klaseje, namuose. Tokia situacija vėl antrina išanalizuotus duomenis ir sustiprina prielaidą, kad ugdymo procese trūksta vizualios informacijos, skatinančios motyvaciją ir sustiprinančios dėmesingumą mokymosi metu. Kai mokiniai nesimoko namuose, jiems trūksta reikiamų įgūdžių. Tuomet likusios pamokos tampa neįdomios, daromos klaidos sprendžiant uždavinius, atsiranda žinių spragos ir vėliau suprasti sudėtingą informaciją tampa vis sunkiau. Kai kurie ugdytiniai pabrėžia, kad pamokose jie girdi labai daug teorijos, tačiau praktikuotis sprendami uždavinius gali labai retai. Todėl prastai parašo savarankiškus ir kontrolineis darbus, namuose nesugeba savarankiškai atlikti namų darbų.

Ketvirtoji kategorija *Vidiniai veiksniai* atskleidžia, jog be išorinių faktorių gamtos disciplinų nesupratimą sąlygoja ir vidiniai ugdytinių potyriai, pasaulio supratimas, nuostatos. Labai dažnas vidinis veiksnys – *Motyvacijos stoka* – atskleidžia nepakankamą ugdytinių poreikį mokytis. Jiems ugdymo procesas ir mokymasis nėra įdomus, nepatinka pamokų temos, kurios atrodo per sudėtingos, reikalaujančios daug pastangų įsiminti. Kai kuriems ugdytiniams gamtos mokslai yra neįdomūs: jie nenori mokytis, nes nesupranta gamtos mokslų, todėl ugdytojai turėtų ieškoti būdų, kaip paskatinti motyvaciją. Mažiausias vidinis veiksnys, sąlygojantis nesimokymą yra *Socialinis stereotipas*. Tai reiškia, kad kai kurie ugdytiniai yra linkę manyti, jog jiems nesiseka mokytis, nes chemija ar fizika yra sudėtingi mokslai, jų niekas nesupranta arba supranta tik itin gerai besimokantys mokiniai. Šis stereotipas mokiniams labai naudingas teisinantis, kad jie nėra kalti dėl neišmanymo, patys mokslai yra per daug sudėtingi. Darydami tokią prielaidą jie vengia atsakomybės, savo gabumų atžvilgiu nemažai kritiškai ir neįvertina galimybių, todėl nukenčia motyvacija, žinios ir sąlygos jas įgyti.

Manoma, jog visos įvardintos sritys yra tarpusavyje susijusios, todėl egzistuojant vienoms, aktyvuojamos ir kitos. Neabejotinai didžiausią reikšmę turi kognityvinių procesų veikimas, nes nuo jų priklauso informacijos suvokimo, įsisavinimo, atsiminimo lygmenys. Kiti veiksniai gali būti interpretuojami kaip kognityvinių procesų veikimo pasekmės – jei pastarieji silpnai funkcionuoja, mokiniai nesupranta temų, netenka mokymosi motyvacijos, neatlieka namų darbų, todėl nevystomi savarankiško darbo įgūdžiai. Egzistuojančias problemas galima būtų pakeisti naudojant daugiau vizualizuotos informacijos ugdymo procese, ką pažymi patys mokiniai.

Mokymąsi sunkinančių veiksnių analizė

Tyrimo metu, respondentai atsakydami į klausimą – *kas sunkiausia mokantis gamtos mokslus* – įvardijo pažinimą sunkinančius veiksniai. Gamtos mokslų nesupratimo

priežastys, aptartos anksčiau, siejasi su mokymąsi sunkinančiomis. Kiekvienos disciplinos mokymasis savo esme panašus, nes ugdymo turinys atskleidžia gamtos reiškinius, mus supantį pasaulį, dažnai neregimą dėl įvairių ribotumų, todėl ir sudėtingą. Labiausiai mokymąsi sunkinantys veiksniai, identifikuoti žvalgomojo tyrimo metu, yra kognityviniai procesai – atmintis, suvokimas ir vaizdinio mąstymo procesai. Išskirtos subkategorijos dominuoja mokantis kelias, o kai kurios – visas disciplinas. Veiksniai, sunkinantys mokymąsi, pateikiami 22 lentelėje.

22 lentelė

Veiksniai, sunkinantys gamtamokslinių disciplinų mokymąsi

Dalykas	Kategorija	Sk.	Subkategorija	Sk.	Teiginiai
Biologija	Percepcija	9	<i>Sąvokų suvokimas</i>	6	„man sunkios sąvokos ir reiškiniai“; „sąvokos“; „sudėtingi moksliniai žodžiai“; „sąvokos“; „sunkūs žodžiai“; „sąvokų paaiškinimas“.
			<i>Temų suvokimas</i>	3	„suprasti temą“; „kalbama apie tai, ko negalima pamatyti“; „viską suprasti“.
	Atmintis	14	<i>Mokytis mintinai</i>	9	„išmokti mintinai“; „sunkiausia išmokti mintinai“; „išmokti atmintinai žmogaus organus“; „išmokti visokias sandaras“; „išmokti papasakoti“; „išmokti ląstelių sandaras ir organų funkcijas“; „išmokti“; „viską išmokti atmintinai“.
			<i>Atsiminti</i>	5	„atsiminti visas sąvokas“; „atsiminti detales“; „atsiminti viską“; „atsiminti vidaus organus“; „prisiminti sandaras“.
Chemija	Vaizdinio mąstymas	7	<i>Vaizdumo trūkumas</i>	4	„sunkiausia mokėti teoriškai, nesimato realiame gyvenime visai nieko“; „nedaug paveikslų“; „jie visai neaiškūs ir neįdomūs“; „neaiškūs paveikslai“.
			<i>Vaizduotės stoka</i>	3	„sunkiausia įsivaizduoti tas reakcijas“; „neįsivaizduoju, kaip gyvame organizme vyksta oksidacija ir redukcija“.
	Atmintis	5	<i>Mokytis mintinai</i>	3	„išiminti formules“; „mokyti jonines lygtis“; „išmokti formules ir reakcijų lygtis“.
			<i>Atsiminti</i>	2	„mokėti formules“; „atsiminti formules ir sprendimus“.
	Praktinė veikla	18	<i>Formulių taikymas</i>	10	„cheminės reakcijos ir formulės“; „sulyginti lygtis“; „spręsti reakcijos lygtis“; „lygčių sudarymui“; „formulių junginiai ir ryšiai“; „lygtys, formulės“; „ir kas turi vykti“; „lygtys“; „formulės, joninės lygtys“.
			<i>Uždavinių sprendimas</i>	8	„lygtys ir jų sudarymas“; „reakcijų lygtys“; „uždaviniai“; „laboratoriniai“; „spręsti laboratorinius“; „spręsti uždavinius“; „uždavinių sprendimas“; „ir uždaviniai“.
Fizika	Atmintis	8	<i>Mokytis mintinai</i>	3	„išiminti formules ir jas skaičiuoti“; „mokyti mintinai formules“; „labai sunku mokyti atmintinai“.
			<i>Atsiminti</i>	5	„reikia daug formulių atsiminti“; „labai daug prisiminti reikia“; „formulės reikalingos ir jų tikslus prisiminimas“; „sunku prisiminti viską“; „sunkiausiai atsiminti ir nesuklysti su formulėmis“.
	Praktinė veikla	12	<i>Formulių taikymas</i>	4	„formulių pritaikymas“; „pritaikyti ir suprasti formules“; „pritaikyti ir išversti formules“; „formulės sprendžiant labai painiojasi“.
			<i>Uždavinių sprendimas</i>	8	„uždavinių sprendimas“; „žodiniai klausimai“; „uždaviniai“; „formulės“; „formulės ir jų išvedimai“; „labai sunku spręsti uždavinius, nes negauname praktikos“; „uždavinių sprendimai“; „sunkiausia spręsti uždavinius“.

Mokymąsi sunkinančius veiksnius biologijos pamokose galima suskirstyti į dvi grupes, kurias aptarsime plačiau (22 lentelė). Kategorija **Percepcija** atskleidžia, jog mokantis biologijos yra labai sunku suvokti sąvokas ir temas. Mokiniai įvardija, kad *labai sunku suprasti žodžius ir terminus*. Tai rodo pirmoji subkategorija *Sąvokų suvokimas*, kuri atspindi, kad biologijos pamokose terminai gali būti sudėtingi, nevisai aiškūs. Daugelis sąvokų yra neįprastos buitinei kalbai, vartojama daug tarptautinių terminų, todėl norint juos mokėti, reikia įsiminti. Abi subkategorijos atskleidžia, kad mokiniai biologijos mokymosi procese patiria su percepcija susijusias problemas. Suvokimas yra mąstymo pagrindas, nes nesuvokiant informacijos neįmanoma jos valdyti.

Kategorija **Atmintis** atskleidžia atminties procesų veikimo trikdžius: mokantis biologijos yra labai išmokti sunku mintinai terminus ir juos atsimiti. Subkategorijomis paaiškinami ne tik chemijos, bet ir fizikos mokymosi sunkumai. Ugdymo procese labai svarbūs du procesai: informacijos *mokymasis mintinai* ir *atsiminimas*. Mokymasis mintinai yra veiksmas, atliekamas kartojant informaciją tol, kol ją galima tiksliai atkartoti. Biologijoje apstu temų, kurias reikia mokėti. Mokiniai norėtų suprasti temas be didelių pastangų, todėl mokymasis mintinai jiems atrodo sunkus. Subkategorija *Atsiminti* atskleidžia, kad mokiniams sunku prisiminti informaciją, kurią išmoko. Jei mokomasi trumpą laiką, informacija dažniausiai patenka į trumpalaikę atmintį ir tokiu būdu yra labai greitai užmirštama. Abu procesai yra tarpusavyje susiję – jei mokomasi trumpą laiką ir informacija yra nekartojama, ji neužsilaiko ilgalaikėje atmintyje, todėl pasimiršta. Tuomet mokiniai neprisimena sąvokų, negali suprasti naujų temų, nes percepcija terminus identifikuoja kaip nežinomus arba tik girdėtus.

Didžiausius sunkumus, atsirandančius mokantis chemijos discipliną, galima suskirstyti į tris kategorijas. Pirmoji kategorija **Vaizdinis mąstymas** atskleidžia, jog mokantis apie abstrakčius reiškinius ir nematomus objektus, atsiranda didelis poreikis įsivaizduoti tuos reiškinius. Iš esamų vizualizacijų susidaro netinkamas vaizdas apie reiškinius, todėl juos įsivaizduoti yra dar sunkiau. Vaizdinio mąstymo stygius labai trukdo mokytis chemijos dalyką (Bilbokaitė, 2008). Subkategorija *Vaizdumo trūkumas* atskleidžia vaizdinės informacijos stygių, todėl mokiniams klausant ar skaitant verbaličius kodus labai sunku suvokti informaciją. Kai vaizdinis mąstymas nėra aktyvinamas vaizdinėmis priemonėmis, verbalinė informacija apsunkina suvokimą. Mokiniai kritikuoja ir vadovėliuose esamus paveikslus, teigdami, kad pastarieji yra *neaiškūs*, dažnai būna *neįdomūs* arba tokių paveikslų yra nedaug. Vaizdumo stygius trukdo mokiniams įsivaizduoti sąvokas, procesus ir reiškinius. Subkategorija *Vaizduotės stoka* rodo, kad dėl vaizdinės informacijos stygiaus mokiniai neįsivaizduoja, kaip realiame gyvenime pasireiškia plika akimi nematomi procesai. Minėtos subkategorijos suponuoja nuomonę apie vaizdinio mąstymo aktyvinimo stygių chemijos pamokose, kuris pasireiškia kaip labai negatyvus mokymosi veiksnys.

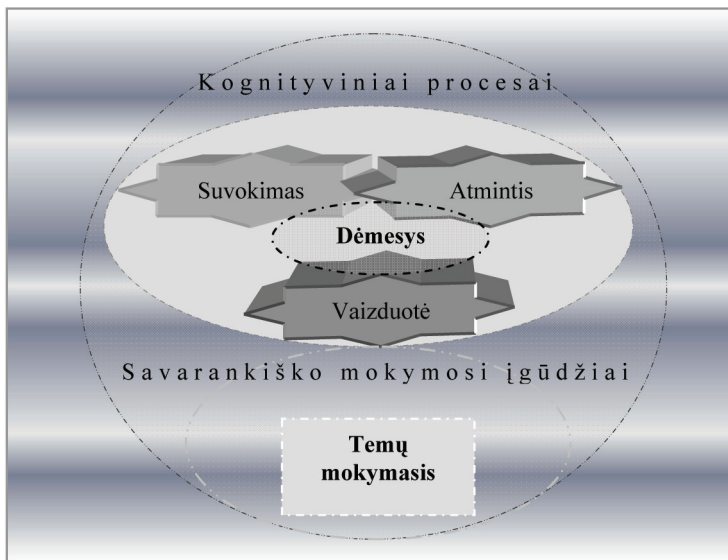
Antroji kategorija **Atmintis** atskleidžia, kad mokantis chemijos discipliną mokiniams labai sunku įsiminti formules. Atminties procesų svarba yra išryškinama, kai reikia įsiminti formules, mokėti jas pritaikyti, atsimiti elementus, lygties sudarymo principus. Ši kategorija talpina subkategorijas, kurios buvo aptartos, aprašant atminties procesų reikšmę, mokantis biologijos, todėl šiuo atveju nebus plačiau analizuojamos.

Verta pastebėti, kad biologijos mokymosi metu reikia daugiau dėmesio skirti sąvokų įsiminimui, o mokantis chemijos discipliną – formulių ir lygčių sudarymo įsiminimui.

Paskutiniai kategorija **Praktinė veikla** identifikuoja ne tik chemijos, bet ir fizikos mokymosi ypatumus: sunku spręsti uždavinius ir taikyti teorines žinias praktikoje. Subkategorija *Formulių taikymas* paaiškina, jog besimokantieji sunkiai panaudoja formules spręsdami uždavinius, taip pat neprisimena, kaip reikia spręsti lygtis. Subkategorija *Uždavinių sprendimas* atskleidžia, kad mokymosi sunkumai kyla teorines žinias taikant praktikoje. Abiejų subkategorijų, kurias galima apibūdinti, kaip mokymosi procesą sunkinančius veiksnius, egzistavimą gali sąlygoti atminties spragos ir vaizdinio mąstymo stoka, nes kai sąmonėje nėra teisingų mentalinių modelių, o formulės neatsimenamos – išspręsti uždavinius yra labai sunku.

Priežastys, bylojančios apie vizualizacijos poveikį mokiniui

Apklausti mokiniai atskleidžia savo patirtį apie išgyventą santykį su vizualizacija gamtos mokslų pamokose ir objektyvacijas subjektyvios savasties pažinimo lygmenyje. Vizualizacija, kaip artefaktas, taikomas ugdymo procese, yra mokinių suvoktos realybės dalis, veikianti jų sąmonę ir sąveikaujanti su patirtimi, kurią siekiama atskleisti. *Kodėl ji gali būti paveiki ir, koku atveju ją reikėtų taikyti?* Vizualizacijos reikšmė ugdymo procese mokiniams išryškėja per galimybę geriau išmokti. Ugdytiniai atsakė į klausimą – *kodėl vaizdai (sąvokų ar reiškinių atvaizdavimas) jiems padeda mokytis?* Išanalizuotus duomenis galima suskirstyti į pagrindines grupes (29 paveikslas), bylojančias apie tam tikrų procesų veikimą. Itin svarbu pažymėti, kad mokinių atsakymai atskleidžiami per jų amžiuo būdingą metakalbą, kurios analizės rezultatai sutampa su mokslinės literatūros duomenimis, aptartais teorinėje disertacijos dalyje.



29 pav. Mokinių nuomonė apie vizualizacijos reikšmę mokantis gamtos mokslus

Mokymosi patirtis, susijusi su vizualizacijos taikymu pamokose, išreikšta pagrindine grupe, atskleidžiančią kognityvinių procesų mokinių metakalboje atpažinimą. Vizualizacija padeda mokiniams **lengviau** (*lengviau suprantu, kas vyksta; taip lengviau viską suprasti; lengviau suprasti; matant lengviau suprasti; lengviau padeda suprasti; schemos matomos lengviau; taip lengviau suprasti, kaip viskas vyksta, kaip atrodo realiam gyvenime*), **aiškiau** (*būna aiškiau; gerokai aiškiau; gerokai aiškiau būna; nes suprantu, kaip atrodo, todėl galiu suprasti aiškiau*), **geriau** (*geriau suprasti; geriau suprantu; tada geriau suprantu*), **paprasčiau** (*labai padeda suprasti; taip paprasčiau mokyti*) ir **greičiau** (*greičiau suprantu; greičiau suprasti padeda terminus; greičiau sekasi suvokti; viskas greičiau pavyksta, suprantu greičiau*) **suvokti sudėtingus** reiškinius. Jų atpažinimas siejamas su jau turimais sukonstruotais vaizdiniais ir žodiniiais atitikmenimis. Vaizdai iliustruoja verbalinę informaciją, sąvokos tampa objektyvizuotomis ne vidinėje individualios sąmoningos vaizduotės veikloje, bet išorinėje reprezentacijos raiškoje, kuri regima ir internalizuojama per mokymąsi. Abstrakčios sąvokos neturi atitikmenų mokinio sąmonėje, todėl kognityviniai procesai aktyviau veikiami atliekant regresiją – pasitelkiant vaizdus tam, kad būtų geriau suvoktas reiškinys, kuris sunkiai suvokiamas naudojantis vien tik verbalizacijos kodais. Remiantis vaizdinio mąstymo (Arnheim, 1997), dvigubo kodavimo (Paivio, 1986) ir genetinio struktūrinio intelekto (Veckeris, 1978) teorijomis, suvokimo proceso palengvinimas visiškai įmanomas ir net būtinas reiškinys, jei ugdymo procese taikoma vizualizacija. Vaizdo suvokimas esti lengvesnis dėl žmogaus mąstymo procesų struktūros, kuriai būdingas operavimas vaizdais nuo mažiausių subjekto pažinimo pakopų. Vėliau vaizdinių jutimas, kaip jų identifikavimas ir fiksavimas, silpsta, nes verbalinių sąvokų atitiktis pakeičia vaizdinius objektyvizuotais moksliniais artefaktais. Mokiniam, stokojantiems abstraktaus mąstymo įgūdžių ir vaizdinio mąstymo, vizualizacija padeda sukonstruoti vaizdinius mentalinius modelius, kurie jungiasi su teorinės medžiagos verbaline mentaline išraiška. Todėl sukuriamas objekto suvokimas, kuris įvardijamas kaip *supratimas* mokinių metakalboje (*vaizdas labai padeda suprasti temą; padeda suprasti; tada pagaliau supranti, kur esmė*).

9–10 klasėse besimokančių ugdytinių teigimu, vizualizacija padeda ne tik suvokimo procesams, bet ir **dėmesio aktyvinimui** (*lengviau susikaupti; geriau susigaudau; mažiau blaškau; susikoncentruoju; pastebiu detales*). Dėmesio aktyvinimas padeda susikaupti ir atidžiau sekti informaciją, savo suvokimą nukreipti į detales, geriau suprasti, nes tai atliekama su didesniu sąmonės intencionalumu. P. Berger ir T. Luckmann (1999) teigimu, sąmonės intencionalumas būdingas kiekvienam subjektui kasdieninėje sąveikoje su realybe. Mokiny, kontaktuodamas su edukacine aplinka ir joje egzistuojančiais veiksniais, patiria išgyvenimus, intencionali sąmonė kuria tik jam ar panašiai grupei individų svarbias reikšmes. Kognityvinio konstruktyvizmo pasekėjai (Piaget, 1983 ir kt.) siekia aktyvuoti mokinio kognityvinius procesus, daugiausia dėmesio sutelkdami abstraktaus mąstymo lavinimo metodams. Kognityvistai sąmonės konstrukcijas apibūdina, kaip palaipsniui sukurtas patirtis, o mentalinių modelių teorijos autoriai (Paivio, 2006) akcentuoja patirčių svarbą dėl sukuriamų mentalinių schemų ar struktūrų, kurios turi būti ir vaizdinės, ir verbalinės, nes pažinimas vyksta vitališkai,

dinamiškai priimant / apdorojant informaciją įvairiais modalumais. Jungiant teorijas suvokimas ir dėmesys intensionaliai padeda sukurti atitinkamus mentalinius modelius, konstruoti patirtį apie esančią socialinę ir pažinimo realybę, todėl vizualizacija talkina minėtų procesų aktyvinimo veikloje.

Mokinių teigimu, vizualizacija, taikoma gamtos mokslų pamokose, padeda aktyvinti atminties procesus: jie lengviau **įsimena** (*lengviau įsiminti; aiškiau įsimenu visas detales; vaizdesnis šaltinis labiau įsimena; geriau įsiminti*), **atgamina** (*padeda atsiminti; vaizdas išlieka, o žodžiai – ne*) informaciją. Galima teigti, kad vizualizacija padeda informacijai išlikti ilgalaikėje atmintyje, todėl vaizdai greičiau ir geriau atkuriami. Nors informacijos pateikimas į ilgalaikę atmintį užtrunka lėčiau, nes turi didesnių atmetimo veiksnių, tačiau tai garantuoja tikslų jos atgaminimą esant pakankamam subjekto intensionalumui. Vaizdo atgaminimui talkina ir mentaliniai modeliai, kurie atkuriami, kai sąmonė atkoduoja pažįstamą objektą, ir palygina su jau esamu arba sukuria naują, eliminuodama senesnįjį. Lengviau suvokiama tai, kas yra ilgalaikėje atmintyje ir, kas siejama su mentalinių modelių elementų atitikimu. Todėl išoriniai vaizdai padeda atkoduoti užkoduotą informaciją, pateikti ją sąmonei suprantamais būdais.

Mokiniai įsitikinę, kad vizualizacija padeda vaizduotės veiklos aktyvinime: jiems **lengviau įsivaizduoti** objektus ir reiškinius (*labiau įsivaizduoju, ką mokausi; padeda įsivaizduoti; aiškiau vaizduotėje; lengviau įsivaizduoti apie vidaus organus; padeda įsivaizduoti vykstantį procesą; padeda įsivaizduoti, kaip viskas vyksta gamtoje; įsivaizduoti*). Mokinių metakalba atskleidžia vizualizacijos pagalbą sukuriant vaizdinius, objektų ar reiškinių atitikmenis ir patalpinant juos į ilgalaikę atmintį, kurios poveikis jie *įsivaizduos*, kaip atrodo pavaizduotasis objektas. Sekantį kartą, kai ugdytiniai gaus informaciją apie tuos pačius objektus, jie atgamins regėtus vaizdus, todėl gebės verbaline informaciją identifikuoti kaip vaizdinę, susidarys išsamesnį objekto savybių suvokimą. Mokiniais sunku įsivaizduoti, kaip atrodo gamtamoksliniai reiškiniai, nematomi dėl žmogaus fizinių regėjimo ribotumų, dėl to vizualizacija padeda *įsivaizduoti*, t. y. suvokti, kaip vyksta vaizdiniai procesai, kuriuos mėginama atskleisti žodine informacija per sąvokas ir apibūdinimus. Žmogus įpratęs reiškinius pažinti per patyrimą – liečiant, girdint, regint, užuodžiant ar jaučiant skonį. Tačiau mokykloje kai kurios gamtamokslinės sąvokos ir reiškiniai mokslininkų apibūdinami objektyvizuotais abstrakčiais terminais, išreikštais verbalinių kodų visuma, kuri nesuteikia galimybės patirti objektų prigimtį nei viena iš juslių, nes net žodžiai yra dirbtinai sukonstruota komunikacijos priemonių sistema, kiekvienoje kultūroje skirtingai užkoduojama savais kalbiniais ypatumais. Mokytojai, demonstruodami vizualiąsias priemones, sukuria realybės atitikmenis žmogaus pažinimo prigimčiai artimesniais kodais, todėl besimokantieji sėkmingiau įsisavina informaciją.

Iš tyrimo duomenų analizės matyti, kad vizualizacija padeda mokiniams aktyvinti suvokimo, atminties, dėmesio ir vaizduotės procesus, todėl abstraktūs reiškiniai sukuriami teisingų, dvigubų mentalinių modelių pavidalu, pirmiau sukonstruojant vizualius informacijos atitikmenis, vėliau – ir verbalinius, taip išvengiant pažinimo klaidų. Objektyvizuotas mokslinis objektas supaprastinamas vaizdiniais, kurie sąmonę regresyviai nustumia į žemesnį suvokimo lygmenį tam, kad įvyktų teisingas informacijos atkoda-

vimas / užkodavimas, ir vėliau sąmonė galėtų intensionaliai vystytis progreso, kurio apraiškos būtų identifikuotos, kaip teįdingos žinios ir įgūdžiai, link. Pastarieji taip pat buvo įvardinti respondentų. Mokinių nuomone, vizualizacija jiems **padeda savarankiškai mokytis** (*lengviau mokytis; paprasčiau mokytis; vaizdas labai padeda suprasti temą; padeda suprasti temą*) pamokų temas. Aktyvūs kognityviniai procesai sąlygoja geresnį savarankiško mokymosi rezultata. Mokymosi paradigmos kontekste ugdytinis turi gebėti savarankiškai mokytis, kadangi mokyklos tikslas yra paruošti mokinį sėkmingai mokytis ateityje ir įgyvendinti nuolatinio mokymosi koncepcijos idėjas, kurių poreikis nuolat besikeičiančiame pasaulyje auga.

Vadovėliuose esančių iliustracijų poveikis mokantis

Vadovėliuose yra įvairių iliustracijų – nuo primityvių iki aukštos kokybės mikroskopinių lygmenį reprezentuojančių nuotraukų. Ši vizualizacija turėtų palengvinti mokinių mokymosi procesą, nes vadovėlių autoriai iliustracijas panaudojo tikslingai, siekdami įvairiais būdais atskleisti objektų ypatumus.

23 lentelė

Vadovėlių iliustracijos, išlikusios atmintyje ir padedančios giliau suprasti gamtos mokslų dalykų temas

Dalykas	Kategorija	sk.	Subkategorija	sk.	Teiginiai
Biologija	Plika akimi nematomi reiškiniai ir objektai	72	<i>Žmogaus sandara</i>	49	„žmogaus sandara“; „širdies sandara, organizmas“; „žmogaus anatomija, organizmų sandaros“; „širdies iliustracija“; „kaulų sandara“; „žmogaus dalys; „raumenų audiniai“; „apie žmogaus organus“; „apie žmogų“; „ląstelės sandara“; „kaulų sandara“; „kaulų sandaros ir kitų organų sandaros“; „žmogaus griaučiai“; „žmogus anatomija“; „virškinimo sistema“; „apie žmogaus virškinimą“; „apie žmogaus ląsteles“; „tai žmogaus organizmo nuotrauka“; „dažnai organizmai būna atvaizduoti“; „kai aprašyta ir iliustruota kiekviena dalis“; „organizmus“; „kūno sandara ir šiaip daug“; „žmogaus kaulo sudėtis“; „sandara“; „parodyta visa sistema“; „žmogaus vidaus organai“.
			<i>Ląstelių sandara</i>	23	„ląstelės“; „padidinti vaizdai mikroskopu, kurie iliustruoja medžiagą“; „paveikslai ir informacija“; „schemos, nuotraukos“; „iliustracijos ląstelių“; „daug ląstelių“; „ląstelės padidintos pro mikroskopą“; „ląstelės sandara“.

23 lentelės tęsinys

Chemija	Plika akimi nematomi reiškiniai ir objektai	27	<i>Molekulės</i>	12	„molekulių sandara“; „molekulių nuotraukos“; „molekulės“; „molekulės išsidėstymas“.
			<i>Cheminės reakcijos</i>	9	„reakcijos; kaip kinta spalva“; „indikatoriai“; „skysčių koncentracija“; „lakmuso popierėlio spalvų kaita“; „elektronų judėjimas“; „apie indikatorius“.
			<i>Nematomi Skysčiai</i>	6	„mišiniai, rūgštys“; „skysčiai“.
	Objektai siejami su praktika	16	<i>Iliustracijos laboratoriniams darbams</i>	6	„ilustracijos laboratoriniam darbui“; „laboratorinių darbų iliustracijos“; „pavyzdžiai“.
			<i>Cheminiai elementai</i>	5	„naudojamės tik elementų lentele“; „paveikslėliai“; „kokių nors cheminių elementų“.
			<i>Dvigubas informacijos pateikimas</i>	5	„kur nupiešta ir paaiškinta“; „konkretūs paveikslai ir užduotys“.
	Visiškai nenaudinga	37	<i>Nepadeda</i>	12	„nepadeda“; „niekas nepadeda“.
<i>Nenaudoja vadovėlių</i>			25	„nenaudojame vadovėlių“; „nesinaudojame knygomis“.	
Fizika	Plika akimi nematomi reiškiniai ir objektai	10	<i>Šviesa, energija</i>	10	„šviesos sklidimas“; „veidrodžius, atspindžius“; „apie šviesą“; „padėjo suprasti iliustracijos apie sprogimus“; „apie slėgį“; „apie įelektrininimą“; „nuotraukos apie energiją; apie šilumą“.
			Objektai siejami su praktika	15	<i>Mechanika</i>
	<i>Schemas</i>	5			„radio schema“; „schemos“; „schemos, pavyzdžiui, man sunku, todėl padeda“; „brėžiniai“.
	<i>Dvigubas informacijos pateikimas</i>	5			„kai būna uždavinys ir jis yra pavaizduotas“; „ilustracijos prie pateiktų bandymų“; „ilustracijos ir tekstas“; „konkrečios iliustracijos“; „parodo, ką daryti“.
	Visiškai nenaudinga	4	<i>Nepadeda atvaizdai</i>	4	„nesinaudojame vadovėliais“; „nepadeda“; „neprišmenau“; „nėra beveik paveikslėlių“.
Absoliučiai naudinga	4	<i>Visi atvaizdai</i>	4	„visose temose“; „beveik visos“; „visos padeda suprasti temą“; „paveikslai tikrai padėjo suprasti“.	

23 lentelės duomenys atskleidžia gamtamoksliniuose vadovėliuose pateiktą duomenų reikalingumą. Pasak 9–10 klasių mokinių, jiems labiausiai mokytis padeda aiškūs, konkretūs piešiniai ir iliustracijos, kurios paaiškina verbalinį tekstą. Tekstas, kuriuo koduojama informacija gamtos moksluose, sudėtingas savo turiniu, nes jame aprašomi / apibūdinami plika akimi nematomi reiškiniai, tokie kaip žmogaus organizmo sandara, ląstelės ir jų sandara.

Kategorija **Plika akimi nematomi reiškiniai** byloja, kad ugdytiniais informacija tampa kur kas aiškesnė ir ją lengviau įsisavinti, kai jie regi vizualius pavyzdžius. Biologijos vadovėliuose vaizdžiausi yra žmogaus ir ląstelių sandaros pavyzdžiai, padedantys suprasti realiame gyvenime neregimus objektus. Mokiniais lengviau mokytis matant molekulių cheminių reakcijų pavyzdžius vadovėliuose. Pastarieji fenomenai sunkiai suvokiami dėl aukšto abstraktumo laipsnio ir neįprastų, naujų žinių. Vaizdiniai padeda suformuoti teisingus mentalinius modelius, kurie sąmonėje susijungia su verbale informacija. Tokiu būdu suprantamos, įvaldomos, atpažįstamos sudėtingos sąvokos ir reiškiniai. Fizikos vadovėlių iliustracijas daugelis mokinių vertina geriau nei chemijos, nes pažymi, kad beveik visos fizikos reiškinių vaizdinės reprezentacijos padeda moky-

tis, yra daugiau orientuotos į praktiką, todėl mokiniai gali vaizdus susieti su užduočių atlikimu, greičiau panaudoja vizualiai gautą informaciją. Ugdytiniams sunku suprasti uždavinius ir juos spręsti, todėl kaip paaiškinamoji priemonė tarnauja vizualioji informacija. Vizualizacija vadovėliuose mokinius skatina priimti vaizdais koduotą informaciją ir ją apdoroti, susieti su verbaline informacija, išsamiau suvokti reiškinius, lengviau ir greičiau įsisavinti temą.

Antroji kategorija **Objektai siejami su praktika** atspindi vadovėliuose esančių vizualizacijų pagalbą mokantis, kai pavaizduoti objektai siejami su praktika: greitesnis kognityvinių procesų darbas sąlygoja aktyvesnę teorinių žinių pritaikomumą praktikoje. Fizikos vadovėliuose iliustracijos daugiau nei kitų disciplinų yra susijusios su praktika, nes temos atspindi fizikinius reiškinius gamtoje, kuriuos supratus, kasdien galima atpažinti realiame gyvenime. Chemijos pamokų vadovėliuose pateiktos *laboratorinių darbų, cheminių elementų* iliustracijos padeda mokytis ir atlikti laboratorinius darbus. Cheminių elementų periodinė lentelė reikalinga sprendžiant uždavinius, tačiau ji tarnauja ir kaip informacinė priemonė, kurios duomenis mintinai atsiminti labai sunku, todėl tenka dažnai naudotis. Lentelė neformuoja jokių vaizdinių sąmonėje, nes perteikia tik struktūruotą informaciją apie cheminius elementus.

Dauguma mokinių visiškai nesinaudoja vadovėliais, nes mokytojai patys išaiškina temą. Kai kurie respondentai pažymi, jog jie neatsimena iliustracijų, jų yra per mažai, kad būtų naudingos mokantis. Mokytojai, nenaudojantys jokios vizualizacijos, apsiriboją tik vienu informacijos atskleidimo būdu, užkoduotu verbaline informacija. Todėl mokiniams mažėja galimybė išsamiau įsisavinti temas ir jas pritaikyti praktikoje. Be vaizdinių, internalizuotų į sąmoningą patyrimą, bus konstruojami tik viena kodine sistema paremti mentaliniai modeliai, sąmonės intensionalumas gebės ribotai suvokti verbalinę informaciją. Todėl kognityviniu aspektu bus siaurinimas gamtamokslinių dalykų išmanymas, o socialiniu kognityviniu aspektu – stokojama realių gamtamokslinių apraiškų atpažinimo gyvenime.

Kompiuterinės vizualizacijos poveikis mokantis

Mokiniai teigia, kad biologijos ir fizikos pamokose jie regi įvairias kompiuterines vizualizacijas. Tyrimo metu prašyta įvardinti ir užrašyti temas, kurios buvo vizualizuotos kompiuterinėmis programomis. Paaiškėjo, kad biologijos pedagogai turi daugiausia vizualizacijos programų, nes vizualizuojamos šios temos: žmogaus prenatalinė stadija (*kūdikio vystymasis motinos iščiose*), ląstelės ir audiniai (*ląstelių sandara; audiniai*), gamtos organizmai (*grybai, kerpės; gamtos karalystė, virusai; vienaląsčiai organizmai*), žmogaus sandara (*širdies sandara, raumenys, kaulai; žmogaus sandara; virškinimo sistema; kūno sandara; vidaus organai; apie žmogų ir jo kūno dalis; apie rėtinius indus*) ir venerinės ligos (*lytiškai plėtojamas ligas*). Kai kurie mokiniai teigia, kad labai dažnai arba visose pamokose taikoma vizualizacija (*visas; daugelį pamokų; daugelį pamokų rodė; labai daug*). Fizikos pamokose mokiniai regėjo fizikinių reiškinių vizualizacijas: optikos (*atspindys; šviesos sklidimas; šviesos lūžiai; lęšiai*), atmosferos (*slėgis, atmosfera*), mechanikos temas (*šiluminis variklis; sistema apie variklius; keturtakčio variklio veikimo principą; sistema apie variklius*).

Tyrimo metu klausta – *kokioms temoms ar sąvokoms paaiškinti mokinyms norėtų vizualaus vaizdo?* Siekta išaiškinti temų grupes, kurioms vizualizacija būtų naudingiausia. Duomenys pateikti 24 lentelėje.

24 lentelė

Kompiuterinės vizualizacijos poreikis mokantis gamtamokslines temas

Dalykas	Kategorija	sk.	Subkategorija	sk.	Teiginiai
Biologija	Sunkiajišisavinamoms temoms	15	<i>Temoms apie neregimus dalykus</i>	10	„biologinių reakcijų“; „apie žmogaus organizmą“; „įvairioms sandaroms“; „sandara“; „apie organizmus“; „virškinimo sistema“; „žmogaus sandara“; „apie lygtis kai mokomės“; „žurnyno“; „tokioms temoms, kurios apie žmogų“.
			<i>Sunkiai suvokiamoms temoms</i>	5	„kur sunkesnės temos“; „kurios neaiškios“; „kai kurias tikrai sunku suprasti“; „labai sunku suprasti žmogaus sandarą“.
	Programos visoms temoms	18	<i>Visoms temoms</i>	18	„visoms“; „kuo daugiau“; „reikia daugeliui“; „daugumai temų“; „norėčiau visoms temos kuo daugiau vaizdų“.
Chemija	Sunkiajišisavinamoms temoms	20	<i>Temoms apie neregimus dalykus</i>	17	„įvairioms reakcijoms“; „elementų ryšiams, pavyzdžiui, joniniam ryšiui“; „reakcijų“; „apie bandymus“; „apie reakcijas“; „mokantis apie chemines medžiagas“; „cheminiai elementai“; „sierai, metalams“; „molekulės“; „molekulių sandara“; „atomų ar molekulių vaizdavimui“; „formulių, molekulių ir kitoms sudėčiai“; „nieko nesuprantu“; „molekulių sudarymas“.
			<i>Sunkiai suvokiamoms temoms</i>	3	„sudėtingos temos – molekulės“; „kur sunkesnės temos“; „visoms, kurios neaiškios“.
	Programos visoms temoms	11	<i>Visoms temoms</i>	11	„visoms“; „kuo daugiau“; „kuo daugiau, tuo geriau“.
Fizika	Sunkiajišisavinamoms temoms	13	<i>Temoms apie neregimus dalykus</i>	8	„elektromagnetinės bangos, elektra“; „lęšiams, optikai“; „visos formulės“; „apie įvairias technikas“; „apie energijas“.
			<i>Sunkiai suvokiamoms temoms</i>	5	„sunkioms temoms“; „sunkesnėms, kurioms padeda iliustracijos suprasti“; „apie neaiškius reiškinius“; „visoms, kurios neaiškios“.
	Programos visoms temoms	15	<i>Visoms temoms</i>	15	„visoms“; „visko“; „kiekvienam reiškiniui“; „kuo daugiau“; „labai noriu daug vaizdų“.

Atlikus duomenų analizę išryškėjo dvi kategorijos, reprezentuojančios mokinių nuomonę apie vizualizacijos taikymo būtinumą gamtamokslinių dalykų temoms. Norima labiau vizualizuoto turinio *sunkiai įsisavinamoms temoms*, kurių turinys, sąvokos, reiškiniai realiame gyvenime retai atpažįstami, dažnai neregimi, sunkiau įsivaizduojami ir mažiau suvokiami. Šis poreikis nustatytas visų disciplinų ugdymo procesui, todėl kompiuterinė vizualizacija mokiniams vienodai svarbi biologijos, chemijos ir fizikos temų išmanymui. Šiuo atveju subkategorijos taip pat patvirtina analizę ir atskleidžia, jog vizualizacija reikalinga pagilinti suvokimo procesus (paaiškina, palengvina suvokimą,

supaprastina informaciją ir t. t.), o vėliau ir kitų kognityvinių procesų darbą. Išryškėja vaizduotės stoka, nepakankami gebėjimai suvokti verbalinę abstrakčią informaciją ir paversti ją vaizdine, neturint atitinkamų vaizdinių mentalinių modelių, nesugebėjimas atsiminti to, kas išmokta. Todėl temos nesiejamos tarpusavyje, trūksta grįžtamojo ryšio, silpsta žinios. Norima giliau išmanyti dalykus, todėl išsakoma pozityvi nuomonė apie vizualizacijos taikymo būtinumą. Dauguma 9–10 klasių mokinių įsitikinę, kad jiems reikėtų dvigubo duomenų reprezentavimo *visose pamokose*. Šią subkategoriją nurodžiusių ugdytinių grupė metakognityviai suvokia savo mokymosi ypatumus, todėl vizualizaciją traktuoja kaip pagalbinę priemonę mokantis: suvokiamas jos poreikis, kurį reikia patenkinti, kad ugdymas būtų veiksmingas.

Išryškėjo nuomonė, kad papildoma kompiuterinė vizualizacija nėra būtina, nes vadovėliuose užtenka informacijos, pedagogai parodo tai, kas svarbiausia (*viskas parodyta; nereikia, nes mokytoja praktiškai parodo, kas vyksta medžiagoje; nepadedą; nereikia*). Kai kurie ugdytiniai paaiškino, kodėl jiems reikėtų kompiuterinės vizualizacijos. Duomenų analizė atskleidžia vizualizacijos pagalbą kognityviniams procesams, jau aptartiems anksčiau (*kuo daugiau tuo lengviau įsiminti; lengviau suprasti; įdomiau mokytis; padeda suprasti; vaizdas labai padeda suprasti temą*). Todėl ugdymo procese mokiniai norėtų regėti vizualizuotus objektus dažniau nei įprastai, nes yra įsitikinę, kad tuomet jų pažinimas bus aukštesnio lygio.

Apibendrinant konstatuojama, kad kompiuterinė vizualizacija bendrojo lavinimo mokyklose gamtos mokslų dalykuose yra taikoma retai. Daugiausia ugdymo turinys vizualizuojamas biologijos, mažiau – fizikos, ir beveik visiškai netaikomas chemijos pamokose. Mokiniai pamokose regėjo keletą su pagrindinėmis temomis siejamų vizualizacijų, tačiau jų buvo nepakankamai. Dauguma apklaustųjų norėtų, kad gamtamokslinės temos būtų dėstomos taikant kompiuterinę vizualizaciją, ypač sunkiai įsisavinamoms temoms, kuriose mokoma(si) apie fiziškai aplinkoje neregimus, abstrakčius, sudėtingus reiškinius. Taip pat daugelis respondentų išreiškė norą visapusiško žodinio teksto iliustravimo vaizdiniais, kurie padeda išmokti ir įtvirtinti informaciją.

Vaizdinės informacijos paieškos internete situacijos analizė

Buvo siekta išsiaiškinti – *kodėl ieškoma papildomos vaizdinės informacijos internete*. Pastaroji informacija galėtų pasitarnauti ugdymo procese dviem būdais. Pirmuoju atveju rasti vaizdiniai internete padėtų suprasti neaiškius reiškinius ir objektus, kurių atvaizdų nėra vadovėliuose, todėl mokiniui būtų lengviau mokytis, mažėtų spragos ir gilėtų žinios. Antruoju būdu ugdytiniai internete informacijos galėtų ieškoti didelės motyvacijos vedini, kad patenkintų didesnius nei kitų bendraamžių pažinimo poreikius. Kokybinės analizės duomenys pateikiami 25 lentelėje.

25 lentelė

Vaizdinės informacijos paieškos internete situacija

Situacija	Kategorija	sk.	Subkategorija	sk.	Teiginiai
Patekos atliekamos	Gilesnių žinių siekimas	39	<i>Supratimosiekimas</i>	34	„kad geriau mokėčiau“; norint daugiau įsigilinti man tikrai padeda“; „kad būčiau protingesnis už kitus“; „kai nesuprantu temos ieškau vaizdinės medžiagos internete“; „kai visiškai nesuprantu temos ir noriu išmokti, kad galėčiau atsiskaityti ir truputį suprasti“; „labai daug nežinomų žodžių, todėl ieškau“; „kai būna sunki tema, kartais paieškau medžiagos, kad geriau suprasčiau“; „kai būna neaišku, bet tai darau retai“; „nematai, ką mokaisi“.
			<i>Motyvacija</i>	5	„noriu geriau suprasti ir man įdomu, kaip kas atrodo“; „man tos temos labai įdomios, norėčiau pasigilinti“; „ieškau kuo daugiau visokių atvaizdų, nes smalsu“; „įdomiau mokytis“
Patekos neatliekamos	Poreikio trūkumas	43	<i>Motyvacijos stoka</i>	27	„neįdomu“; „nesidomiu“; „tingiu“; „neįdomu, nes nesuprantu“; „visiškai nesidomiu“; „nesidomiu“; „ši medžiaga visiškai nėra reikalinga, naudojuosi tik vadovėliu ir kitomis knygomis, jei reikia“; „dažniausiai neįdomu“; „molekulės – neįdomu“.
			<i>Tenkinasi vadovėliu</i>	12	„dažniausiai kai mokomės kažką sudėtingesnio, tai būna parašyta vadovėlyje“; „užtenka informacijos pamokoje“; „būna pateikta vadovėliuose“; „užtenka medžiagos vadovėlyje“; „viskas yra vadovėlyje“.
			<i>Nereikia</i>	4	„nereikia“; „netenka dažnai ieškoti papildomos informacijos“; „neieškau jokių papildomų vaizdinių medžiagų“.
	Pedagogo vaidmens sureikšminimas	29	<i>Mokytojapaaishkina</i>	23	„mokytoja pakankamai aiškina“; „biologija per sudėtinga dėl sąvokų, o fizika ir chemija gerai išaiškina, todėl suprantu“; „užtenka tiek, kiek mokytoja paaiškina“; „mokytojai tokių sunkių temų neduoda ieškoti namie, o patys paaiškina“.
			<i>Pedagogo funkcija</i>	11	„manau šią informaciją turi suteikti mokykla“; „šiais laikais niekas neieško medžiagos, nes ją turi rodyti mokytojai“; „mokytojos turėtų geriau paaiškinti, jei nemoki, neišmoksi“.
			<i>Neliepiama</i>	6	„kad nereikalauja“; „tik jei mokytoja paprašo padaryti kokį referatą“; „mokytoja neprašo“.
	Netinkamos sąlygos	29	<i>Vaizdinės informacijos stoka</i>	22	„ne visada internete galima rasti tinkamos medžiagos“; „laiką tik gaiši, vis tiek nerasi tų vaizdų arba adresus reikia gerus žinoti“; „ieškau, bet ne visada randu, internete nelabai yra“; „dažniausiai neaiški tema, kuri įvairiuose šaltiniuose tik trumpai minima, todėl sunku rasti informacijos“.
<i>Laiko stoka</i>			7	„neturiu laiko ilgai sėdėti prie kompiuterio, daug po pamokinės veiklos“; „nėra laiko“; „dažniausiai nėra laiko“.	

Iš atliktos analizės matyti (25 lentelė), kad tik vieną sudarytą kategoriją galima vadinti pozityvia, nes ji atspindi teigiamas situacijos vertinimo prielaidas. Kategorija **Gilesnių žinių siekimas** atskleidžia, kad daugelis mokinių internete ieško papildomos vaizdinės informacijos, nes siekia pagilinti savo žinias. Subkategorija *Supratimo siekimas* paaiškina minėtos kategorijos aspektą, pabrėžiantį mokinių poreikį suvokti ir daugiau išmokti apie sudėtingus reiškinius, kurių nesuprato naudodamiesi įprastinės mokymo aplinkos priemonėmis. Subkategorija *Motyvacija* paaiškina, kad kai kurie ugdytinai turi didesnę poreikį pažinti gamtos mokslus, todėl naudojami internetu išsamesnės informacijos gavimui. Tai rodo mokinių suinteresuotumą mokytis savarankiškai, gebėjimą kompetentingai naudotis technologijomis, ir požiūrį, kad jis gali pats sau pa-

dėti. Tačiau šiuos rezultatus galime vadinti minimalistiniais, nes kur kas didesnė dalis ugdytinių laikosi priešingos pozicijos.

Poreikio trūkumo kategorija rodo, kad daugelis ugdytinių neturi poreikio ieškoti vaizdinės informacijos internete. Subkategorija *Motyvacijos stoka* paaiškina minėtąją kategoriją – dauguma respondentų neturi motyvacijos informacijos paieškai. Tai lėtinama mokymo(si) procesų produktyvumą, nukenčia ugdymo kokybę. Motyvacijos stoka gali atsirasti dėl sudėtingų reiškinių nesupratimo ir neigiamo žinių įvertinimo, kadangi tai siejama su individualių gebėjimų vertinimu. Paauglystės amžiuje daugelis išorinių faktorių yra internacionalizuojami, todėl neigiamas pažymys tampa negatyviu savo galimybių vertinimu. Viso išdava yra tokių rezultatų vengimas ir sąmoningai pasirinkta regresija kognityviniu aspektu. Suveikia perkėlimo ir racionalizavimo gynybiniai mechanizmai, kai aiškinama, jog suprantamo turinio disciplinos yra *neįdomios, per sunkios, bereikšmės*, keliama iš dalies ontologiniai klausimai – *kur tai bus panaudojama, kokia prasmė?* Į šiuos klausimus neieškoma atsakymų, nes jie atsiranda pasąmoningai siekiant pateisinti savo sudėtingą ugdymo proceso dalyvio būseną, kuri pažeidžia mokymosi taisykles ir ignoruoja mokinio pareigą mokytis. Mokiniai linkę savo padėtį pateisinti ir neprisiimti atsakomybės už savo mokymosi rezultatus, sumažinant pastangas iki minimalaus, kad žinių siekimas taptų kuo mažesne jų egzistenciją trukdančia problema. Daugumai mokinių užtenka informacijos vadovėliuose, todėl jie neieško papildomos vaizdinės medžiagos internete. Gali būti, kad taip mano tie ugdytiniai, kurie neturi poreikio mokytis papildomai arba tie, kurie viską supranta ir jiems žinių pakanka. Didesnių mokymosi aspiracijų neturintys mokiniai tenkinasi įprastinėmis mokymo(si) priemonėmis, o technologinės priemonės jų gyvenime atlieka mažai su ugdymu susijusias funkcijas.

Kategorija **Pedagogo vaidmens sureikšminimas** rodo, kad mokiniai vadovaujasi senąja paradigma, kurios kontekstas išryškina ugdytojo atsakomybę už mokinių žinias. Tai rodo, kad postmoderni kultūra ir technologinis progresas labai mažai pakeitė mokinio santykį su mokytoju. Subkategorija *Mokytoja paaiškina* rodo, kad mokiniai tenkinasi pedagogų perteikiamomis žiniomis. Savaiame supranta, kad ugdytojai moko tik tą medžiagą, kuri bus reikalinga atliekant praktinius darbus. Tuomet atsiranda situacija, kai mokiniai pasitiki mokytoju ir neieško papildomos medžiagos, nes informacijos, gaunamos pamokų metu, užtenka bendram lavinimuisi (atlikti reikiamas užduotis, parašyti savarankiškus darbus, kontrolinius). Subkategorija *Pedagogo funkcija* atskleidžia, kad mokiniai nori visą atsakomybę už jų žinių kokybę perduoti pedagogams. Tai sąmoningas atsakomybės vengimas ir socialinė nuostata, kuria remiasi daugelis tėvų, jog mokytojas turi atsakyti už tai, kad mokinys viską suprastų. Svarbu, kad būtų perteikiama informacija, kurios reikės rašant atsiskaitomuosius darbus. Paskutinioji subkategorija *Nėra liepimo* rodo, kad ugdymo procese ir mokinių sąmonėje vis dar egzistuoja diktatūriniai santykiai, yra didelė liberalių, demokratinių santykių stoka. Demokratija mokykloje reprezentuoja du polius, kai viename yra laisvė pasirinkti, o kitame – didelė atsakomybė. Tikėtina, kad dėl pastarosios stygiaus mokyklose vis dar vyrauja diktatūriniai santykiai ir nuostata, kad už viską turi atsakyti pedagogas, o ne pats besimokantysis.

Kategorija **Netinkamos sąlygos** rodo, kad daugelis mokinių internete vaizdinės medžiagos neieško dėl to, jog tam nėra sudaromos geros sąlygos. Pirmoji priežastis, liudijanti sąlygų nebuvimą, yra *Vaizdinės informacijos stoka*. Akivaizdu, jog reikia mokėti internete ieškoti informacijos, ypač jei kalbama apie mokymosi medžiagą, kuri būtų pagalbinė mokantis sudėtingus dalykus. Tokiu atveju internete turėtų būti prieiga, kuria naudojantis mokiniai galėtų gauti papildomą informaciją. Tokios programos turėtų atitikti mokymo programų tikslus ir sąlygas, derėti su vadovėliuose pateiktuoju informacijos turiniu. Taip pat tokios, į ugdymo turinį orientuotos, programos apsaugotų nuo laiko sąnaudų, ieškant informacijos atsitiktiniu būdu. Tai reiškia, jog tinkamas aplinkos sukūrimas galėtų pagerinti suinteresuotų ugdymo proceso dalyvių gamtamokslinių žinių perteikimą ir gavimą.

Ugdytiniai neturi pakankamai motyvacijos ir laiko ieškoti vaizdinės medžiagos, stengiasi suprasti sudėtingus, neaiškius objektus ir reiškinius, perkelia savo nesupratimo priežastis mokytojo atsakomybėn ir vengia savarankiško / individualaus mokymosi ir atsakomybės už mokymosi rezultatus. Vaizdinės informacijos paieška internete naudojasi stipria mokymosi motyvacija pasižymintys ugdytiniai, kurie nori tobulėti ir mėgina savarankiškai patenkinti didesnio informacijos troškimo poreikį.

Mokytojų nuomonės žvalgomojo tyrimo rezultatai

Tyrimo analizė atskleidžia mokytojų nuomonę apie vizualizacijos taikymo lygį, jo taikymo kitimą ir jas paaiškinančias priežastis, vizualizacijos taikymą ribojančius ir skatinančius veiksnius, požiūrį į kompiuterines programas.

Vizualizacijos taikymo lygis

80% mokytojų ekspertų taiko klasikinį informacijos vaizdavimo būdą „objektų ar reiškinių vaizdavimą kreida lentoje“. Dauguma Lietuvos mokytojų įvairius reiškinius, uždavinio sąlygas, neregimus fenomenus perteikia linearinėje dimensijoje ir plokštumoje, vadinasi apie stiprų mokymo paradigmos dominavimą ugdymo procese. Vizualizacijos metodų taikymas ugdymo procese rodo, kad pasitelkiami įvairūs informacijos suvokimą lengvinantys metodai, kurie atliekami vadovaujantis informacijos dedukcijos ir sintezės būdais. Plačiai biologijos, chemijos, fizikos, matematikos ir geografijos ugdymo procese taikomi įvairūs modeliai. Daugiau kaip pusė ekspertų pažymėjo, kad jie naudoja kompiuterinę vizualizaciją, kurios paskirtis yra patikrinti mokinių žinias, Taip pat ekspertai mano, kad pusė mokytojų naudoja „skaidres, parengtas Power Point programa“. Šiuo metu interaktyvi lenta ir animacija nėra populiarios vizualizacijos, kuriomis mokytojai dažnai naudotųsi siekdami edukacinio proceso efektyvumo. Panaši situacija buvo jau aptarta kitų priemonių atžvilgiu, kai fizikos pamokose mokytojai daugiausiai nei kitose disciplinose naudojasi animacija, interaktyvia lenta, komiškais ir vizualiais 3D objektais. Matematikos mokytojai taip, kaip ir kitas anksčiau aptartas vizualizacijas, įvertino žemais balais.

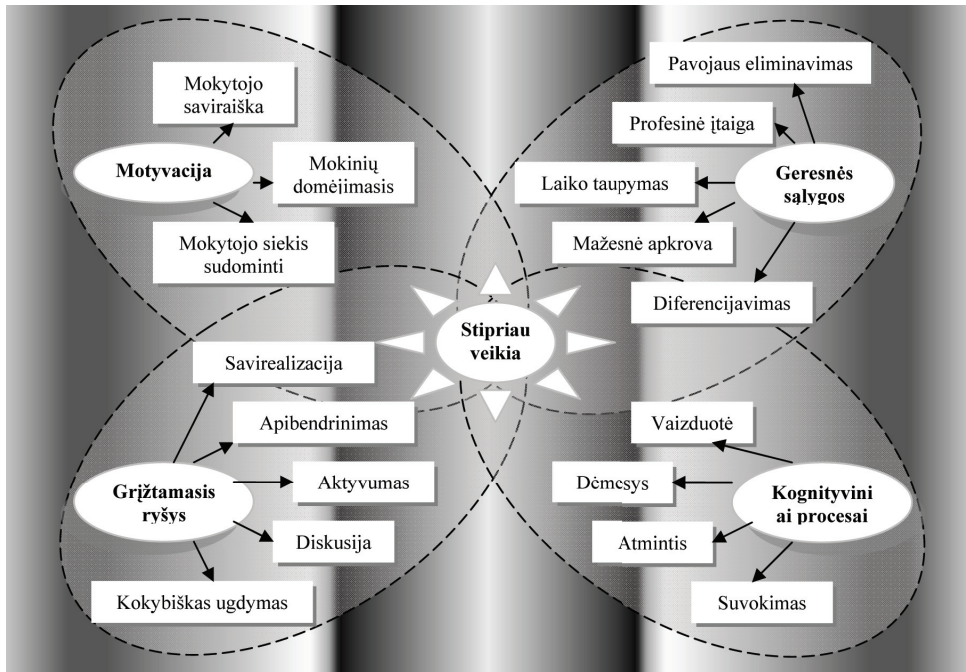
Vizualizacijos taikymo lygio kitimas

Mokytojų ekspertų nuomone, labiausiai pakito multimedijos perteikiama vizualizacija „skaidrių, parengtų Power Point programa“ naudojimas. 86% ekspertų mano, kad skaidrių naudojimas ugdymo procese labiausiai padidėjo. Trečioje reitingų pozicijoje yra „kompiuteriniai grafikai“, kuriuos dažniausiai naudoja matematikos ir fizikos mokytojai (PI=0,70) mokytojai. Taip pat stipriai padažnėjo ir „interaktyvios lentos“ naudojimas (PI=0,69). Penktoje reitingų pozicijoje yra „kompiuterinių schemų naudojimas“ (PI=0,68), schemas ir modeliavimas, perteikiami kompiuterinės vizualizacijos būdu, plinta Lietuvos mokyklose. „Realijų modelių demonstravimas“ sumažėjo (PI=0,58), nes atsirado modernesnių metodų, kurie palaipsniui užima pirmųjų vietą. Žemiausiose pozicijose yra klasikinių vizualizacijos būdai taikymas ugdymo procese: „objektų atvaizdavimas popieriuje“ (PI=0,4) ir „objektų ar reiškinių vaizdavimas kreida lentoje“ (PI=0,32).

Vizualizacijos taikymo kitimo per pastaruosius penkerius metus priežastys

Tyrimo duomenys atskleidė, kad kai kurie mokytojai teikia prioritetą klasikiniams mokymo metodams, todėl nenaudoja vizualizacijos arba ją riboja. Manoma, kad mokiniai turi mokytis spręsti uždavinius, formuotis praktinius įgūdžius. Taip pat manoma, kad lentoje kreidos poveikis galima paaiškinti ir labai sudėtingus dalykus taip, kad mokiniai suprastų ir gebėtų įsisavinti. Toks požiūris atskleidžia klasikinės paradigmos dominavimą ugdymo procese. Tam tikrų sąlygų nebuvimas rodo vizualizacijos ribojimą. Pedagogai akcentuoja, kad brandos egzamino struktūra nereikalauja vizualizacijos naudojimo, todėl mokytojai taupo pamokos laiką. Mokytojai stokoja konsultantų, kurie jiems padėtų, jei išskyla techninių problemų. Pastebima ir laiko stoka, dėl ko mokytojai daugiau dėmesio skiria įprastų mokymo būdų taikymui. Pozityvesni kompiuterinės vizualizacijos taikymo veiksniai byloja, kad mokyklų kompiuterizavimas sąlygojo geresnes mokymosi sąlygas ir naujas mokymosi aplinkas, kurios motyvuoja mokytojus naudoti vizualizaciją. Dauguma pedagogų naudoja personalinį kompiuterį, kiti – pamokas organizuoja kompiuterių klasėse, daugeliui tinka medžiaga parsiušta internetu. Įtakos turi ir mokinių motyvacija, dėl kurios mokytojai dažniau taiko vizualizacijas pamokose. Pastebimas ir mokytojo vaidmens stiprėjimas. Pedagogai tampa labiau motyvuotais, norinčiais taikyti inovacijas, todėl lanko kvalifikacijos kursus, plėtoja kompiuterinių programų valdymo kompetencijas. Mokytojai tarpusavyje dalinasi informacija, gerą patirtimi ir padeda vieni kitiems. Kai kurie ugdytojai suvokia ir besikeičiančio pasaulio paradigmos kaitą, todėl palaipsniui stengiasi pereiti nuo mokymo prie mokymosi paradigmos.

Vizualizacijos taikymą skatinantys veiksniai



30 pav. Vizualizacijos taikymą skatinantys veiksniai

30 paveikslas reprezentuoja mokytojų ekspertų nuomonę apie vizualizacijos taikymą skatinančius veiksniai (rodiklius). Pastarajame atsispindi išsakytų teiginių kategorijos ir subkategorijos. Vienas iš reikšmingiausių vizualizacijos taikymą skatinančių veiksnių yra **Motyvacija**, kuri nurodė visų disciplinų mokytojai ekspertai. Jį plačiau paaiškina trys subveiksniai. Daugiausia kartotinių turintis subveiksny – **Mokinių domėjimasis** – atskleidžiantis, kad *vizualizacija skatina mokinių mokymosi motyvaciją* (mat.) ir ji naudojama būtent šiam tikslui pasiekti (*siekiant gerinti mokinių mokymosi motyvaciją* (mat.)), naudojantis žiniomis ir įsitikinimais, kad *kompiuterinė vizualizacija – artima mokinių širdžiai, įdomu <...>*“ (mat.). Pedagogai žadina mokinių mokymosi motyvaciją ne tik pamokose, bet po jų (*po pamokinėje veikloje siekimas sudominti mokslu* (chem.)). Ugdytojai akcentuoja norą, kad pamokų tems būtų išdėstytos įdomiai, nes tokiu būdu *paįvairinamas mokymo procesas* (geogr.), sudominti mokinius pamokos išskirtinumu, pabrėžiant daugiau unikalios pamokos procesą ir suponuojant prielaidą ugdytiniams tikėtis naujovių. Regima pozicija suprantama kaip retas kompiuterinės vizualizacijos naudojimas, atliepantis kiekybinių duomenų rezultatų analizę, labiau traktuojamas kaip išskirtinumas nei reguliarus vyksmas.

Antras subveiksny – **Mokytojo siekis sudominti**. Sąveika ugdymo realybėje nėra aiškiai apribota ar apibrėžta tiksliais dimensijomis, dėl to ugdytojai savaip interpretuoja grįžtamąjį ryšį, atitinkamai suteikdami jam individualias prasmes ir koreguodami savo darbą. Siekis sudominti ugdytinius – jau aptartas, tačiau pažymėta tik viena

jo prasmės pusė – mokinio susidomėjimas, nes būtent šis objektas ir tampa aptartojų subveiksnių ašimi – subjekto vidinių potyrių (šiuo atveju motyvacijos) objektyvacija (regimas rezultatas), kurios siekiama taikant vizualizaciją. Pedagogų atsakymai byloja, kad jie patys yra motyvuoti gerinti ugdymo procesą praktikoje naudojant vizualizaciją (*mano, kaip mokytojo, siekimas sudominti mokinius* (geogr.)). Didesnis ugdytinių susidomėjimas mokomuoju turiniu skatina pedagogus stengtis panaudoti įvairius mokymo būdus ir priemones, kad ugdymas taptų efektyvesniu. Kai kurie pedagogai save veiksminga (angl. *self-efficacy*) dėl pedagoginio tikslo, siekiant pastarąjį realizuoti optimaliausiomis sąlygomis. Ugdytojai save motyvuoja ne tik dėl mokinių susidomėjimo, bet ir dėl jų pačių siekio nuolat mokytis, tobulėti, atitikti šiuolaikinius reikalavimus, keliamus jų profesijos atstovams, būti patenkintu savimi ir turėti aukštą savivertę (<...> *pačiai labai įdomu ir tai padeda neatsilikti nuo gyvenimo tempo, jaustis XXI amžiaus mokytoja*“ (biol.)). Įžvelgiamas noras būti kompetentingu, svarbiu mokiniams, administracijai ir tėvams, kaip ir poreikis būti gerai vertinamu specialistu. Manoma, kad vizualizaciją taiko *mokytojas, savo dalyko fanatikas, ir bando su mokiniams naudoti naujoves savo pamokose* (matem.). Ši pozicija atskleidžia, kad kai kurie mokytojai labai vertina savo darbą, pabrėžia vizualizacijos naudojimo neprivalomumą, opoziciškai, kaip išimties akcentą, kuriam pasireikšti reikia ypatingų pedagogo pastangų ir profesinio pasiaukojimo. Vizualizaciją taikantys ugdytojai – savo srities meistrai, reta išimtis tarp bendrojo lavinimo mokyklų specialistų. Todėl negalima tikėtis didesnių vizualizacijos naudojimo apraiškų populiacijoje, kadangi savo srities meistrai turi daugiau gebėjimų, daugiau stengiasi, jų pasiaukojimas ir pedagoginių tikslų realizavimas labiau optimizuotas nei jų kolegų.

Trečias subveiksnyss – **Mokytojo saviraiška**. Edukacinių kompetencijų sklaida ugdymo realybėje svarbi kūrybine veikla, skatinančia tobulėti pačiam ir padėti tobulintis ugdytiniams. Tai galimybė atskleisti savo kompetencijas, sukaupti argumentų savivertei ir prestižui didinti. Mokytojas nėra vien tik žinių perteikėjas, nes tradicinės mokymo paradigmos dominavimas silpsta – pedagogai išgyvena pozityvias emocijas išlaisvindami ir realizuodami savo kūrybą ir *tai leidžia <...> parodyti kūrybingumo galias* (geogr.). Laisvas mokymosi paradigmos interpretavimas pastebėtas paminėjus <...> *galimybę naudoti naujas komunikacijos priemones, naujausią informaciją* (geogr.). Pastaroji galimybė įvertinta itin teigiamai, kaip būdas išreikšti save, pademonstruoti gebėjimus, gauti naujausią informaciją, būti šiuolaikiniu ugdytoju, besilaikančiu nuolatinio mokymosi koncepcijos principų.

Tyrimo duomenų analizė atskleidė, kad egzistuoja kitas svarbus veiksnys, kuris skatina vizualizacijos taikymą ugdymo procese. **Geresnės sąlygos** mokytojui labai svarbios, nes prasta materialinė situacija mokykloje konstatuoja vizualizacijos ribojimą. Pedagogai pažymi, kad vizualizacija sukuria simuliacijas, eliminuodama pašalinius faktorius, galinčius turėti negatyvios įtakos besimokančiųjų fizinei ar psichinei sveikatai.

Subveiksnyss **Pavojaus eliminavimas** reiškia, kad kelių disciplinų mokytojams vizualizacija padeda išvengti neigiamų bandymų ar eksperimentų pasekmių. Todėl jie gali <...> *demonstruoti eksperimentus, kurių dėl jų sudėtingumo ar medžiagų pavo-*

jingumo negali realiai atlikti. Taip pat mokiniai gali atlikti laboratorinius bandymus, išmokti dirbti su prietaisais. Eilė cheminių medžiagų yra nuodingos, sprogstančios, jų savybių negalima pademonstruoti naudojant realias medžiagas (chem.), sudėtinga demonstruoti <...> ypač bandymus ir numatyti prietaisų veikimą (chem.). Esama sudėtingų ir ugdymo realybėje sunkiai fiziniam pritaikomumui realizuojamų bandymų, kurie sėkmingiau reprezentuojami realybės elementus atspindint vaizdinėmis reprezentacijomis ir simuliacijomis. Per reprezentuojamą mokslinių definicijų ar modelių objektyvaciją ugdytojai mokinių supažindina su kasdienio pasaulio realybe, sukurdami sąsajas tarp regimo *versus* neregimo elemento, įgalinančio atkoduoti reikšmes ir geriau suprasti temas.

Subveiksny *Profesinė įtaiga* atskleidžia, psicho-educacinių veiksmų įtaką mokinių sąmonei, kuri veikia mokymosi rezultatus. Subveiksny *Laiko taupymas* atskleidžia, kad informacijos amžiuje labai svarbu suvokti laiko dimensiją. Pagrindinis argumentas – mažesnės laiko sąnaudos ugdymo procese, kai taikoma vizualizacija: <...> *sugaištama mažiau laiko (matem.).* Laiko taupymas kai kurių disciplinų ekspertams atrodo itin reikšmingas, nes *fizikos ugdymo programa labai plati, išdėstyti visas temas aiškiai sunku, nes reikia skubėti (fizik.),* o vizualizacija tarnauja kaip objektas, kurio sukūrimui reikėtų papildomų laiko sąnaudų. Todėl vizualizacijos taikymas *sutaupo mokytojų laiką, nes nebereikia gaišti laiko braižant sudėtingus brėžinius lentoje (fizik.).* Pedagogai pastebi, kad *optimaliai panaudojamas pamokos laikas (geogr.),* nes aptartos priežastys išplečia laiko dimensijos suvokimą ir palengvina darbą, kai vizualizacija parodo kitais būdais neatskleidžiamus fenomenus ir juos priartina prie realybės greičiau nei klasikinių mokymo būdų ir metodų pateikties metu.

Subveiksny *Mažesnė apkrova* reprezentuoja kompiuterinės vizualizacijos privalumą, kuris pasireiškia lengvesniu darbu. Vizualizacija *mokytojams palengvina pamokos vedimą (matem.).* *Teminių testų sudarymas, kai juos reikia padauginti, yra idealus dalykas (matem.),* todėl vizualizacija atstoja daugelį objektų, kuriems sukurti reikėtų įvairių sąnaudų. Subveiksny *Diferencijavimas* įvairių gabumų mokiniams laiduoja ugdymo turinio pritaikymą, geresnį įgyvendinimą. Kai kurios kompiuterinės programos orientuotos į užduotis, sukurtas pagal mokinių mokymosi lygmenis, todėl pedagogai jas panaudoja heterogeninių grupių ugdymui. *Tai sudaro sąlygas įvairių gabumų mokiniams (geogr.)* mokyti, lengviau įsisavinti informaciją. Pedagogui nereikia papildomai diferencijuoti ir individualizuoti užduočių, todėl šis subveiksny įvardijamas kaip geresnių ugdymo sąlygų komponentas.

Veiksny *Grižtamasis ryšys* parodo pastebėtą vizualizacijos poveikį ugdymo procese, tiesiogiai siejamą su pedagoginės veiklos efektyvumo rodiklių identifikavimu, nes <...> *greitai gaunamas rezultatas (geogr.).* Kokybiško ir veiksmingo ugdymo pagrindas – veiksniai, patvirtinantys ugdymo proceso sėkmingumą. Pedagogai įsitikinę, kad grižtamasis ryšys jiems svarbus rodiklis, todėl vizualizacijos taikymas padeda šį rodiklį padidinti.

Subveiksny *Savirealizacija* atskleidžia, kad ugdytiniams sudaromos galimybės saviraiškai mokslinėje veikloje, *mokiniai geriau įsisavina kai <...> patys gali dalyvauti žinių kūrime (geogr.), <...> tai yra vieta jo saviraiškai (matem.).* Be to, pedagogui leng-

viau <...> *suprantamai perteikti žinias* (geogr.) per besimokančiųjų savirealizaciją. Šiuo atveju realizuojama mokymosi paradigma, kadangi ugdytojai mokiniams yra lyg patarėjai ir konsultantai, tarpininkaujantys tarp subjekto (mokinio) ir objekto (informacijos), įtraukdami artefaktą (kompiuterinę vizualizaciją), reprezentuojantį mokslinius konstruktus, kurie yra ugdymo turinio temų pagrindas. Kai kurie ugdytojai akcentuoja laisvesnio ugdymo idėją, tapatinamą su minėtos paradigmos įprasminimu ne tik tiesioginio ugdymo metu, bet ir galimybe domėtis informacija bet kuriuo metu – <...> *kad būtų kuo mažiau kliūčių dalinimuisi žiniomis ir informacija yra kuriamos laisvos (atviro kodo) programos ir atviri standartai* (geogr.).

Subveiksny *Apibendrinimas* konstatuoja pedagogų pozityvią nuomonę apie vizualizaciją, kuri jiems padeda <...> *apibendrinti išdėstytą medžiagą* (chem.). Pamokos apibendrinimas mokiniams primena visos temos esmę, svarbiausius faktus, tai, kas turi būti išmokta. Ugdytojai tuo metu gali sužinoti mokinių nuomonę apie suvoktus temos objektus, jei ji neteisinga – pakoreguoti.

Subveiksny *Aktyvumas* byloja, kad mokytojai ekspertai darbo praktikoje pastebi, jog taikant vizualizaciją pamokose mokiniai tampa labiau aktyvesni, todėl lengviau gauti grįžtamąjį ryšį, paprasčiau išsiaiškinti, ką reikia keisti. Mokytojai teigia, kad <...> *vaizdumas – vienas iš svarbiausių šiuolaikinės didaktikos principų dirbant aktyviais metodais; schemas, lentelės, minčių žemėlapiai labai svarbūs aktyvumui* (chem.). Todėl vizualizacija tiesiogiai siejama su padidėjusi nei įprastai ugdytinių dėmesingumu mokomajam turiniui, biheivoriškai planuojant jų elgesį per reakcijas į vaizdus, kaip artefaktus socialinės realybės kontekste, siekiant gilesnio pažinimo ir sąsajų su gyvenimo realybe. Aktyvumas – padidinto sąmonės intensionalumo atributas, pedagogams simbolizuojantis geresnį grįžtamąjį ryšį su ugdytiniais. Tam tikra prasme tai atitinka veiksmingo ugdymo požymius, nes opozicinė mokinio elgsena negatyviai atkoduojama ir vertinama kaip regresinis simptomas, pažymintis būtent informacijos atmetimą, neįsisavinimą. Aktyvus mokinių domėjimasis, klausinėjimas, atsakinėjimas, užduočių vykdymas, konsultavimasis su pedagogais, pastariesiems suponuoją motyvuoto, savarankiško, besimokančio ir išmanymo siekiančio subjekto bruožus, dėl kurių susiformavimo įgyvendinami ugdymo planai. Mokytojai teigia, kad vizualizacija – <...> *siekis didinti mokinių aktyvumą ir <...> įtraukti mokinius į veiklą, stengiantis <...> didinti mokinių <...> savarankiškumą* (fizik.).

Minėtas prielaidas patvirtina sekantis subveiksny – *Diskusija*. Vizualizacija pamokose *sukelia diskusiją* (matem.), kas svarbu sprendžiant problemas, lavinant kūrybišką ir kritinį mąstymą, reflektvyviai priimant sprendimus ir mokantis grupėje. Klasės edukacinė aplinka tampa ne vien kognityvinių individualių gebėjimų ugdymo erdvė. Joje taip pat plėtojamos bendravimo ir bendradarbiavimo kompetencijos, padedančios suprasti kito nuomonę, išvelgti jos esmę, sėkmingai pašalinti trūkumus ir pasirinkti teisingą situacijos vertinimą. Diskusija siekiama <...> *pagreitinti vertinimą* (chem.) ir suteikti galimybę perkopti į aukštesnio lygio mąstymą, nes remiamasi visų aplinkinių patirtimi, pedagogai ir daugiau išmanantys mokiniai tampa partneriais, padedančiais pakilti į kitą lygmenį. Būtent bendravimo, o ne vien kognityvinių procesų lavinimas, padeda sintezės būdu vienyti gaunamas žinias ir jas apmąstyti, idant būtų veiksminges-

nis mokymasis.

Subveiksny – **Kokybiškas ugdymas** reprezentuoja pedagogų nuomonę, kad bendrojo lavinimo mokyklose taikant kompiuterinę vizualizaciją pedagogai gauna teigiamą grįžtamąjį ryšį, iš kurio jie sprendžia apie tolesnių mokymo(si) veiklų dermę. Pedagogai teigia, kad taikant vizualizaciją: regimas <...> *efektyvumas, lyginant su kitais ugdymo būdais* (fizik.); *užtikrinama mokymosi organizavimo kokybė*; <...> *efektyvus ugdymas* (matem.); garantuojami <...> *geri mokymosi rezultatai* (biol.). Apie šiuos faktorius ugdytojai sprendžia iš mokinių supratimo, jų atsiskaitymų įvertinimų, žinių sąsajų su kitomis temomis, organizuojant klasės darbą ir stebint mokinių elgesį pamokose.

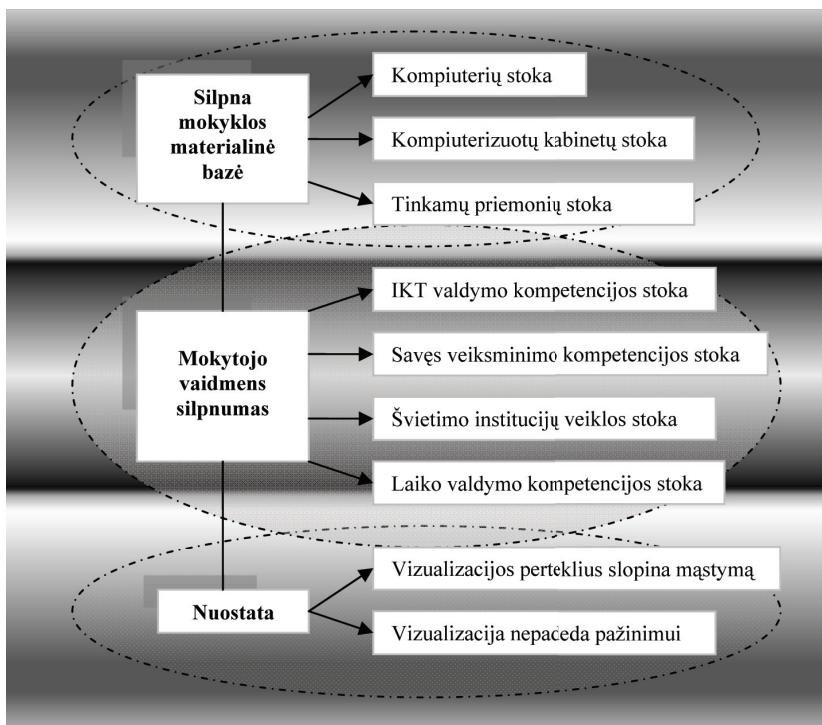
Veiksny **Kognityviniai procesai** atskleidžia vizualizacijos poveikį, susijusią su mąstymo veikla. Subveiksny **Vaizduotė** atskleidžia vizualizacijos reikšmę įsivaizdavimui, palengvinančiam sudėtingų fenomenų ir objektų vaizdinio atvaizdo sukūrimui. Tarp kai kurių pedagogų susidariusi nuostata, kad šiuolaikinis technologijų amžius paveikė mokinių sąmonę ir kai kuriuos mąstymo procesus, kurių stimuliavimas dabar ypač priklausomas nuo kompiuterių: *šiais laikais to praktiškai neįmanoma įsivaizduoti be kompiuterių pagalbos – gausu įvairių duomenų apdorojimo, vizualizavimo ir modeliavimo programų* (geogr.). Manoma, kad vizualizacija padeda <...> *lavinti vaizduotę* (fizik.), mokiniai lengviau *įsivaizduoja pateikiamus dalykus* (matem.), o *virtuali erdvė padeda geriau perteikti kai kurių dėsnomų temų esmę, tarkime stereometrijoje – Erdviniai kūnai* (matem.). Mokytojai pastebi, kad vizualizacija gali padėti *pademonstruoti mokiniams sunkiai įsivaizduojamus dalykus* (chem.), kas rodo, jog kompensuojamas vaizduotės veiklos trūkumas. Tokiu būdu sukuriama mentaliniai modeliai, jie transformuojami ir sujungiami su verbaliniais kodais, todėl sąvokos, reiškiniai tampa labiau suprantami ir įsivaizduojami mintyse.

Pedagogai akcentuoja ir **Dėmesio** kaip subveiksny reikšmę, kuri tampa dar aktualesnė vizualizacijos taikymo poveikis. Vaizdiniai, labiau nei žodinė informacija, padeda mokiniams susikaupti, sustiprėja dėmesys regimiems objektams ir mokytojo perteikiamai informacijai. Todėl informacija yra greičiau įsiminama. To pasekoje vizualizacija mokytojams padeda ne tik palengvinti mokinių percepciją, lavinti vaizduotę, bet taip pat aktyvuoja dėmesį ir atmintį. Tuo remiantis galima daryti prielaidą, kad teoriniai mokslininkų darbai, bylojantys apie vizualizacijos teigiamą įtaką kognityviniams procesams pasiteisina ir mokytojų darbo praktikoje. Pedagogai pastebi su **Atmintimi** susijusių procesų aktyvesnį veikimą: *mokiniai geriau įsisavina kai regi ir girdi* (geogr.); <...> *lengviau įsisavinti dėstomą medžiagą*; <...> *įsimena vaizdus* (biolog.). Todėl konstatuojamas lengvesnis įsiminimo ir atsiminimo procesų darbas taikant vizualizaciją.

Daugiausiai komentarų pedagogai skyrė **Suvokimo** subveiksnyui. Ugdymo praktikoje pastebimas geresnis suvokimo procesų veikimas, kai pamokos temų informacija pateikiama ne tik žodžiu, bet ir vaizdiniais. Vizualizacija padeda parodyti sudėtingus ir neregimus dalykus, todėl mokiniai geriau juos įsisavina: *labiausiai vizualizaciją skatina taikyti tai, kad daugelio biologinių dalykų neįmanoma realiai patyrinėti, pavyzdžiui ištyrinėti organų sandaros*; *mokiniai geriau supranta procesus* (biolog.). Mokytojai teigia, kad taikant vizualizaciją <...> *auga suvokimas*, tai <...> *padeda suprasti einamą temą* (matem.). Pedagogai siekia: kad <...> *mokiniai pamatytų ir suvoktų vidinius*

ryšius tarp dalyko temų (matem.); <...> pademonstruoti mokiniams sunkiai įsivaizduojamus dalykus (chem.), aiškiai, suprantamai <...> išdėstyti temas; parodyti aiškiau kai kuriuos reiškinius ar procesus; <...> išplėsti mokymo objektų skaičių (fizik.). Kompiuterinė vizualizacija atveria galimybę pamatyti paslėptus dalykus, neregimus fenomenus padaryti regimais. Todėl palengvinamas mokinių suvokimo procesas, jie greičiau orientuojasi teorinėje medžiagoje, laisviau operuoja sąvokomis ir prisimena informaciją. Pats suvokiamo reiškinio vaizdinys yra teisingesnis: vizualizacija pagerina supratimą, leidžia geriau suvokti ugdymo turinį (fizik.), sudaro sąlygas <...> suprasti sudėtingesnius dalykus, juos matant vizualiai, užtikrina nesuprantamos informacijos gavimą (geogr.). Mokytojai mano, kad kai kuriems dalykams vizualizacija būtina: <...> koks gali būti geografijos dalyko aiškinimas be žemėlapių, o biologijos – be vaizdų (geogr.), biologija, kaip dalykas turi būti pagrįstas teorinių žinių vaizdu (biolog.). Chemijos mokytojai taip pat pabrėžia, kad chemijos objektas – medžiaga, todėl mokiniams labai svarbu tinkamai išaiškinti – kokios yra medžiagų savybės, kad ateityje galėtų teisingai išspręsti uždavinius, kuriuose reikia pritaikyti teorines žinias. Ugdytojai įsitikinę, kad būtent vizualizacija padeda suprasti sudėtingus ir sunkiai suvokiamus dalykus, kurių perteikimas žodžiais yra mažiau efektyvus.

Vizualizacijos taikymą ribojantys veiksniai



31 pav. Vizualizacijos taikymą ribojantys veiksniai

Pirmasis veiksnys, bylojantis apie vizualizacijos ribojimą (31 pav.) – **Silpna mokyklos materialinė bazė**. Pastaroji pasireiškia keliais subveiksniais, konkrečiau iliustruojančiais situacijos realybę. Subveiksniu **Kompiuterių stoka** prasminis turinys atskleidžia, kad ne visos mokyklos turi pakankamai kompiuterių. Kai kurie mokytojai skundžiasi, kad klasėse trūksta kompiuterių, taip pat stokojama ir bendrųjų technologijų (multimedijos įrangos). Ugdymo realybėje dominuoja *techninių galimybių neturėjimas* (fizik.), ryškus *kompiuterinės įrangos (tinkamos, nepasenusios), televizijos, kompaktinių diskų trūkumas* (matem.). Pedagogai konstatuoja, kad *vizualizacijos taikymą labiausiai riboja skurdi mokyklų materialinė bazė, nes tam kad būtų galima panaudoti elektroninę arba kompiuterinę vizualizaciją, reikia turėti priemonės* (matem.). Dar svarbiau – *neįmanoma aprūpinti mokinių kompiuteriais per pamoką, kad kiekvienas dirbtų individualiai* (matem.). Situacija byloja, kad efektyviam vizualizacijos taikymui trukdo priemonių, kuriomis vaizdinės reprezentacijos būtų pateikiamos, stoka.

Antras subveiksny – **Kompiuterizuotų kabinetų stoka** – atskleidžia, kad pedagogų efektyviam darbui su mokiniais (taikant vizualizaciją) trukdo kompiuteriais aprūpintų kabinetų, kuriuose kiekvienas ugdytinis galėtų regėti vaizdines reprezentacijas, nepakankamumas. Kad tokių klasių esama, rodo mokytojų atsakymai: *tik kai kuriuose kabinetuose yra interaktyvi lenta, kompiuterių, multimedijų, kompiuterinių programų, interaktyvių lentų* (matem.). Pastebimi sunkumai, su kuriais susiduria mokytojai ugdymo realybėje, kai mokykloje turima minėtus kabinetus: reikia derinti laiką, kai galima būtų praveisti pamoką tokio tipo edukacinėje aplinkoje, o tam trukdo *nepatogus tvarkaraštis* (geogr.), todėl *<...> tenka derinti planus, laiką su kitų dalykų mokytojais* (chem.). Mokytojai konstatuoja, kad kompiuterinių klasių užimtumas yra labai didelis, todėl tai dar labiau riboja galimybes taikyti vizualizaciją ugdymo procese.

Antras veiksnys, kuris riboja vizualizacijos taikymą ugdymo procese yra **Mokytojo vaidmens silpnumas**. Tyrimo analizės metu nustatytos trys kompetencijos, kurių pedagogai stokoja ugdymo procese. Jos ypač pasireiškia siekiant taikyti kompiuterinės vizualizacijos programas, kurios galėtų optimizuoti ugdymo procesą.

Pirmasis subveiksny – **IKT valdymo kompetencijų stoka ugdymo realybėje**. Analizuojant duomenis išryškėjo pedagogų nesugebėjimas naudotis kompiuterine vizualizacija (*<...> mokytojo kompetencijos stoka*; „*<...> nepakankami mokytojų gebėjimai dirbti su kompiuterinėmis programomis*; *<...> kai kurių mokytojų kompetencijos stoka kompiuterinėse technologijose* (biol.); *<...> negebėjimas taikyti ar naudoti kompiuterinę vizualizaciją* (biol.); *mokytojų nepasirengimas; dažniausiai pačių mokytojų kompiuterinio raštingumo stoka* (fizik.). Tai pasakytina apie daugelį pedagogų, kadangi pastarąjį veiksni įvardijo mokytojai ekspertai, dėstantys keturias disciplinas iš penkių, numatytų imtyje. Specialistai pripažįsta, kad jų kolegoms stokoja reikiamų kompetencijų, galinčių laiduoti efektyvesnį ugdymo procesą. Vyresnės kartos pedagogams sunkiau sekasi darbo praktikoje pritaikyti technologijas (*mano mokytojų karta dirbti su IKT išmoko pati ir, deja, aišku – nepakankamai* (chem.)). Stokodami šių gebėjimų mokytojai ieško pagalbos – prašo informatikos specialistų patarimų (*mokykloje trūksta <...> specialisto, kuris padėtų mokytojui dirbant su šia įranga* (chem.)), kreipiasi į kitus kolegas, įgyja patirties seminaruose (*<...> tai kvalifikacijos reikalai* (chem.)). Kai kurie

pedagogai turi silpnus anglų kalbos įgūdžius, todėl nepakankamas <...> *anglų kalbos žinojimas* (geogr.) sukelia IKT taikymo sunkumus.

Antras subveiksny – *Savęs veiksmavimo kompetencijos stoka*. Tai mokytojo motyvacijos stoka, kai: ugdymo procese egzistuoja <...> *mokytojų motyvacijos trūkumas* (fizik.), silpnas <...> *mokytojo noras* (geogr.) domėtis vizualizacija, nes *mokytojai dirba dideliais krūviais* (chem.). Kai kurie pedagogai po kelių mėginimų pasidaryti vizualizacijos priemones praranda norą stengtis (*tai, ką pagaminu pati su mokiniais ar ką gamina kolegos – tik mėgėjiški bandymai užpildyti trūkstamą mokymo priemonių nišą, poveikis savo pačios pamokoms* (biol.)). Taip pat manoma, jog jų ugdymo programoms vizualizacija nebūtina: *šiuo metu daugelis Lietuvos mokyklų yra gausiai aprūpinamos šiomis technologijomis, tik ne visi fizikos (ir kitų dalykų) mokytojai nori tų naujovių* (fizik.). Galima manyti, kad Lietuvos mokytojai ekspertai neturi pakankamai informacijos apie vizualizacijos poveikį, jos taikymo ypatumus, stokoja žinių savęs veiksmavimo srityje.

Trečias subveiksny – *Švietimo institucijų veiklos stoka* – atskleidžia švietėjiškos veiklos stygių. Nors šis faktorius nėra pagrindinis, tačiau pedagogai patiria žinių stoką, nežino, kas gali jiems padėti probleminėse srityse ir nedrįsta taikyti vizualizacijos. Kai kurie ugdytojai įsitikinę, kad informacijos apie įvairius vizualizacijos taikymo ir ugdymo veiksmingumo tobulinimo būdus stokojama dėl <...> *kvalifikacinių komisijų, vertinančių mokytojo darbą, požiūrio, metodinių tarybų ir metodinių būrelių veiklos trūkumo šioje srityje* (chem.). Tinkamos literatūros ir patirties sklaidos atžvilgiu švietimo institucijų veikla jiems padeda labai mažai. Dėl šios priežasties dauguma mokytojų mokosi patys, nes negauna informacijos iš kitų kolegų, neturi gerosios patirties sklaidos galimybės pasikonsultuoti su technologijos specialistais.

Mokytojai ekspertai įvardijo dar vieną subveiksny, kuris įtakoja vizualizacijos ribojimą pamokose. Tai *Laiko valdymo kompetencijos stoka*, kuri išryškėja dirbant su naujomis priemonėmis (<...> *mokymasis dirbti su jomis atima labai daug laiko* (fizik.)). Daugelis ugdytojų pamokoms ruošiasi ilgai, todėl manoma, kad <...> *skirti 10–15 minučių tokiems dalykams yra neįmanoma* (matem.), kai, pavyzdžiui, *pateikčiai tinkamai paruošti reikia daug laiko (iki pusantros valandos)* (fizik.). Kompiuterinės vizualizacijos naudojimui ugdytojai turi ruošti namuose, kadangi negeba valdyti technologijų. Kai kurie mokytojai teigia, kad *šie darbai dar praranda savo prasmę, kai nėra minėtų sąlygų ir paruoštos medžiagos taikymas tampa fragmentišku* (chem.). Taip pat pedagogai pažymi, kad norint taikyti vizualizaciją, reikia ruošti net menkiausiai pamokos daliai, kadangi inovatyvios priemonės gali sukelti nenumatytų trukdžių, kuriems įvykus reikėtų keisti pamokos planą. Iš mokytojų ekspertų atsakymų matyti, kad programoje skiriamas nepakankamas dėmesys platesniam ugdymo turinio išdėstymui. Dominuoja <...> *ribotas pamokų skaičius* (matem.), trukdantis panaudoti vizualizaciją, nes jose dėstomos tik pagrindinės temos. Mokytojai pabrėžia, kad <...> *jei viduriniame centre (pagrindinė mokykla) pamokų skaičius išliko panašus, tai vidurinėje mokykloje iš esmės tam pačiam kursui praeiti skirta maksimaliai. Aštuonios fizikos pamokos, palyginant su dvylika, kurios buvo iki reformų, o tai daug ką reiškia* (fizik.). Pamokų skaičiaus nepakankamumas ir laiko stoka kompiuterinių programų įvaldymui riboja

mokytojų galimybes išdėstyti programoje numatytas temas, todėl vengiama naudoti vizualizaciją.

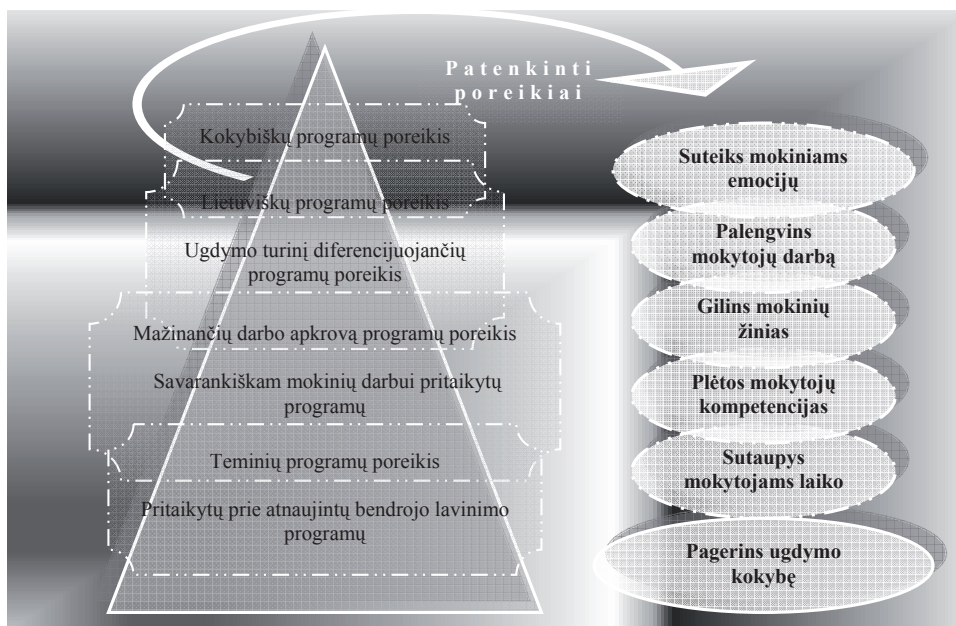
Trečias veiksnys – **Nuostatos**, kurios riboja vizualizacijos naudojimą ugdymo procese. Subveiksny – **Vizualizacijos perteklius slopina mąstymą** – atskleidžia kai kurių pedagogų nuomonę, jog kompiuterinės / vaizdinės pateiktys lėtina kognityvinių procesų darbą: *per daug vizualizacijos – blokuoja mąstymą, kūrybiškumą ir atsiranda tinginystė* (matem.). Kai kurie fizikos mokytojai įsitikinę, kad 9–10 klasių besimokantieji stokoja vaizduotės, kūrybiškumo, jie regi įvairių vizualizacijos apraiškų kasdienėje veikloje, todėl papildomas sudėtingų reiškinių pateikimas vizualia išraiška pamokose – nereikalingas, nes sukelia pertekliaus efektą. Dominuoja stereotipinė nuostata, kad vaizdai stimuliuoja tik vaizdinio mąstymo procesus (*vizualizacija, mano nuomone, yra naudotina tik tam tikrais atvejais, priešingai, dažnas vizualizavimo priemonių naudojimas vysto tik regimojo suvokimo protinę veiklą, o svarbiausias protinio darbo metodas (ir rezultatas) yra vaizduotė, kurios šiuolaikiniai mokiniai nebeturi* (fizik.), todėl iš to kyla daugybė teksto suvokimo problemų: *mokiniai nebesupranta uždavinių sąlygų, nebemoka suformuluoti minties* (fizik.). Manoma, kad vaizdinių internalizavimas išstumia verbalinių kodų atitiktis, todėl sąvokų suvokimas sulėtėja arba visai nevyksta. Vaizdų pertekliumi socialinėje realybėje bandoma paaiškinti kai kurių ugdytinių verbalinių gebėjimų stygių, o taip pat ir vaizduotės neveiknumą, kaip nesugebėjimą operuoti vaizdiniais.

Subveiksny – **Vizualizacija nepadedą pažinimui** – atskleidžia negatyvią nuomonę vizualizacijos aspektu. Remdamiesi savo patirtimi ir ignoruodami vizualizacijos taikymą mokytojai teigia, kad realūs bandymai gamtos mokslų pamokose yra geresnis būdas mokytis (*mokiniai turi kuo daugiau daryti realius eksperimentus* (fizik.); *realus eksperimentas neturi / negali būti keičiamas virtualiu: jie abu turi būti greta* (chem.)). Chemijos mokytojai ekspertai dažnai demonstruoja cheminius bandymus su įvairiomis medžiagomis. Todėl jų darbo praktiška rodo sėkmingą mokinių žinių gilinimą tokiu būdu. Tačiau verta paminėti faktą – realūs eksperimentai skirti tam, kad realybėje egzistuojančios medžiagos virstų kitomis savybėmis pasižyminčiomis medžiagomis, kas būtų pademonstruota ugdymo aplinkoje, nesukeliant pavojaus ugdymo proceso dalyviams. Klasėje neįmanoma parodyti eksperimento su fiziškai žmogaus akiai nematomomis medžiagomis, pavyzdžiui, molekulių judėjimo, jų susidarymo ir t. t. Įžvelgiamas siauras supratimas apie vizualizaciją, galimai sąlygotas dėl anksčiau išvardintų priežasčių. Šią prielaidą iliustruoja kitų chemijos mokytojų ekspertų nuomonė, jog: *vizualizacija gamtos moksluose niekada neatstos realaus eksperimento ar praktinės veiklos, tiesioginio mokinio sąlyčio su supančia aplinka; reikia realiai suvokti aplinką, mus supantį pasaulį, pastebėti problemas ir ieškoti jų sprendimo būdų, todėl vizualizacija nepadės; jau ir taip mūsų mokiniai per daug pasinėrę į nerealią pasaulį, atitrūkę nuo paprasčiausių praktinių dalykų* (chem.). Išsakytos pozicijos byloja, kad mokytojams labiau priimtinas mokinių sąveikavimas su realiais gamtos objektais, nes tai pastaruosius priartina prie pasaulio pažinimo. Vizualizacijos paskirtis – atskleisti sudėtingesnius ir ugdymo aplinkoje neparodomus dalykus, kur tariama sąveika įmanoma tik dirbtinos aplinkos sąlygomis. Pastarųjų aplinkų kūrimas retai taikomas (*reikia pripažinti, kad dalis*

chemijos mokytojų apsiriboja labai menka vizualizacija; eilė chemijos mokytojų mano, kad chemiją geriausiai mokiniai išmoka dirbdami realiomis sąlygomis su realiais objektais (chem.). Gretinant pedagogų nuomonę, pastebėta, kad tokie nuostatai pritaria vyresnės kartos mokytojai, kurie universitete mokėsi prieš kelis dešimtmečius (ar daugiau), dabartyje mažai kontaktuojantys su kompiuterinėmis technologijomis, todėl savo pamokose riboja jų naudojimą, ignoruodami kompiuterinės vizualizacijos taikymo galimybes ir pasitelkia klasikinius metodus.

Pedagogų nuomonė apie kompiuterinės vizualizacijos programas

Lietuvos mokytojai ekspertai, išsakę savo nuomonę apie kompiuterinės vizualizacijos programas, pažymėjo panašias sritis, kurios jau aptartos anksčiau. Išsakytos mintys bylojo apie kompiuterinės vizualizacijos privalumus / trūkumus, ją taikyti skatinančius / ribojančius veiksniai. Esminis skirtumas tarp šių ir anksčiau aptartų rezultatų yra pareikšti poreikiai kompiuterinių programų kūrėjams. Mokytojai taip pat nurodė ir galimas teigiamas pasekmes, jei jų pageidavimai būtų įvykdyti. Visi išvardinti poreikiai pateikti 32 paveiksle ir reprezentuoja pedagogų suvoktos ugdymo realybės kliūtis, ribojančias vizualizacijos taikymą.



32 pav. Pedagogų požiūris į kompiuterinės vizualizacijos programas

Pirmasis, su kompiuterinės vizualizacijos taikymu ugdymo aplinkoje susijęs poreikis, yra **kokybiškų kompiuterinių programų poreikis**. Mokytojai pastebi gerai parengtų programų stoką, todėl manoma, kad: *kokybiškų programų turėtų būti daugiau (geogr.), <...> šių priemonių pasiūla nėra pakankama arba kokybiška. Tam tikri virtualūs mokymo(si) objektai nėra kokybiški (biolog.), kompiuterinės programos yra gana*

brangios nepakankamai geros, ypač vyresnėms klasėms (matem.). Problema išryškėja ne tik dėl kokybiškos programos pateiktis, bet ir dėl jų stokos.

Atsižvelgiant į atsakymų skaičių, didžiausias mokytojų poreikis yra – **lietuviškų programų gausumas**. Mokytojai entuziastai naudoja kompiuterines programas užsienio kalba, dažnai nelegaliai gautas iš užsienio tinklalapių (*kartais randame internete (Rusijos) labai gerų ir prastų. Gerai, jei tų programų yra pakankamai paruoštų (matem.)*). Ugdytojai, siekdami efektyvinti ugdymo turinį, patys kuria kompiuterines vizualias pateiktis. Todėl jų žinių stoka šioje srityje siaurina vaizdingumo ir kokybiškumo dimensijų raišką. Saviveikliškas vizualizacijų kūrimas egzistuoja dėl vaizdumo būtinumo, todėl neturint kokybiškų profesionaliai parengtų priemonių, konstruojamos namudinės priemonės: *kol kas Lietuvoje biologijos mokymosi priemonės kompiuteriams kuria tik mokytojai ir mokiniai entuziastai, o internetinėmis (anglų ar kita užsienio kalba) ne visada galima naudoti dėl autorių teisių problemos (biolog.); nemačiau gerų lietuviškų programų. Iki mūsų jos neateina, o užsienio – mūsų mokykloje nepritaikomos, kadangi klasėje labai daug sunkiai besimokančių mokinių. Todėl jas ruošiu pati (biolog.); tik labai mažai turime lietuvių kalba. Reiktų didesnę dėmesį skirti jų parengimui lietuvių autoriams (biolog.); yra labai mažai, labai trūksta (biolog.); yra daug nelietuviškų – tai riboja naudojimą (matem.); labai geras ir praktiškas dalykas, kuris padeda ir mokiniams, ir mokytojams pamokos metu. Jų mažai paruošta (matem.); mažai turim lietuviškų (dinaminė geometrija) (matem.); gerai, manau, tik jų turėtų būti daugiau ir lietuvių kalba, kad mokytojui nereikėtų būti visų galų meistras ir visas priemonės pamokai susikurti, pasiruošti pačiam (chem.); lietuviškų kompiuterinių vizualizacijos programų biologijos dalykui kol kas sukurtas labai nedaug, deja (biolog.)*. Kai kurie mokytojai pastebi, kad vadovėlių autoriai galėtų paruošti programas, kurios derėtų prie vadovėlio turinio ir būtų kokybiškai parengtos lietuvių kalba, nes tokios priemonės sustiprintų ugdymo efektyvumą (*leidžiant vadovėlius šalia reikalingas kompiuterinis variantas su programomis. Lenkijoje prie vadovėlių tokie diskai pridedami (matem.)*). Pedagogai norėtų ne tik kokybiškesnių, bet ir įvairių gabumų mokiniams pritaikytų programų, kad skirtingos pateiktys būtų derinamos su užduotimis ir orientuotos į mokymosi stilių ar galimybę individualizuoti užduotis.

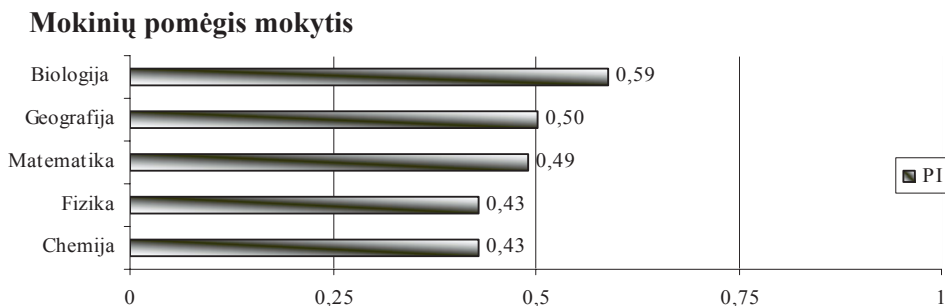
Mokytojai pageidauja ugdymo **turinį diferencijuojančių kompiuterinių programų** (*programos turėtų būti įvairesnės, pritaikytos įvairaus lygio mokinių mokymuisi (geogr.); reikia atsižvelgti į klasės lygį ir poreikius ir t. t. (fizik.)*). Taip pat siekiama turėti **darbo apkrovą mažinančių** programų, kurios būtų lengvai (į)valdomos, pritaikomos, o jas naudojant ugdymo aplinkoje būtų maža gedimų ar kitų veikimo trukdžių tikimybė. Chemijos mokytojų ekspertų teigimu „<...> daugelis mokytojų kompiuterines programas labiau pamėgtu, jeigu jų valdymas būtų paprastesnis, pavyzdžiui, ranka, kaip tai daroma interaktyviose lentose“. Norima turėti ir **savarankiškam mokinių darbui pritaiktų** kompiuterinės vizualizacijos programų. Mokytojai programas suvokia kaip universalų programos paketą, kuriame talpinama vaizdinė medžiaga, įvairios ugdymo turinį ir praktines veiklas diferencijuojančios užduotys, orientuotos į savarankiško mokymosi paradigmą. Mokiniai, turintys specialiųjų poreikių, klasėje patiria mokymosi sunkumų, todėl savarankiškam gabųjų darbui programos būtų naudingos (*mokinių*

individualiam darbui (ypač gabiems mokiniams); <...> mokinių darbo aktyvinimas ir įvairinimas (geogr.).

Išsakomas poreikis turėti kompiuterines programas, kurios atitiktų bendrojo **lavini- mo mokyklos turinį, tematiką** ir būtų orientuotos į naujas programas (*programos galėtų būti labiau pritaikytos panaudojimui pamokose; kompiuterinės vizualizacijos programos yra naudingos, tačiau ne visos jos yra tinkamai parengtos ugdomajam procesui* (geogr.); *reikia pritaikytų prie atnaujintų programų* (geogr.)). Pasikeitus ugdymo programoms, kai kurios temos buvo eliminuotos, todėl mokytojams reikia iš naujo ieškoti kompiuterinių vizualizacijos programų, atitinkančių tematiką, naują ugdymo turinį. Šiuo atveju, tokių programų sukūrimas būtų labai reikšmingas. Jei kompiuterinės vizualizacijos poreikis būtų patenkintas, mokiniai ugdymo procese išgyventų daugiau teigiamų **emocijų**, sėkmės akimirkų. Šis faktas ypač svarbus silpniau besimokantie- siems. Ugdytojai mano, kad tinkamai parengtos programos būtų naudingos ir **paleng- vintų jų darbą** (*kiekviena programa, kurią įsisavinau ir pritaikiau savo pamokose, man labai pagelbėjo; kompiuterinės vizualizacijos programos tikrai labai palengvina mokytojo darbą, nes galima taikyti savo paruoštas pateiktis ne vieną pamoką ir remtis kitų patirtimi; dauguma jų parengtos gerai, patogios naudoti*“ (fizik.); <...> *palengvi- na mokytojo darbą pamokoje, aišku, jei kompiuterinė įranga yra kabinete ar lengvai prieinama* (matem.)), **gilintų mokinių žinias** (*manau, kad jos reikalingos, ypač žemes- nėse klasėse perteikiant informaciją* (geogr.); <...> *leidžia iliustruoti užduotį, greičiau gaunamas rezultatas, matomos ar net aiškinamos klaidos* (fizik.)), **plėtotų mokytojų kompetencijas** (<...> *sudaryti mokytojams sąlygas susipažinti su programomis ir jas įsisavinti* (fizik.)), **sutaupytų laiko** (*mokytojui nereikia „verstis per galvą“ ir aukoti didžiulių laiko sąnaudų* (matem.)). Visi minėti privalumai suponuoja prielaidą, kad tai- kant kokybišką, lengvai valdomą, lietuvišką, diferencijuotą ir pagal tematikas ir bendro- jo lavinimo programas parengtą vizualizacijos programą, tinkančią ir darbui klasėje ir namuose, **ugdymo proceso kokybę** pagerėtų.

2.2.2. Veiksnių raiška

Mokinių nuomonės tyrimo rezultatai



33 pav. Mokinių pomėgis mokytis gamtos mokslus (N=1152), geografiją (N=782) ir matematiką (N=774)

Tyrimo duomenys rodo (33 paveikslas), kad Lietuvos 9-10 klasių mokiniai labiau mėgsta mokytis biologijos. Tačiau tokių mokinių yra 59%, todėl beveik pusė respondentų turi priešingą nuomonę. Pusė respondentų mėgsta mokytis geografijos ir matematikos. Mažiau nei pusė apklaustųjų mėgsta mokytis chemijos ir fizikos. Minėtųjų kintamųjų populiarumo indeksas yra vienodas, todėl neparametrinė statistika atskleidžia, kad reitingai statistiškai tarpusavyje nesiskiria (priede 1 lentelė), todėl pagrįstai teigiama, kad mokiniai vienodai mėgsta mokytis chemijos ir fizikos. Konstatuojama, kad mokiniai vidutiniškai mėgsta mokytis biologijos, geografijos ir matematikos ir dar mažiau iš jų mėgsta mokytis chemijos ir fizikos.

Mokinių pomėgis mokytis gamtamokslines disciplinas gali turėti įtakos kitiems kintamiesiems, todėl svarbu nustatyti – ar skiriasi mokinių nuomonė šiuo klausimu lyginant juos pagal klases ar pagal lytį. Gretinant 9 klasių ugdytinių ir 10 klasių ugdytinių nuomonę, visų respondentų nuomonė yra labai panaši.

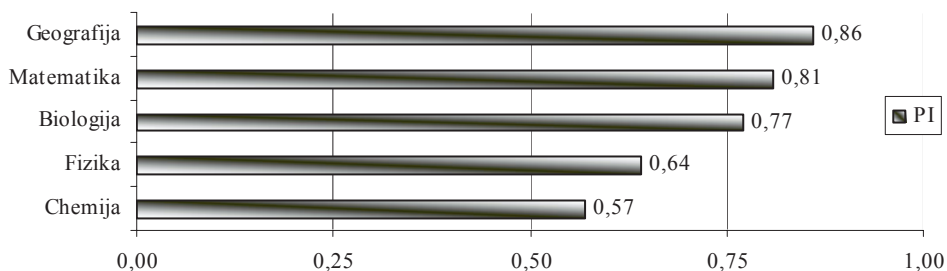
26 lentelė

**Mokinių pomėgis mokytis gamtamokslines (N=1152),
geografijos (N=782) ir matematikos (N=784) disciplinas lyties aspektu**

Teiginys	Vaikiniai			Merginos			Mann-Whitney U	Z	p
	N	Vidutinis rangas	Rangų suma	N	Vidutinis rangas	Rangų suma			
Mėgsta mokytis biologijos	508	536,80	272695,51	644	607,81	391432,51	143409,500	-3,813	0,000
Mėgsta mokytis chemijos	508	573,44	291306,00	644	578,92	372821,99	162020,000	-0,291	0,771
Mėgsta mokytis fizikos	508	670,40	340563,49	644	502,43	323564,50	115874,500	-8,943	0,000
Mėgsta mokytis geografijos	333	387,58	129065,50	449	394,40	177087,50	73454,500	-0,444	0,657
Mėgsta mokytis matematikos	288	414,80	119463,50	485	370,49	179687,50	61832,500	-2,850	0,004

Taikant statistinę analizę paaiškėjo, kad respondentų nuomonė apie jų pomėgį mokytis gamtos disciplinas, skiriasi lyties aspektu (26 lent.). Merginos labiau nei vaikinai mėgsta mokytis biologijos ($p < 0,05$). Taip pat nustatyta, kad vaikinai labiau nei merginos, mėgsta mokytis fizikos ir matematikos ($p < 0,05$). Visi respondentai mėgsta mokytis chemijos panašiu lygmeniu. Lyginamoji pomėgių mokytis gamtamokslines disciplinas analizė parodė, kad ugdytinių nuomonė nesiskiria tarp klasių, bet skiriasi pagal lyties parametą, kai merginos labiau mėgsta mokytis biologijos, o vaikinai – fizikos ir matematikos.

Gamtamokslinių vadovėlių vizualizacijos poveikis mokantis



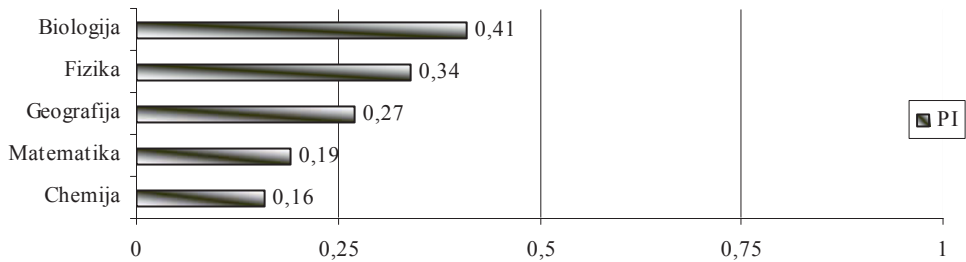
34 pav. Vadovėlinių iliustracijų poveikis mokantis gamtos mokslus (N=1152), geografiją (N=782) ir matematiką (N=774)

Tyrimas atskleidžia (34 pav.), kad gamtamokslinių disciplinų vadovėliuose esančios iliustracijos vertinamos nevienodai. Paveiksle pateikiami iliustracijų pagalbos mokantis gamtamokslinių disciplinų populiarumo indeksai. Pirmoje pozicijoje yra geografijos vadovėlių iliustracijos, kurios mokiniams atrodo naudingiausiomis ir lengviau suvokiamomis šios disciplinos mokymosi procesą. Antroje pozicijoje – matematikos vadovėlių iliustracijos, trečioje – biologijos. Populiarumo indeksai siekia daugiau kaip tris ketvirtadalius skalės, todėl galima konstatuoti minėtų disciplinų vadovėliuose esančių iliustracijų teigiamą poveikį mokymosi proceso dalyviams. Daugiau nei pusė respondentų išvelgia fizikos mokymo priemonių vizualumo poveikį mokymosi procese. Mokinių nuomone, chemijos vadovėlių iliustracijos yra mažiausia naudingos.

Gamtamokslinio ugdymo vadovėliuose esančios iliustracijos atlieka įvairias edukacines funkcijas, kurių mokiniai negali detalai identifikuoti, tačiau yra pajėgūs sąmoningai pasirinkti neutralesnius, bendresnio pobūdžio atsakymo variantus. Pastarieji leidžia nuspręsti apie vadovėliuose naudojamų vizualizacijos poveikį 9–10 klasių mokinių mokymosi procese. Siekiant išsiaiškinti, kiek vadovėlių iliustracijos yra naudingos visiems respondentams, buvo svarbu nustatyti – ar yra statistiškai reikšmingų skirtumų lyginant tiriamųjų nuomonę pagal klases? Lyginamoji neparametrinė statistika atskleidžia (prieduose 2 lentelė), kad rastas tik vienas statistiškai reikšmingas skirtumas, rodantis didesnę vienos klasės mokinių atsakymų persvarą. Vidutinių rangų palyginimas leido nustatyti, kad biologijos vadovėliuose esančios iliustracijos yra statistiškai reikšmingai naudingesnės 9-ą klasių ugdytiniais nei besimokantiems 10-oje klasėje ($p < 0,05$). Chemijos vadovėlių iliustracijos panašiai naudingos mokantis 9-ose ir 10-ose klasėse, nes nėra statistiškai reikšmingų skirtumų. Analogiška situacija išryškėjo lyginant mokinių nuomonę apie vizualizacijos reikšmingumą fizikos vadovėliuose – abiejose klasėse iliustracijų poveikis mokantis šių disciplinų taip pat apylygė.

Vadovėlinės vizualizacijos poveikio situacija lyties lyginamuoju aspektu atskleidžia, kad yra trys statistiškai reikšmingi skirtumai tarp respondentų nuomonės. *Vaikinams fizikos ir geografijos vadovėlių iliustracijos pamokas suprasti padeda daugiau* ($p < 0,05$). Tačiau *merginoms, statistiškai reikšmingai daugiau nei vaikinams, iliustracijos padeda mokyti matematikos* ($p < 0,05$). Biologijos ir chemijos vadovėliai apylygiai naudingi abiejoms lytims.

Kompiuterinės vizualizacijos taikymo situacija

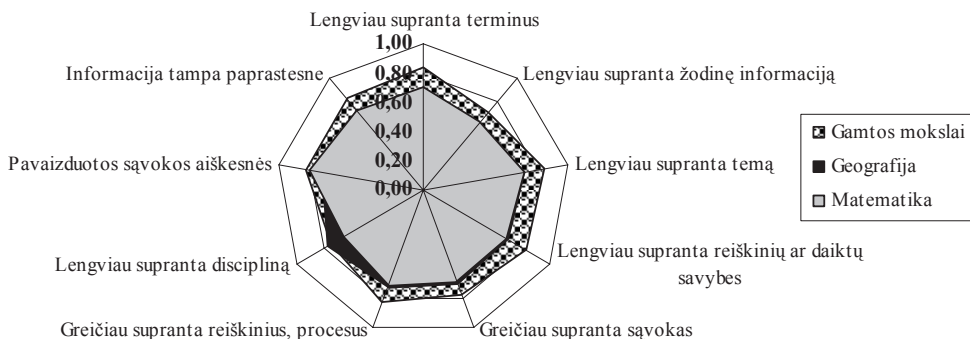


35 pav. Kompiuterinės vizualizacijos taikymo situacija gamtamokslinėse disciplinose (N=1152), geografiją (N=782) ir matematiką (N=774)

Kompiuterinė vizualizacija gali perteikti pačius sudėtingiausius vaizdus paprasta forma, todėl jos naudojimas užsieninio mokyklų edukaciniuose procesuose yra labai dažnas reiškinys. Priešinga situacija yra Lietuvoje. Populiarumo indeksas atskleidžia (35 pav.), kad kompiuterinė vizualizacija daugiausiai yra naudojama biologijos pamokose devintoje ir dešimtoje klasėse. Vizualizacija, retai rodoma per kompiuterio ekraną ar multimedijos projektorių nėra dažnai naudojama. Reitingas byloja, kad vidurinėse pozicijose yra fizikos ir geografijos disciplinos o paskutinėse – matematikos ir chemijos.

Beveik visose disciplinose kompiuterinė vizualizacija yra naudojama pakankamai retai. Tai liudija aptarti visų respondentų tyrimo duomenys. Tyrimo duomenų lyginamoji neparimetrinė statistikos analizė atskleidžia (prieduose 3 lentelė), jog gretinant mokinių nuomonę apie kompiuterinės vizualizacijos naudojimą gamtos mokslų disciplinose, yra keturi statistiškai reikšmingi skirtumai. Biologijos mokytojai 10-ose klasėse kompiuterinę vizualizaciją ugdymo procese dažniau taiko nei 9-ose klasėse. Šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$). Fizikos ir geografijos mokytojai taip pat statistiškai reikšmingai dažniau ($p < 0,05$) naudoja kompiuterinę vizualizaciją 10-ų nei 9-ų klasių ugdymo procese. 9-ų klasių matematikos mokytojai dažniau ($p < 0,05$) nei 10-ų klasių vartoja kompiuterinę vizualizaciją ugdymo procese.

Vizualizacijos nauda mokinių kognityviniams procesams ugdymo procese



36 pav. Vizualizacijos poveikis vaizdinei percepcijai mokantis (N=2708)

Vizualizuojant informaciją geografijos pamokose padidėja tikimybė, kad mokiniai geriau ją supras. Tą byloja 36 paveikslas (PI = 0,84), kurio pirmoje reitingo pozicijoje yra teiginys, reprezentuojantis ankstesnę nuomonę (PI = 0,75). Mokinių požiūriu, taikant vizualizaciją geografijos pamokose, informacija tampa paprastesne (PI = 0,72), tema – lengviau suprantama (PI = 0,71), o sąvokos – aiškesnės (PI = 0,71). Šie reitingai žymi, kad apie tris ketvirtadalius 9–10 klasių mokinių pripažįsta vizualizacijos poveikį percepcijai mokantis geografiją. Panašios tendencijos regimos ir analizuojant likusius populiarumo indeksus, kurie esti didesni nei vidutiniai. Tyrimo duomenys rodo vizualizacijos panaudojimo svarbumą geografijos pamokose, nes įvardintas jos pagalbos percepcijai aspektas yra aktualus daugiau kaip pusei ir trims ketvirtadaliams tiriamųjų.

Vaizdinės informacijos poveikis mokantis geografijos įvertinta panašiai lyginant atsakymus lyties aspektu (prieduose 4 lentelė). Rasti trys statistiškai reikšmingi skirtumai. Merginos statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei vaikinai lengviau supranta temą, reiškinius ir pačią geografiją, jei geografijos pamokose mokytojai naudoja vizualizaciją. Gretinant 9–10 klasių mokinių nuomonę (prieduose 5 lentelė) apie vizualizacijos pagalbą mokinių percepcijai geografijos pamokose, rastas tik vienas statistiškai reikšmingas skirtumas. 10-ą klasių mokiniai labiau nei 9-ą klasių ($p < 0,05$) mano, kad regint vizualizacijas geografijos pamokose jiems informacija tampa paprastesnė.

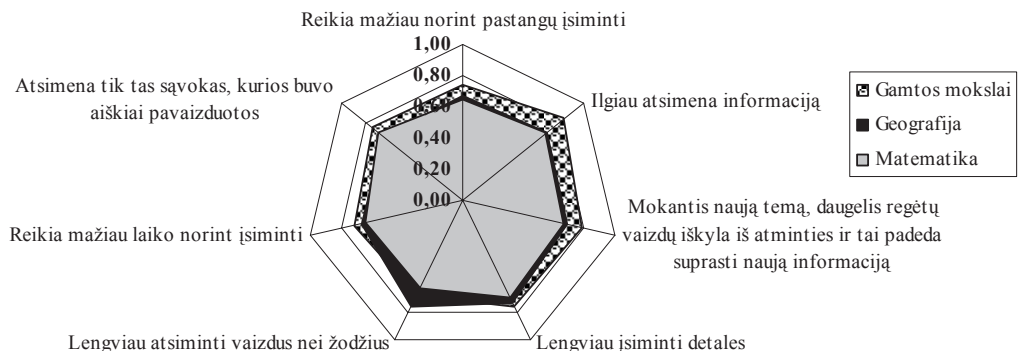
Vizualizacijos poveikis percepcijos aktyvinimui matematikos pamokose įvertinta aukštesniais nei vidutiniais įvertinimais (36 paveikslas). Aukščiausioje pozicijoje esti teiginys, atskleidžiantis, kad 9–10 klasių mokiniams pavaizduotos sąvokos yra aiškesnės (PI = 0,79). Antroje pozicijoje nustatytas kintamasis, bylojantis, kad ugdytiniams vizualizacijos naudojimas matematikoje palengvina informacijos supratimą, nes ji tampa kur kas paprastesnė (PI = 0,72). Vizualizacija palengvina temos (PI = 0,71) ir terminų (PI = 0,71) supratimą. Taikant vizualizaciją matematikos pamokose galima tikėtis, kad mokiniai greičiau supras sąvokas (PI = 0,67), reiškinius ir procesus (PI = 0,70). Mokinių nuomone, geometrijos supratimui vizualizacija neturi tokios didelės įtakos, kaip anksčiau įvardintiems veiksniams (PI = 0,64). Dar mažiau įtakos mokinių suvokimui galima tikėtis lengvinant žodinės informacijos supratimą (PI = 0,60). Nustatyta, kad vizualizacijos taikymas matematikos pamokose gali būti naudingas lengvinant ir greitinant informacijos suvokimo procesus, mažiau naudingas – siekiant palengvinti visą geometrijos kursą ar didelius kiekius verbalinės informacijos.

Vizualizacijos poveikis percepcijai matematikos pamokose lyginamuoju klasių aspektu įvertinta labai panašiai (prieduose 6 lentelė) – rastas tik vienas statistiškai reikšmingas skirtumas. 10-ą klasių mokiniai statistiškai reikšmingai daugiau nei 9-ą klasių ($p < 0,05$) įsitikinę, kad vizualizacija jiems padeda suprasti žodinę informaciją. Likę parametrai tarpusavyje statistiškai reikšmingai nesiskiria. Todėl aišku, kad Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklų 9–10 klasių mokinių požiūris į vizualizacijos taikymo poveikį matematikos pamokose yra panašus. Vertinant vizualizacijos pagalbą percepcijai mokantis matematikos paaiškėjo (16 lentelė), kad dauguma parametrų vienodai svarbūs tiek merginoms, tiek ir vaikinams. Lyginant duomenis lyties aspektu nustatytas tik vienas statistiškai reikšmingas ryšys. Merginos daugiau nei vaikinai ($p < 0,05$) mano, kad pavaizduotos sąvokos matematikos pamokose joms yra aiškesnės.

Populiarumo indeksas gamtos mokslų mokymosi srityje reiškia, kad dauguma kintamųjų ugdytiniai įvertinimo kaip pakankamai reikšmingus, nes $PI > 0,8$, o tai rodo jo artėjimą prie 1-o santykių skalėje, kur pastarasis skaičius reiškia 100 % pozityvią visų tiriamųjų nuomonę. Vizualizacija, naudojama su žodine informacija, padeda daugeliui percepcijos operacijų. Aukščiausioje reitingų pozicijoje yra vizualizacijos poveikis Lietuvos 9–10 klasių mokiniams *lengvinant temos supratimą* ($PI = 0,84$). Vaizdinė informacija ugdytiniais labiausiai padeda suvokti biologijos, chemijos ir fizikos temas, kurias mokytojai aiškina pamokų metu. Vaizdai lengvina *terminų* ($PI = 0,84$) *ir reiškinių ar daiktų savybių supratimą* ($PI = 0,82$), *greitina* įvairių gamtamokslinio ugdymo procese perteikiamų reiškinių ar procesų *supratimą* ($PI = 0,82$). Naujų temo mokymasis palengvėja naudojantis vizualiaja objektų atvaizdavimo išraiška, kai ji derinama su verbaline pateiktimi. Respondentų nuomone, vizualizacija taip pat *padeda suprasti informaciją*, nes ji tampa paprastesne ($PI = 0,81$), atlieka sudėtingos žodinės informacijos paaiškinamąją funkciją. Pastarąją prielaidą patvirtina ir aukštas kito kintamojo reitingas – pavaizduotos *sąvokos yra aiškesnės* ($PI = 0,81$). Žemesnėse pozicijose yra vizualizacijos poveikis percepcijos procesams: *selekcijai* ($PI = 0,72$), *greičiui* ($PI = 0,76$) ir *simbolinių kodų perkodavimui* ($PI = 0,68$).

Tyrimo duomenų analizė atskleidžia (prieduose 7 lentelė), jog lyginant mokinių nuomonę apie vizualizacijos pagalbą percepcijai gamtos mokslų disciplinose, nėra nei vieno statistiškai reikšmingo skirtumo. Konstatuojama, kad 9–10 klasių respondentų nuomonė apie vizualizacijos pagalbą percepcijos procesams, mokantis gamtamokslines disciplinas, yra apylygė.

Vizualizacijos poveikis percepcijai respondentų įvertinta labai panašiai (prieduose 8 lentelė). Lyginant duomenis lyties aspektu, paaiškėjo, jog rasti trys statistiškai reikšmingi skirtumai. Vizualizacija merginoms statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) labiau nei vaikinams padeda suprasti žodinę informaciją, gamtamokslinių disciplinų pamokos temą ir sąvokas.



37 pav. Vizualizacijos poveikis vaizdinei atminčiai mokantis ($N=2708$)

Vizualizacijos poveikis mokinių atminties procesams (37 pav.) mokantis geografijos įvertinta aukštesniais nei vidutiniais įvertinimais, o aukščiausias reitingo koeficientas siekia trijų ketvirtadalių atsakiusiųjų pritarimą. Pirmoje pozicijoje yra teiginys, atsklei-

džiantis, kad vizuali informacija palengvina atvaizduotų sąvokų atsiminimą (PI = 0,76). Kiekviena sąvoka apibūdinama žodžiais, o jos objektyvavimas vaizdiniais, sustiprina gaunamos informacijos svorį, todėl atmintyje išlieka aiškiau suvoktas, dvigubai koduotas tekstas. Antroje reitingų pozicijoje – detalių išiminimo lengvumas, kai geografijos pamokose informacija pateikiama su ją papildančiais vaizdais. Apibūdinant abstrakčias ir vaizdinio mąstymo reikalaujančias detales, kur kas lengviau jas pamatyti ir suvokti, nei atkoduoti verbalinį tekstą jį išivaizduojant. Trečioje pozicijoje – mokinių nuomonė, kad dvigubo kodavimo informacija ilgiau išlieka atmintyje, todėl ilgiau informacija atsimenama. Jos pateikimas į ilgalaikę atmintį atskleidžia vaizdinių reprezentacijų pagalbą sustiprinant psichinę sistemą ilgalaikės atminties aktyvinimui. Žemesni reitingai taip pat aktualizuoja vaizdinės informacijos pagalbą atminties procesams: vizualizacija padeda greičiau, naudojant mažiau pastangų, įsiminti ir atsimiti informaciją. Žemiausioje pozicijoje radikalaus teiginio įvertinimas, konstatuojantis, kad mažiau nei trys ketvirtadaliai 9–10 klasių besimokančių Lietuvos mokinių yra įsitikinę, kad atsimenama tik pavaizduotas sąvokas.

Greitinamoji analitinė statistika atskleidžia (prieduose 9 lentelė), kad nėra statistiškai reikšmingų skirtumų tarp mokinių nuomonės lyginamuoju klasių aspektu. Tyrimo dalyvavę 9–10 klasių ugdytiniai, apie vizualizacijos pagalbą mokantis geografijos yra panašios nuomonės. Todėl aptartieji populiarumo indeksai atskleidžia tos nuomonės vidurkį. Apie tris trečdalius Lietuvos 9–10 klasių mokinių įsitikinę, kad vizualizacija padeda atsimiti informaciją mokantis geografijos. Vaizdinės informacijos pagalbos atminties procesams įvertinimas panašus lyties aspektu (prieduose 12 lentelė). Rastas tik vienas statistiškai reikšmingas skirtumas. Merginos daugiau nei vaikinai ($p < 0,05$) mano, kad mokantis naujas temas, daugelis per geografijos pamokas regėtų vaizdų iškyla iš atminties, todėl joms lengviau suprasti informaciją.

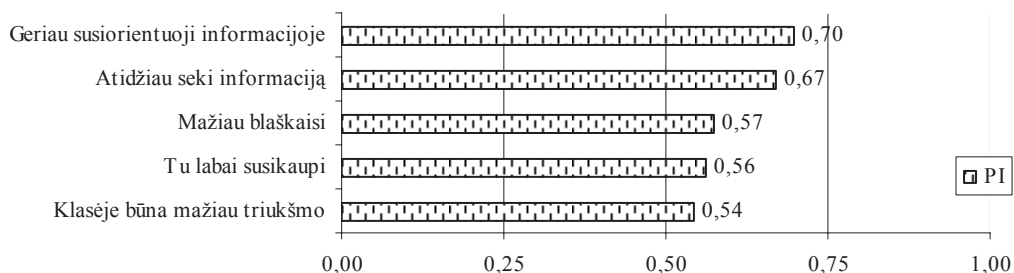
Vizualizacijos poveikis atminties procesams matematikos pamokose įvertinta aukštesniais nei vidutiniais įvertinimais. Daugiausia 9–10 klasių ugdytiniais vizualizacija padeda įsiminti detales (PI = 0,69) be sąvokas, kurios buvo atvaizduotos (PI = 0,69). Mokinių nuomone, trečioje pozicijoje, vizualizacijos taikymas matematikos pamokose jiems padeda išlaikyti informaciją ilgalaikėje atmintyje (PI = 0,68). Taip pat pripažįstama, kad naujos temos mokymasis siejamas su jau turimomis žiniomis, todėl vizualizacija paskatina prisiminti išmokus dalykus (PI = 0,66). Daugiau nei pusė respondentų pažymi, kad vizualizacijos taikymas palengvina įsiminimo procesus – reikia mažiau pastangų (PI = 0,65) ir mažiau laiko (PI = 0,63), terminai lengviau įsimenami (PI = 0,62). Vizualizacijos poveikis atminties procesams matematikos pamokose atskleidžia (prieduose 10 lentelė), kad 9–10 klasių mokinių nuomonė sutampa, nes nėra statistiškai reikšmingų skirtumų. Lyginant duomenis lyties aspektu nustatytas vienas statistiškai reikšmingas ryšys (prieduose 13 lentelė). Merginos statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei vaikinai mano, kad jos ilgiau atsimenta informaciją, jei ji buvo pateikta ne tik žodžiu, bet ir vaizdais. Likę teiginiai atspindi mokinių nuomonės vienodumą lyties atžvilgiu, vadinasi, jog vizualizacijos taikymas matematikos pamokose atminties procesams padeda vienodai abiejų lyčių atstovams.

Vizuali informacija, pateikta įvairių objektų atvaizdavimui, gali būti naudinga atminties procesams: reikia mažiau pastangų įsimenant, susidaro tikslesni mentaliniai modeliai, kurie padeda atpažinti panašius objektus, greičiau vyksta selekcijos procesai, atrenkant įsimenamą informaciją ir panašūs kiti procesai. 37 paveiksle pateikiami teiginių, bylojančių apie vizualizuotos informacijos pagalbą atminties procesams gamtamoksliniame ugdyme, reitingai. Aukščiausias populiarumo indeksas (PI = 0,83) buvo suteiktas teiginiui, konstatuojančiam, kad vizualizacija padeda *įsiminti informaciją ir ją išlaikyti ilgalaikėje atmintyje*. Tai rodo, jog vaizdai, susiję su mokomąja tema, padeda atsiminti informaciją ilgam laikui, kas yra labai svarbu, nes tarpusavyje siejasi dauguma temų.

Antroje pozicijoje yra teiginys, atskleidžiantis galimų *vaizdinių mentalinių modelių veikimą mokymosi proceso metu*, užkoduotą kaip *mokantis naują temą, daugelis regėtų vaizdų išskyla iš atminties ir tai padeda suprasti naują informaciją* (PI = 0,79). Tuo remiantis manoma, kad sąmonėje funkcionuoja vaizdiniai mentaliniai modeliai, kurie padeda suprasti ir atpažinti panašius kodus, todėl nauja informacija yra derinama su jau turima ir taip formuojasi naujas pažinimas. Kuo daugiau ugdytinis turi mentalinių modelių, tuo didesnė tikimybė, kad jis greičiau ir kokybiškiau supras informaciją.

Trečioje reitingų pozicijoje yra *vaizdinės informacijos poveikis įsimenant detales* (PI = 0,75). Ketvirto teiginio (37 pav.) reitingas rodo ugdytinių pritarimą, jog vizualizacija gali padėti mokantis, nes tuomet *reikia mažiau pastangų jos įsiminimui* (PI = 0,74). Dauguma mokinių sudėtingus gamtamokslinius reiškinius, objektus ir sąvokas atsimeina tik vizualios informacijos pagalba. Tikėtina, jog abstraktiems reiškiniams suvokti ir įsiminti reikalingi vaizdai atlieka *papildomos informacijos funkcijas*. Tai taip ši prielaida sietina su daliniu *vizualaus mokymosi stiliumi*, kuris suaktyvėja, kai verbalinė informacija yra per sudėtinga. Vaizdinė informacija, mokinių nuomone, gali mažinti laiko sąnaudas, skirtas informacijos įsiminimui (PI = 0,71), todėl tai itin aktualu, jei siekiama greičiau įsiminti.

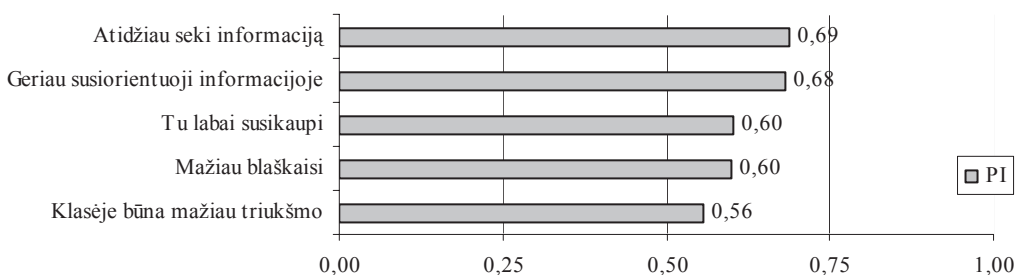
Taikant Manno-Witney neparametrinį kriterijų atskleista (prieduose 11 lentelė), kad lyginant mokinių nuomonę apie vizualizacijos pagalbą atminties procesams gamtos mokslų disciplinose nėra nei vieno statistiškai reikšmingo skirtumo kaip ir lyginant mokinių atsakymus apie vizualizacijos pagalbą percepcijos procesams. Konstatuojama, kad 9-10 klasių respondentų nuomonė vizualizacijos pagalbos atminties procesams mokantis gamtamokslines disciplinas klausimu yra apylygė. Vaizdinės informacijos poveikis atminties procesams lyginamuoju lyties aspektu yra beveik apylygė (prieduose 14 lentelė), nes rastas tik vienas statistiškai reikšmingas skirtumas. Merginos statistiškai reikšmingai daugiau nei ($p < 0,05$) vaikinai atsimeina sąvokas, kurios buvo vizualiai pavaizduotos.



38 pav. Vizualizacijos poveikis dėmesiui mokantis geografijos (N=782)

Vizualizacijos poveikis dėmesio koncentravimui geografijos pamokose įvertinta vidutiniškai ir aukščiau nei vidutiniškai (38 pav.). Labiausiai pritarta nuomonei, kad vizualizuota informacija padeda geriau susiorientuoti informacijoje. Tam pritaria apie trys ketvirtadaliai mokinių. Jei informacija pateikiama su vaizdais, mokiniai atidžiau ją seka, mažiau blaškosi, labiau susikaupia. Mažiausias reitingas byloja, kad apie pusę respondentų sutinka su nuomone, kad vizualizacija teigiamai veikia klasės triukšmo atžvilgiu, tačiau, akivaizdu, socialinėje ugdymo realybėje esame daug svarbesnių veiksmų, veikiančių klasės veiklą ir vizualizacija pusei apklaustųjų nėra pretekstas tyliam darbui.

Analinė statistika konstatuota, kad nėra statistškai reikšmingų skirtumų tarp 9–10 klasėse besimokančių mokinių nuomonės apie vizualizacijos pagalbą aktyvinant dėmesio procesus geografijos pamokose (prieduose 15 lentelė). Tai atskleidžia faktą, kad vizualizuotas skirtingas ugdymo turinys neturi lemiamos reikšmės dėmesio koncentravimui kažkuriai klasei. Todėl nustatytų veiksnių svarbumas vienodai būdingas tirtai populiacijai. Vaizdinės informacijos poveikis dėmesio koncentravimui (prieduose 18 lentelė) geografijos pamokose lyginamuoju lyties aspektu turi vieną statistškai reikšmingą skirtumą. Konstatuojama, kad merginos daugiau ($p < 0,05$) nei vaikinai mano, jog regint vizualizacijas jos geriau susiorientuoja informacijoje. Kiti veiksniai abiejų lyčių įvertinti vienodai.

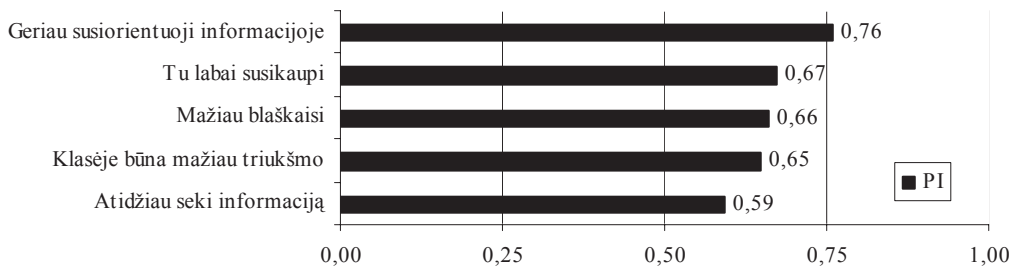


39 pav. Vizualizacijos poveikis dėmesiui mokantis matematikos (N=774)

Vizualizacijos poveikis dėmesio procesams matematikos pamokose įvertinta aukštesniais nei vidutiniai įvertinimais (39 pav.). Didžiausią populiarumo indeksą surinkę teiginiai yra *vizualizacijos poveikis atidžiam informacijos sekimui* (PI = 0,69) ir orien-

tavimuisi informacijoje (PI = 0,68). Daugiau nei pusė 9–10 klasių mokinių pritaria nuomonei, kad matematikos pamokose gaudami informaciją su vaizdais, *labiau susikaupia* (PI = 0,60) ir *mažiau blaškosi* (PI = 0,60). Vizualizacijos taikymas mažiausia įtakos turi *klasės triukšmo slopinimui* (PI = 0,56), tačiau daugiau kaip pusei ugdytinių šis veiksnys pasireiškia ugdymo proceso realybėje.

Nustatyta, kad 9–10 klasių respondentų nuomonė apie vizualizacijos pagalbos dėmesio koncentravimą mokantis matematikos yra apylygė. Neparаметrinės statistikos duomenys atskleidė (prieduose 16 lentelė), kad lyginant mokinių nuomonę apie vizualizacijos pagalbą dėmesio koncentravimui matematikos disciplinoje nėra nei vieno statistiškai reikšmingo skirtumo. Vaizdinės informacijos poveikis dėmesio koncentravimui (prieduose 19 lentelė) lyginamuoju lyties aspektu turi statistiškai reikšmingą skirtumą. Merginoms lengviau nei vaikinams susikaupti pamokose ($p < 0,05$), kai naudojama vizualizaciją. Likę teiginiai statistiškai reikšmingų skirtumų neturi, todėl pagrįstai teigiama, kad ir merginos, ir vaikinai apylygiai vertina vizualizacijos pagalbines funkcijas dėmesio koncentravimui matematikos mokymo procese.

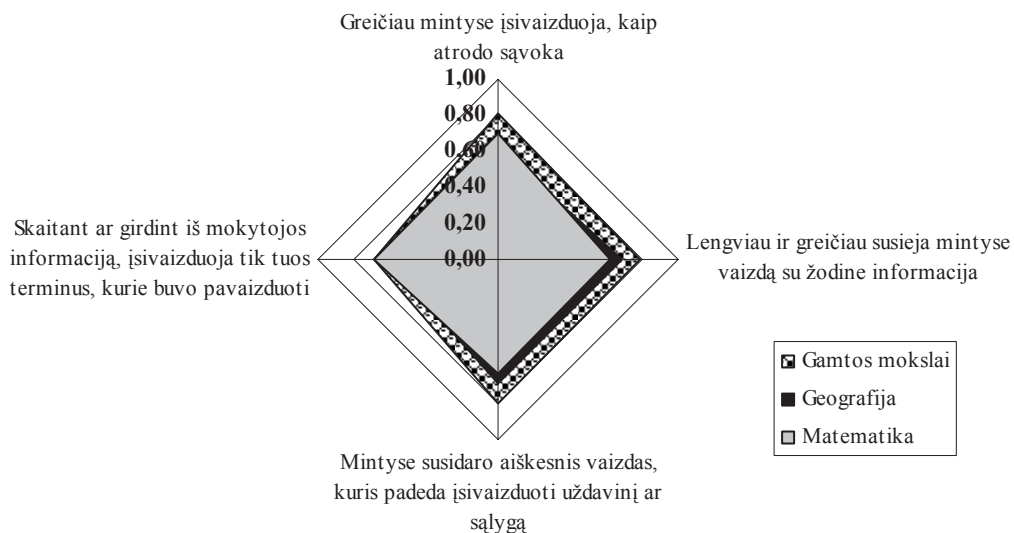


40 pav. Vizualizacijos poveikis dėmesiui mokantis gamtos mokslų (N=1152)

Vizuali informacija yra naudinga dėmesio koncentravimui (40 pav.). Paveiksle pateikiami teiginiai, rodantys su dėmesio aktyvinimu susijusius kintamuosius ir jų santykinį rangą, išreikštą populiarumo indeksu. Aukščiausioje pozicijoje yra *geresnio orientavimosi informacijoje* teiginys (PI = 0,75), kuris atskleidžia, jog vizuali medžiaga padeda sutelkti dėmesį į visumą ir atidžiau mokytis. Dvigubas duomenų pateikimas yra naudingas devintų ir dešimtų klasių mokiniams, kadangi jie pastebi daugiau detalių, perteiktų vizualia forma. Žemesnėse pozicijose yra vizualios informacijos *poveikis susikaupimui* (PI = 0,67), *mažesniams blaškymuisi* (PI = 0,66) ir *triukšmui* (PI = 0,64). Šie trys teiginiai yra labai panašaus populiarumo indekso, todėl juos mokiniai vertina panašiu, šiuo atveju, vidutiniu lygmeniu. Žemiausias reitingas tenka teiginiui, kad *vizualizacija padeda atidžiau sekti informaciją* (PI = 0,59).

Neparаметrinės statistikos duomenys atskleidė (prieduose 17 lentelė), kad lyginant mokinių nuomonę apie vizualizacijos pagalbą dėmesio koncentravimui gamtos mokslų disciplinose nėra nei vieno statistiškai reikšmingo skirtumo, kaip ir lyginant mokinių atsakymus apie vizualizacijos pagalbą percepcijos ir atminties procesams. Konstatuojama, kad 9–10 klasių respondentų nuomonė apie vizualizacijos pagalbą dėmesio koncentravimui mokantis gamtamokslines disciplinas yra apylygė.

Vaizdinės informacijos poveikis dėmesio koncentravimui (prieduose 20 lentelė) lyginamuoju lyties aspektu turi du statistiškai reikšmingus skirtumus. Pažymėtina, kad tiek merginoms, tiek ir vaikinams verbalinis tekstas, pateiktas su vizualizacija, apylygiai padeda sukonzentruoti dėmesį. Merginoms lengviau nei vaikinams susikaupti pamokose ($p < 0,05$) ir jos mažiau blaškosi, kai vizualizacija naudojama gamtos mokslų pamokose.



41 pav. Vizualizacijos poveikis vaizduotės procesams (N=2708)

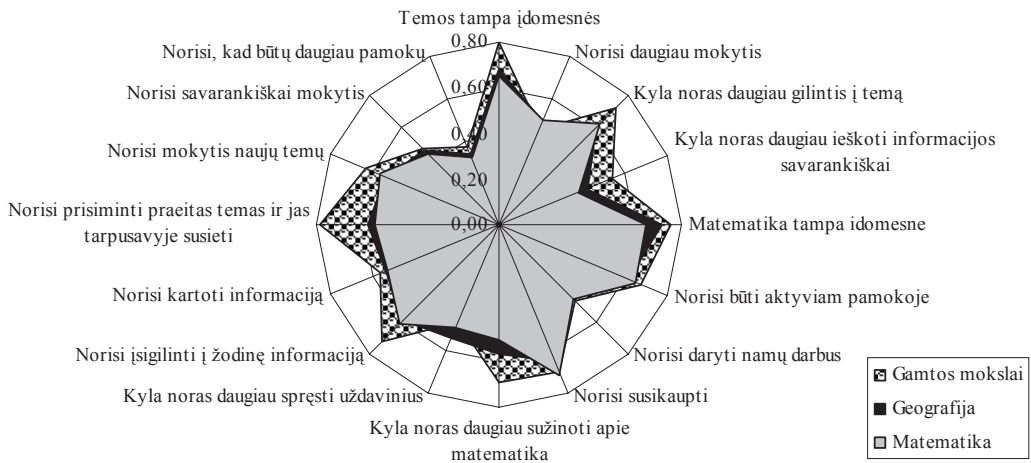
Vizualizacijos poveikis mokinių vaizduotei geografijos pamokose įvertinta aukštesniais nei vidutiniai balais (41 pav.). Beveik trys trečdaliai 9–10 klasių mokinių įsitikinę, kad vizualizuota informacija padeda mintyse susidaryti aiškesnį vaizdą ir išvaizduoti reiškinį. Tiek pat respondentų įsitikinę, kad mintyse lengviau ir greičiau susieja vaizdą su žodine informacija. Daugiau kaip pusė tiriamųjų mano, kad informacija, pateikta su vaizdais, padeda jiems išvaizduoti, atgaminti sąvokas, terminus. Vaizdinės informacijos poveikis vaizduotei geografijos pamokose (prieduose 21 lentelė) įvertinta panašiai – gretinant duomenis klasių lyginamuoju aspektu jie skiriasi tik vienu atveju. Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklose besimokančių 9–10 klasių ugdytinių nuomonė skiriasi, vertinant teiginių apie vizualizacijos pagalbą siejant vaizdą su žodine informacija. 10-ų klasių mokiniai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) mano, kad jiems vizualizacija per geografijos pamokose padeda lengviau ir greičiau susieti vaizdą su žodine informacija. Atskleista, kad vaizdinės informacijos poveikis vaizduotei geografijos pamokose vienodai vertinama visų respondentų (prieduose 24 lentelė). Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų lyginant atsakymus pagal klasių nepriklausomą parametą. Tuo remiantis teigiama, kad aprašytieji populiarumo indeksai reprezentuoja panašią 9–10 klasių mokinių nuomonę, o tai rodo, jog ugdymo turinys neturi lemiamos reikšmės vizualizacijos naudai.

Vizualizacijos poveikis vaizduotei matematikos pamokose įvertinta aukštesniais nei vidutiniai balais. Pirmoje pozicijoje teiginys, atskleidžiantis, kad vizualizacija padeda susikurti aiškesnį vaizdinį uždavinio ar sąlygos išivaizdavimui (PI = 0,69). Antroje pozicijoje yra veiksnys, bylojantis, kad vizualizacija padeda lengviau ir greičiau mintyse susieti vaizdą su žodine informacija (PI = 0,64). Vizualizacija padeda greičiau mintyse išivaizduoti uždavinio sąlygą (PI = 0,63). Mažiausiai vizualizacija naudinga tuomet, kai mokytojas skaito informaciją, o ją girdint išivaizduojami tik tie terminai, kurie buvo vizualizuoti (PI = 0,62). Vizualizacijos poveikis vaizduotei matematikos pamokose naudinga daugiau kaip pusei apklaustųjų, todėl nustatyti populiarumo indeksai atskleidžia kintamųjų vertinimo svarumą. Atskleista (prieduose 22 lentelė), kad vaizdinės informacijos poveikis vaizduotei matematikos pamokose vienodai vertinama visų respondentų. Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų lyginant atsakymus pagal klasių nepriklausomą parametą. Tuo remiantis teigiama, kad aprašytieji populiarumo indeksai reprezentuoja panašią 9-10 klasių mokinių nuomonę, o tai rodo, kad ugdymo turinys neturi lemiamos reikšmės vizualizacijos naudai. Vaizdinės informacijos poveikis vaizduotei (prieduose 25 lentelė) lyginamuoju lyties aspektu neturi statistiškai reikšmingų skirtumų. Vizualizacija apylygiai padeda išivaizduoti sunkiai suvokiamus objektus ir reiškinius abiejų lyčių atstovams.

Gamtamokslinio ugdymo procese naudojama vizualizacija gali aktyvinti ugdytinių vaizduotės procesus. Tyrimo metu paaiškėjo, kad du kintamieji, atskleidžiantis vaizduotės procesus, turi vienodą reitingą, nes jų PI = 0,80. Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklų 9–10 klasių mokiniai mano, kad vizuali informacija padeda mintyse greičiau išivaizduoti, kaip atrodo reiškinys ar sąvoka ir susidaryti kur kas aiškesnį vaizdą apie reiškinius. Žinant, kad tiriamųjų vaizdinis mąstymas dar nėra abstraktus, priemonė, kuri skatina vaizdinių kūrimąsi, turėtų būti naudinga, ką patvirtina ir aukštas teiginių populiarumo indeksas. Žemesnėse pozicijose esantys teiginiai liudija, kad ugdytiniai pažymi vizualizacijos poveikį, nes ji padeda greičiau susieti verbalinę informaciją su vaizdine (PI = 0,78). Tai rodo, kad dvigubas duomenų kodavimas naudingas, nes mintyse žodis sujungiamas su vaizdu ir gaunama nauja dviejų rūšių mentalinius modelius koduojanti informacija. Žemiausioje pozicijoje yra teiginys, atskleidžiantis, jog mokiniai geba išivaizduoti verbalizuotus terminus tik tuomet, kai pastarieji buvo kažkada regėti vizualiaja išraiška (PI = 0,69). Šio teiginio reitingas užima vidutinišką poziciją santykių skalėje, todėl traktuojamas kaip vidutinio svarbumo kintamasis.

Lyginamoji analizė (prieduose 26 lentelė) atskleidžia, kad yra du statistiškai reikšmingi skirtumai, rodantys didesnę vizualizacijos naudojimo kartu su verbaline informacija poveikį vaizduotei vienos lyties atžvilgiu. Vaizdinės reprezentacijos daugiau naudingos merginoms ($p < 0,05$), nes jų mintyse susidaro aiškesnis vaizdas, kuris padeda suvokti sąvoką ar reiškinį, išivaizduoti tik vizualiai regėtus terminus, kai apie juos kalba mokytojas arba skaito pats mokinys. Konstatuojama, kad merginoms vaizdinės reprezentacijos labiau padeda susikurti vaizdinius mentalinius modelius, kuriais remiantis jos naudojasi atkoduodamos verbalines sąvokas ir ilgiau išlaikydamos informaciją atmintyje. Galima teigti, kad merginoms vizualizacija daugiau nei vaikinams aktyvina vaizduotės procesus, svarbius mokantis gamtamokslinių disciplinų.

Neparametrinės statistikos duomenys atskleidė (prieduose 23 lentelė), kad lyginant mokinių nuomonę apie vizualizacijos pagalbą dėmesio koncentravimui gamtos mokslų disciplinose išryškėjo vienas statistiškai reikšmingas skirtumas. Konstatuojama, kad 9–10 klasių respondentų nuomonė šiuo klausimu statistiškai reikšmingai skiriasi, nes 9-ą klasių mokiniai daugiau nei 10-ų mano ($p < 0,05$), jog naudojant vizualizaciją pamokose jiems susidaro aiškesnis vaizdas, kuris padeda išsivaizduoti sąvoką ar reiškinį. Diagnozuojama, kad 10-ą klasių mokiniai labiau nei devintokai sukuria arba atkuria sąvokų ar reiškinų mentalinius modelius.



42 pav. Vizualizacijos poveikis motyvacijos procesams mokantis (N=2708)

Vizualizacijos poveikis (42 pav.) motyvacijos skatinimui geografijos pamokose įvertinta nevienodai. Dauguma teiginių siekia didesnę nei vidutinę įvertinimą, trečdalis įvertinti žemiau nei vidutiniškai. Toks teiginių įvertinimo pasiskirstymas atskleidžia mokinių nuomonę, kad ne visiems, su motyvacija susijusiems veiksniams, vizualizacija gali turėti didelės įtakos. Respondentai pritaria nuomonei, kad geografija tampa įdomesnė, jei mokytojai pamokose taiko vizualizacijos būdus. Ugdymo turinio temos taip pat tampa įdomesnėmis (PI = 0,69). Žemesnėse pozicijose nustatyti kintamieji rodo, kad vizualizacija geografijos pamokose skatina norą savireguliacijai, t. y., mokiniai nori susikaupti (PI = 0,64), būti aktyviais (PI = 0,62), daugiau gilintis į temą (PI = 0,61) ir į žodinę informaciją (PI = 0,60). Daugiau nei pusė apklaustųjų pripažįsta, kad vizualizacijos taikymas geografijos pamokose skatina norą prisiminti temas ir jas susieti tarpusavyje (PI = 0,57). Tiek pat tiriamųjų mano, kad vizualizuota informacija skatina poreikį domėtis geografija (PI = 0,57), gilintis į temą (PI = 0,53) ir mokytis naujų temų (PI = 0,53) ir kartoti jau išmoktą informaciją (PI = 0,53). Žemiausiose pozicijose nustatyti teiginiai, atskleidžiantys mokinių papildomo gilesnio mokymosi poreikį, kuris, taikant vizualizaciją, pasireiškia mažiau nei pusei 9–10 klasėse besimokančių mokinių: rečiau norima daugiau (PI = 0,49) ir savarankiškai mokytis (PI = 0,46), ieškoti papildomos informacijos (PI = 0,42), daryti namų darbus (PI = 0,44). Reitingai rodo, kad

mažiausiai mokiniai nori, kad padaugėtų geografijos pamokų ($PI = 0,34$). Vizualizacijos taikymas geografijos pamokose daugiausia skatina motyvaciją aktyvumui, darbinumui, norui gilintis į temą, informaciją, siejant ją į vieningą visumą, bet mažiausiai motyvuoja papildomai domėtis geografija, eikvojant savo laiką.

Statistinė duomenų analizė atskleidžia (prieduose 27 lentelė), kad mokinių nuomonė apie vizualizacijos taikymo poveikį motyvacijai geografijos pamokose yra panaši. Rastas tik vienas statistiškai reikšmingas skirtumas. 9-ų klasių mokiniai statistiškai reikšmingai daugiau mano ($p < 0,05$), kad regėdami vizualizuotą informaciją geografijos pamokose jie nori būti aktyvesniais nei dešimtokai. Likę kintamieji byloja, kad Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklose besimokantys 9–10 klasių mokiniai vienodai pasisako apie vizualizacijos poveikį geografijos pamokose. Vizualizacijos poveikis motyvacijos procesams geografijos pamokose daugeliu atvejų įvertinta panašiai. Rasti keturi statistiškai reikšmingi skirtumai (prieduose 30 lentelė). Nustatyta, kad merginos statistiškai reikšmingai daugiau nei vaikinai mano ($p < 0,05$), kad regint vizualizacijas pamokų temos joms tampa įdomesnėmis, jos labiau nori susikaupti, o geografijos dalykas – tampa patrauklesniu. Vaikinai statistiškai daugiau ($p < 0,05$) nori savarankiškai mokytis.

Vizualizacijos poveikis motyvacijos skatinimui matematikos pamokose įvertina nevienodai. Daugiausia teiginių siekia didesnę nei vidutinį populiarumo indeksą, vadinasi, jog 9–10 klasių mokiniai teigiamai vertina vizualizacijos pagalbą motyvacijai. Pirmoje pozicijoje nustatytas kintamasis atskleidžia, kad vizualizacija labiausiai skatina norą susikaupti per matematikos pamokas ($PI = 0,72$). Mokiniais taip pat norisi būti aktyviais ($PI = 0,66$), daugiau gilintis į temą ($PI=0,62$) ir į žodinę informaciją ($PI = 0,61$). Vizualizuojant ugdymo turinį matematikos pamokose daugeliui temos ($PI=0,65$) ir matematika tampa įdomesnė ($PI=0,65$). Dauguma ugdytinių nori mokytis naujų temų ($PI=0,57$) jau išmoktą informaciją susieti su nauja ($PI=0,54$). Pusei 9-10 klasių ugdytinių kyla noras daugiau sužinoti apie matematiką ($PI=0,50$) ir daugiau jos mokytis ($PI=0,50$). Mažiausiai vizualizacija įtakoja mokinių norą ieškoti savarankiškai papildomos informacijos apie matematiką ($PI=0,38$) ir turėti daugiau matematikos pamokų per savaitę ($PI=0,32$). Rezultatai atskleidžia, kad vizualizacija skatina motyvaciją mokytis matematikos klasėje, tačiau nežadina noro papildomai domėtis šia disciplina.

Lyginant atsakymų apie vizualizacijos pagalbą motyvacijai matematikos pamokose vidutinius rangus (prieduose 28 lentelė) galima teigti, jog dešimtos klasės mokinių nuomone ($p < 0,05$), naudojant vizualizacijas jiems kyla didesnis noras ieškoti savarankiškai informacijos ir daryti namų darbus. Konstatuota ir tai, kad taikant vizualizaciją matematikos pamokose dešimtokams ($p < 0,05$) kyla noras daugiau sužinoti apie matematiką, o vizualizacijos naudojimas kartu su verbaline informacija aktyvina norą mokytis naujų temų devintose klasėse labiau nei ($p < 0,05$) dešimtose.

Likę parametrai statistiškai reikšmingai nesiskiria, todėl pagrįstai teigiama, kad informacijos pateikimas su vaizdais, vienodai skatina motyvaciją matematikos pamokose, o aptarti skirtumai byloja, kad kai kurie veiksniai labiau būdingi atitinkamai klasei. Vizualizacijos poveikis motyvacijos skatinimui matematikos mokyme daugeliu kintamųjų atžvilgiu apylygė gretinant nuomonės lyties aspektu (prieduose 31 lentelė). Rasti trys statistiškai reikšmingi skirtumai. Merginos statistiškai reikšmingai daugiau ($p <$

0,05) nei vaikinai mano, kad naudojant vizualizaciją pamokose, joms matematika tampa įdomesne, labiau norisi susikaupti. Vaikinai daugiau ($p < 0,05$) nori savarankiškai ieškoti informacijos, jei pamokose buvo taikoma vizualizacija.

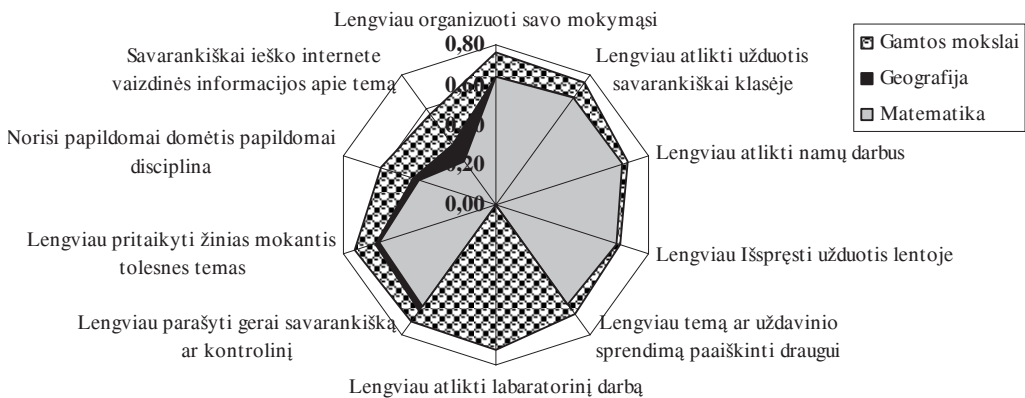
Tyrimo metu buvo siekiama išsiaiškinti, ar vizualizacija, pateikiama kartu su verbaline informacija, gali skatinti motyvaciją mokytis gamtos disciplinų. Šiam tikslui pasiekti buvo sugalvota šešiolika teiginių, grindžiančių mokymosi motyvacijos aspektus. Pastaruosius ugdytiniai vertina ne vienodai, todėl 42 paveiksle matomi kiekvieno teiginio reitingai. Didžiausio populiarumo tarp Lietuvos mokinių sulaukęs teiginys yra „*temos tampa įdomesnės*“ kai jos pateikiamos kartu su vizualia informacija ($PI=0,79$). Tai reiškia, kad mokiniams yra įdomiau mokytis, kai daugelį abstrakčių dalykų perteikiama ne tik verbaliai, bet ir vizualiai. Kalbant plačiąja prasme, vaizdai parodo sudėtingus reiškinius, kuriuos neįprasta regėti aplinkoje, todėl jie sužadina ugdytinių smalsumą. Dažnai regima informacija sužadina praeityje regėtus vaizdus, suaktyvina mentalinius modelius, todėl mokiniai stengiasi dabartį susieti su praeitimi ($PI=0,78$). Dauguma mokinių pripažįsta, kad vizualios informacijos poveikis – gamtos mokslai tampa įdomesni ($PI=0,75$) ir ugdytiniai labiau nori gilintis į konkrečią temą ($PI=0,73$). Analogiškai, vizualizacija paskatina įsigilinti į žodinę informaciją ($PI=0,72$), ir skatina susikaupti ($PI=0,69$). Visi išvardinti kintamieji pabrėžia vizualizacijos naudojimo motyvacinį aspektą, kuris yra tiek pat svarbus ir mokinių pripažįstamas, kaip ir vizualizacijos poveikis veikiančiant percepciją, atmintį ir vaizduotę. Galima sakyti, kad visos pirmosios šešios pozicijos, respondentų nuomone, arčiausiai tiesos ir labiausiai reikšmingos jiems.

Daugiau nei pusė tiriamųjų pažymi, kad vizualizacija skatina norą daugiau sužinoti apie gamtos mokslus ($PI=0,69$), aktyviai dalyvauti pamokoje ($PI=0,68$) ir mokytis naujas temas ($PI=0,67$). Tai rodo, kad vaizdai, pateikiami su verbaline informacija, gali padėti skatinti mokinių motyvaciją, kuri pasireiškėtų kaip aktyvus darbas pamokoje ir siekis išmokti gamtamokslines disciplinas. Taip pat pastebima, kad Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklų devintokams ir dešimtokams turėtų būti įdomiau kartoti temas ($PI=0,65$) ir ieškoti naujoms temoms informacijos ($PI=0,63$). Likę teiginiai konstatuoja faktą, kad labai mažai mokinių mano, jog vizualizacija gali paskatinti juos norėti papildomai mokytis, daryti namų darbus, ir praktine veikla įtvirtinti teorines žinias. Pasutiniųjų penkių teiginių populiarumo indeksas yra žemesnis už 0,5 įvertį santykinėje skalėje. Respondentų nuomone, vizualizacija, pateikiama su verbaline informacija, gali labiausiai motyvuoti mokytis pamokos metu, bet ne už mokyklos ribų. Tuo remiantis galima teigti, kad labiausiai vaizdinė informacija skatina domėtis tema, temos turiniu, sąvokomis ir susikaupus atsiminti praeityje išmokus dalykus ir juos susieti.

Lentelėje pateikti duomenys rodo, kad pritaikius neparimetrinę statistiką paaiškėjo tiriamųjų nuomonės vieningumas daugeliu kintamųjų atžvilgiu. Apklaustųjų teigimu, vizualizacijos poveikis stimuliuojant mokymosi motyvaciją yra aptarto lygio (prieduose 29 lentelė) ir statistiškai reikšmingai skiriasi tik trimis klausimais. Lyginant vidutinius rangus galima teigti, jog dešimtos klasės mokinių nuomone ($p < 0,05$), naudojant vizualizacijas gamtamokslinio ugdymo procese jiems kyla didesnis noras nei devintokams gilintis į temą ir būti aktyviems pamokoje, nori didesnio pamokų skaičiaus. Vizualizacijos naudojimas kartu su verbaline informacija aktyvina motyvaciją įvairiais

aspektais panašiu lygmeniu visus respondentus, tačiau devintokai labiau nori gilintis į temą ir būti aktyviais, o dešimtoje klasėje besimokantys ugdytiniai prioritetą teiktų didesniai pamokų skaičiui.

Vizualizacijos poveikis motyvacijos stiprinimui pagal daugelį parametrų yra panašaus lygio analizuojant duomenis lyginamuoju lyties aspektus (prieduose 32 lentelė). Tačiau neparаметrinis statistinis kriterijus užfiksavo šešis statistiškai reikšmingus skirtumus. Vaizdinių reprezentacijų poveikis merginoms statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei vaikinams gamtamokslinių disciplinų temas tampa įdomesnės, kyla didesnis noras gilintis į gamtamokslinių disciplinų pamokų temas, norima įsigilinti į žodinę informaciją ir daryti namų darbus, skatina susikaupti, sukelia didesnę norą papildomai sužinoti apie gamtos mokslus.



43 pav. Vizualizacijos poveikis savarankiško mokymosi procesams (N=2708)

Vizualizacijos poveikis savarankiško mokymosi procesuose (43 pav.) geografijos pamokose įvertinta įvairiai: aukščiausi teiginiai siekia beveik tris ketvirtadalius skalės, o žemiausieji – mažiau nei pusės skalės. Daugiausiai mokinių mano, kad vizualizacija geografijos pamokose jiems padeda atlikti savarankiškas užduotis (PI=0,67). Panašus procentas ugdytinių įsitikinę, kad informacijos pateikimas su vaizdais jiems padeda lengviau parašyti savarankišką ar kontrolinį darbą (PI=0,65), organizuoti savo mokymąsi (PI=0,64) ir lengviau paaiškinti temą kitam, jei to reikėtų (PI=0,64). Išvardinti teiginiai atskleidžia, kad vizuali informacija, derinama su verbaline pateiktimi lengvina mokinių savarankiško darbo procesus, susijusius su praktiniu žinių pritaikomumu. Tačiau žemesnį nei vidutinis populiarumo indeksą turintys teiginiai atskleidžia mokinių įsitikinimą, kad vaizdinės informacijos pateikimas kartu su verbaline informacija mažiau skatina norą papildomai mokytis geografijos - domėtis ja ne pamokų metu (PI=0,43). Mažiausiai pamokose regėtos vizualizacijos įtakoja mokinių savarankišką mokymąsi namuose ieškant vaizdinės informacijos internete (PI=0,37).

Greitinamoji analizė atskleidžia, kad 9-10 klasių mokiniai panašiai mano apie vizualizacijos poveikį savarankiško mokymosi procesuose (prieduose 33 lentelė). Rastas vienas statistiškai reikšmingas skirtumas. Devintose klasėse besimokantys mokiniai

statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei dešimtokai įsitikinę, kad vizualizacijos panaudojimas geografijos pamokose jiems skatina norą domėtis geografija savarankiškai. Devintokai mano, kad jie gali daugiau skirti laiko papildomam savarankiškam domėjimuisi geografija nei dešimtokai. Vizualizacijos poveikis savarankiško mokymosi procesuose lyties aspektu įvertinta taip pat panašiai (prieduose 36 lentelė). Rasti du statistiškai reikšmingi skirtumai. Merginos statistiškai reikšmingai daugiau nei ($p < 0,05$) vaikinai mano, kad vizualizacija padeda suprasti informaciją, todėl ją lengviau paaiškėtų draugams, jei reikėtų. Vaikinai daugiau nei merginos ($p < 0,05$) nori mokytis geografijos, kai mokytoja pamokose naudoja vizualizaciją.

Vizualizacijos poveikis savarankiško mokymosi procesuose matematikos pamokose įvertinta aukštesniais nei vidutiniais ir žemesniais nei vidutiniais įvertinimais. Du trečdaliai kintamųjų siekia aukštesnį įvertinimą nei vidutinis ir atskleidžia, kad šiame santykiyje atitinkami rodikliai labiau reikšmingi 9-10 klasių mokiniams. Mokiniai mano, kad labiausiai vizualizacija padeda jiems savarankiškai atliekant namų darbus (PI=0,66), užduotis klasėje (PI=0,65). Ugdytiniams taip pat kur kas lengviau reginti vizualizacijas organizuoti savo mokymąsi (PI=0,64). Vaizdinių reprezentacijų regėjimas matematikos pamokose taip pat padeda savarankiškai realizuoti žinias: išspręsti uždavinį lentoje (PI=0,63) ir lengviau parašyti kontrolinį darbą (PI=0,63), paaiškinti kitam suvoktą informaciją (PI=0,61) ir pritaikyti žinias tolesniame mokymesi (PI=0,61). Mažiausiai vizualizacija skatina papildomai domėtis matematika, savarankiškai jos mokytis (PI=0,41) ir ieškoti vaizdinės informacijos apie temą internete (PI=0,27). Vizualizacija mažai įtakoja norą eikvoti savo laiką papildomam savarankiškam matematikos žinių gilinimui ir labiausiai padeda mokytis praktiškai naudingus dalykus, teoriją realizuoti praktikoje.

Vizualizacijos poveikis savarankiško matematikos mokymosi procesuose įvertinta labai panašiai (prieduose 34 lentelė). Abiejų klasių ugdytiniai statistiškai reikšmingai vienodai vertina kintamuosius, kurių populiarumo indeksas jau atskleidė kontekstą. Rastas tik vienas statistiškai reikšmingas skirtumas. Devintų klasių mokiniai daugiau ($p < 0,05$) teigia, kad naudojamos įvairios vizualizacijos padeda gerai parašyti savarankišką ar kontrolinį darbą. Statistinė analizė atskleidė (prieduose 37 lentelė), kad lyginant mokinių atsakymus pagal lytį, daugelis parametru panašiai įvertinti, todėl neturi statistiškai reikšmingų skirtumų. Paskutinis kintamasis skiriasi - *vaikinai daugiau nei merginos teigia* ($p < 0,05$), *kad naudojamos įvairios vizualizacijos padeda savarankiškai internete ieškoti informacijos apie temą.*

Manoma, kad vizualizacija, perteikta įvairiomis formomis, gali įtakoti mokinių mokymąsi, kaip skirtingų, bet tarpusavyje siejamų procesų visumą. Populiarumo indeksas atskleidžia mokymosi procesų ar veiklų reitingus, kurie konstatuoja Lietuvos devintokų ir dešimtokų nuomonę prioritetų tvarka. Žvelgiant į paveikslo duomenis galima teigti, kad vizuali informacija daugiausiai padeda *organizuoti savo savarankišką mokymąsi* namuose ar klasėje. Šio teiginio populiarumo indeksas siekia tris ketvirtadalius skalės, todėl atpažįstamas kaip pakankamai svarbus. Mokinių teigimu vizuali informacija taip pat padeda mokiniams *savarankiškai atlikti užduotis klasėje* (PI=0,74) ir *pritaikyti žinias tolesnėms temoms mokantis* (PI=0,74). Pastarieji trys teiginiai reitingų lentelėje yra aukščiausiosiose pozicijose, todėl yra laikomi patys reikšmingiausi lyginant juos

su kitais paveiksle pateiktais teiginiais. Vadinasi, išryškėjo trys bendresnio pobūdžio teiginius koduojančių mokymosi procesų: savarankiškas mokymosi organizavimas yra savarankiško mokymosi veiklos laiko, periodų, dedamų pastangų raiška, kuri galėtų būti apibūdinama kaip dalina mokymosi veiklos *vadybinė kompetencija*. Antrasis teiginys atspindi bendro pobūdžio, nesukonkretintą veiklą, kuri tik parodo, jog mokinys gali atlikti bet kurias užduotis ir tai daro vienas būdamas klasėje. Trečiojo teiginio reikšmė siekia *teorinių žinių pritaikomumą*, mokantis tolesnes temas, kai vizualizacija gelbsti kognityvinių procesų veikloje įsisavinant teorines žinias ir jų turinį siejant su naujomis temomis. Dauguma mokinių taip pat mano, kad vaizdai, pateikiami su verbale informacija jiems padeda *atlikti laboratorinius darbus* (PI=0,72) ir *parašyti gerai savarankišką ar kontrolinį darbą* (PI=0,72). Šie teiginiai konstatuoja mokinių įsitikinimą, kad vizuali informacija gali padėti *teorines žinias taikant praktinėje atsiskaitomojoje veikloje*. Populiarumo indeksas leidžia teigti, kad pastarieji teiginiai yra pakankamai svarūs devintų ir dešimtų klasių mokinių vertinimu. Vaizdinė informacija padeda Lietuvos mokiniams atlikti namų darbus (PI=0,69), išspėsti užduotis lentoje (PI=0,65) ir, jei reikėtų, paaiškinti temą kitam mokiniui (PI=0,68). Šių teiginių populiarumo indeksas truputį didesnis nei du ketvirtadaliai galimo pozityvaus vertinimo ir padėties skalėje, todėl teigtina, kad mokiniai šiuos kintamuosius vertina beveik vidutiniškai. Žemiausiose reitingų pozicijose mokiniai pažymėjo teiginius, kurie atskleidžia tiriamųjų poreikį domėtis *papildoma informacija* apie gamtos mokslus (PI=0,59) ir ieškoti papildomos vaizdinės informacijos internete (PI=0,59), kuri padėtų gilintis į sudėtingus reiškinius ir sąvokas kur kas daugiau nei priklauso pagal programą.

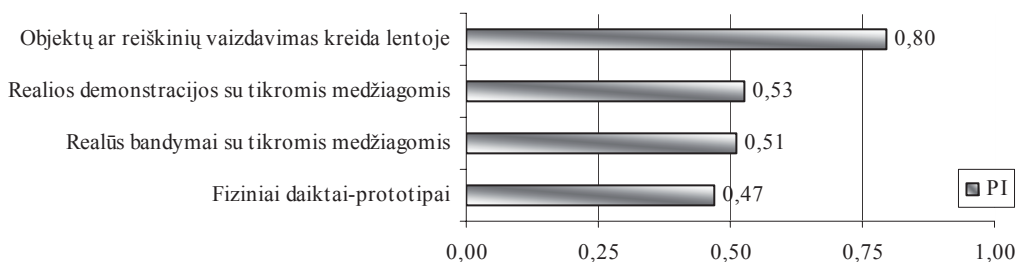
Lyginamoji analizė atskleidė (prieduose 35 lentelė), kad vaizdų, pateikiamų kartu su žodine informacija, poveikis savarankiško mokymosi procesuose yra daugeliu atveju labai panaši lyginamosiose devintose ir dešimtose klasėse. Nustatyti keturi statistiškai reikšmingi skirtumai, rodantys, kad respondentų nuomonės kai kurių kintamųjų atžvilgiu statistiškai reikšmingai skiriasi. Devintų klasių mokiniai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) teigia, kad pamokose naudojamos vizualizacijos padeda jiems klasėje atlikti užduotis savarankiškai, atlikti namų darbus, padeda atlikti laboratorinį darbą, ir gerai parašyti savarankišką ar kontrolinį darbą. Galima konstatuoti, kad savarankiško mokymosi procesuose pamokose naudojamos vizualizacijos apylyginiai naudingos visiems respondentams, tik devintose klasėse besimokantiems ugdytiniams daugiau nei dešimtokams naudinga atliekant savarankiškas užduotis, namų darbus ir atsiskaitomuosius darbus.

Neparametrinė statistika atskleidė (prieduose 38 lentelė), kad lyginant mokinių nuomonę lyties aspektu apie vizualizacijos pagalbą savarankiško mokymosi procese gamtos mokslų disciplinose yra penki statistiškai reikšmingi skirtumai. Pirmasis skirtumas identifikuoja, kad vizualizuota gamtamokslinė informacija statistiškai reikšmingai daugiau merginoms ($p < 0,05$) padeda atlikti savarankiškai užduotis klasėje, atlikti namų darbus, padeda įsisavinti temos esmę, kurią jie galėtų paaiškinti savo draugui. Vizuali gamtamokslinė informacija statistiškai reikšmingai daugiau vaikinams ($p < 0,05$) padeda atlikti laboratorinį darbą, ir savarankiškai ieškoti internete vaizdinės medžiagos temų paaiškinimui. Konstatuojama, kad vizualizacija, pateikiama kaip pagalbinė prie-

monė žodinei informacijai merginoms yra labiau naudinga kai jiems reikia atlikti namų darbus ir savarankiškas užduotis klasėje ir paaiškinti savo draugams temas. Vizualizacija vaikams yra naudingesnė atliekant laboratorinius darbus ir ieškant internete pagalbines vaizdinės informacijos pamokų paaiškinimui.

Mokytojų nuomonės tyrimo rezultatai

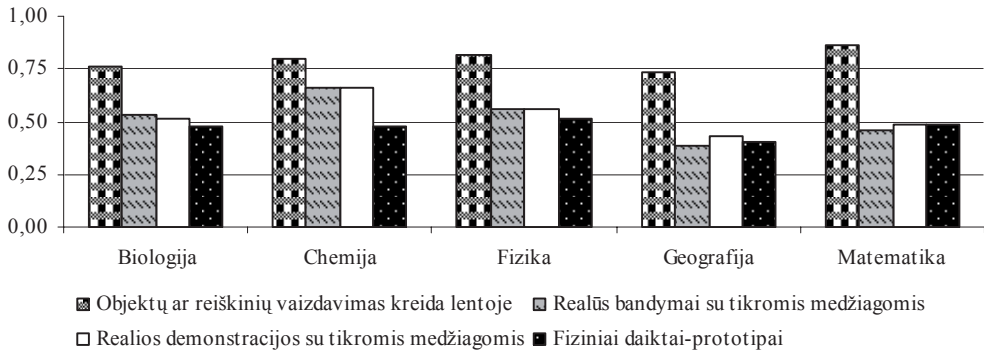
Fizinės vizualizacijos taikymas



44 pav. Mokytojų nuomonė apie fizinės vizualizacijos taikymą (N=1481)

Dauguma mokytojų taiko klasikinę priemonę reiškiniams vizualizuoti (44 pav.). 80 % apklaustųjų pripažįsta, kad objektų ir / ar reiškinių vaizdavimas kreida lentoje ugdymo procese yra taikomas dažniausiai. Realios demonstracijos ir bandymai su tikromis medžiagomis taikomi apie pusės apklaustų mokytojų edukaciniame darbe.

Fizinės vizualizacijos taikymas gretinamuoju aspektu statistiškai reikšmingai skiriasi. 11–20 metų ir 21–30 metų mokymo patirtį turinčių ugdytojų nuomonė statistiškai reikšmingai nesiskiria. Fizinis daiktus – prototipus statistiškai reikšmingai daugiau taiko 11–20 metų darbo stažo turintys mokytojai nei 31–40 metų mokykloje dirbantys jų kolegos ($p = 0,030$). 31–40 metų darbo stažą turintys pedagogai statistiškai reikšmingai daugiau įsitikinę, kad mokytojai dažnai taiko realius bandymus su tikromis medžiagomis nei tie, kurie dirba 11–20 metų mokykloje ($p = 0,036$). Minėtoji grupė pedagogų, turinčių didžiausią darbo stažą mokykloje, taip pat statistiškai reikšmingai įsitikinę daugiau nei 21–30 metų dirbantys jų kolegos, kad realūs bandymai ($p = 0,007$) ir realios demonstracijos su tikromis medžiagomis ($p = 0,023$) ugdymo procese plačiai taikomos.

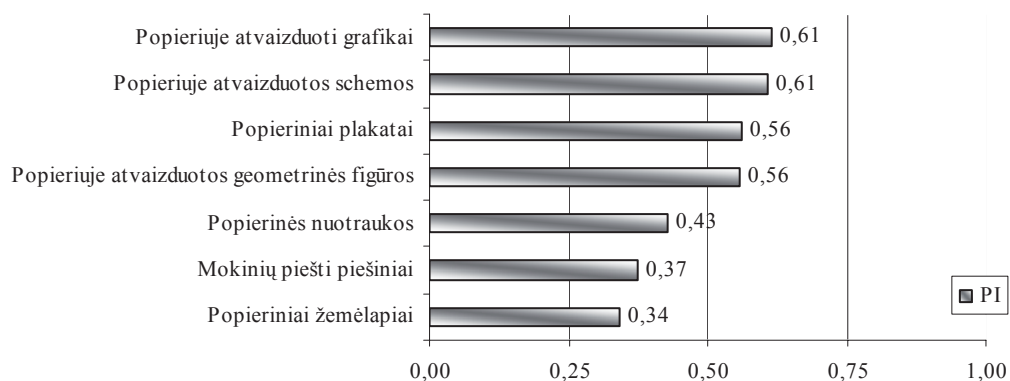


45 pav. Skirtinga dalykus dėstančių mokytojų nuomonė apie fizinės vizualizacijos taikymą (N=1481)

45 paveikslo duomenys atskleidžia, kad visų disciplinų ugdytojai daugiausia praktikoje taiko objektų ar reiškinių vaizdavimą kreida lentoje. Daugiausia šia priemone naudojami matematikos mokytojai, mažiausiai – geografijos. Realios demonstracijos ir bandymai su tikromis medžiagomis taikomi chemijos ir fizikos pamokose, mažiausiai – geografijos pamokose. Fizinė vizualizacija bendrojo lavinimo mokyklose daugiausia naudojama chemijos pamokose.

Chemijos mokytojai mano, kad jų srities mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p = 0,000$) naudoja realius bandymus su tikromis medžiagomis nei kitų dalykų pedagogai – biologijos, fizikos, geografijos ir matematikos mokytojai. Chemijos mokantys pedagogai įsitikinę, kad jų disciplinos specialistai statistiškai reikšmingai daugiau nei kitų sričių atstovai mokykloje taiko realias demonstracijas su tikromis medžiagomis. Šie skirtumai ($p = 0,000$) nustatyti tarp chemijos mokytojų ir biologijos, fizikos, geografijos ir matematikos mokytojų. Chemijos pedagogai daugiau nei geografijos mokytojai taiko objektų atvaizdavimą kreida lentoje ($p = 0,005$), fizinius daiktus – prototipus ($p = 0,000$). *Biologijos* mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) pritaria nuomonei, kad jų srities specialistai taiko realius bandymus su tikromis medžiagomis nei geografijos ir matematikos mokytojai; dažniau nei geografojai taiko ir realias demonstracijas su tikromis medžiagomis ir fizinius prototipus. *Fizikai* įsitikinę ($p < 0,05$), kad jų dalyko pedagogai daugiau nei biologai, geografojai ir matematikai taiko realias demonstracijas su tikromis medžiagomis; daugiau nei matematikai ir geografojai naudoja bandymus; dažniau nei biologai ir geografojai reiškinius vaizduoja kreida lentoje, o fizinius prototipus darbo praktikoje taiko dažniau nei geografojai ir biologai. *Matematikos* mokytojai statistiškai reikšmingai įsitikinę ($p < 0,05$), kad jų specialybės atstovai darbo praktikoje taiko objektų atvaizdavimą kreida lentoje daugiau nei biologijos, chemijos, fizikos ir geografijos mokytojai; taip pat matematikos mokytojai daugiau nei geografijos mokytojai įsitikinę, kad dauguma pedagogų taiko realius bandymus, realias demonstracijas su tikromis medžiagomis fizinius prototipus.

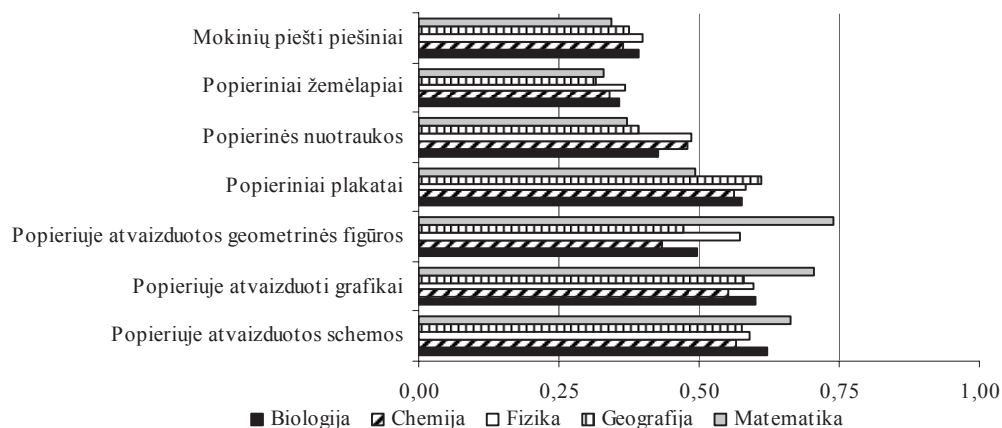
Popierinės vizualizacijos taikymas



46 pav. Mokytojų nuomonė apie popierinės vizualizacijos taikymą (N = 1481)

Popierinė vizualizacija nėra plačiai taikoma ugdymo realybėje (46 pav.). Aukščiausias populiarumo indeksas siekia daugiau nei pusės respondentų pritarimą, o mažiausias – trečdali. Gamtos mokslų, geografijos ir matematikos pamokose labiausiai taikomi popieriuje atvaizduoti grafikai, schemas, plakatai ir geografinės figūros. Pusė pedagogų naudoja nuotraukas. Mažuma taiko piešinių ar popierinių žemėlapių demonstravimą.

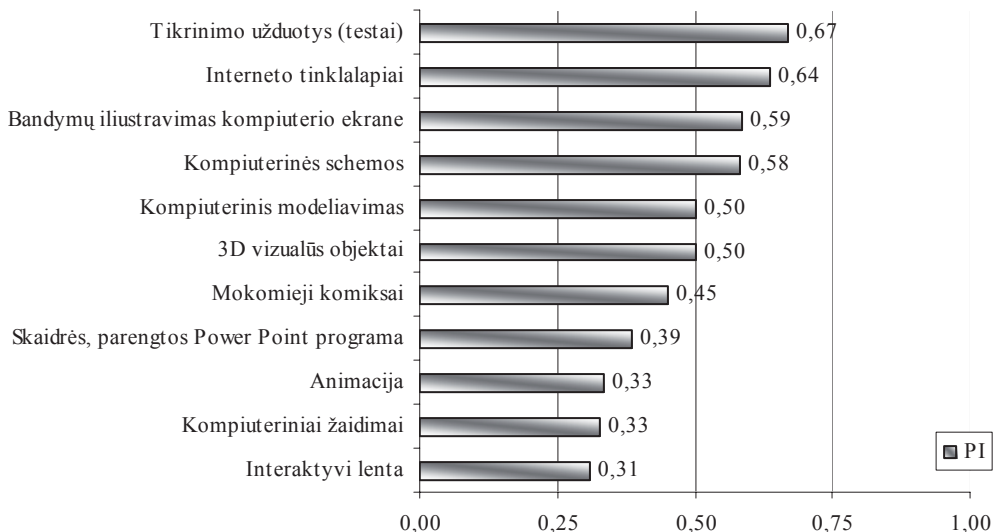
21–30 metų darbo stažą turintys pedagogai labiau nei 11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai įsitikinę, kad popierinis geometrinių figūrų atvaizdavimas plačiai taikomas pamokose ($p = 0,048$). Mažiausių darbo patirtį turintys pedagogai labiau nei ilgiausiai mokykloje dirbantys jų kolegos įsitikinę, kad popieriniai plakatai daugiau vartojami praktikoje ($p = 0,001$). Mokytojai metodininkai statistiškai reikšmingai daugiau nei vyresniojo mokytojo kategoriją turintys pedagogai mano, kad popieriniai plakatai vartojami daugumos mokytojų ($p = 0,000$).



47 pav. Skirtingus dalykus dėstančių mokytojų nuomonė apie popierinės vizualizacijos taikymą (N = 1481)

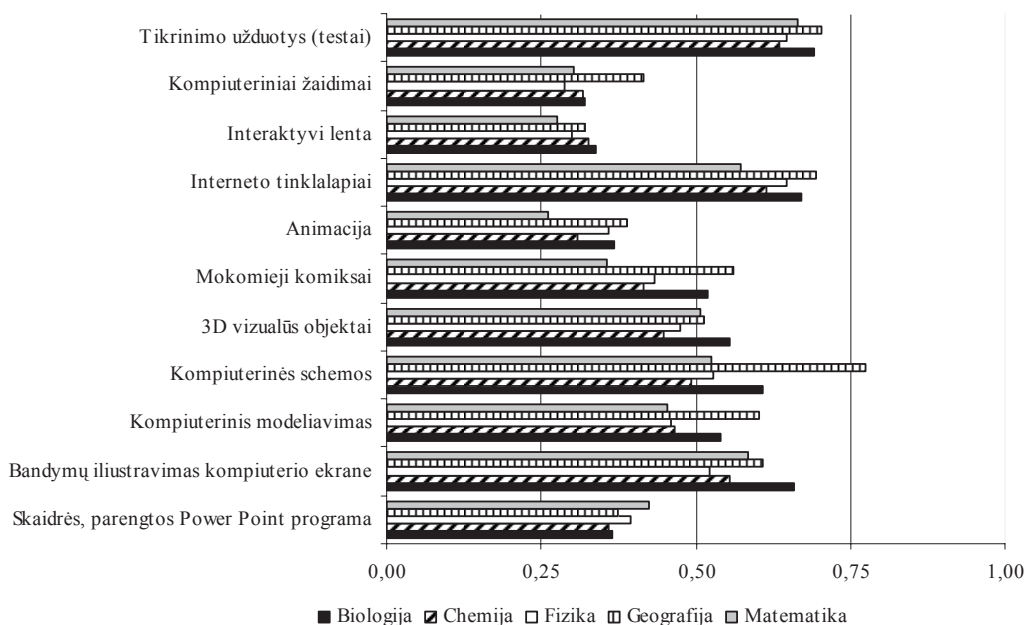
Matematikos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ištikinę ($p < 0,05$), kad jų disciplinoje daugiau taikomos popieriuje atvaizduotos schemas nei biologijoje, chemijoje, fizikoje ir geografijoje. Matematikos pedagogai pritaria nuomonei, kad jų disciplinoje daugiau taikomi popieriuje atvaizduoti grafikai nei biologijoje, chemijoje, fizikoje ir geografijoje. Matematikos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ištikinę ($p = 0,000$), kad jų disciplinoje daugiau nei biologijoje, chemijoje, fizikoje ir geografijoje taikomos popieriuje atvaizduotos geometrinės figūros. Mokytojų populiacijoje daugiausia *fizikai* taiko popieriuje atvaizduotas geometrines figūras, gretinant su biologais ($p = 0,001$), chemikais ($p = 0,000$), geografais ($p = 0,000$). Fizikos mokytojai dažniau ($p < 0,05$) nei biologai, geografai ir matematikai naudoja popierines nuotraukas. Fizikos pedagogai ištikinę ($p < 0,05$), kad jų srities specialistai daugiau už geografus ir matematikus taiko popierinius žemėlapius ir dažniau nei matematikai taiko mokinių pieštus piešinius. *Biologijos* mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei chemijos mokytojai taiko popieriuje atvaizduotas schemas ($p = 0,011$), grafikus ($p = 0,041$) ir geometrines figūras ($p = 0,018$). Biologai daugiau nei geografai taiko popieriuje atvaizduotas schemas ($p = 0,043$) ir žemėlapius ($p = 0,014$). Gretinant biologijos mokytojų ir matematikos mokytojų nuomonę paaiškėjo, kad pirmieji daugiau taiko popierinius plakatus ($p = 0,000$), nuotraukas ($p = 0,005$) ir mokinių pieštus piešinius pamokose ($p = 0,011$). *Chemijos* mokytojai populiacijoje daugiau ($p < 0,05$) nei biologai, geografai ir matematikai taiko nuotraukų demonstravimą edukaciniame procese ir daugiau nei matematikai taiko popierinius plakatus. *Geografijos* mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei chemijos ($p = 0,025$) ir matematikos ($p = 0,000$) mokytojai praktikoje naudoja popierinius plakatus. Geografijos pedagogai dažniau nei matematikai naudoja ir mokinių pieštus piešinius ($p = 0,040$).

Kompiuterinės vizualizacijos taikymas



48 pav. Mokytojų nuomonė apie kompiuterinės vizualizacijos taikymą (N = 1481)

Kompiuterinė vizualizacija nevienodai taikoma ugdymo realybėje (48 pav.). Populiarumo indeksai svyruoja nuo 0,31 iki 0,67, vadinasi, kad ją naudoja mažiausiai trečdalis ir daugiausia trys ketvirtadaliai visų apklaustųjų. Daugiausia mokytojai naudoja tikrinimo užduotis, kurios būna parengtos ir patogios naudoti mokinių įgytoms žinioms vertinti. Interneto tinklalapiai užima antrą poziciją pagal savo populiarumą. Jais naudojasi daugiau nei pusė Lietuvos mokytojų, kas atskleidžia, jog mokyklose sudarytos vidutiniškos sąlygos laisvai internetinei prieigai. Analogiškai daugiau nei pusė respondentų įsitikinę, kad darbo praktikoje taiko įvairius bandymus, rodomus mokiniam kompiuterio ekrane, ir schemas, kurių atvaizduoti kitomis priemonėmis neįmanoma. Pusė mokytojų edukacinėje realybėje pasitelkia kompiuterinį modeliavimą ir 3D vizualiuosius objektus, ypač išsiskiriančius savybėmis, nebūdingomis kitoje reprezentacijų terpėje. Mažiau nei pusė ugdytojų taiko kompiuterinius mokomuosius komiksus, skaidres, animaciją. Kompiuteriniai mokomieji žaidimai ir interaktyvioji lenta užima žemiausias reitingų pozicijas, todėl akivaizdžiai mažiausiai vartojami gamtos mokslų, geografijos ir matematikos pamokose. Mokytojai, ilgiausiai dirbantys mokykloje, statistiškai reikšmingai daugiau nei jų jaunieji ($p = 0,011$) ir 21–30 metų stažą turintys kolegos ($p = 0,037$) naudoja videofilmus. Mokytojai metodininkai statistiškai reikšmingai daugiau nei vyresnieji mokytojai taiko mokinių nufilmuotus vaizdelius ($p = 0,003$). Vyresnieji pedagogai statistiškai reikšmingai daugiau nei metodininkai mano, kad jie dažniau naudoja kompiuterinius žaidimus ($p = 0,036$).



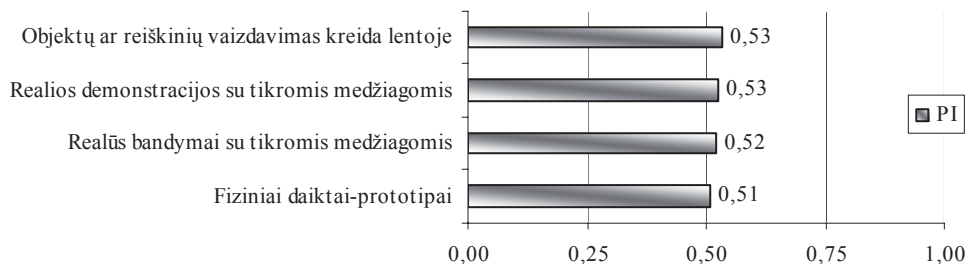
49 pav. Skirtingus dalykus dėstančių mokytojų nuomonė apie kompiuterinės vizualizacijos taikymą (N = 1481)

49 paveikslo duomenys atskleidžia, kad būdingas tarpdiscipliškumas: jei bendras priemonės populiarumo indeksas aukštas – toji priemonė naudojama daugelyje dalykų. Beveik nepastebimas svarus procentinis atotrūkis tarp kompiuterinės vizualizacijos taikymo dalykuose, išskyrus akivaizdų kai kurių priemonių (pvz., kompiuterinių schemų ar interneto tinklalapių) platesnį naudojimą geografijos ir biologijos pamokose.

Nustatyta daugiausia statistiškai reikšmingų skirtumų gretinant biologijos ir chemijos, biologijos ir matematikos, biologijos ir fizikos mokytojų nuomones. *Biologijos* mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,03$) nei chemijos, fizikos ir matematikos mokytojai taiko bandymų iliustravimą kompiuterio ekrane, kompiuterinį modeliavimą, kompiuterines schemas, 3D vizualiuosius objektus ir mokomuosius komiksus. Didesnė biologijos mokytojų grupė ($p < 0,04$), gretinant su chemikais ir matematikais, taiko mokinių nufilmuotus vaizdelius, animaciją ir interneto tinklalapius ugdymo procese. Biologijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau už chemikus ($p = 0,011$) ir fizikus ($p = 0,042$) taiko tikrinimo užduotis; daugiau už geografus – bandymų iliustravimą ekrane ($p = 0,016$); daugiau už matematikus ($p = 0,000$) ir fizikus ($p = 0,037$) naudoja interaktyviąją lentą ir tik daugiau nei matematikai naudoja videofilmus ($p = 0,000$). Analizė atskleidžia, kad biologijos mokytojai daugelį kompiuterinės vizualizacijos priemonių ugdymo procese naudoja statistiškai reikšmingai daugiau nei chemijos, fizikos ir matematikos mokytojai.

Nustatyti statistiškai reikšmingi skirtumai gretinant geografijos ir chemijos, geografijos ir fizikos, geografijos ir matematikos mokytojų nuomonę. *Geografijos* mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei biologijos, chemijos, fizikos ir matematikos mokytojai taiko kompiuterinį modeliavimą, kompiuterines schemas; daugiau nei chemijos, fizikos ir matematikos dalykus dėstant kolegos naudoja mokomuosius komiksus, interneto tinklalapius ir interaktyviąją lentą; daugiau nei chemikai ir matematikai naudoja mokinių filmuotus vaizdelius, animaciją; daugiau nei chemikai ir fizikai praktikoje naudoja bandymų iliustravimą kompiuterio ekrane ir tikrinimo užduotis; daugiau nei matematikos mokytojai – video filmus ir daugiau nei biologijos mokytojai – kompiuterinius žaidimus. Geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau taiko kompiuterinės vizualizacijos priemones nei chemijos, fizikos ir matematikos mokytojai. *Matematikai* statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei geografijos ir chemijos mokytojai naudoja skaidres, parengtas Power Point programa; daugiau už chemikus – 3D vizualiuosius objektus ($p = 0,016$) ir daugiau už fizikus ($p = 0,003$) – bandymų iliustravimą kompiuterio ekrane. Chemijos ir fizikos mokytojai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikai taiko videofilmus, mokomuosius komiksus ir animaciją. Matematikos mokytojai mažiau nei chemijos mokytojai taiko interaktyviąją lentą ($p = 0,005$) ir mažiau nei fizikos specialistai, dirbantys mokykloje – interneto tinklalapius ($p = 0,000$) ir nufilmuotus mokinių vaizdelius ($p = 0,000$). *Fizikai* statistiškai reikšmingai daugiau už chemijos mokytojus taiko skaidres ($p = 0,026$) ir animaciją ($p = 0,017$) ugdymo procese.

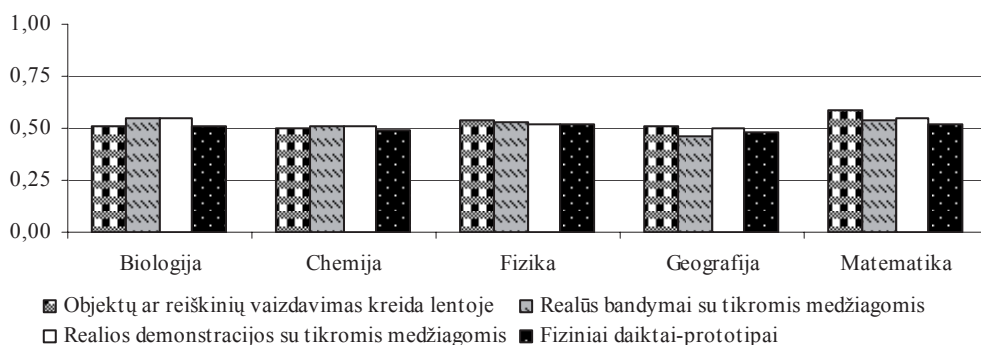
Fizinės vizualizacijos taikymas prieš penkerius metus



50 pav. Mokytojų nuomonė apie fizinės vizualizacijos taikymo pokytį per pastaruosius penkerius metus (N = 1481)

Fizinės vizualizacijos taikymas per pastaruosius penkerius metus nepasikeitė. Kaip matyti iš 50 paveikslėlio, respondentų atsakymai pasiskirstė apie vidutinį populiarumo indekso dydį, todėl pastebimas neutralus kintamųjų įvertinimo lygmuo. Analizuojant duomenis detaliau, nustatyti fizinės vizualizacijos taikymo nežymius pokyčius liudijantys faktai: 39,2 % apklaustųjų mano, kad per pastaruosius penkerius metus objektų atvaizdavimas kreida lentoje nepakito; 50,4 % įsitikinę, kad realūs bandymai su tikromis medžiagomis taip pat nepakito. Tas pats konstatuotina ir apie demonstracijų su tikromis medžiagomis (51,2 %) ir fizinių prototipų (59,8 %) taikymo progreso nebuvimą.

Mokytojai, ilgiausiai dirbantys mokykloje, statistiškai reikšmingai daugiau nei jauniausi ($p < 0,05$) ir 21–30 metų darbo stažą turintys kolegos ($p < 0,05$) mano, kad objektų ar reiškinių vaizdavimas kreida lentoje padidėjo. Vyresnieji pedagogai statistiškai reikšmingai daugiau nei metodininkai mano, kad fiziniai daiktai – prototipai per penkerius metus tapo labiau vartojami ugdymo procese ($p = 0,025$).

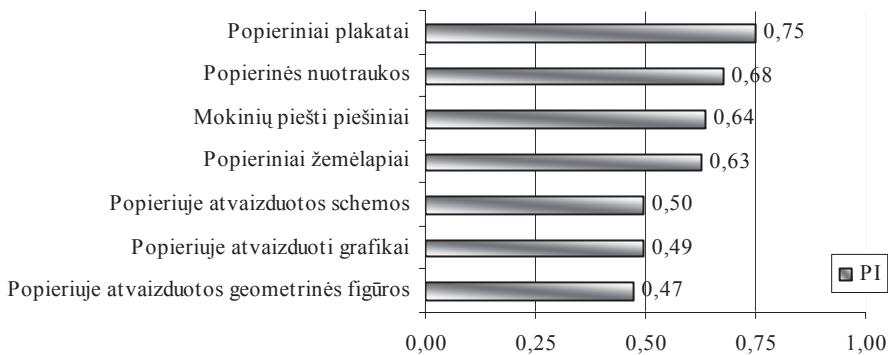


51 pav. Skirtingus dalykus dėstančių mokytojų nuomonė apie fizinės vizualizacijos taikymo pokytį per pastaruosius penkerius metus (N = 1481)

Analizuojant kintamųjų populiarumo indeksus 51 paveiksle matyti, kad beveik visuose dalykuose fizinės vizualizacijos naudojimas nepasikeitė. Atlikus statistinę analizę paaiškėjo, kad esama statistiškai reikšmingų skirtumų, bylojančių, kad kai kuriuose

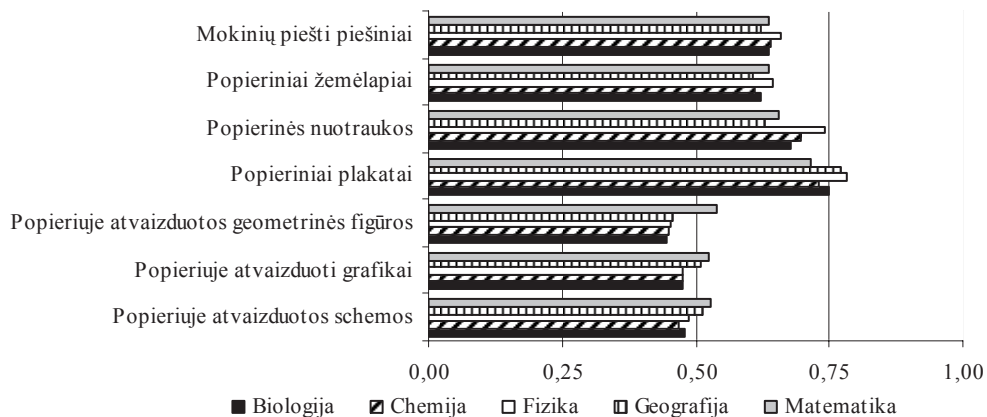
dalykuose fizinės vizualizacijos per pastaruosius penkerius metus padaugėjo. Matematikos ($p < 0,05$) daugiau nei chemijos, fizikos, geografijos ir biologijos pamokose padažnėjo objektų atvaizdavimas kreida lentoje; daugiau nei chemijoje ir geografijoje ($p < 0,05$) – realūs bandymai, demonstracijos su tikromis medžiagomis ir fiziniai prototipai. Biologijos mokytojai per pastaruosius penkerius metus taip pat statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei chemijos ir geografijos mokytojai taikė realius bandymus ir labiau nei geografijos mokytojai ($p < 0,05$) – realias demonstracijas. Fizikos mokytojai ($p < 0,05$) analizuojamo laikotarpio metu daugiau naudojo fizinius prototipus nei geografijos ir chemijos mokytojai. Jie realius bandymus taip pat dažniau taikė už geografus ($p = 0,001$). Fizinės vizualizacijos taikymo dažnumas per pastaruosius penkerius metus labiausiai nepakito chemijos ir geografijos pamokose, o padažnėjo matematikos, fizikos ir biologijos pamokose.

Popierinės vizualizacijos taikymas prieš penkerius metus



52 pav. Mokytojų nuomonė apie popierinės vizualizacijos taikymo pokytį per pastaruosius penkerius metus (N = 1481)

52 paveikslas atskleidžia, kad popieriuje atvaizduotų schemų, grafikų ir geometriinių figūrų naudojimas per pastaruosius penkerius metus mažiausiai pasikeitė. Labiausiai padaugėjo popierinių plakatų taikymo atvejų ugdymo procese, atsirado didesnės galimybės naudoti nuotraukas, padažnėjo ir mokinių piešinių ir žemėlapių naudojimas. Mokytojai, trumpiausiai dirbantys mokykloje, statistiškai reikšmingai daugiau nei vyriausieji jų kolegos ($p < 0,05$) mano, kad popierinius plakatus pradėta naudoti kur kas daugiau nei prieš penkerius metus. Vyresnieji mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei metodininkai mano, kad popieriuje atvaizduotos schemas per penkerius metus tapo dažniau naudojamos ugdymo procese ($p = 0,041$).

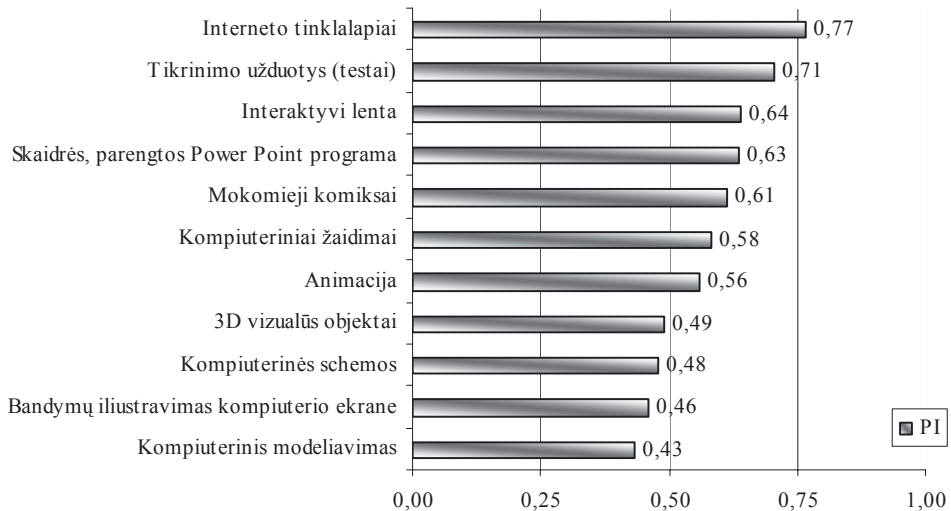


53 pav. Skirtingus dalykus dėstančių mokytojų nuomonė apie popierinės vizualizacijos taikymo pokytį per pastaruosius penkerius metus (N = 1481)

Matematikos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei kitose disciplinose per pastaruosius penkerius metus taikė popieriuje atvaizduotas geometrines figūras, daugiau nei biologijos, chemijos ir fizikos mokytojai – atvaizduotas schemas ir grafikus. Plakatus ir nuotraukas matematikos mokytojai taip pat dažniau ($p < 0,05$) nei geografijos ir fizikos mokytojai daugiau taikė per pastaruosius metus. Popierines nuotraukas labiau taikė fizikos ($p < 0,05$) nei chemijos, geografijos, biologijos mokytojai, daugiau nei chemikai taikė popierinius plakatus ($p = 0,001$). Chemijos mokytojai daugiau ($p = 0,001$) nei matematikos ir geografijos mokytojai taikė popierines nuotraukas. Biologijos mokytojai daugiau nei geografijos ($p = 0,006$) mokytojai taikė popierines nuotraukas ir daugiau nei matematikos mokytojai taikė popierinius plakatus ($p = 0,003$). Geografijos mokytojai ($p < 0,05$) daugiau nei chemijos mokytojai per penkerius metus taikė popieriuje atvaizduotas schemas ir plakatus. Matematikos mokytojai daugiausia taikė popieriuje atvaizduotas geometrines figūras, schemas ir grafikus, o fizikos mokytojai – popierines nuotraukas.

Kompiuterinės vizualizacijos taikymas per pastaruosius penkerius metus pasikeitė ženkliau nei anksčiau aptartos vizualizacijos rūšys (54 pav.). Daugiausia pradėta naudoti interneto tinklalapius, mokinių žinias tikrinančias užduotis, interaktyviąją lentą, skaidres, parengtas Power Point programa, mokomuosius komiksus ir kompiuterinius žaidimus. Kompiuterinio modeliavimo, schemų, bandymų iliustravimas ekrane ir 3D objektų taikymas beveik nepasikeitė.

Kompiuterinės vizualizacijos taikymas prieš penkerius metus



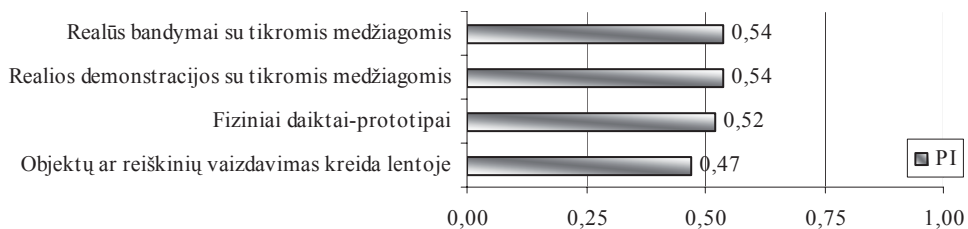
54 pav. Mokytojų nuomonė apie kompiuterinės vizualizacijos taikymo pokytį per pastaruosius penkerius metus (N = 1481)

11–20 metų dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei 31–40 metų darbo stažą turintys pedagogai daugiau naudojo mokinių nufilmuotus vaizdelius, mokomuosius komiksus, animaciją, interaktyviąją lentą, o daugiausia metų dirbantys mokytojai daugiau nei jauniausi kolegos daugiau taikė tikrinimo užduotis ($p = 0,020$). Vidutinį darbo stažą turintys pedagogai daugiau ($p < 0,05$) nei vyriausi mokytojai taiko mokomuosius komiksus ir animaciją. Ilgiausiai mokykloje dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai mažiau nei kiti kolegos per pastaruosius penkerius metus taikė komiksus ir animaciją. Vyresni mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei metodininkai mano, kad jie per pastaruosius penkerius metus daugiau naudojo kompiuterines schemas ($p = 0,007$) ir kompiuterinius žaidimus ($p = 0,027$); mokytojai metodininkai daugiau taikė interaktyviąją lentą ($p = 0,045$).

Kompiuterinės vizualizacijos taikymas per pastaruosius penkerius metus kai kuriose disciplinose padidėjo. Labiausiai tai pastebima geografijos pamokose. Šio dalyko mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei kitų dalykų specialistai taikė kompiuterinius žaidimus, tikrinimo užduotis ir kompiuterines schemas. Geografijos mokytojai daugiau ($p < 0,05$) nei biologijos ir chemijos mokytojai praktikoje taikė 3D vizualiuosius objektus, daugiau ($p < 0,05$) nei matematikos, chemijos ir fizikos pedagogai – videofilmus ir mokomuosius komiksus, daugiau ($p < 0,05$) nei chemijos ir fizikos mokytojai – kompiuterinį modeliavimą ir bandymų iliustravimą kompiuterio ekrane, daugiau ($p < 0,05$) nei chemijos ir matematikos mokytojai – interneto tinklalapius ir tik daugiau nei matematikai – animaciją ($p = 0,003$). Matematikos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei biologijos ir chemijos pedagogai taikė skaidres ($p < 0,05$), o fizikos mokytojai mažiau už matematikus naudojo bandymų iliustravimą ir kompiuterinį modeliavimą.

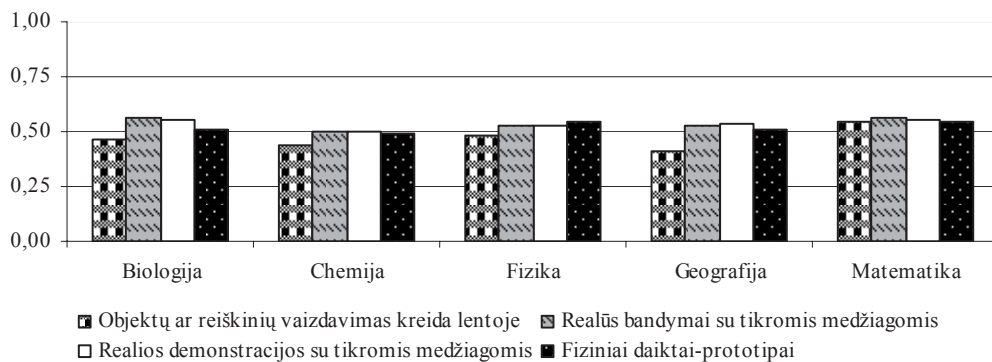
terinius žaidimus ($p < 0,05$). Per pastaruosius penkerius metus fizikos pamokose animacija ($p = 0,001$) ir interneto tinklalapiai ($p = 0,003$) paplito labiau nei matematikos pamokose. Biologijos mokytojai ($p < 0,05$) daugiau už matematikos ir chemijos mokytojus taikė mokomuosius komiksus; animaciją ir interneto tinklalapius – labiau už matematikus, o bandymų iliustravimą ir kompiuterinius žaidimus – statistiškai reikšmingai daugiau už fizikos mokytojus.

Prognostinis vertinimas: fizinės vizualizacijos taikymas po penkerių metų



55 pav. Mokytojų nuomonė apie fizinės vizualizacijos taikymo pokytį po penkerių metų (N = 1481)

Daugiau nei pusė mokytojų mano, kad fizinė vizualizacija ateinančius penkerius metus bus naudojama taip pat kaip ir dabar (55 pav.), t. y. nepakis. Šiai nuomonei pritaria visas kvalifikacines kategorijas turintys pedagogai. Rastas vienas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p = 0,011$), rodantis, kad 21–30 metų mokykloje dirbantys mokytojai įsitikinę labiau už didžiausią pedagoginį stažą turinčius kolegas platesniu fizinų daiktų – prototipų naudojimu ateityje.

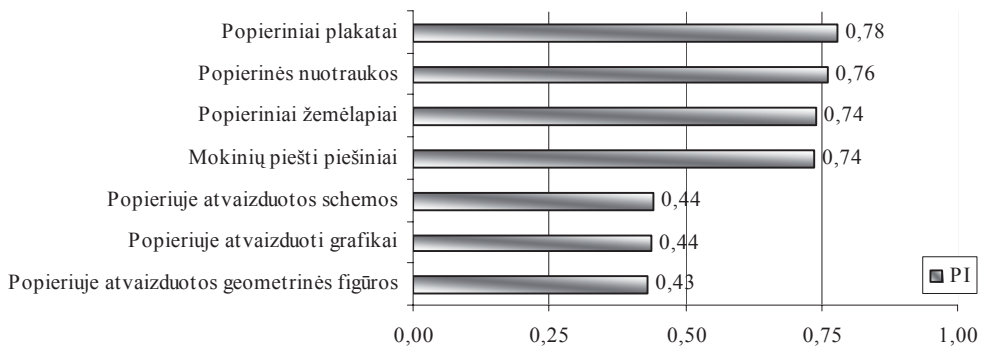


56 pav. Skirtingus dalykus dėstančių mokytojų nuomonė apie fizinės vizualizacijos taikymo pokytį po penkerių metų (N = 1481)

Biologijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei chemijos mokytojai prognozuoja (56 pav.), kad realūs bandymai ($p = 0,005$) ir realios demonstracijos ($p = 0,006$) su tikromis medžiagomis bus plačiau naudojamos ugdymo procese. Matematikos mokytojai ($p < 0,05$) labiau nei kitų dalykų mokytojai pritaria ateityje platesniam objektų

ar reiškinių vaizdavimui kreida lentoje, daugiau nei chemikai ($p < 0,05$) prognozuoja didesnę realių bandymų ir demonstracijų ir fizinių daiktų – prototipų paplitimą. Pastarosios priemonė dažnesniam naudojimui ateityje pritaria ir fizikai ($p = 0,028$), kurie daugiau nei geografiškai tikisi ateityje naudoti kreidą vaizduojant reiškinius lentoje ($p = 0,007$).

Prognostinis vertinimas: popierinės vizualizacijos taikymas po penkerių metų



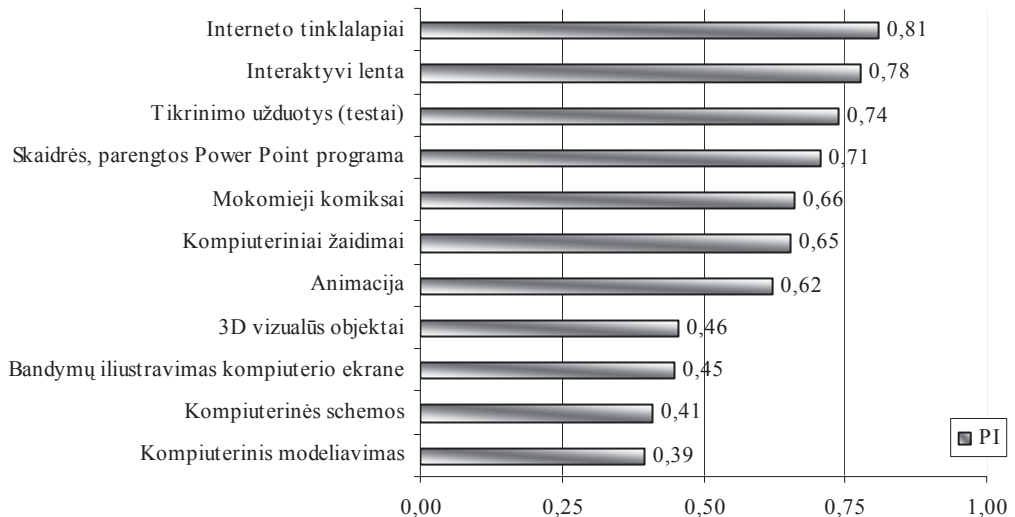
57 pav. Mokytojų nuomonė apie popierinės vizualizacijos taikymo pokytį po penkerių metų (N=1481)

Popierinės vizualizacijos taikymas po penkerių metų pasikeis (57 pav.): kai kurios priemonės taps mažiau naudojamos, tačiau bus ir labiau naudojamų. Popierinių plakatų naudojimas ugdymo procese labiausiai padidės, antroje pozicijoje – popierinės nuotraukos, kurias taip pat labiau naudos daugiau nei trys ketvirtadaliai pedagogų. Didėjęs edukacinė vertė bus suteikta ir žemėlapiams ir mokinių piešiniams. Sumažės popieriuje atvaizduotų schemų, grafikų ir geometrinių figūrų naudojimas.

11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei daugiausia patirties turintys jų kolegų mano, kad labiausiai po penkerių metų pagausės geometrinių figūrų naudojimas. Vyresniojo mokytojo kvalifikaciją turintys ugdytojai daugiau ($p < 0,05$) nei metodininkai mano, kad padaugės popieriuje atvaizduotų schemų naudojimas.

Chemijos mokytojai statistiškai reikšmingai labiau ($p < 0,05$) nei biologijos, geografijos mokytojai, o biologijos daugiau už geografijos ir matematikos pedagogus prognozuoja, kad ateityje popierinės nuotraukos bus plačiau naudojamos. Matematikos mokytojai daugiau ($p < 0,05$) nei biologijos, chemijos, fizikos ir geografijos mokytojai prognozuoja didesnę popieriuje atvaizduotų schemų ir figūrų naudojimą, o daugiau nei biologijos, chemijos ir fizikos mokytojai – grafikų naudojimą. Matematikos mokytojai mažiau ($p < 0,05$) nei geografijos, fizikos ir biologijos mokytojai prognozuoja popierinių plakatų naudojimą, mažiau nei biologijos, chemijos ir fizikos mokytojai – nuotraukų naudojimą. Geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei fizikai ($p = 0,048$) prognozuoja atvaizduotų grafikų naudojimą, o fizikai ($p = 0,000$) daugiau nei geografiškai – nuotraukų naudojimą.

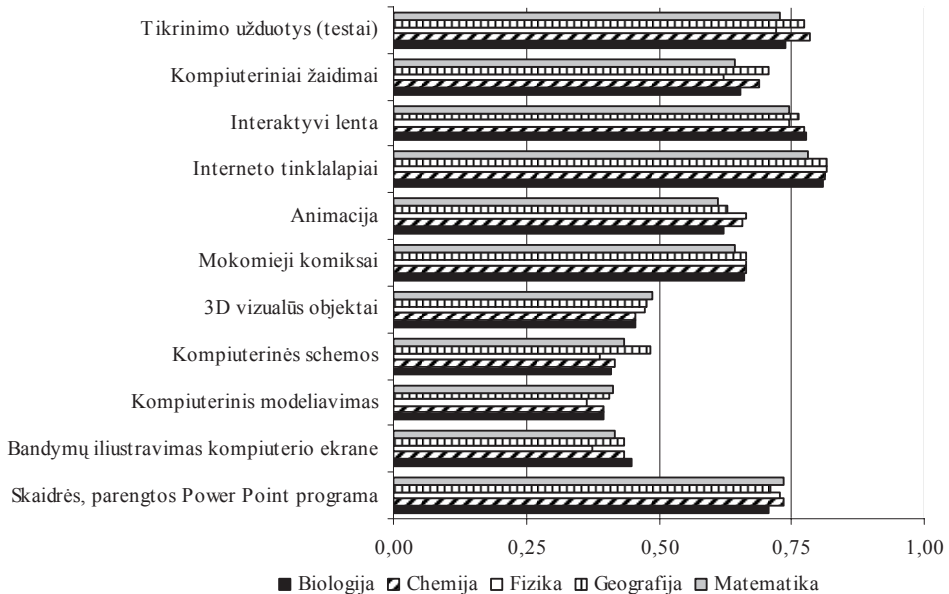
Prognostinis vertinimas: kompiuterinės vizualizacijos taikymas po penkerių metų



58 pav. Mokytojų nuomonė apie kompiuterinės vizualizacijos taikymo pokytį po penkerių metų (N = 1481)

Mokytojai prognozuoja, kad kompiuterinė vizualizacija progresuos ugdymo procese (58 pav.). Dauguma šių vizualizacijos rūšių reprezentuojančių priemonių siekia aukštesnį nei vidutinis populiarumo indeksą. Mokytojų nuomone, labiausiai per artimiausius penkerius metus padaugės interneto tinklalapių, interaktyviųjų lentų naudojimas. Dažniau mokinių žinios bus tikrinamos kompiuteriu perteikiamais testais. Pamokose bus dažniau vizualizuojama skaidrėmis, mokomaisiais komiksais. Edukacinis procesas bus įvairinamas vizualiaisiais kompiuteriniais žaidimais ir animacija. Prognozuojama, kad mažiau bus vartojami 3D vizualūs objektai, bandymai, schemas ir modeliavimas.

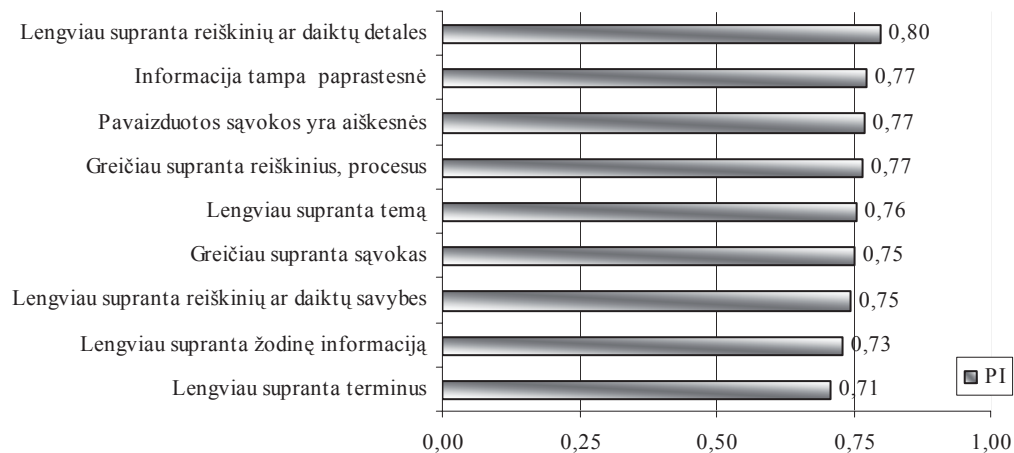
Daugiausia metų mokykloje dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei jaunesni kolegos prognozuoja didesnę tikrinimo užduočių populiarumą, o 11–20 metų dirbantys mokykloje labiau nei 21–30 metų ir 31–40 metų pedagoginę patirtį turintys kolegos prognozuoja ($p < 0,05$) interaktyviosios lentos naudojimą. Tačiau ilgametę darbo praktiką mokykloje turintys mokytojai mažiau ($p < 0,05$) nei kitos tiriamųjų grupės prognozuoja kompiuterinių schemų naudojimą. 11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei 21–30 metų darbo stažą turintys mokytojai mano, kad padidės kompiuterinių žaidimų naudojimas. 21–30 metų mokykloje dirbantys mokytojai daugiau ($p < 0,05$) nei vyriausi kolegos prognozuoja mokomųjų komiksų ir animacijos edukacinį naudingumą ir populiarumą tarp kitų vizualizacijos priemonių. Vyresni mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei mokytojai metodininkai prognozuoja platesnį bandymų, kompiuterinio modeliavimo, schemų ir 3D objektų naudojimą pamokose.



59 pav. Skirtingus dalykus dėstančių mokytojų nuomonė apie kompiuterinės vizualizacijos taikymo pokytį po penkerių metų (N = 1481)

Kompiuterinės vizualizacijos naudojimas artimiausius penkerius metus numatomas kaip progresyvus reiškinys (59 pav.). Nustatyta, kad kai kurių dalykų mokytojai tam labiau pritaria. Geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei kitų dalykų mokytojai prognozuoja kompiuterinių schemų naudojimą; labiau nei biologai, fizikai ir matematikai ($p < 0,05$) – kompiuterinių schemų ir tikrinimo užduočių naudojimą; labiau nei fizikai ($p = 0,006$) – bandymų iliustravimą kompiuterio ekrane ir labiau nei matematikai ($p = 0,003$) – interneto tinklalapius. Chemijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikos ir fizikos mokytojai prognozuoja videofilmų, kompiuterinių žaidimų ir tikrinimo užduočių populiarumą savo dalyke, daugiau nei fizikai – bandymų iliustravimą kompiuterio ekrane ($p = 0,012$), daugiau nei matematikai ($p < 0,05$) – animaciją, interaktyviąją lentą ir tikrinimo užduotis. Pastarosioms dviem priemonėms fizikos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikai prognozuoja didesnę edukacinę populiarumą. Chemijos mokytojai savo disciplinoje tikisi daugiau ($p = 0,014$) nei biologai naudoti ir tikrinimo užduotis. Matematikos mokytojai labiau ($p < 0,05$) nei chemijos mokytojai prognozuoja didesnę 3D objektų naudojimą ateityje ir daugiau nei fizikos mokytojai įsitikinę, kad matematikos pamokose per artimiausius penkerius metus bus daugiau ($p < 0,05$) vartojami bandymų iliustravimai, kompiuterinis modeliavimas ir kompiuterinės schemos. Biologijos pamokose labiau nei fizikos prognozuojamas didesnis bandymų iliustravimas kompiuterio ekrane ($p = 0,001$), labiau nei matematikos ($p < 0,05$) – interaktyviosios lentos ir interneto tinklalapių naudojimas. Fizikos mokytojai daugiau ($p = 0,021$) nei chemijos mokytojai prognozuoja didesnę animacijos populiarumą savo disciplinoje per artimiausius penkerius metus.

Vizualizacijos nauda mokinių kognityviniams procesams

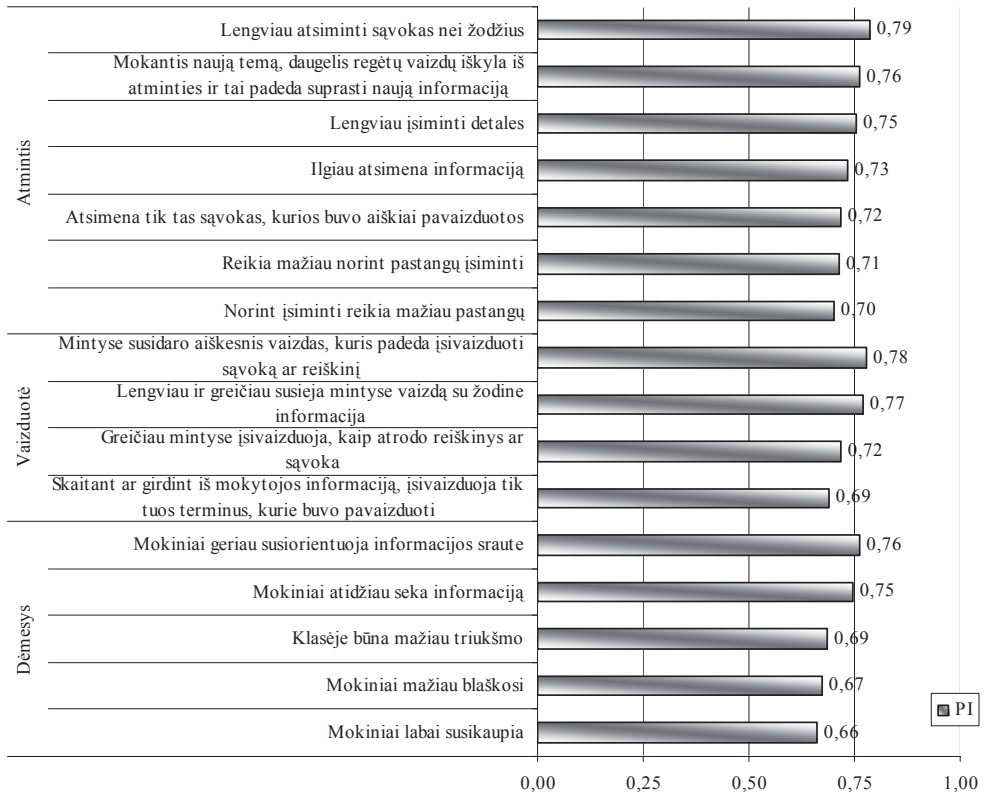


60 pav. Mokytojų nuomonė apie vizualizacijos taikymo poveikį suvokimui (N = 1481)

Vizualizacijos taikymo poveikis suvokimui vertinamas kaip svarbus veiksnys, kadangi dauguma mokytojų jam suteikia didesnę nei trijų ketvirtadalių pritarimo procentą (60 pav.). Labiausiai akcentuojama, kad vizualizacija padeda mokiniams lengviau suvokti reiškinius ir daiktų detales, todėl lengviau suprantama informacija. Analogiškai aukštas populiarumo indeksas suteiktas ir kitiems teiginiams: vizualizuota informacija naudinga tuo, kad ugdymo procese mokiniams informacija tampa paprastesnė, pavaizduotos sąvokos – aiškesnės, o reiškiniai ir procesai – greičiau suprantami. Pažymėtina ir tai, jog ugdytiniai, regėdami verbalinę ir vizualinę informaciją, lengviau supranta temas, daiktų savybes, žodinę informaciją, greičiau suvokia sąvokas.

11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei didesnę darbo stažą turintieji mano, kad mokiniai lengviau supranta terminus, temą, reiškinių ir daiktų savybes, greičiau supranta sąvokas. 11–20 metų darbo stažą turintys mokytojai daugiau nei ($p = 0,035$) vyriausi kolegų pažymi, kad pavaizduotos sąvokos mokiniams aiškesnės. 21–30 metų darbo mokykloje patirtį turintys mokytojai įsitikinę labiau nei daugiausia metų dirbantys kolegų, kad vizualizacija mokiniams pagreitina reiškinių suvokimą ($p = 0,023$).

Biologijos, chemijos, fizikos ir geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikos mokytojai įsitikinę, kad vizualizacija naudinga mokiniams, nes padeda jiems lengviau suprasti terminus, žodinę informaciją, temą ir daiktų savybes, pagreitina suvokimo procesus ir atlieka teksto aiškinimo funkciją. Geografijos mokytojai daugiau nei chemikai ($p < 0,05$) akcentuoja, kad vizualizacija lengvina reiškinių supratimą ir jų detalių pažinimą, daugiau nei fizikai ($p < 0,05$) – lengvina terminų ir daiktų supratimą. Geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikai pritaria visiems teiginiams apie vizualizacijos poveikį.



61 pav. Mokytojų nuomonė apie vizualizacijos taikymo poveikį dėmesiui, vaizduotei ir atminčiai (N = 1481)

Ilgiausiai mokykloje dirbantys mokytojai mažiau ($p < 0,05$) nei jų jaunesni kolegos ir 21–30 metų dirbantys mokytojai daugiau ($p = 0,018$) nei 31–40 metų darbo stažą turintys pedagogai linkę manyti, kad vizualizacija padeda mokiniams atidžiau sekti informaciją pamokose. 11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai daugiau ($p < 0,05$) nei vyresni kolegos mano, kad vizualizacija padeda mokiniams labiau susikaupiti.

11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei didesni darbo stažą turintys mokytojai mano, kad vizualizacija mokiniams padeda mintyse susidaryti aiškesnį vaizdą, įsivaizduoti sąvoką ar reiškinį. 11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai daugiau ($p < 0,05$) nei 31–40 metų darbo praktiką turintys pedagogai įsitikinę, kad vizualizacija padeda greičiau mintyse susieti vaizdą su žodine informacija. Vyriausi mokytojai mažiau ($p < 0,05$) nei jaunesni kolegos įsitikinę, kad vizualizacija padeda greičiau įsivaizduoti, kaip atrodo reiškinys.

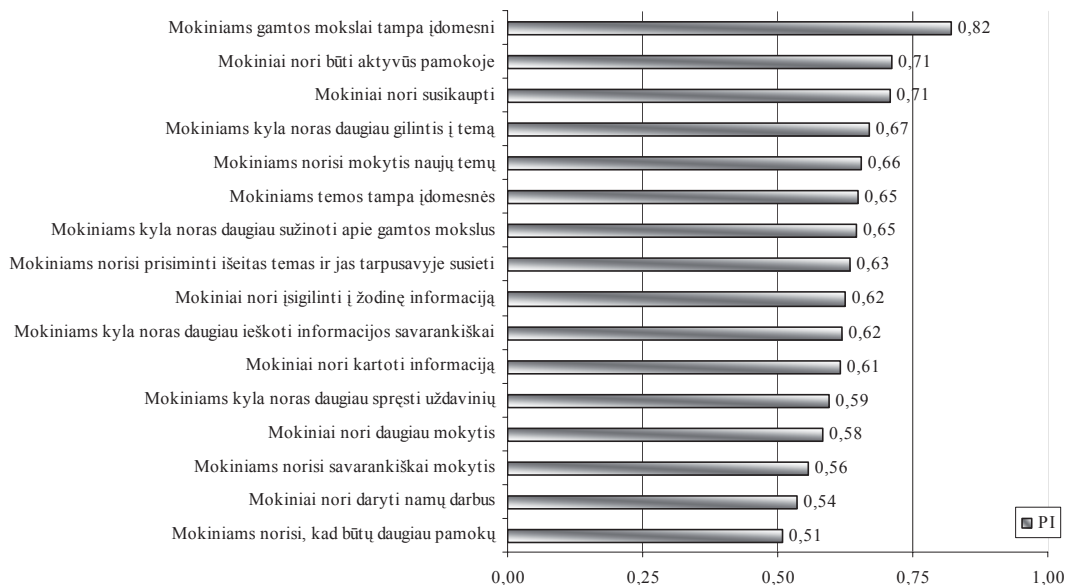
11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei 21–30 metų darbo stažą turintys pedagogai įsitikinę, kad vizualizacija mokiniams naudinga mokantis naujas temas, nes daugelis regėtų vaizdinių mintyse padeda suprasti naują informaciją ($p = 0,042$). 11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei didžiausią darbo stažą turintys mokytojai mano, kad vizualizacija mokiniams padeda ilgiau atsiminti informaciją, lengviau įsiminti detales.

Ilgiausiai mokykloje dirbantys mokytojai mažiau ($p < 0,05$) nei jaunesni kolegos mano, kad taikant vizualizaciją mokiniams reikia mažiau laiko norint įsiminti.

Biologijos, chemijos, fizikos ir geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikos mokytojai įsitikinę, kad vizualizacija naudinga mokiniams, nes padeda jiems lengviau susikaupti, mažiau blaškytis, greičiau susiorientuoti informacijos sraute ir atidžiau ją sekti. Geografijos mokytojai daugiau nei chemijos ($p < 0,05$) teigia kad, ugdymo procese taikant vizualizaciją, klasėje mokiniai mažiau triukšmauja. Geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikos mokytojai pritaria visiems teiginiams apie vizualizacijos poveikį.

Biologijos, chemijos, fizikos ir geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikos mokytojai įsitikinę, kad vizualizacija naudinga mokiniams, nes padeda jiems lengviau įsivaizduoti reikiamą informaciją. Geografijos mokytojai daugiau nei chemijos ($p < 0,05$) akcentuoja, kad vizualizacija padeda įsivaizduoti žodinę informaciją, susidaromas aiškesnis vaizdas ir įvairūs regėti vaizdiniai iškyla iš atmintis skaitant ar girdint teorinę informaciją. Geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikai pritaria visiems teiginiams apie vizualizacijos poveikį.

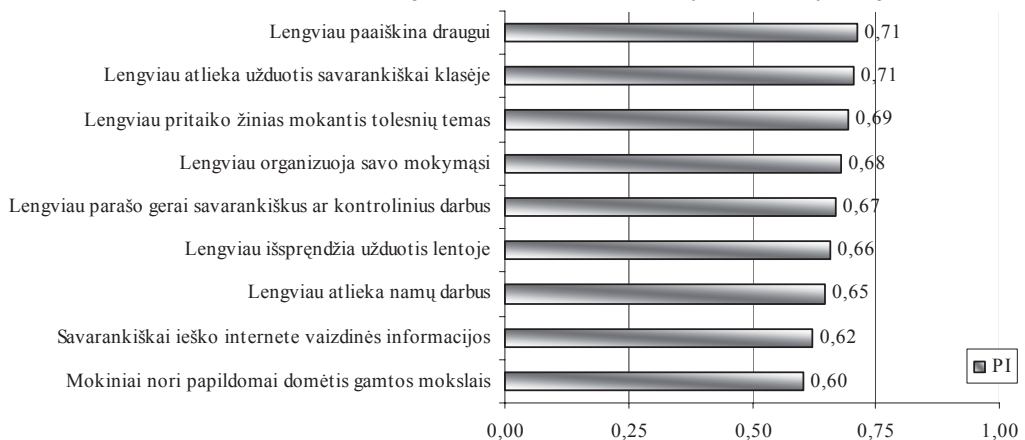
Biologijos, chemijos, fizikos ir geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikos mokytojai įsitikinę, kad vizualizacija naudinga mokiniams, nes padeda jiems lengviau ir greičiau įsiminti ir atsiminti. Geografijos mokytojai daugiau nei chemijos ir fizikos mokytojai ($p < 0,05$) akcentuoja, kad vizualizacija naudinga, nes mokiniai lengviau atsimeina informaciją, sąvokas, jos lengviau atkartojamos mintyse. Geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei matematikai pritaria visiems teiginiams apie vizualizacijos poveikį.



62 pav. Mokytojų nuomonė apie vizualizacijos taikymo poveikį savarankiškam mokymuisi (N = 1481)

62 paveiksle pateikti duomenys leidžia teigti, kad vizualizacija skatina mokinių motyvaciją mokytis. Dauguma veiksmų turi aukštą populiarumo indeksą, o tai atskleidžia jų svarbą edukacinėje realybėje. Mokytojai pastebi, kad labiausiai vizualizacija domina mokinius gamtos mokslais, skatina jų aktyvumą, sąmoningą intencionalumą susikaupti ir gilintis į temą. Manoma, kad vizualizacija skatina mokytis, norisi domėtis giliau, sieti praeityje išmoktą informaciją su naujomis temomis. Mažiausiai mokytojai pastebi, kad ugdymo realybėje vizualizacija vidutiniškai gali turėti naudos aktyvuojant mokinių motyvaciją papildomai eikvoti savo asmeninį poilsiu skirtą laiką namų darbams ruošti, savarankiškai mokytis ir norui turėti kuo daugiau to dalyko pamokų.

11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei vyresni kolegos mano, kad vizualizacija skatina mokinius daryti namų darbus, prisiminti išeities temas ir jas susieti tarpusavyje, aktyvuoti susidomėjimą dalykais. Ilgiausiai metų mokykloje dirbantys mokytojai pritaria labiau ($p = 0,041$) nei 21–30 metų darbo patirtį turintys pedagogai, kad vizualizacija skatina mokinius daryti namų darbus. Mokytojai metodininkai daugeliu aspektu statistiškai reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) nei vyresnieji mokytojai pritaria, kad vizualizacija skatina mokinių motyvaciją mokytis gamtos mokslų. Nustatyta, kad jų nuomone, mokiniams temos tampa įdomesnės, jie nori daugiau mokytis, sužinoti apie dalyką, spręsti uždavinius, įsigilinti į žodinę informaciją ir mokytis savarankiškai. Biologijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei fizikos ir matematikos mokytojai įsitikinę, kad vizualizacija beveik visais aspektais naudinga mokinių motyvacijai skatinti. Geografijos mokytojai daugiau ($p < 0,05$) nei biologijos mokytojai mano, kad ugdymo procese taikant vizualizaciją norima domėtis dalykais ir sieti informaciją tarpusavyje. Chemijos mokytojai *versus* fizikos ir matematikos mokytojai taip pat labiau ($p < 0,05$) įsitikinę, kad vizualizacija skatina daugelį motyvacijos aspektų. Analogiški skirtumai ($p < 0,05$) nustatyti ir gretinant geografijos mokytojų nuomonę su fizikos ir matematikos mokytojų nuomone. Kai kuriais aspektais geografijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei chemijos mokytojai mano, kad taikant vizualizaciją temos ir dalykai tampa įdomesni, kyla noras apie juos sužinoti, susieti temas tarpusavyje. Fizikos mokytojai taip pat labiau ($p < 0,05$) nei matematikai mano, kad vizualizacija skatina mokinių mokymosi motyvaciją.



63 pav. Mokytojų nuomonė apie vizualizacijos taikymo poveikį savarankiškam mokymuisi (N = 1481)

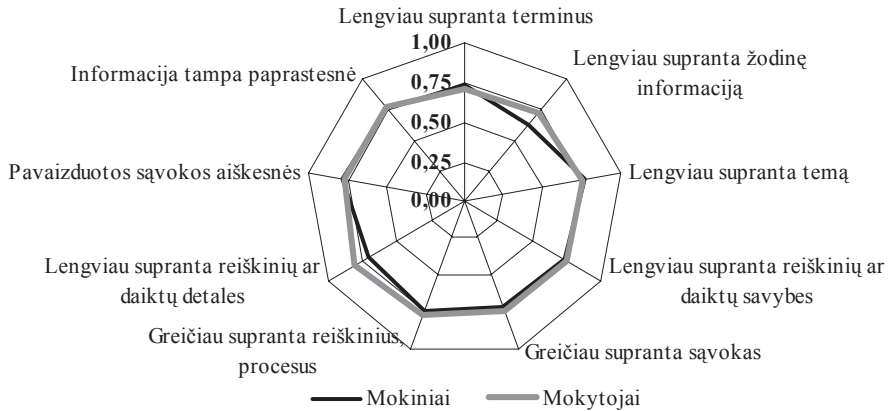
Mokytojai mano, kad vizualizacija gali skatinti mokinius savarankiškai mokytis ir atlikti įvairias užduotis (63 pav.). Labiausiai vizualizacija naudinga mokinių supratimui, kuris išryškėja, jei mokinys savais žodžiais gali papasakoti temos esmę mažiau suprantančiam klasės draugui. Vizualizacija naudinga ir tada, jei mokiniai gerai atlieka savarankiškas užduotis, pritaiko išmoktas temas, įsisavina žinias ir jas pademonstruoja atsiskaitomųjų darbų metu. Mažiausiai mokytojai tikisi, kad vizualizacija galėtų turėti lemiamos įtakos papildomai domėtis dalykais ir rinkti įvairią informaciją apie dalykus internete.

11–20 metų mokykloje dirbantys mokytojai statistiškai reikšmingai labiau ($p < 0,05$) nei daugiau metų mokykloje dirbantys mokytojai įsitikinę, kad vizualizacija skatina daryti namų darbus, teisingai atlikti užduotis klasėje, pritaikyti žinias praktikoje. Mokytojai metodininkai daugeliu aspektu statistiškai reikšmingai labiau ($p = 0,009$) nei vyresnieji mokytojai pritaria, kad vizualizacija skatina norą ieškoti informacijos apie dalyką internete.

Biologijos mokytojai statistiškai reikšmingai daugiau nei fizikos, matematikos mokytojai įsitikinę, kad vizualizacija beveik visais aspektais naudinga mokinių savarankiškam mokymuisi skatinti. Geografijos mokytojai labiau ($p < 0,05$) nei biologijos mokytojai mano, kad ugdymo procese taikant vizualizaciją mokiniai lengviau atlieka namų darbus ir įsisavina medžiagą taip, kad galėtų ją paaiškinti kitam. Chemijos mokytojai labiau fizikos ir matematikos mokytojai taip pat labiau ($p < 0,05$) įsitikinę, kad vizualizacija skatina daugelį savarankiškų mokymosi procesų ir veiklų. Analogiški skirtumai ($p < 0,05$) nustatyti ir gretinant geografijos mokytojų nuomonę su fizikos ir matematikos mokytojų nuomone. Daugeliu aspektų, geografijos mokytojai daugiau ($p < 0,05$) nei chemikai, fizikai ir matematikai pritaria nuomonei, kad vizualizacija palengvina mokiniams savarankiško mokymosi procesą.

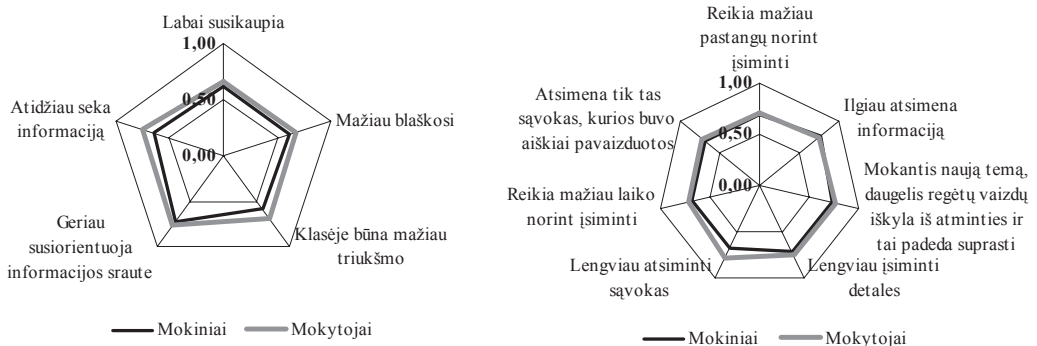
Mokinių ir mokytojų nuomonės gretinimas

Atlikti tyrimai ir jų analizė atskleidė detalius faktus apie vizualizacijos poveikį kognityviniams procesams: nustatyti populiarumo indeksai, atskleidžiantys kiekvieną kognityvinį procesą apibūdinančių veiksnių rangą reitingų pozicijose; nustatytos hipotezės apie vidurkių lygybę. Rezultatai parodė, kad vizualizacija daugeliu aspektų yra naudinga biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose mokinių ir mokytojų požiūriu, tačiau nenustatyta, ar tarp šių grupių nuomonės statistiškai reikšmingai skiriasi. Siekiant gilesnės ir labiau apibendrintos duomenų analizės, atlikti papildomi statistiniai skaičiavimai: palyginta mokinių ir mokytojų nuomonė kiekvieno diagnostinio bloko aspektu ir generalizuotų duomenų masyvas. Tam statistiniai duomenys buvo transformuojami taip, kad kintamųjų blokas, apibūdinantis vieną kognityvinį procesą, būtų užkoduotas vienu statistiškai pakeistu kintamuoju.



64 pav. Mokinių ir mokytojų nuomonė apie vizualizacijos poveikį mokinių suvokimui (N = 4189)

Greitinant mokinių ir mokytojų nuomonę apie vizualizacijos poveikį suvokimui, matyti (64 pav.), kad populiarumo indeksai vienas nuo kito nutolę nedideliais atstumais. Šie skirtumai pastebėti atsižvelgiant į vizualizacijos poveikį lengvinant žodines informacijos ir objekto detalių suvokimą, kuriuos statistiškai reikšmingai labiau akcentuoja mokytojai ($p < 0,05$). Mokytojai labiau įsitikinę ir tuo, kad vizualizacija padeda mokiniams greičiau suprasti sąvokas ($p = 0,003$). Mokiniai labiau nei mokytojai mano, kad vizualizacija jiems padeda lengviau suprasti temas ir jose pateikiamus terminus, o vizualizuotos sąvokos tampa aiškesnės ($p = 0,000$).



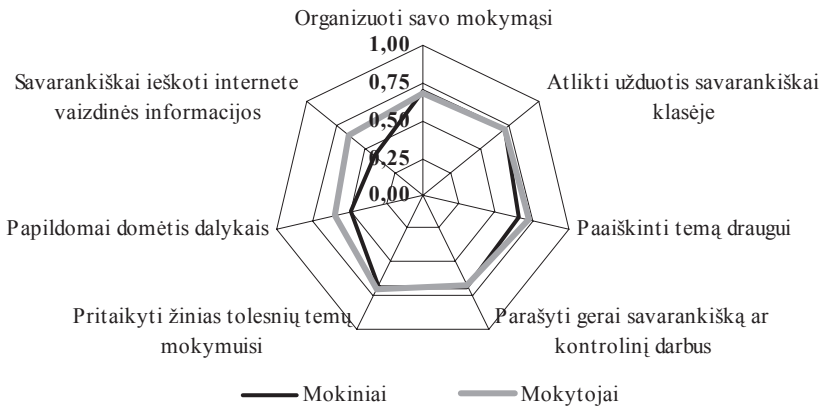
65 pav. Mokinių ir mokytojų nuomonė apie vizualizacijos poveikį mokinių dėmesiui ir atminčiai (N = 4189)

65 pav. matyti, kad mokytojai vizualizacijos poveikį mokinių dėmesiui įvertino aukštesniais balais. Kai kurie teiginiai siekia tris ketvirčius pedagogų pritarimo. Greitinant respondentų nuomonę buvo nustatyti statistiškai reikšmingi skirtumai visų kintamųjų atžvilgiu – mokytojai ($p < 0,05$) labiau įsitikinę, kad vizualizacija padeda sudo-

minti mokinius, jie klasėse mažiau blaškosi, mažiau triukšmauja, geriau susiorientuoja ir atidžiau seką informaciją.

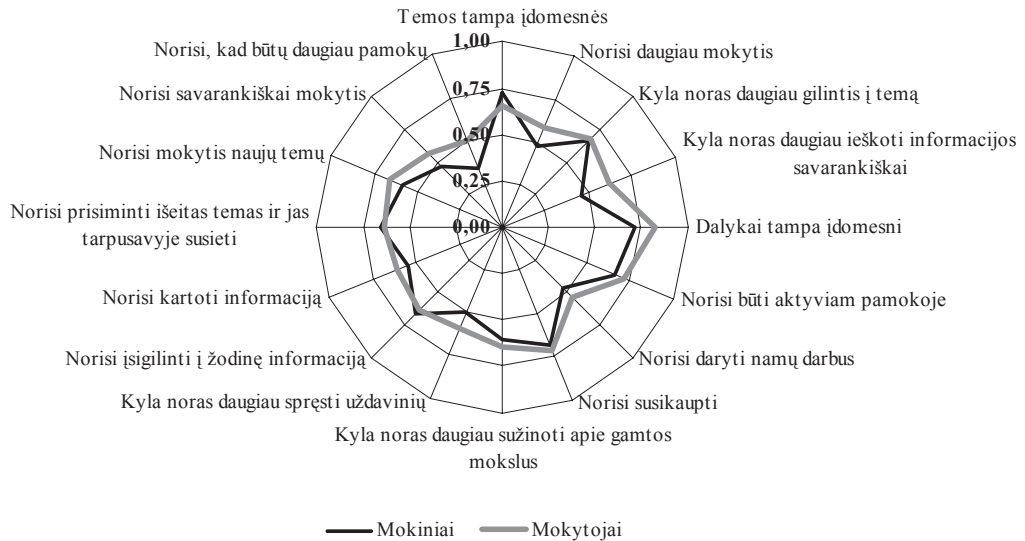
Mokinių ir mokytojų nuomonė apie vizualizacijos poveikį atminčiai skiriasi tik keliais aspektais. Populiarumo indeksai rodo artimus kintamųjų įvertinimo skirtingose imtyse reitingus. Didžiausias procentinis skirtumas – 11 %, kurį lėmė mokytojų nuomonės pozityvumas vertinant vizualizaciją, kaip naudingą mokiniams lengviau atsimenant sąvokas ir žodžius ($p = 0,000$). Mokytojai labiau nei mokiniai akcentuoja, kad vizualizuota informacija lieka ilgalaikėje atmintyje, todėl, mokantis naujas temas, regėti vaizdiniai išskyla iš atminties ir padeda mokiniams suprasti naują temą ($p = 0,001$). Skalėje nuo 0 iki 1 šis skirtumas yra 0,04 šimtoji dalis. Tik 0,2 šimtųjų dalimis mokinių nuomonė skiriasi nuo mokytojų vienu aspektu – mokiniai labiau įsitikinę, kad vizualizacija padeda ilgiau atsiminti informaciją ($p = 0,000$).

Respondentų nuomone, vizualizacija gali būti naudinga ir aktyvinant vaizduotę ugdymo procese. Didžiausias jos veiksmingumas įvertintas mokytojų populiacijoje. Nors populiarumo indeksai, kaip jau aptarta anksčiau, skiriasi tarpusavyje šimtosiomis dalimis, šie skirtumai yra statistškai reikšmingi. Mokytojai labiau nei mokiniai ($p < 0,05$) mano, kad vizualizacija padeda ugdytiniams greičiau išvaizduoti objektus, reiškinius, juos tarpusavyje sieti, susidaromos visapusiškesnis objektų suvokimas ir vidinis jų regėjimas.



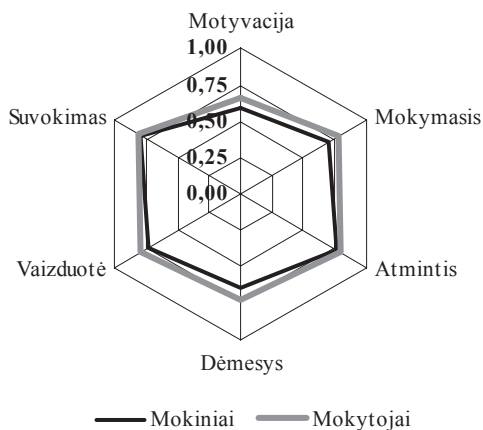
66 pav. Mokinių ir mokytojų nuomonė apie vizualizacijos poveikį mokinių savarankiškam mokymuisi (N = 4189)

Daugumos kintamųjų populiarumo indeksai skiriasi nežymiai (66 pav.). Ryškiausi skirtumai regimi tarp mokinių ir mokytojų nuomonės ($p < 0,05$), kad vizualizacija itin naudinga kaip skatinamasis veiksnys mokinių norui ieškoti papildomos vaizdinės informacijos internete ir papildomai domėtis dalykais. Mokytojai labiau įsitikinę, kad vizualizuota medžiaga tampa tiek aiški mokiniui, kad jis gali suprastą informaciją paašškinti kitiems ($p = 0,000$). Viena šimtąja vieneto dalimi mokiniai statistškai reikšmingai daugiau nei mokytojai pritaria, kad vizualizacija lengvina savo mokymosi organizavimą ($p = 0,000$) ir gerą žinių atskleidimą rašant atsiskaitomuosius darbus pamokoje ($p = 0,001$).



67 pav. Mokinių ir mokytojų nuomonė apie vizualizacijos poveikį mokinių motyvacijai mokytis (N = 4189)

Kintamųjų reitingai (67 pav.) atskleidžia, kad mokytojų nuomonė yra pozityvesnė nei mokinių. Mokytojai statistiškai reikšmingai labiau ($p < 0,05$) nei mokiniai įsitikinę, kad vizualizacija skatina mokinių norą mokytis, domėtis dalykais, aktyviai veikti pamokose, susikaupti, atlikti namų darbus, domėtis dalykais savarankiškai. Didžiausias nuomonės skirtumas nustatytas šiems teiginiams: norima daugiau pamokų, norima papildomai ieškoti informacijos, norima daugiau mokytis ar spręsti uždavinius. Galima teigti, kad mokiniai mažiau nori mokytis, nei mokytojai, naudodami vizualizaciją, tikisi. Mokiniai statistiškai reikšmingai labiau ($p < 0,05$) nei jų mokytojai mano, kad vizualizacija skatina norą išgilinti į žodinę informaciją, prisiminti praeityje išmoktas temas ir jomis domėtis.

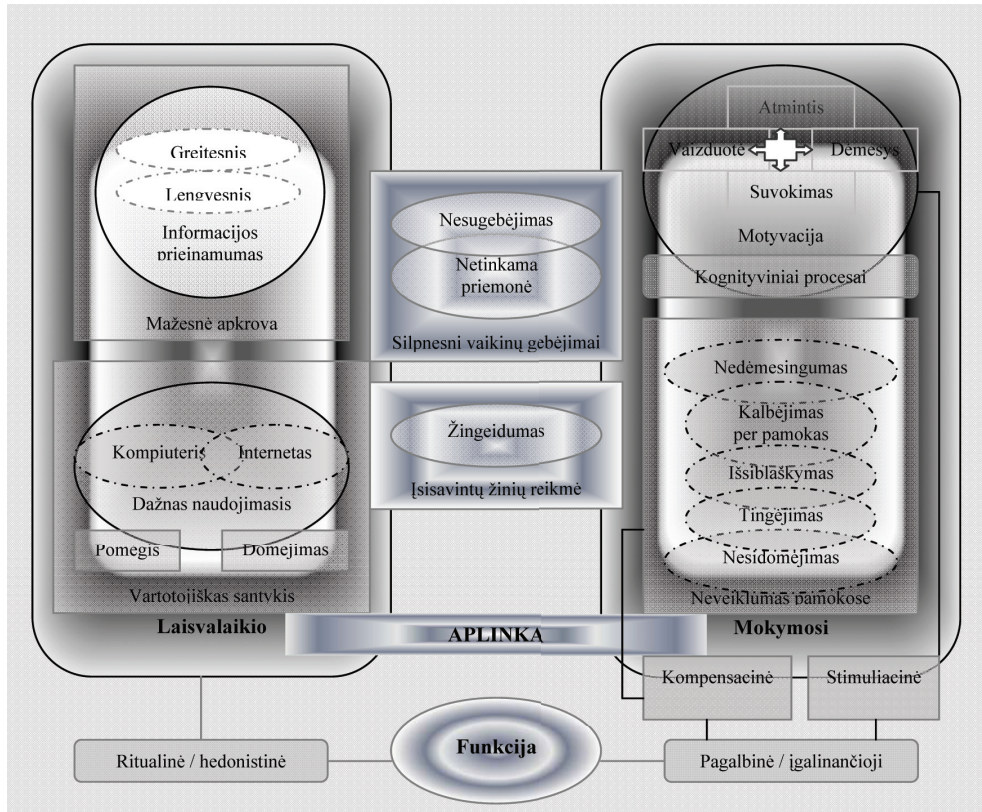


68 pav. Mokinių ir mokytojų nuomonė apie vizualizacijos poveikį kognityviniams procesams (N = 4189)

Generalizuoti duomenys atskleidžia, kad mokinių ir mokytojų nuomonė vizualizacijos naudos kognityviniams procesams atžvilgiu yra pozityvi (68 pav.). Populiarumo indeksai rodo aukštus įvertinimus minėtose populiacijose, tačiau analitinės statistikos duomenys atskleidė, kad mokytojai statistiškai reikšmingai labiau nei mokiniai įsitikinę vizualizacijos naudingumu. Mokytojai mano, kad vizualizacija naudinga aktyvinant mokinių motyvaciją mokytis jų dalykus ($p = 0,000$), skatina savarankiškai mokytis ($p = 0,000$), stiprina atminties procesų darbą ($p = 0,000$), padeda sukaupti mokinių dėmesį ir jį išlaikyti ilgesnį laiką ($p = 0,000$), lavina vaizduotę ($p = 0,000$). Nėra statistiškai reikšmingo skirtumo tarp mokinių ir mokytojų nuomonės tik vizualizacijos naudos suvokimo procesui.

2.2.3. Rezultatų verifikavimas

Mokinių nuomonės tyrimo rezultatai



69 pav. Vizualizacijos paieškų, kurias atlieka vaikinai, dažnumo priežastys (sudaryta autorės)

Pirmoji kategorija – **kognityviniai procesai** (69 pav.)– atskleidžia, kad mokiniams aiškinant priežastis dėl dažnesnio vaikinų pomėgio ieškoti internete mokymosi medžiagos, išryškėjo esminės subkategorijos, identifikuotos ankstesniuose tyrimuose. Tie patys indikatoriai buvo nustatyti abiejų lyčių atsakymų analizėje, tai leidžia žymėti atitinkamus realybės kontekstus homogenizuotai. Merginų atsakymai yra platesnio pobūdžio, išsamesni, todėl analizei suteikia gilesnių įžvalgų. Abiejų lyčių atstovai mini **dėmesio** veiksnį, kurio koncentravimui vaikinai daugiau nei merginos populiacijoje pasitelkia vizualizacijos paieškas internete. Akcentuojama, kad vaikinai mažiau dėmesingi pamokų metu: „merginos viską išgirsta iš pirmo karto, o vaikinams reikia kartoti“ [mot.], kas juos daro silpnesnius ir verčia stengtis kompensuoti žinių stygių. Vizualizacija, kaip priemonė, šiuo atveju išsprendžia pažintines problemas, nes „padeda sukcentruoti dėmesį“ [mot.], jį atkreipti į svarbius teminius dalykus ir išvengti mokymosi spragų, kurios patiriamos dėl neatidumo pamokose. Regimi naudingi aspektai: mokytojams nereikia papildomai aiškinti jau išsakytą teminę medžiagą, išvengiama bereikalin-

gų laiko sąnaudų, mokiniai įgyja savarankiškumo patys sprendami galimas problemas. Tačiau verta paminėti faktą, jog vaikinių domėjimasis vaizdais sietinas su laisvalaikio erdve, kuri yra panaudojama mokymosi tikslais, ir interpretuojama kaip edukaciškai tinkama, nes „atkreipia dėmesį“ [vyr.] ir „labiau susikoncentruojama“ [vyr.].

Vizualizacijos paieškos internete atliekamos ir dėl **motyvacinių** veiksnių. Vaikinus „sudomina vaizdai“ [vyr.], nes jie „įdomūs“ [vyr.]. Išryškėja vaizdo versus žodžio privalumai – vaizdas suteikia įvairesnių stimuliacinių pojūčių nei kalbinėmis priemonėmis išreikštos sąvokos. Vaikinus sudomina vaizdai, „kurių įdomu patiems paieškoti“ [vyr.], todėl mokymosi informacijos vizualizacija turinio aspektu galimai nėra pagrindinė priežastis ieškant papildomų vaizdų internete, nes ugdytinių atsakymai atskleidžia paties vaizdo, kaip artefakto, įdomumą vyriškos lyties subjektams. Prielaidą patvirtina ir merginų nuomonė – „juos sudomina įvairūs paveikslukai, todėl stengiasi susirasti daugiau medžiagos“; „su paveikslėliais įdomiau“ [mot.]. Vizualizacija gali būti įžvelgiama kaip atitinkamos informacijos artefaktų sistema, atliekanti stimuliacinę funkciją ne tik laisvalaikio praleidimo bet ir ugdymo tikslais – imama domėtis mokomuoju turiniu, plačiau ir detaliau ieškoma, „kyla noras įsigilinti į patį procesą“ [vyr.] ir „į vizualizaciją“ [vyr.]. Merginos taip pat mano, kad „vizualizacija yra įdomiau ir ji sudomina, todėl skatina vaikus pasidomėti“ [mot.], ieškant papildomos vizualizacijos internete.

Papildomos vizualizacijos paieškos vaikinių populiacijoje dažnesnės nei jų bendramžių merginų populiacijoje, nes padeda aktyvinti **suvokimo** procesus. Abiejų lyčių atstovai vienareikšmiškai konstatuoja silpnesnį vaikinių mokymosi informacijos suvokimo lygį pamokose, kuri mėginama anuluoti pasitelkiant vizualizaciją, atliekančią stimuliacinę funkciją: „vaikinams reikia pamatyti, norėdami tai gerai suvokti, mėgina ieškoti platesnių paaiškinimų ir daugiau informacijos“ [mot.], „vaikiniai dažniausiai nesupranta, jiems yra geriau ieškoti tos medžiagos internete“ [mot.]. Minėtos citatos atskleidžia, kad internete surasta vizualizacija „jiems padeda suvokti užduotis“ [vyr.], nes papildomas domėjimasis rodo jo poreikį, o pastarasis atsiranda esant įpareigojančioms aplinkybėms, pvz., atlikti namų darbus. Ieškoma vizualizacijos ne tik dėl suvokimo palengvinimo, bet ir tikintis pagalbinės informacijos įgyvendinti mokinio veikloms, susijusioms su konkrečios pamokos žinių tvirtinimu. Atskleidžiamas ir dar vienas subtilus aspektas – abiejų lyčių respondentai mini skirtingą vaikinių suvokimo procesų darbą edukacinių aplinkų įvairovėje: „vaikiniai geriau supranta vizualizaciją internete, o merginos – pamokose“ [vyr.], „merginos informaciją supranta per pamoką“ [mot.]. Tai rodo, jog vaikinai pamokose būna mažiau dėmesingi nei merginos ir, kaip jau rašyta anksčiau analizuojant „dėmesio“ subkategoriją, siekia stimuliuojančios medžiagos, kad lengviau suvoktų informaciją. Konstatuojama, jog „lengviau tada, kai būna daugiau vaizdinės medžiagos“ [vyr.].

Dažnas vizualizacijos ieškojimas internete vyksta ir dėl to, kad pastebima reikšmė **atminčiai**. Mokinių atsakymus galima suskirstyti į dvi pagrindines grupes: akcentuojama tai, jog vaikinams sunkiau veikia atminties procesai. Pirmąją grupę atitiktų teiginiai, pagrindžiantys, kad „vaikiniai sunkiau įsimena vaizdinę informaciją, pamiršta, todėl dar ieško internete“ [mot.]; manoma, kad „jie ne taip atsimesna“, „neturi vizualinės atminties“ [mot.], „nesugeba įsisavinti medžiagos pamokoje“, „jiems sunkiau įsiminti

vaizdinius, todėl ieško internete norėdami prisiminti“ [mot.]. Antras požiūris – pozityvus, pabrėžiantis vaikinių sugebėjimą įsisavinti informaciją, ją išlaikyti ilgalaikėje atmintyje: „vaikinai sugeba daugiau atsiminti info nei merginos“, „vaikinai geriau sugeba atsiminti informaciją“ [vyr.]. Pastarasis požiūris dominuoja vyrų populiacijoje, merginos išsako opozicinę nuomonę ir sumenkina vaikinių galimybes įsiminti informaciją – akcentuojamas mentalaus objekto talpinimo atmintyje greitis: „merginos gal būtų greičiau tai įsidėmi nei vaikinai“, „merginos peržiūrėjusios vizualizaciją viską įsimena greičiau, o vaikinai, kad geriau įsimintų dar ieško ir papildomos informacijos“, „vaikinai informaciją įsimena ne taip greitai, kaip merginos, todėl jie ieško papildomos informacijos“, „merginos <...> labiau įsidėmi medžiagą ir joms nereikia ieškoti pagalbos“ [mot.]. Įžvelgiama stimuliacinė funkcija, palengvinanti mokymąsi, nes vaizdai geriau ir lengviau įsimenami: „internete informacija pateikiama įvairiau, daugiau pavyzdžių ir informacija lengviau įsimenama“ [mot.]. Pastebima ir **vaizduotės** veikla, kuri stimuliuojama ieškant papildomų vizualizacijos apraiškų.

Nustatytas neigiamos konotacijos turintis veiksnys ugdymo realybėje – **neveiklumas pamokose**. Stengiantis jį eliminuoti, vizualizacija atlieka kompensacinę funkciją ir įgalina besimokantįjį daugiau sužinoti apie pamokose neįsisavintą temą. Pamokose vaikinai **mažiau dėmesingi** nei merginos. Tai pasireiškia kaip nesiklausymas „Per pamokas nieko nesiklaus“, „Merginos atidžiau klausosi per pamokas, o vaikinai priešingai“, „Pamokų metu nesiklaus“, „Jie nesistengia pasisavinti informacijos“, „Vaikinai nesiklaus per pamokas, todėl turi ieškoti internete namuose“, „Jie nesiklaus per pamokas“, „Jie per pamokas galbūt neįdėmiai klausosi ar pristigo žinių“, „<...> vaikinai nesiklaus per pamoką ieško informacijos internete“, „<...> vaikinai negaudami pakankamai informacijos ieškosi internete“ [mot.]. Respondentai linkę diferencijuoti lyčių elgesį – iš atsakymų aiškiai regima edukacinės realybės situacija, kurioje merginos mokslui teikia didesnę reikšmę pamokose, o vaikinai susitelkia į veiklas tik esant formaliajam būtinumui – atliekant individualias užduotis, besimokant namuose: „Kai moko bendrai, merginos mokosi, domisi, o kai jau reikia mokytis individualiai, į pagalbą vaikinai pasitelkia internetą“ [vyr.], „Vaikinai ne viską išgirsta pamokos metu“, „Merginos pamato viską ką rodo mokytojai <...>“, „Merginos gerai per pamokas klausosi, užsirašinėja informaciją <...>“ [mot.]. Vizualizacijos paieškos internete tampa pagalbine veikla, kuri padeda eliminuoti mokymosi pamokose spragas: „Jie per pamokas kita veikla užsiima, arba nesiklaus, todėl jie priversti informacijos ieškoti internete“ [mot.].

Vaikinai dažniau internete ieško vizualizacijų nei merginos, nes **kalba per pamokas**: „Tuo metu, kai rodoma vizualizacija jie prašneka, todėl nieko nepamato, vėliau ieško tos informacijos internete“, „Per pamokas dažniausiai šneka, todėl jiems geriau informacijos ieškoti internete“ [mot.]. Ieškoti vizualios informacijos internete vaikiniams tenka dažniausiai tuomet, kai reikia atlikti atsiskaitomąsias užduotis: „Kai parodo skaidres ar kažką panašaus ir po to rašo darbą, o jie nieko nesiklausė, tai tenka suktis ir ieškoti informacijos internete“ [vyr.]. Identifikuojamas ir išsiblaškyimo subveiksny – vaikinai „būna išsiblaškę, todėl jiems ieškoti papildomos medžiagos internete priimtinau“, „Vaikinai būna išsiblaškę ir daug pražiopso“, todėl „reikiamos informacijos ieško in-

ternete“ [mot.]. Minimas ir vaikinių **nesidomėjimas** mokomuoju turiniu, nes prioritetai teikiami labiau dominantiems dalykams: „Yra kitų įdomių dalykų, kuriuos jie daro daug maloniau nei mokosi ar ieško informacijos internete“ [mot.]. Taip pat ieškoma naujovių, kurios nekoreliuoja su tradiciniais mokymosi būdais ir priemonėmis: „jau atsibodo tos knygos, todėl ieškome internete“ [vyr.].

Vienas iš plačiau apibūdinamų subveiksnių yra vaikinių **tingėjimas**. Respondentų nuomone, vaikinai simuliuoja mokymąsi, todėl ieško lengvesnių būdų gauti informacijos: atsiribojama nuo knygų skaitymo: „Jie neskaito knygų, todėl informacijos ieško internete“ [mot.], „Jie tingi vartyti knygas, todėl greitesniu būdu ieško medžiagos internete“ [vyr.], nesistengiama atlikti užduotis kokybiškai: „Jiems svarbu atlikti tai, ką mokytojas liepė, bet nerūpi kaip atlikta ir niekada nesigilina į atlikto darbo prasmę ar poveikį“ [mot.], vengiama namų darbų: „Vaikinai tingi <...> ruošti pamokas“, „Dėl tinginystės pačiam daryti namų darbus“ [mot.], nenorima mokytis: „Vaikinai tingi mokytis ir jiems geriau viską rasti internete“ [mot.], ieško mažiau pastangų reikalaujančio mokymosi proceso: „<...> lengvesnio varianto“, „Vaikinai tingi skaityti, tai išmokti pagal paveikslukus – lengviau“ [mot.], „Vaikinai tingi daryti savo galva“, „Nori pasiekti visko lengviau nei merginos“ [vyr.]. Patys vaikinai pabrėžia, kad vangumas ir neveiklumas pamokose pasireiškia ir galimybė sukčiauti internete („Sukčiauti galima“ [vyr.]) arba greta užsiimti ir hedonistine veikla: „<...> ieškodami informacijos internete dar spėja pažaisti žaidimus“ [vyr.].

Vaikinai dažniau nei merginos internete ieško vizualizacijų, nes taip **sumažina** įvairias **sąnaudas**. Ryškiausiai pastebimas **greitesnis ir lengvesnis informacijos** prieinamumas: „Taip lengviau ir greičiau“, „Lengviau prieinama informacija“, „Stengiasi padaryti viską kuo lengviau“, „Vaikinai ieško lengviausio būdo surasti reikiamos informacijos“ [mot.]. Konstatuojama, kad paieškos internete tampa pomėgi: „Jie mėgsta ieškoti informacijos lengvesniu būdu, o internetas kaip tik vieta, kurioje informacijos galima susirasti“ [mot.]. Analizė atskleidžia, kad vaikinių ir merginų nuomonės skirtingai reiškiamos apie vaikinių veiklą pamokose. Pastarieji linkę pateisinti savo laiką, praleistą ieškant papildomų vizualizacijų, didesniais nei merginų gebėjimais: „Vaikinai moka ją surasti greičiau ir moka ją įsisavinti“ [vyr.]. Opoziciška nuomonės raiška identifikuojama merginų populiacijoje – jos labiau teigiamai vertina savo pastangas, aktyvų darbą pamokose, išlavintus mokymuisi reikalingus gebėjimus: „Merginos labiau savarankiškos, vaikinai tiesiog ieško lengvesnio būdo“, „Merginos išradingesnės ir dažniausiai pačios mąsto, o vaikinai ieško lengviausio būdo informacijai rinkti“ [mot.], pabrėžia vaikinių pasyvumą: „Internetu yra visa informacija, o vaikinai nesivargina ieškodami kitur“ [mot.].

Laisvalaikio aplinkoje dominuoja ryškus **vartotojiškas** vaikinių **santykis** su IKT. Vaikinai **dažniau** nei merginos **naudojasi kompiuteriu ir internetu**. Šie indikatoriai identifikuoti abiejų lyčių populiacijos: „Mes daugiau žiūrime internete“, „Jie praleidžia daugiau laiko prie kompiuterių“, „Vaikinai labiau patyrę prie kompiuterių ir greičiau gali susirasti“ ir pan. [vyr.], „Vaikinai praleidžia prie kompiuterio daugiau laiko nei merginos“, „Merginoms yra lengviau galvoti pačioms, negu naudotis internetu, o vaikiniams atvirkščiai, nes jie didžiąją dienos dalį praleidžia prie kompiuterio“, „Merginoms

labiau patinka galvoti pačioms ir kruopščiai atlikti užduotis, o vaikinai laiko praleidžia prie kompiuterių“, „Vaikinai daug apskritai naršo internete, todėl jiems taip aktualiau ir įdomiau“, „<...> labiau sureikšmina internetą <...>“ [mot.]. Cituotos mokinių mintys atkartoja anksčiau aptartas konotacijas: merginos labiau linkusios didžiuotis savo lyties sugebėjimais savarankiškai veikti pamokose ir koncentruočiau ir atsakingiau siekti ugdymosi rezultatų, tuo tarpu vaikinams būdingas pasyvumas, labiau pasireiškiantis aktyvia veikla su IKT, todėl įžvelgiamas jų pranašumas šioje srityje – sugebama greičiau ir efektyviau susirasti reikiamos informacijos: „Vaikinai daugiau praleidžia laiko prie kompiuterio, todėl turi daugiau pranašumų“.

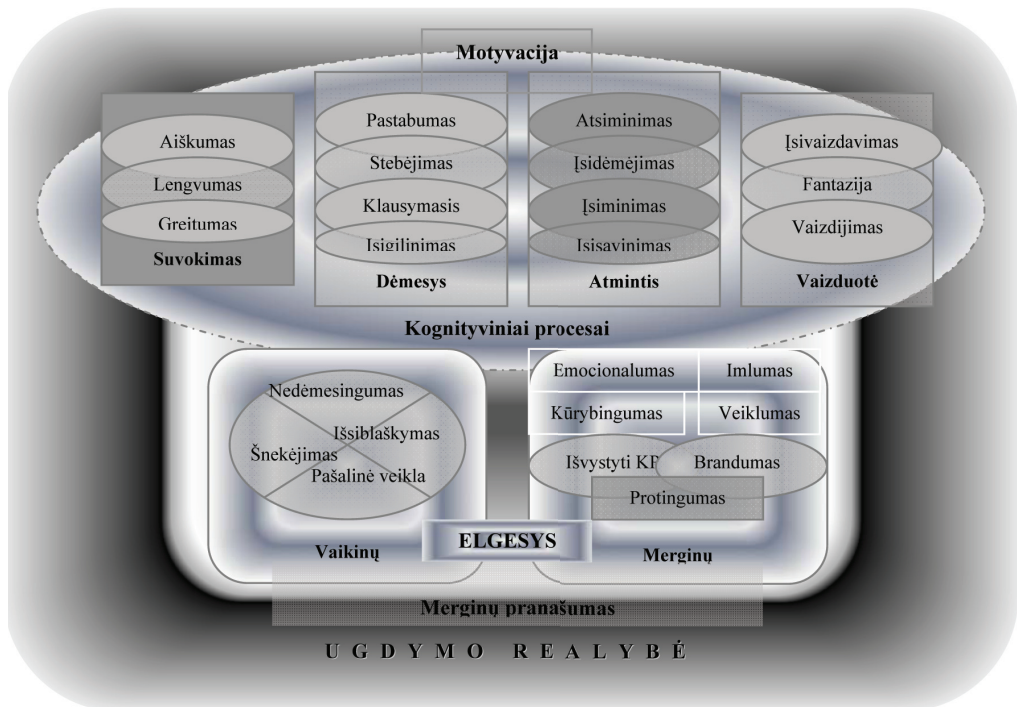
Abiejų lyčių atstovai vartotojišką santykį mini ir dėl vaikinių **pomėgio** IKT, kuris kartais susilpnina ar užgožia kitus poreikius: „Vaikinams rūpi sėdėti prie kompo ir daugiau niekas“, „Jiems įdomus kompiuteris ir internetas, gal jie net labiau supranta kompiuterį, greičiau išmoka juo naudotis, be to, jie dažniau žaidžia kompiuteriu“ [mot.]. Citatos iliustruoja, kad kompiuteris atlieka hedonistinę funkciją – teikia malonumą, todėl juo atliekamos veiklos tampa pomėgiu, galima greitai susirasti informaciją, žaisti. Vaikinai, kaip ir merginos, panašiai apibūdina pomėgį naudotis kompiuteriu ir internetu: „Mes tuo suinteresuoti“, „Vaikinai mėgsta naršyti internete ir susirasti naudingos informacijos“, „Pats labai mėgstu ieškoti internete, net rašau rašinius kompiuteriu ir dažnai įdedu vaizdinės informacijos“ [vyr.]. Pomėgio kontekstui išreikšti vartojamos sąvokos „patinka“, „mėgsta“, „įdomu“, kurios reprezentuoja polinkį į domėjimąsi kompiuterine technika ir norą kontaktuoti su ja ilgiau nei merginos.

Mokiniai akcentuoja **domėjimąsi** internetu: „Vaikinai linkę domėtis“, „<...> labiau domisi“, „<...> labiau aktualu“ [vyr.], „Vaikinai labiau domisi informacinėmis technologijomis“, „Jie domisi viskuo, kas yra internete“, „Juos tai domina labiau nei merginas“, „Vaikinai labiau domisi kompiuteriais, jiems labiau lengva ieškotis patiems informacijos nei ją įsisavinti“ [mot.]. Būta nuomonės, kad įdomi medžiaga pamokose gali suaktyvinti norą domėtis namuose: „Jei pamokos metu jie išgirsta ar pamato kažką labai įdomaus, jie nori apie tai sužinoti daugiau nei per pamoką galėjo“, „Galbūt juos įtraukia, sudomi dėstoma medžiaga“ [mot.]. Aptartieji veiksniai pastebimi laisvalaikio aplinkoje ir atitinka ritualinę-hedonistinę funkciją – atliekami permanentiniai veiksmai siejami su malonumu ir dėl paties santykio su kompiuterine priemone ir dėl proceso eigos ir jo pasekmės.

Vizualizacijos paieškų internete, kurias atlieka dažniau vaikinai nei merginos, priešasčių sąrašą papildo ir **įsisavintų žinių reikmė**. Vaikinai įvardija veiksnius, kurie identifikuoja šioje populiacijoje dominuojantį **žingeidumą**. Akcentuojami išmokimo aspektai: „Nori išmoki teoriją labiau“, „Tiesiog norisi daugiau išmoti“ [vyr.], siekio žinoti: „Turbūt jie taip pat nori žinoti daugiau“, „Vaikinai labiau nori sužinoti“, „Vaikinai nori daugiau suprasti negu merginos“, „Jie nori daugiau sužinoti“ [vyr.], „Vaikinai nori viską žinoti plačiau, o ne tik „sausą“ informaciją“ [mot.], įsigilinti: „Nori įsigilinti į įvairius dalykus“ [vyr.], pasidomėti „Pasidomėti daugiau norime“ [vyr.] aspektai. Vaikinai išskiria ir esminę savybę, kuri lemia poreikį daugiau nei merginoms ieškoti vaizdinės informacijos internete. Smalsumo veiksnys skatina dažnesnių paieškų situacijas „Vaikinai smalsesni ir jiems įdomiau sužinoti naujų dalykų“, gal jie smalsesni“, „dėl smalsumo“ [vyr.].

Merginos akcentuoja ir dar vieną veiksni, kuris lemia vaikinų dažnesnį naudojimąsi internetu papildomoms vizualizacijoms surasti. Jų nuomone, vaikinų **gebėjimai silpnėsi** nei merginų. Tai grindžiama tuo, kad vaikinai **nesugeba** atlikti tam tikrų veiksmų – surasti informacijos knygoje: „Jie nevisiškai sugeba viską rasti knygoje“, savarankiškai veikti atliekant užduotis: „Merginos pačios moka sumąstyti įvairius dalykus, o vaikinai ieško informacijos internete, ką merginos sugeba savo pastangomis“, „Merginos savarankiškesnės, jos pačios mąsto“ [mot.]. Merginų nuomone, knygos **nėra tinkama** mokymosi **priemonė** vaikinams, nes jie: „<...> nelabai mėgsta informacijos ieškoti vadovėliuose, žinynuose“, „<...> mažiau skaito knygų ir viską stengiasi padaryti greičiausiai ir paprasčiausiai“, „<...> geriau gaudosi nei knygoje“.

Didesnio vizualizacijos poveikio merginų kognityviniams procesams priežastys



70 pav. Didesnio vizualizacijos poveikio merginoms priežastys (sudaryta autorės)

Didesnė vizualizacijos nauda merginų kognityviniams procesams (70 pav.) aiškina tų pačių procesų geresniu veikimu. Vizualizacija 9–10 klasių merginoms naudingesnė nei vaikinams dėl stipresnio kognityvinių procesų veikimo, motyvacijos ir merginų pranašumo prieš berniukus.

Merginas daugiau nei vaikinus vizualizacija domina, skatina jų **motyvaciją**. Abiejų lyčių atstovų nuomone, šis veiksnys stipriai dominuoja populiacijoje. Išryškėja noras domėtis vizualizacija: „Merginos labiau domisi vizualinėmis priemonėmis ir į jas labiau kreipia dėmesį“, „Joms vizualizacija labiau patinka nei rašymas į sąsiuvinį“

[mot.]. Daugiausia minima, kad merginos daugiau nei vaikinai stengiasi mokytis pamokų metu: „Labiau nori mokytis ir įsisavinti pamokos informaciją“, „Merginos daug labiau nori išmokti ir suprasti visą tai“, „Merginos labiau nori viską suprasti nei vaikinai“, „Merginos rimčiau žiūri į tokius dalykus“, „Jos labiau stengiasi suprasti, sužinoti viską“, „Merginos nori mokytis taip, kad būtų lengviau ir greičiau suprasti ir išmokti naujas žinias“ [mot.], „Vaikinams gali būti ne visada įdomu, kas rodoma“ [vyr.]. Citatos atskleidžia merginų įsitikinimą, kad jos turi ir atitinkamų savybių, padedančių siekti geresnių mokymosi rezultatų. Tos savybės, būdo bruožai būdingi šio amžiaus merginų populiacijai ir nebūtinai siejasi su vizualizacijos poveikiu, kadangi savybės pasireiškia ir kitose situacijose: „Merginos labiau domisi viskuo, vaikinams tai yra mažiau įdomu“ [mot.]. Merginų elgesys, skatinantis domėtis mokomuoju turiniu ir, analogiškai, vizualizacija, egzistuoja kaip faktas, ritualinis ir habtlualus veikimas, mažiau būdingas vaikinams.

Merginų **dėmesys**, taikant vizualizaciją, labiau aktyvėja nei vaikinų: „Jos dėmesingesnės“, „Merginos dėmesingesnės“, „Merginos labiau susikaupusios“, „labiau sukaupia dėmesį“ [mot.], „Merginos susikaupia, o vaikinai prasnaudžia“ [vyr.]. Akcentuojamas aukštas susikaupimo lygmuo, kuris pasireiškia kaip dėmesio sutelkimas: „Merginos labiau susikaupia, susitelkia į informaciją“, „Labiau atkreipia dėmesį“, „Merginos būna labiau susikaupusios“, „Merginos geriau susikaupia. Merginos labiau susikaupia nei vaikinai“, „Merginos labiau susikoncentruoja“, „Merginos labiau susikaupia, labiau valdo dėmesį“ [mot.]. Pastebimas skirtingas merginų ir vaikinų dėmesio valdymas pamokose – merginos tam skiria daugiau pastangų, yra labiau motyvuotos: „Merginos labiau susikaupia ir gilina į pamoką“, „Merginos per pamokas būna labiau susikaupusios“ [mot.], „Merginos ne taip išsiblaškiusios“, „Merginos mažiau linkusios išsiblaškyti“ [vyr.], „Mergaitės visada labiau susikaupę per pamokas negu berniukai, todėl merginos ir taip pamokose dažniausiai būna susikaupusios“ [mot.]. Pastaroji citata leidžia manyti, kad dėmesingumas ugdymo procese nebūtinai priklauso nuo vizualizacijos, tai daugiau lyčių skirtumai šiame amžiaus tarpsnyje, kai merginos nori daugiau mokytis nei vaikinai, todėl ugdymo rezultatai geresni. Merginos dirba labiau susikoncentravusios, siekdamos atitinkamo tikslo, o vaikinus dažniau blaško pašaliniai veiksniai. Tačiau minimas ir tas faktas, jog vizualizacija labiau traukia dėmesį: „Merginos dažniau dėmesingos, jos labiau susikaupia į rodomą medžiagą“, „Merginos labiau kreipia dėmesį į vaizdinį medžiagos apdorojimą“, „Merginoms lengviau vizualizacija“, „Jos labiau geba susikaupti kai rodomi vaizdai, reikia juos suprasti ir tai merginos geba geriau“ [mot.], „Vaikinams geriau sekasi atlikti praktinius dalykus, o merginos dėmesingesnės žiūrint vizualinius objektus“, „Jos dėmesingesnės aplinkai, vizualizacijoms“, „Jos geriau susikaupia, turi geresnę vaizduotę ir nėra blaškomos pašalinių veiksmių“ [vyr.].

Dėmesį identifikuojančius parametrus galima skaidyti į smulkesnes dalis. Išskiriamas merginų pastabumas: „Merginos greičiau pastebi įvairius dalykus nei vaikinai“, „Jos geba geriau susikoncentruoti, yra pastabesnės“ [mot.], „Merginos yra labiau atidesnės už vaikinus“, „Merginos gal būt yra atidesnės, be to, jos gali daryti kelis darbus vienu metu“ [vyr.]; stebėjimas: „Merginos įsisavino gautą informaciją, nes jos įdėmiau

stebi pamoką“, „Merginos atidžiau žiūri“, „Jos žiūri ir stebi įvairias smulkmenas“, „Merginos idėmiau stebi, mažiau blaškosi nei vaikinai“, „Idėmiau viską žiūri“, „Merginos idėmiau išžiūri į pateiktą informaciją“ [mot.]. Detalizuojant dėmesio indikatorius išryškėja didesnis merginų įsigilinimas: „Merginos į ją įsigilina“, „Merginos labiau susikaupia, įsigilinę į esmę ir pagrindinę temą, nesirūpina pašaliniais dalykais“, „Jos gali labiau įsijausti“, „Merginos labiau seka pamokas nei vaikinai, ir labiau susikaupia“, „Jos labiau įsigilina į pateiktą informaciją nei vaikinai“ [mot.]. Konstatuojamas ir dar vienas faktas – merginos labiau nei vaikinai klausosi informacijos pamokose. Tai įvardijama šiais žodžiais: atidžiau klausosi, sugeba klausyti, labiau įsiklauso, geriau klauso.

Abiejų lyčių mokiniai konstatuoja, kad atminties procesų veikla labiau padeda mergaitėms įsisavinti vizualią informaciją. Dauguma respondentų akcentuoja, jog merginos turi **geresnę vizualinę atmintį**, kuri įvardijama regimąja, fotografine ir matomąja. Žemiau pateikiami merginų ir vaikinų nuomonių rodikliai.

Merginų nuomonė. [Vizualinė atmintis yra geresnė. Merginų vizualinė atmintis geresnė už vaikus. Geresnė regimoji atmintis. Merginos turi geresnę regimąją atmintį. Dauguma turi fotografinę atmintį. Daugelis merginų, mažesnė dalis vaikinų, turi „matomąją“ atmintį, pvz., kai užsimerki ir matai knygos tekstą ir gali pamatyti atsakymą per kontrolinį. Turi regimąją atmintį. Merginų atmintis dažniausiai būna vizualinė. Merginos turi fotografinę atmintį, labiau įsimena informaciją, matydamos ją pateiktą vaizdiniu būdu nei vaikinai. Geresnė matomoji atmintis. Jų geresnė regimoji atmintis negu vaikinų. Merginų geresnė matoma atmintis. Pas merginas geresnė regimoji atmintis. Merginos dažniau turi fotografinę atmintį. Merginoms taip lengviau mokytis, jos dažniausiai turi regimąją atmintį. Jų regimoji atmintis. Merginų geresnė vizualinė atmintis. Merginos turi geresnę vaizdinę atmintį. Merginos turi labiau matomąją atmintį, aišku, nebūtinai, bet dauguma šiaip merginoms yra įdomiau ir matyti ir klausyti. Pas merginas yra geresnė regimoji atmintis. Merginos turi regimąją atmintį].

Vaikinų nuomonė. [Jos labiau naudojami fotografine atmintimi. Merginos turi geresnę regimąją atmintį. Merginų geresnė regimoji atmintis. Merginų regimoji atmintis geresnė nei vaikinų. Vaikinų atmintis yra skaitomoji, o merginų - regimoji. Joms labiau išlavinta vizualioji atmintis, tada lengviau. Merginų turbūt geresnė atmintis nei vaikinų. Merginų vaizdinė atmintis geriau išlavinta nei vaikinų. Daugiau merginų turi fotografinę atmintį. Merginos turi geresnę regimąją atmintį. Merginų vizualinė atmintis geresnė. Merginų geresnė matomoji atmintis. Jos turi geresnę vizualią atmintį. Vaizduojamoji atmintis geresnė, tiap pat joms lengviau įsivaizduoti matant.].

Iš atsakymų matyti, kad manoma egzistuojant vaizdinę-vizualinę atmintį, padedančią daugiau merginoms nei vaikinams įsisavinti regimus vaizdus ir ilgiau išlaikyti juos atmintyje. Respondentai įsitikinę, kad būtent vizualioji atmintis palengvina ir įsivaizdavimą. Tačiau pastaroji nuostata atspindi psichologiškai patvirtintą faktą – atsiminimo gebėjimą, kai reikalui esant iš atminties išplaukia vaizdiniai, kurie buvo įsiminti. Būtent minėtą procesą mokiniai ir pabrėžia, įvardindami tai kaip įsivaizdavimą.

Atsiminimas. [Atsimename lengviau. Merginos pastebi vizualias smulkmenas, kurios vėliau sužadina atmintį.].

Įsidėmėjimas. [Matant kažką vaizde, o ne tik tekste yra lengviau tai įsidėmėti. Merginos labiau įsidėmi ją, viską užsirašo. Kai kurios susikaupia ir įsidėmi, ką sako ir pabando įsivaizduoti. Merginos labiau pastebi daiktus negu vaikinai, todėl geriau įsidėmi tai, ką mato. Lengviau įsidėmi, jų atmintis geresnė. Įvairūs vaizdai padeda geriau viską įsidėmėti. Merginoms lengviau įsidėmėti informaciją, kai pamato. Merginos labiau įsidėmi smulkmenas. Merginoms lengviau viską įsidėmėti. Matant viską galima įsidėmėti. Merginos yra pastabesnės, joms lengviau įsidėmėti matomą informaciją. Merginoms vizualizacija padeda geriau įsidėmėti. Merginos yra pastabesnės, jog lengviau įsidėmi smulkmenas, geriau jas įsisavina.].

Įsiminimas. [Merginoms įdomiau vizualizacija, nes ją lengviau įsiminti. Taip padedama labiau įsiminti, skiriasi smegenų centrų aktyvumas. Merginos labiau įsimena vaizdinę informaciją. Vizualizacija tikrai padeda lengviau įsiminti. Merginų mąstymas kitoks, mums lengviau įsiminti informaciją pavyzdžiais. Merginos dažniausiai geriau mokosi, o vaizdingos temos paaiškinimas padeda lengviau įsiminti ir suprasti. Merginos greičiau įsidėmi vaizduojamąją medžią-

gą. Merginos labiau išimena smulkmenas. Man taip lengviau įsiminti. Matant, o ne klausant geriau išimename. Galbūt merginų geresnė atmintis ir geriau įsiminti rodomąją informaciją. Merginos geriau išimena matydamos vaizdą. Merginos geriau išimena dalykus. Joms lengviau įsiminti rodomą vaizdą. Merginos labiau išimena vaizdą, padeda vaizduotei suvokti informaciją. Merginos labiau išimena žiūrėdamos, nei klausydamos. Mes geriau išimename vaizdus, o ne garsus ar žodžius. Vaizduojama medžiaga padeda įsiminti informaciją.]

Įsisavinimas. [Geriau įsisavina informaciją. Man pačiai lengviau įsisavinti vaizdinę informaciją, nes matai, kaip atrodo vienas ar kitas reiškinys. Tai padeda geriau įsisavinti turimą informaciją. Tokiu būdu lengviau galima įsisavinti informaciją. Merginos greičiau įsisavina medžiagą, kai ją mato, sudomina. Jos labiau viską supranta, vaizdžiau įsisavina informaciją. Merginos labiau viską įsisavina per akis. Merginos geriau įsisavina vaizdinę informaciją, jos turi geresnę vaizdinę atmintį.]

Duomenys reprezentuoja, kad vizualizacija galimai naudingesnė merginoms ne tik dėl efektyvesnio vizualinės atminties veikimo, bet ir dėl geresnio įsiminimo, įsidėmėjimo, įsiminimo ir įsisavinimo. Šis diskursas leidžia manyti, kad mokiniai įvairiapusiškai geba paaiškinti vizualizacijos poveikį merginų atminčiai: pasitelkiami žodžiai, perteikiantys tą pačią prasmę – geresnį mokomosios informacijos išlaikymą ilgalaikėje atmintyje.

Analogiškai identifikuojama vizualizacijos nauda merginų **vaizduotei**. Dauguma respondentų gana plačiai aprašo savo įsitikinimą, kad merginų vaizduotė veiksmingiau veikia nei vaikinų. Toks požiūris reprezentuojamas šiomis vaizduotė apibūdinančiomis sąvokomis – vaizduotė *lakesnė, geresnė, greitesnė, labiau išlavinta, didesnė*. Aiškiai supriešinama vaikinų vaizduotė, kuri yra *mažesnė, mažiau išlavinta, lėtesnė*. Gilinantis į kontekstą nustatyta, kad šios kategorijos veiksnys apibūdinamas dviem pagrindiniais indikatoriais: įsivaizdavimu ir fantazija. Žemiau pateikiami tai iliustruojantys teiginiai.

Įsivaizdavimas. [Tai joms padeda geriau įsivaizduoti. Vizualizacija labiau padeda merginoms, nes jos moka geriau įsivaizduoti. Be vizualizacijos pamokose sunku įsivaizduoti merginoms nebūdingus dalykus. Matant lengviau suprasti ir įsivaizduoti. Merginos labiau įsivaizduoja viską, ką labiausiai nori. Merginos įsivaizduoja įvairius uždavinius realiai. Kai įsivaizduoji, lengviau ir supranti. Joms geriau įsivaizduoti. Merginos labiau įsivaizduoja. Tada gali įsivaizduoti, kaip atrodyti dirbdamas tam tikrą darbą. Merginos yra svajotojos, jos mėgsta viską įsivaizduoti, joms rūpi, kaip gražiai ta informacija pateikta. Vizualizacija padeda labiau įsivaizduoti daikto veikimo principą. Sunkiau įsivaizduoti mechaninius daiktus ar reiškinius, kai kurios gal net turi per laktą vaizduotę ir įsivaizduoja neesamų to objektų savybių, ko jo nemato gyvai. Geriau įsivaizduojami įvairūs dalykai. Padeda vaizduotę įjungti, geriau įsivaizduojama. Vizualizacija pamokose padeda labiau praplėsti savo vaizduotę, tuo metu geriau įsivaizduojama. Lengviau įsivaizduoti. Geriau viską įsivaizduoja ir supranta viską, matydamos vizualizaciją.]

Fantazija. [Merginų lakesnė fantazija. Merginos turi daugiau fantazijos. Pas merginas platesnė fantazija. Turi didesnę fantaziją. Merginos turi didesnę fantaziją ir geba visus dalykus pritaikyti. Merginos iš prigimties svajoklės.]

Akcentuojama tai, kad vizualizacija mintyse padeda sukurti vaizdinius, kurie realybėje negali susiformuoti, nes regėjimo joslė vaizdų nefiksuoja – tai sudėtingi ir abstraktūs dalykai. Aukščiau pateikiamose citatose minima, kad vizualizacija padeda pamatyti nematomus dalykus, sunkiau įsivaizduojamus reiškinius. Citatose pastebima ir tai, jog, vertinant teigiamą vizualizacijos poveikį įsivaizdavimui, tai siejama ir su gilesniu supratimu, t.y. su suvokimu. Kontekstas atskleidžia, kad merginoms priskiriamos savybės, kurios šią lytį reprezentuoja kaip jautrią grožiui ir estetikai ir tvarkai vaizdų pasaulyje, jautrumui mokymosi procese. Respondentų teigimu, merginos labiau nei vaikinai linkusios įsivaizduoti, fantazuoti, daugiau tam skiria laiko, todėl galimai vizualizacija joms ir yra naudingesnė, nes jų prigimtis tarsi reikalauja didesnių vaizdų kiekio.

Didesnė vizualizacijos nauda akcentuojama ir dėl pagalbos **suvoikimo procesui**. Kontekstas atskleidžia vizualizacijos poveikį *palengvinant ir pagreitinant* suvoikimą: „vaizduojama informacija lengvai suprantama“, „Merginoms lengviau suvokti tai, ką pamato“, „Mergaitės greičiau viską supranta ir greičiau viską „pagauna“. Merginos greičiau suvokia informaciją“ [mot.], „Vizualiai merginoms informacija lengviau suvokiama, nei kitais būdais“ [vyr.]. Tuo paaiškinamas mokinių įsitikinimas, kad būtent vizualizacija yra veiksmingesnė priemonė nei kitos mokant merginas ir išryškėja vizualumas *versus* verbalumas: „Merginos geriau suvokia informaciją žiūrėdamos, negu klausydamos“, „Jos labiau supranta labiau matydamos, negu skaitant knygas“ [mot.].

Analizuojant mokinių nuomonės kontekstą, atskleistas besimokančiųjų elgesio pobūdis ir su juo susiję veiksniai. Duomenis galima skirstyti pagal atitinkamai lyčiai būdingus ypatumus. Šiuo atveju išryškėja **merginų pranašumas**.

Vaikinų populiacijai edukaciniame procese būdingas **nedėmesingumas** ir su juo susiję požymiai. Realybėje jis pasireiškia kaip „nesusikoncentravimas“, „nesusitelkimas“ [mot.] dirbti, mokytis, atlikti užduotis ir stebėti mokytojo rodomus vaizdus, dažnai pastebimas „dėmesio nekreipimas“ [vyr.] į mokomąsias priemones. Pamokose „vaikiniai nežiūri, nesiklauso“ [mot.], todėl ir neteikia reikšmės tiek, kiek teikia merginos. Vaikinų nedėmesingumas paaiškinamas didesniu aktyvumu, kuris apsunkina koncentravimąsi: „Vaikiniai yra energingesni, todėl tiesiog nesugeba gerai sutelkti dėmesio“ [vyr.]. Vaikiniai dažniau nei merginos **kalba per pamokas**. Įvardinamas ir toks faktas, kaip „vizualizacija pamokose tik laikas paplepėti“, „tą laiką prašneka“, „vaikiniai vizualizaciją praleidžia į ją nežiūrėdami, o kalbant su suolo draugais“ [mot.]. Pastebima, kad vaikinai tą daro dažniau nei merginos, todėl jiems būdingas ir **išsiblaškyimas**. Vaikiniams sunkiau išlaikyti dėmesį, jie užsiima **pašalinėmis veiklomis**, todėl vizualizacija juos sukaupia rečiau nei merginas.

Merginų populiacijai būdingas **emocionalumas**: „Merginos yra emocionalesnės nei vaikinai“ [mot.], **imlumas** „merginos imlesnės vizualizacijai“ [mot.], **ižvalgumas**: „Merginos išvelgia labiau įvairias smulkmenas nei vaikinai“ [mot.], **kūrybingumas**: „Vyrų mąsto tik galvodami logiškai, o moterys daug kūrybingesnės“ [mot.], **veiklumas**: „Merginos gali atlikti daugiau veiksmų vienu metu, negu vaikinai“, „Merginos sugeba atlikti daugiau veiksmų vienu metu“ [mot.]. Šie veiksniai atspindi didesnę merginų aktyvumą ir visapusiškesnę pasirengimą pasinaudoti vizualizacija. Nors tos savybės siejamos su merginų populiacijos bruožais, jos galimai labiau išryškėja būtent ugdymo procese. Merginos taip pat akcentuoja, kad jos **protingesnės** nei vaikinai – įvardijama, kad jų kognityviniai gebėjimai veikia kur kas geriau nei vaikinų. Taip pat manoma, kad merginos brandesnės nei vaikinai tokiaame amžiuje: „Merginos tame pačiame amžiuje protiškai labiau subrendusios“, „Merginos mąsto šiek tiek geriau nei vaikinai ir yra labiau išsivysčiusios“ [mot.]. Pastarieji indikatoriai identifikuoti ir vaikinų populiacijos nuomonės raiškoje – jie analogiškai išskyrė, kad merginos šiuo amžiaus tarpsniu yra labiau subrendusios ir aiškiau protauja, gali pasiekti geresnių rezultatų, todėl ir vizualizacija joms labiau naudinga.

Didesnio vizualizacijos poveikio merginų motyvacijai priežastys

Konstruojant ir rekonstruojant mokinių diskursą paaiškėjo analogijos ir generalizuota priežastį įvertinanti veiksnių visuma. Tiek motyvacijos, tiek kognityvinių procesų veikimui dėl vizualizacijos įtakos turi minėti veiksniai (27 lentelė).

27 lentelė

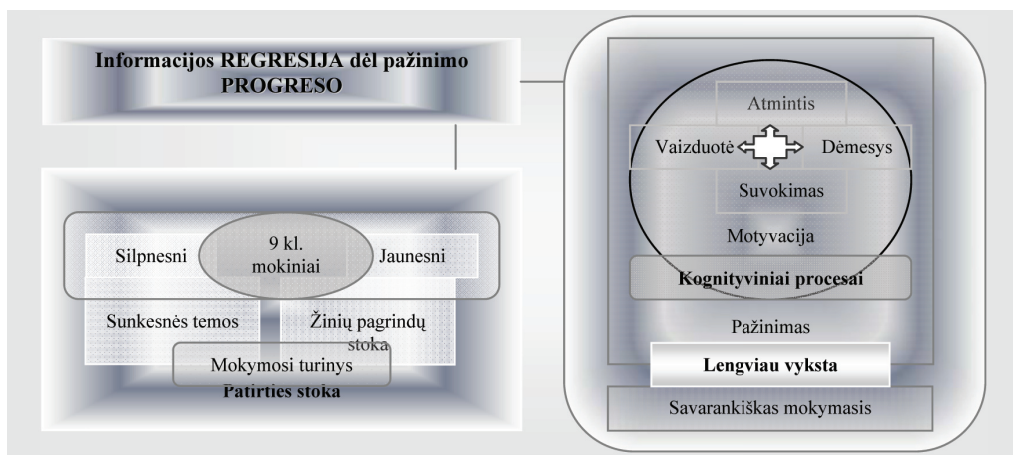
Vizualizacijos naudos motyvacijai priežastys

Subkategorija	Teiginiai (merginos)
<i>domėtis</i>	Jos sudomina, todėl skatina mokytis. Vaikiniai yra konkretūs, o merginos, jei sužino ar pamato ką nors naujo, nori domėtis (mokytis) apie tai toliau ir daugiau. Tai sudomina mus, gal daugeliui merginų skaičiai atrodo nuobodūs ir neįdomūs, neretai dėl to praranda norą mokytis. Merginas tai labiau domina, pamokos tampa įdomesnės. Merginos labiau domisi vizualizacija. Merginos daugiau domisi konkrečiais dalykais, o vaikinai ne taip rimtai žiūri į mokslą. Jos labiau domisi vizualizacija nei vaikinai. Merginas tai labiau domina. Vizualizacija sudomina. Merginos labiau domisi vizualizacija. Gal dėl to, kad kai kurios labiau domisi. Jas sudomina pateikta informacija. Gal merginos daugiau domisi. Jei mane sudomina, tada mokausi. Merginos pradeda domėtis tuo, ką išgirdo ar pamatė.
<i>įdomu</i>	Merginoms tampa įdomu. Įdomiau mokytis. Merginoms įdomiau žiūrėti į paveikslėlius nei skaityti knygoje. Pamokos įdomesnės, todėl ir mokosi labiau. Žiūrėti įdomiau nei klausyti. Sudomina. Joms įdomiau. Tada jos supranta, joms sekasi, geriau ir mokosi. Matymas yra įdomiau. Sudomina labiau. Tai įdomiau. Mokymasis pasidaro įdomesnis. Matant informaciją vizualiai būna įdomiau mokytis. Įdomu žiūrėti, įdomiau nei skaityti tekstą, o berniukai nenori klausytis. Įdomiau, gražiau pateikia informaciją. Įdomu pamatyti, vizualizacija sudomina. Tai duoda įdomumo, todėl merginoms tai paskata. Merginas sudomina. Tai įdomu, bent jau įdomiau, nei sėdėti ir klausytis mokytojo diktuojamų sąvokų. Taip įdomiau mokytis. Daug įdomiau ir suprantamiau. Tai yra kur kas įdomiau negu mokytojo pasakojimai ar rašiniai į sąsiuvinį. Merginoms įdomu, jos nori domėtis. Įdomiau negu skaityti iš knygų. Jei tai įdomu, nesvarbu kokios lyties tu esi, vaizdinė medžiaga tau pravers. Merginas skatina mokytis, nes vaizdinė informacija domina. Merginoms įdomiau dalyvauti vizualizacijos pamokose. Įdomiau mokytis. Įdomu mokytis. Tai įdomu ir iškart sudarytas vaizdas. Taip yra įdomiau mokytis, o vaikinas neįdomu mokytis jokiais būdais. Daug įdomiau sėdėti pamokoje. Merginoms galbūt labiau įdomiau domėtis ir pamatyti pamokas vizualiai. Būna įdomiau nei skaityti iš kokių vadovėlių. Būna įdomiau. Žymiai įdomiau mokytis. Pamoka būna įdomesnė. Merginoms visada įdomiau mokytis. Joms įdomu tai, ką parodo, o vaikinai labiau tiesmuki, jiems reikia tikslumo. Įdomiau žiūrėti, negu klausytis. Galbūt, nes vizualios pamokos yra kur kas įdomesnės, jos paprastos, todėl merginos labiau skatina mokymosi motyvaciją. Įdomiau, kai su vaizdu. Taip įdomiau mokytis. Įdomu matyti ne tik girdėti. Vizualios pamokos įdomesnės nei paprastos. Vizualizacija yra įdomiau, padeda viską lengviau suvokti. Merginoms daug įdomiau viskas nei vaikinas. Nori žinoti daugiau ir susidomi.
<i>atraktyvu</i>	Labiau traukia. Ne taip nuobodu. Ne taip nuobodu, gali aptarinėti vizualizaciją su kitais.
<i>sužavėti</i>	Jas informacija gali sužavėti, pakylėti.
<i>norėti</i>	Merginos labiau nori mokytis. Žiūrint įdomiai padarytą darbą, atsiranda noras pačiai dar geresnį padaryti, o tam reikia mokytis. O lengvus dalykus mokytis yra noras. Pamatome įvairių pavydžių, ir tai kelia smalsumą. Kai pamato, kaip galima pateikti informaciją, susidomi tuo dalyku. Taip yra daug įdomiau. Taip pasikelia noras mokytis. Merginos labiau nori mokytis. Jos dažniau nori mokytis nei vaikinai. Joms ateitis svarbi ir jos nori tobulinti savo žinias. Pasirodo įdomiau ir norisi mokytis. Joms tai patinka. Jos labiau nusiteikusios mokytis.
<i>mėgti</i>	Merginos mėgsta įvairius paveikslėlius ir labiau įsisavina tai, ką rodo vizualiai. Merginoms vizualizacija labiau patinka, galbūt vizualizacija padeda mokytis, įsiminti informaciją. Merginoms labiau patinka stebėti įvairius projektus.

Kaip matyti 27 lentelėje, mokiniai įvardija, kad, naudojant pamokose vizualizaciją, merginų motyvacija didesnė nei vaikinių todėl, kad joms *labiau įdomu, jos nori domėtis, mėgsta vaizdus, jie atrodo atraktyvūs, sužavi merginas*. Situacijos analizė praplečia merginoms priskiriamos savybės, skatinančios didesnę motyvaciją. Vaikinių teigimu, **merginos anksčiau bręsta ir daugiau mąsto apie ateitį**: „galbūt merginos

bręsta anksčiau, turbūt dėl to joms tokie dalykai įdomesni“, „Merginoms patinka mokytojai, jos nori užaugusios turėti gerą darbą, o vaikinai negalvoja apie ateitį“, „Merginos atkaklesnės“, „Jos lengviau susitelkia į mokslus, plečia vizualizaciją, t.y. pritaiko žinias, kurias gavo vizualizacijos poveikis“ [vyr.]. Pačios merginos apibūdina savo lyties savybes, padedančias išvelgti vizualizacijos poveikį. Akcentuojamas *merginų kruopštumas, atsakingumas, kantrumas, rimtesnis požiūris į mokslus, tikslingas veikimas ir projekcijos į ateitį*.

Vizualizacijos poveikio devintokams rašant atsiskaitomuosius darbus priežastys



71 pav. Vizualizacijos poveikio devintokams rašant atsiskaitomuosius darbus priežastys (sudaryta autorės)

Tyrimas atskleidžia, kad 9-ioje klasėje labiau nei 10 klasėje besimokantiems mokiniams vizualizacija naudinga rašant savarankiškus ir kontrolinius darbus, nes diagnozuota informacijos regresijos dėl pažinimo progreso raiška ugdymo realybėje (71 pav.). Pačių mokinių nuomone, 9-os klasės mokiniai yra **silpnesnių gebėjimų** nei 10-okai. Sudėtingesni terminai iššaukia nesupratimą, todėl *vizualizacija padeda priimti informaciją lengvesniu pavidalu*: „9-okai yra jaunesni ir jie ne visada supranta žodžiais, todėl reikia pavaizduoti, o kai pavaizduojama, geriau suprantama informacija“, „Pradžioje mokymo reikia vaizdingumo, kad suprastų naujas temas, kurių reikės ir 10 klasėje“ [mot.], „Jie galbūt dar nežino, kaip ką daryti ir jiems dar reikia tai parodyti vizualiai“ [vyr.]. *Vizualizacija*, kaip mokymo priemonė ir būdas, gali būti kur kas *naudingesnė nei kitos mokymo technologijos*: „9-okams, kadangi jie jaunesni lengviau susivokti vizualiai pateiktus dalykus, nei klausantis“, „9 klasės mokiniams rašant atsiskaitomuosius naudingesnės, nes 10-kai geriau suvokia kalbančio mokytojo dalykus“, „10-okams jau nebereikia vizualizacijos, nes jie jau viską supranta ir įsisąmonina, ką aiškina mokytojas“ [mot.]. Nors tarp gretinamųjų klasių skirtumas tik vieneri metai, tačiau respondantai linkę išvelgti ir dar vieną prielaidą, kuri paaiškina vizualizacijos naudingumą 9-os kl. mokiniams savarankiškų atskaitymu metu. Vyrauja įsitikinimas, kad 9-os kl.

mokiniai *mažiau subrendę* nei 10-os kl. mokiniai: „9-oje klasėje dar ne visi subrendę visą informaciją praleidžia juokais, kai su tam tikru įvykiu susieja, lengviau atsimena“, „Jie dar nelabai būna subrendę. 9-os klasėms tai naujas dalykas, todėl mes tai išsaviiname dažniau“, „10-okai yra labiau subrendę ir gali aiškiau viską suprasti, išigilinti į esmę“, „10-ose klasėse yra subrendę ir kitaip jie mąsto, išigilinę į esmę“ [mot.]. Akcentuojamas 9-os kl. mokinių silpnumas *mažesnio žinių* kiekio atžvilgiu, pabrėžiama, kad „moka mažiau“ [mot.], „tik pradėjo suprasti fiziką“, „10-okams turi daugiau žinių“, „9-oje trūksta dar žinių, reikalingas dar išsamesnis mokymas“ [vyr.]. Mokiniai iškelia ir kitą prielaidą – tai *savarankiškumas*, kuris būdingesnis dešimtų klasių mokiniams: „10-okai savarankiškesni“, „10-okai jau vyresni ir savarankiškesni, jie labiau susikaupta“, „10-okai savarankiškesni ir jiems to nelabai reikia“, „10-okai jau savarankiškesni nei 9-okai, todėl jiems 9-okams vizualizacija ir yra reikalingesnė“ [mot.]. Manoma, kad patirtis sukaupiama intensyviau mokantis ir šalinant mokymosi sunkumus, kuriuos vizualizacija lengviau eliminuoja. Įgyjant daugiau žinių, išsavinant *informaciją*, ją galima panaudoti *aukštesnėse klasėse, todėl svarbu įgyti reikiamą pagrindų*: „Jei 9-okai matys pavydžius, jie juos išsavinys, todėl bus lengviau 10-ose klasėse“, „Kuo anksčiau išsavinama informacija, tuo geriau, taip pat vėliau būna lengviau 10-klasėje“ [mot.], „10-kai yra darę daug daugiau darbų, todėl jie moka, o 9-okai mažiau, todėl jie naudojami vizualizacija“ [vyr.].

Vizualizacijos naudingumą 9-oje kl. mokiniai išvelgia ir dėl **jaunesnio amžiaus**. Vyrauja įsitikinimas, kad devintokai *yra imlesni naujovėms, mažiau pasyvūs, geriau įsimena, greičiau susidomi*: „Asmuo jaunesnis, tuo jis imlesnis“, „Kuo jaunesnis žmogus, tuo imlesnis“, „Jaunesnis žmogus – informacija geriau išsavinama“, „Gal dėl to, kad jie jaunesni ir jiems lengviau įsidėmėti informaciją“, „9-oje klasėje mokiniams įdomiau mokytis vizualizacijos metodu, o 10 klasėje prieš egzaminus geriau kai mokytojas kalba per pamoką“ [mot.], „9-okai jaunesni ir jiems ne tik naudingiau, bet ir įdomiau“, „Kuo mokinys jaunesnis, tuo mokslai jam atrodo mažiau svarbu ir nuobodu, o vizualizacija juos sudomina“, „Mažesni vaikai geriau supranta“, „Jie jaunesni ir jiems taip lengviau suprasti“ [vyr.]. Respondentų nuomone, *jaunesni mokiniai turi platesnius vaizduotės rezervus*, todėl naudojant vizualizaciją pamokose pasiekiami daugiau rezultatų, naudingiau atsiskaitant už išmoktą temą: „Jaunesnio žmogaus vaizduotė yra lakesnė, tad jiems priimtinesnė vaizdinė informacija“, „Jaunesnių vaikų vaizduotė lakesnė, o vyresni jau patys išivaizduoja, jie jau patyrę ir geriau supranta“ [mot.].

Mokymosi turinys – vienas iš svarbiausių veiksnių, grindžiančių vizualizacijos taikymo poveikį 9-os kl. mokiniams. Išryškėja **sunkesnės temos** aspektas: „9-tokams naudingiau, nes jie eina sunkias naujas temas, kurioms yra būtina, o 10-okai jau yra praėję tas temas, daugiau žino ir nėra būtina“, „9-okų kursas sunkus, jie labiau išigilina į tai“, „9 klasėje mokytis sunku, yra sunkesnis kursas“, „Labai sunku priprasti mokytis fiziką, 9-oje klasėje padeda ja domėtis“, „9-os klasės kursas sunkiausias iš visų, todėl reikia papildomų priemonių“ [mot.], „Vizualizacija labiau padeda 9-oje klasėje, nes būna sunkios temos“ [vyr.]. Dėl tos pačios priežasties vyrauja įsitikinimas, kad būtent devintokams *pateikiama tik būtina informacija*: „9-okams vizualizacija yra naudinges-

nė, nes šitaip yra pateikiama tik svarbiausia informacija ir įsimename pagrindinius dalykus“ [mot.]. Identifikuotas ir *žinių pagrindų stokos* aspektas, kurį palaiptams padeda eliminuoti veiksmingai naudojama vizualizacija devintose klasėse: „9-oje klasėje mus moko pagrindinių dalykų, o 10-oje klasėje yra ruošiami egzaminams“, „9-oje klasėje yra pagrindai“, „10-okams mažiau naudinga, nes jiems ir taip lengviau suprasti per pamokas negu 9-os klasės mokiniams“ [mot.].

Mažesnis vizualizacijos poveikis 10-ųjų klasių mokiniams rašant atsiskaitomuosius darbus galimas ir dėl kitų veiksnių. Respondentai atskleidžia, kad dešimtoje klasėje mokiniai intensyviai *ruošiasi egzaminams*, todėl daugiau apibendrinama, mažiau mokomasi naujų ir sudėtingų temų, daugiau dėmesio skiriama teorinių ir abstraktesnių dalykų išmokimui nei vaizdumo paieškai ar vizualizacijos kaip pagalbinės priemonės pasitelkimui: „10-okai ruošiami egzaminams ir yra kartojama“, „Manau atvirksčiai, nes jau 10-oje klasėje reikia ruoštis prieš egzaminus“, „10-okams yra svarbesnė teorinė, nei praktinė, nes ruošiantis egzaminams praktinė vizualizacija nelabai naudinga“, „10-okams teorinė medžiaga yra svarbesnė nei vaizdinė, nes laikant egzaminus vaizdinė medžiaga nepravers“, „10-okams geriau, nes toje klasėje egzaminai“ [mot.]. Minima, kad *dešimtoje klasėje* mokytojai *mažiau naudoja vizualizaciją*, jų daugiau *randama knygoje*: „10-okams informacija pateikiama knygoje“, „10-okams beveik nerodo vizualizacijos“, „10-okams vizualizacijos beveik nerodo“ [mot.]. *Dauguma informacijos kartojama* (ypač paskutinį semestrą), todėl vizualizacija nereikalinga žinių įtvirtinimui, jos nauda labiau išryškėja tais atvejais, kai mokomasi naujų, sudėtingų dalykų, kurie sunkiau suvokiami, įsivaizduojami, įsimenami ir įtvirtinami. Visa tai galima įvardyti kaip patirties stoką, kuri būdinga devintų klasių mokiniams.

Vizualizacija, kaip informacijos REGRESIJA dėl pažinimo PROGRESO regima ir dėl mokinių įvardijamų **kognityvinių procesų**, kurie labiau aktyvinami taikant vizualines reprezentacijas. Pastarieji procesai buvo identifikuoti analizuojant visus indikatorius – jais paaiškinama vizualizacijos nauda motyvuojant merginas ir skatinant jų mąstymo veiklą. Nustatytos tos pačios kategorijos ir subkategorijos: manoma, jog *devintokų vizualioji atmintis geriau veikia, jie daugiau atsimena, įsidėmi, įsimena, įsisavina, vizualizacija paskatina ir motyvuoja, patraukia dėmesį, sužadina vaizduotę apie sudėtingus dalykus, kurių plika akimi nepamatysi ir tai, kas regima, tampa aišku, suprantama, todėl ir įtvirtinama*.

Mokytojų nuomonės tyrimo rezultatai

Analizuojant mokytojų atsakymų rezultatus nustatyta, kad daugeliu aspektu, mokytojų nuomonės panašios ir identiškios su mokinių nuomone: sudarytos tos pačios subkategorijos ir kategorijos, jas reprezentuojantys teiginiai atskleidžia analogišką ir jau mokinių įvardytą kontekstą. Kadangi disertacijoje siekiama empirinių faktų pagrįstumo, toliau analizėje pateikiamos lentelės ir jų trumpos analizės, pagrindžiančios aukščiau pateiktus teiginius.

Vizualizacijos paieškų, kurias atlieka vaikinai, dažnumo priežastys

Kategorija	Subkategorija	Teiginiai	
Kognityviniai procesai	<i>Dėmesys</i>	<...> greičiau [šimenama. [chem.]	
	<i>Motyvacija</i>	Sudominti berniukus yra lengviau, nes jie mėgsta procesus išsiaiškinti iki galo. [biol.] Berniukams daugiau patinka rimtesnio turinio informacija. [biol.] Vaikinams vaizdinė medžiaga priimtinesnė. [mat.] Juos tai labiau sudomina, o merginos ir taip smalsesnės. [mat.]	
[sisavintų žinių reikmė	<i>Žingeidumas</i>	Smalsumas, domėjimasis, naujo atradimas. [biol.] Vaikinai ieško naujovių. [biol.] Žingeidesni. [chem.] Domina tai, kas nauja. [fiz.] Manau, kad merginų žinios yra paviršutiniškesnės. [fiz.] Jos mokosi tiek, tiek reikia, o berniukai labiau gilinasi. [fiz.] Ir jei jie susidomi kažkuo, stengiasi sužinoti kuo daugiau. [fiz.] Jie nori būti pranašesni už merginas, pasireikšti, pasipuikuoti ir juos labiau domina naujienos. [fiz.] Noras patiemis surasti informaciją. [fiz.] Berniukai visada yra ieškotojai. [fiz.] Jiems ne visada įdomus nuoseklus darbas. [fiz.] Labiau domisi naujovėmis ir mokslo atradimais. [fiz.] Berniukai smalsesni, žingeidesni, nori daugiau žinoti, mato toliau į ateitį. [fiz.] Jie apskritai linkę ieškoti, jie medžiotojai. [fiz.] Žingeidumas, mokėjimas geriau valdyti kompiuterį. [fiz.] Vaikinai labiau domisi medžiaga, todėl ieško įdomesnės informacijos. [fiz.] Mokiniai labiau smalsūs. [geogr.] Smalsesni gal žinioms. [mat.] Daugiau domisi naujovėmis. [mat.]	
Neveiklumas pamokose	<i>Nedėmesingumas</i>	Vaikinai ieško veiksmo, sprogdimo pamokose, jiems įdomios degios medžiagos ir t.t. [chem.]	
	<i>Kalbėjimas per pamokas</i>	Jie linkę labiau prieštarauti ir ieškoti informacijos papildomai. [biol.]	
	<i>Tingėjimas</i>	Tingi skaityti ir ieškoti informacijos bibliotekose, knygose. [mat.] Vaikinai tingi skaityti. [mat.]	
Mažesnė apkrova	Informacijos prieinamumas	<i>Greitesnis</i>	Vaikinai siekia greitesnio rezultato. [chem.] <...> jiems įdomu technika ir svarbus greitesnis rezultatas - tam padeda internetas. [chem.] Jie nori greičiau atlikti užduotis. [fiz.] Vaikinai nori „gatavos“ medžiagos, nemėgsta, nerodo savo kūrybos. [mat.] Vaikinai yra konkretesni nori greito atsakymo. [mat.]
		<i>Lengvesnis</i>	Eina lengvesniu keliu. [chem.] Lengviau rasti. [chem.] <...> o kartais noras plagijuoti ir sutaupyti laiko. [fiz.] Dėl tingėjimo skaityti vadovėlius, jie ieško paruoštų atsakymų. [fiz.] Nueina lengvesniu keliu. [fiz.] Jie ten gali greičiau surasti informaciją ir sugaišti mažiau laiko. [geogr.] Lengvesnis kelias informacijai įsisavinti. [mat.] Tikisi lengviau ir greičiau rasti medžiagą. [mat.] Tikisi lengvesnę ir tikslesnę informaciją. [mat.] Tai greičiau ir trumpiau. Mažiau reikia skaityti. [mat.]

29 lentelės tęsinys

Vartotojiškas santykis	Dažnas naudojimas	Kompiuteriu	<p>Vaikinai ilgiau sėdi prie kompiuterio, o išmokti iš interneto lengviau. [biol.] Merginos neturi laiko tiek sėdėti internete ir ieškoti informacijos. [biol.] Tiesiog jie geriau įvaldę IKT. [biol.] Vaikinai labiau linkę prie IT, daug laiko praleidžia prie kompiuterio. [biol.] Daugelis vaikinių geriau išmano IKT. [biol.] Vaikinai daugiau išmano technologijas. [biol.] Vaikinai daugiau įsisavinę kompiuterines technologijas, todėl daugiau naršo internete. [biol.] Vaikinai labiau linkę į kompiuterinį pasaulį, programiškumą, naujovių paiešką. [biol.] Vaikinai dažniau naudojami internetu negu merginos. [biol.] Daugiau geba naudotis IKT. [biol.] Daugiau laiko praleidžia prie kompiuterių. [biol.] Techninės priemonės jiems labiau patinka negu mergaitėms. [biol.] Vaikinai technokratiškesni, jie tokiu būdu “nušauna du zuikius” lavina kompiuterinius įgūdžius ir ieško. [chem.]</p> <p>Vaikinai daugiau dėmesio skiria darbui su kompiuteriu. [chem.] Vaikinai daugiau laiko praleidžia prie kompiuterių. [chem.] Jie daugiau su tuo praktikuojasi. [chem.] Jiems labiau patinka IKT. [chem.] [įvaldę IKT. [fiz.] Vaikinai labiau domisi techniniais dalykais, todėl vaizdumas naudojant IT jiems priimtinesnis. [fiz.] Manau, kad jie domisi technologijų naujais pasiekimais. [fiz.] Gal jie daugiau laiko sėdi prie kompiuterio, greičiau susiranda informaciją, labiau domisi naujovėmis. [fiz.] Merginos mieliau skiria laiką gal bendravimui, pasitarimams. [fiz.] Vaikinai geriau bendrauja su technika. [fiz.] Vaikinai daugiau laiko praleidžia prie kompiuterio, dažnai jį valdo geriau. [fiz.] Vaikinai geriau įvaldę kompiuterinį raštingumą. [fiz.] Vaikinai daugiau nei merginos praleidžia laiko prie kompiuterių. [fiz.] Geriau įvaldę techniką. [fiz.] Labiau imlūs “techninėms” naujovėms. Greičiau jas įvaldo. [fiz.] Vaikinai labiau imlesni technikai. [fiz.] Jie daugiau ir geriau naudojami kompiuteriais. [fiz.] Vaikinai moka geriau naudoti IT. [geogr.] Vaikinai labiau mėgsta IKT nei merginos. [geogr.] Daug laiko praleidžia prie IKT. [geogr.] Vaikinai labiau naudojami IT. [mat.] Vaikinai noriai daug laiko praleidžia prie kompiuterio. [mat.] Vaikinai labiau išmano IT jiems paprasčiau surasti. [mat.]</p>
		Internetu	<p>Vaikinai mažiau kreipia dėmesio į aplinką, išvaizdą, todėl turi laiko internetui. [chem.] Jie daugiau laiko praleidžia prie IKT, internete. [chem.] Jie daugiau laiko praleidžia internete. [chem.] Vaikinai daugiau praleidžia laiko prie kompiuterių. [fiz.] Jie internete praleidžia daugiau laiko. [fiz.] Daug laiko praleidžia internete. [geogr.] Turi didesnę patirtį darbo internete. [mat.] Vaikinai daugiau naudojami internetu. [mat.]</p>
	Pomėgis		<p>Labiau mėgsta. [mat.] Vaikinai labiau mėgsta visų rūšių „dėžutes“ su bėgančiais vaizdeliais. [biol.] Jie labiau mėgsta IT, ieško lengvesnio sprendimo. [mat.] Vaikinai mėgsta internete ieškoti juokingų vaizdelių. [mat.] Vaikinai labiau mėgsta technines priemones. [mat.] Vaikinai labiau mėgsta sėdėti prie IKT. [mat.] Vaikinai labiau mėgsta tartis netiesiogiai, akis į akį, o virtualiai. [fiz.] Vaikinai mėgsta internetą, o kai reikia dar mokytis, tai mieliau renkasi šį variantą. [fiz.] Vaikinai labiau mėgsta naršyti tikslingai. [mat.] Vaikinai labiau mėgsta techniką. [biol.] Juos labiau žavi, domina IT. [biol.] Vaikinai labai mėgsta kompiuterius ir prie jų praleidžia daug laiko ieškodami medžiagos. [biol.] Vaikinai dievina kompiuterius su jais daug dirba, žaidžia. [biol.] Nes tai daugumos vaikinių “hobis”. [fiz.] Merginos yra konkretesnės, mažiau “mėgsta” techniką. [fiz.]</p>
Domėjimasis		<p>Domėjimasis, ieškojimas - tai vyro kūrėjo, ieškotojo ir mastytojo bruožai. [mat.] Kyla noras dar daugiau sužinoti, o pabandyti atlikti užduotis kai kas mėgsta. [mat.] Vaikinai iš prigimties daugiau domisi technika ir naujosiomis IKT. [mat.] Vyrukus visada traukia IKT. [mat.] Vaikinai labiau domisi visa internetine pateikta medžiaga, tai jiems patinka. [fiz.] Plečia naršymo galimybes internete, didesnės domėjimasis. [mat.] Juos labiau sudomina. [biol.] Jie labiau domisi, daugiau turi laiko internete ieškoti informacijos, labiau dalyvauja užklasinėje veikloje, daugiau mokosi. [biol.] Jie tuo labiau domisi, šis užsiėmimas labiau patinka ir todėl tai skatina. [biol.] Jiems yra įdomiau, kitoniškai nei vadovėliuose. [biol.] Daugiau domisi technika. [chem.] Vaikinai ir taip labiau domisi kompiuterine technika. Tiesiog turi daugiau įgūdžių darbo su kompiuteriu. [fiz.] Vaikinai labiau domisi kompiuteriais ir jo galimybėmis. [fiz.] Linkę dirbti kompiuteriais, domisi. [geogr.]</p>	

Kaip matyti 29 lentelėje pateikiamų teiginių, visos kategorijos ir subkategorijos sutampa su 70 paveiksle pavaizduotomis kategorijomis ir subkategorijomis, kurios reprezentuoja mokinių nuomonės indikatorius. Tačiau mokytojų nuomonė glaustesnė, ir jie įvardijo šiek tiek mažiau kategorijų nei mokiniai. Mokytojai taip pat kaip ir mokiniai mano, kad vaikinai dažniau vizualizacijų ieško internete dėl efektyvesnės **kognityvinių procesų** veiklos: įvardinama nauda *motyvacijai* ir *dėmesiui*, neminima, jog naudinga vaikinų atminčiai, vaizduotei ar suvokimui. Pedagogai akcentuoja **vaikinų neveiklumą** pamokose, kuris siejamas su *nedėmesingumu*, *kalbėjimu per pamokas*, *tingėjimu*, o mokiniai buvo dar įvardiję ir išsiblaškymą ir nesidomėjimą mokomuoju turiniu. Abiejų populiacijų atstovai įvardino mokymosi aplinkoje dominuojančius veiksnius, kurie galimai veikia didesnes vizualizacijos paieškas internete, siekiant realizuoti kompensavimo ir/arba stimuliavimo funkciją. Tai leidžia teigti, jog šiuo klausimu edukacinis kontekstas identifiкуotas kaip realiai egzistuojantis ir paaiškinantis tiriamą objektą.

Laisvalaikio aplinkoje vyraujantys veiksniai, kurie galimai sąlygoja didesnę vizualizacijos ieškojimą internete, visiškai sutampa gretinant mokytojų ir mokinių nuomones. Abiejų populiacijų išreikštoje nuomonėje identifiкуojamas **vartotojiškas santykis** ir **mažesnė apkrova**, kas atskleidžia, jog vaikinams daugiau nei merginoms vizualizacijos paieška suteikia galimybę atlikti ritualinę hedonistinę funkciją.

Mokytojai iš dviejų jau anksčiau aptartų šalutinių veiksmų identifiкуavo tik vieną – **įsisavintų žinių reikmę**, kuri pasireiškia vaikinų populiacijoje ir yra realizuojama būtent didesnėmis vizualizacijos paieškomis internete. Tačiau mokytojai nesuteikė reikšmės ir neįvardijo silpnesnių vaikinų gebėjimų kaip priežasties, skatinančios vizualizacijos paieškas. Minėtas veiksnys buvo konstatuojamas tik mokinių populiacijoje. Tai paaiškinama tuo, jog mokiniai tarpusavyje kontaktuoja daugiau nei mokytojai su jais, todėl pastebi daugiau veiksmų, būdingų jiems patiems ir bendraamžiams. Lytiškumo aspektu merginos labiau linkusios pabrėžti negatyvias vaikinų savybes, kurios skatina juos labiau ieškoti vizualizacijos ir taip realizuoti ritualinę ar pagalbinę funkcijas.

30 lentelė

Didesnio vizualizacijos poveikio merginų kognityviniams procesams priežastys

Kategorija	Subkategorija	Teiginiai
	<i>Motyvacija</i>	Noras daugiau įsisąmoninti, suprasti, todėl yra aktyvesnės. [biol.] Merginų motyvacija dažnai būna aukštesnė nei vaikinų. [chem.] Mergaitės yra labiau motyvuotos. [mat.] Merginų aukštesnė motyvacija, todėl jos atidžiau dirba pamokose. [fiz.] Merginos suinteresuotos mokytis, joms bet koks būdas bus aktyvesnis. [fiz.] Merginos <...> labiau motyvuotos. [fiz.] Merginų motyvacija didesnė. [geogr.]

30 lentelės tęsinys

Dėmesys	<i>Dėmesys</i>	Merginos geriau susikaupia. [biol.] Jos dėmesingesnės, atsakingesnės. [biol.] Merginos geriau sukaupia dėmesį. [biol.] Mergaitės labiau susikaupia, ilgiau išlaiko dėmesį. [biol.] Merginos dėmesingesnės <...> [chem.] Dėl fiziologinių skirtumų: merginos labiau susikaupia, ramesnės. [mat.] <...> greičiau sukaupia dėmesį. [mat.] Merginos labiau įsigilina į tai kas vizualizuojama. [mat.] Labiau sukaupia dėmesį. [mat.] Geriau sukoncentruoja dėmesį. [mat.] Mergaitės yra <...> dėmesingesnės. [mat.] Merginos moka labiau susikaupti, mano, kad geriau atsimins. [mat.] Merginos geba ilgiau sukoncentruoti dėmesį į objektą, skirti objektų dalis, o berniukai mato visumą ir galutinį rezultatą, kuris ne visada informatyvus. [fiz.] <...> atidžiau dirba, seka pamoką. [fiz.] <...> labiau sugeba susikoncentruoti ir išlaikyti dėmesį ilgesnį laiką. [fiz.] Dauguma merginų daugiau dėmesio skiria mokymuisi. [fiz.] <...> labiau susikaupusios [fiz.] <...> labiau geba koncentruoti dėmesį. [geogr.] Labiau geba susikaupti, susikoncentruoti. [geogr.] Dėmesingesnės. [geogr.] Merginos sugeba labiau susikaupti <...>. [geogr.]
	<i>Pastabumas</i>	Mergaitės yra dėmesingesnės, pastabesnės. [biol.] Merginos geba daugiau susikaupti ir ilgai išlaikyti dėmesį. [biol.] Mergaitės <...> labiau sukaupia dėmesį, jos turi silpnesnį loginį mąstymą. [biol.] Merginos pastabesnės, linkusios susikaupti. [biol.] <...> geriau susikaupia. [biol.] <...> dėmesingesnės. [biol.] Merginos pastabesnės, dėmesingesnės. [mat.] Jos pastabesnės detalėms. [mat.]
Atmintis	<i>Vizualinė atmintis</i>	Merginų geresnė regimoji atmintis. [biol.] Vaizdinė atmintis išvystyta. [chem.] Regimoji atmintis. [mat.] Geresnė regimoji atmintis, nei loginis mąstymas. [mat.] <...> dauguma turi regimąją atmintį. [mat.] Jos turi regimąją atmintį. [fiz.] Mergaitė daugiausiai mokosi regimąja atmintimi arba mišria. [fiz.] Gal turi geresnę regimąją atmintį. [fiz.] Galbūt vaikinai imlesni, o merginos labiau išidėmi vaizdus. [geogr.] Merginos turi geresnę regimąją atmintį. [geogr.] <...> labiau išlavinta regimoji atmintis. [geogr.]
	<i>Įsidėmėti</i>	Merginos labiau įsimena vaizdinę <...> informaciją, įsidėmi per jausmus. [mat.]
	<i>Įsiminti</i>	Merginoms vizualizacija padeda tiksliau ir tikslingiau <...> įsiminti informaciją. [geogr.]
	<i>Įsisavinti</i>	Merginos yra lėtesnio mąstymo, joms reikia ilgesnio laiko įsisavinti medžiagą, o berniukai mąsto logiškiau ir greičiau suvokia dėstomą medžiagą. [biol.] <...> merginoms svarbiau pamatyti, kad galėtų gerai įsisavinti. [chem.]
Suvokimas	<i>Lengvumas</i>	Suvokia dėstomą medžiagą. [biol.] <...> lengviau supranta. [biol.] Merginos <...> labiau stengiasi suvokti reikiamą informaciją. [chem.] Manau, kad merginos geba labiau suvokti, įsivaizduoti, susieti išorinę ir vidinę vizualizaciją. [chem.] Jos lengviau tokią informaciją suvokia. [mat.] Merginoms sunkiau suvokiama abstrakti situacija, joms reikia pamatyti. [mat.] Merginoms sudėtinga suvokti tokius dalykus, kaip el. srovė, variklio veikimas. [fiz.] Mano manymu merginoms lengviau suprasti vaizdinius dalykus, o berniukai geriau viską įsisavina, pvz., nagrinėdami juos ardan. [fiz.] Joms lengviau pamačius suvokti reiškinį, nes dažnai tik mąstant mintimis joms tai pavyksta. [fiz.] Merginoms vizualizacija padeda tiksliau ir tikslingiau suvokti. [geogr.] Gal merginoms vaizdiniai sukonkretina temą. [geogr.] Joms lengviau suvokti vaizdinę medžiagą, kadangi joms įdomiau, o vaikinai mano, kad ir taip viską supranta. [geogr.]
	<i>Greitumas</i>	Mergaitės blogiau daro loginius sprendimus, mąsto, tad vaizdinės priemonės leidžia greičiau suvokti. [biol.] Merginoms visada reikia daugiau laiko ir pastangų, kad suvoktų informaciją. Todėl vizualizacija padeda joms greičiau suprasti, konkretizuoja. [mat.]
Vaizduotė	<i>Vaizduotė</i>	Merginų vaizduotė paprastesnė, merginos yra daugiau vizualesnės. [mat.] Merginų vaizduotė lakesnė. [mat.] Lakesnė merginų vaizduotė. [mat.] Merginos turi daugiau vaizdinę vaizduotę, o vaikinams reikia veiklos. [fiz.] <...> vaizduotė lakesnė. [fiz.] Labiau išlavinta vaizduotė. [fiz.] Turi geresnę vaizduotę. [geogr.] Merginos <...> turi lakesnę vaizduotę. [geogr.]
	<i>Fantazija</i>	Merginos labiau fantazuoja, turi lakesnę fantaziją, ne tokios konkrečios. [biol.] Mergaitės labiau fantazuoja, ne tokios konkrečios. [biol.] Merginos mėgsta fantazuoti, o vizualizacija skatina žmogaus fantaziją. [fiz.]

30 lentelės tęsinys

Savybės	<i>Darbštumas</i>	Mergaitės <...> darbštesnės. [biol.] Darbštesnės. [fiz.] Visuomet merginos <...> darbštesnės. [fiz.] Susikaupia pamokoje, mažiau blaškosi darbštesnės. [geogr.]
	<i>Atsakingumas</i>	Mergaitės <...> atsakingesnės. [biol.] Merginos yra atsakingesnės <...>, o vaizdinės priemonės visa tai sustiprina. [biol.] Merginos yra <...> atsakingesnės. [mat.] Atsakomybės jausmas, noras aukštesnio įvertinimo. [fiz.] <...> atsakomybės jausmas, galvojimas apie ateitį. [geogr.]
	<i>Stropumas</i>	Mergaitės stropesnės. [biol.] Merginos yra <...> stropesnės, o vaizdinės priemonės visa tai sustiprina. [biol.] Mergaitės kruopštesnės, todėl bando nuosekliai išsiaiškinti. [biol.] Merginos labiau smulkmeniškios. [biol.] Kruopštesnės. [biol.] Merginos labiau <...> kruopštesnės. [chem.] Merginos yra stropesnės, <...> pareigingesnės. [mat.] Merginos visada stropesnės, darbštesnės [mat.] Merginos stropesnės. [mat.] Merginos visada kruopštesnės. [mat.] Darbštesnės. [mat.] Merginos stropesnės, atsakingesnės. [mat.] Kruopštesnės, atidesnės, gilinaisi, klauso, tyrinėja. [mat.] Merginos stropesnės. [mat.] Stropesnės. [mat.] Merginos stropesnės, drausmingesnės nei vaikinai. [mat.] Tai padeda labiau sukaupti dėmesį. [mat.] Merginos stropesnės. [fiz.] <...> stropesnės, atidesnės [fiz.] Yra kruopštesnės, stropesnės. [fiz.] Merginos stropesnės, nori daugiau sukaupti žinių. [fiz.] Merginos yra stropesnės ir tos, kurios gilinaisi į mokomąjį dalykų turinį, jos sieja teoriją su praktika. [fiz.] Merginos stropesnės. [fiz.] Merginos yra stropesnės. [fiz.] Merginos <...> užduotis atlieka žymiai kruopščiau, atsakingiau. [geogr.] Merginos kruopštesnės ir atsakingesnės, dauguma nori visada viską padaryti. [geogr.]
	<i>Valingumas</i>	Jos labiau <...> valingos. [biol.] <...> kantresnės. [mat.]
	<i>Intuicija</i>	Jos turi geresnę intuiciją. [biol.]
	<i>Emocionalumas</i>	Viską vertina daugiau emocijomis, išgyvenimais. [biol.] Merginos, kaip ir moterys mąsto daugiau dvasiniais vaizdais, jos yra labiau meniškios sielos. [biol.] Pasaulio suvokimas per jausmus, dėmesingesnės. [biol.] Jausmingesnės. [chem.] Merginos vadovaujasi jausmais, vaikinai - protu. [chem.] Merginos emocionalesnės. [chem.] Merginos jausmingesnės. [chem.] Merginos valdo labiau emocijas, o vizualizacija joms jas sustiprina. [mat.] Manychiau dėl to, kad merginos emocionalesnės. [mat.] Merginos įvykius priima per emocijas. [mat.] Merginos emocionalesnės: vizualizacija skatina suvokimą dar ir veikdama emociškai. [mat.] Emocionesnės. [fiz.] Merginos yra emociškai jautresnės, jas labiau veikia vaizdas emociškai. Gal todėl tai, ką mato, geriau įsimena. [fiz.]
	<i>Jautrumas</i>	Jos jautresnės, geriau susikaupia. [biol.] <...> jautresnės prigimtis. [mat.] Visuomet merginos jautresnės sielos, giliau pažvelgia į esmę <...>. [fiz.]
	<i>Vaizdo poreikis</i>	Jas imponuoja vaizdas, spalvos. [biol.] <...> vaizdingiau suvokia pasaulį. [chem.] Merginų mąstymas kitoks, jų suvokiama informacija labiau remiasi vaizdiniais. [chem.] Merginos modeliuoja problemų sprendimą sudėliodamos vaizdus. [mat.] Merginos yra linkusios stebėti vaizdus, piešti, jautresnės grožiui. [fiz.] Moteriška prigimtis - labiau vaizdai veikia kaip dirgikliai. [fiz.]
	<i>Brandumas</i>	Neveltui sakoma, kad mergaitės 2 metais yra brandesnės už savo bendraamžius berniukus. [fiz.] Gal lemia prigimtis, <...> galvojimas apie ateitį. [geogr.]
	<i>Abstraktaus mąstymo stoka</i>	Nesuformuotas abstraktus mąstymas. [mat.] Vaikinai mato ir mąsto konkrečiau, merginoms labiau padeda ir žinios ir vaizduotė. [mat.] Merginoms lengviau operuoti konkrečiais vaizdiniais. [fiz.]
<i>Praktikos stoka</i>	Merginos mažiau nei vaikinai praktiškai yra išbandę kai kuriuos procesus. [fiz.] Dažniausiai vaikinai turi patirties praktikoje: pvz., puikusiai žino vidaus variklio mechanizmus ir principus, nes patys turi su tuo realybėje kontaktą. [fiz.]	

30 lentelės tęsinys

	<p style="text-align: center;"><i>Vaikinų loginis mąstymas</i></p>	<p>Berniukai greičiau suvokia esmę. [biol.] Vaikinų daugiau veikia loginis mąstymas. [biol.] Berniukų geresnis loginis mąstymas. [biol.] O vaikinai yra labiau linkę į tiesmuką protinę veiklą. [biol.] Ne visada tik merginos, daugiau susikaupia meninių sugebėjimų turintys mokiniai labiau susikaupia ir įsivaizduoja sudėtingus dalykus. [biol.] Vaikinai turi geresnį loginį mąstymą ir greičiau suvokia žodžiu pateiktą informaciją. [biol.] Vaikinai mąsto logiškiau. [chem.] Vaikinai labiau remiasi loginiu mąstymu, jie lengviau suvokia. [chem.] Vaikinai turi geresnį loginį mąstymą, tai jie geriau supranta ir pavienį tekstą, ir iliustracijų. [mat.] Vaikinų daugiau loginis mąstymas. [mat.] Nes pas vaikus labiau išvystytas loginis mąstymas. [fiz.] Vaikinams rūpi reiškinio „šaknys”. Jie greičiau galvoja „sumeta” ir be vizualizacijos. [fiz.] Vaikinų loginis mąstymas skiriasi nuo merginų. [fiz.] Vaikinų labiau išvystytas loginis mąstymas. [fiz.] Berniukų labiau išvystytas abstraktus mąstymas. [fiz.] Pas vaikus labiau veikia loginis ir erdvinis mąstymas. [geogr.]</p>
--	--	--

Vizualizacijos teikiama didesnė nauda merginų kognityvinių procesų veiklai apibūdinama panašiais rodikliais kaip ir mokinių nuomonės diagnostika (30 lentelė). Mokytojais, kaip ir mokiniais, įvardyjo, kad merginoms vizualizacija naudingesnė nei vaikinams dėl to, kad **palengvina minėtų procesų veikimą** (lengvina ir greitina suvokimą, sukoncentruoja dėmesį – pamokose labiau, atminties veikla pasireiškia atsiminimu, įsidėmėjimu, įsiminimu, įsisavinimu, o vaizduotės – fantazija ir įsivaizdavimu). Tačiau neakcentuojama, kad pamokose rodant vizualizaciją merginos labiau klausosi, stebi, įsigilina ir vizuali informacija joms yra aiškesnė. Konstatuojama, kad abiejų populiacijų išskirti veiksniai sutampa, kai mokinių nuomonės raiškos elementai atskleidžia platesnį ir smulkesnius rodiklius apimančią kontekstą.

Mokytojai daugiau nei mokiniai išskyrė įvairių savybių, reprezentuojančių merginų charakterio, psichines ar protines charakteristikas, galimai lemiančias didesnę vizualizacijos poveikį merginų kognityvinių procesų veiklai. Įvardijama, kad merginos *mažiau turi praktinės patirties, stokoja abstraktaus mąstymo* – joms sunkiau įsivaizduoti dalykus, kurių nemato, todėl vizualizacija joms padeda labiau nei vaikinams. Merginos jautresnės grožiui, estetikai, jos *išgyvena didesnę vaizdo poreikį, yra jautresnės prigimties*. Mokytojų nuomone, merginos *atsakingesnės, stropesnės, darbštesnės ir valingesnės, jos labiau pasitiki savo intuicija*. Tačiau pedagogai nemini tokių veiksnių kaip protingumas, veiklumas ir kūrybingumas, kurie buvo įvardyti analizuojant mokinių nuomonę. Mokytojai visiškai neakcentuoja vaikinų elgesio elementų kaip kontroversiškų merginų elgesiui, t.y. neminima, jog vaikinai nedėmesingi, išsiblaškę, šneka per pamokas ir užsiima pašaline veikla. Išryškėja merginų elgesio ir charakterio, psichiniai ir protiniai bruožai, būdingi šiai populiacijai, tačiau jie nereprezentuoja neigiamų vaikinų elgesio aspektų. Priešingai, mokytojai akcentuoja, kad vaikinai pasižymi **loginiu mąstymu**, todėl greičiau supranta, geriau įsigilina, lengviau pritaiko žinias ir operuoja abstrakčiomis sąvokomis mintyse. Mokytojai plačiau nei mokiniai atskleidė galimas priežastis, kurios lemia vizualizacijos poveikį merginų kognityviniams procesams. Tie patys indikatoriai *identifikuoti analizuojant ir didesnę vizualizacijos poveikį merginų motyvacijai*, kas atskleidžia, jog jie tarpusavyje siejasi ir dėl naudos vienam kažkuriam veiksniui.

31 lentelė

Vizualizacijos naudos devintokams rašant atsiskaitomuosius darbus priešastys

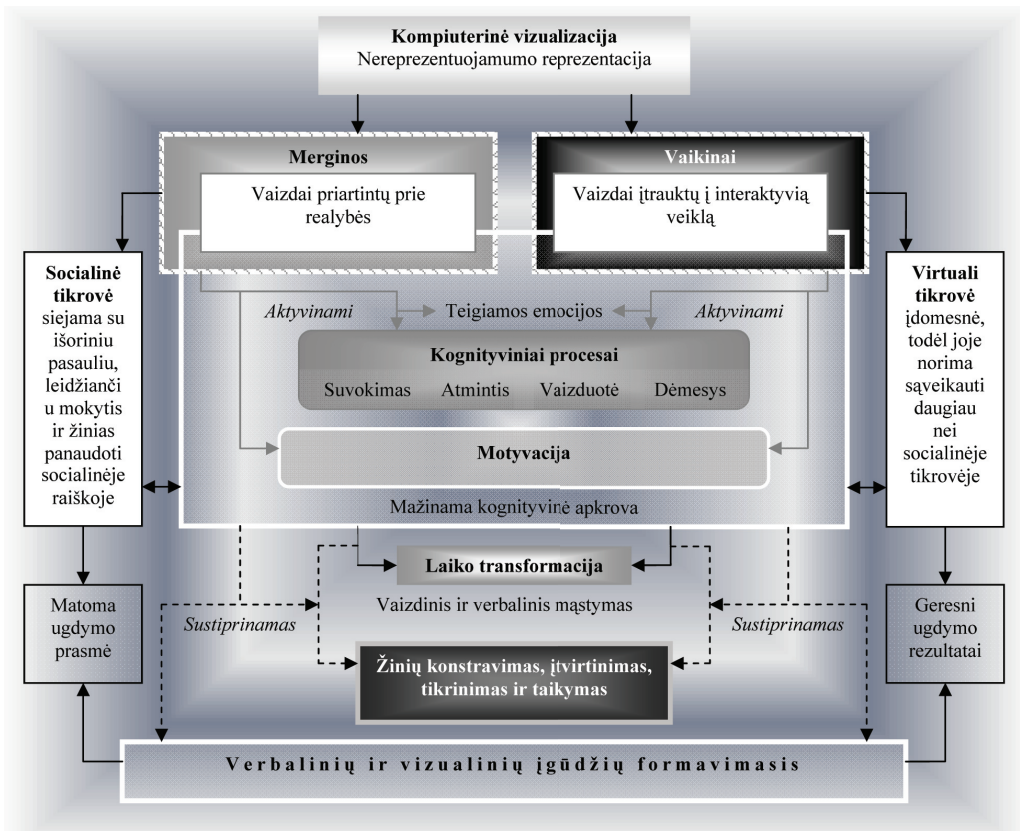
Kategorija	Subkategorija	Teiginiai
Patirties stoka	<i>Silpnėsniai</i>	Šio amžiaus vaikai sunkiau suvokia pasaulį abstrakčiai. [biol.] Mokiniai mano žinantys ir suvokiantys daugiau, arba turi asmeninės patirties daugiau ir vaizdinių atmintyje daugiau. [biol.] Dešimtokai geba labiau mąstyti. [biol.] 10-okai konkretnesni, labiau schematizuoti. [biol.] Dažnam 9-okui mokykla būna nauja, todėl mažinamas stresas su vizualizacija, nuimama įtampa, kelia pasitikėjimą savimi. [chem.] Gal jiems mažina stresą pamokose, nes jiems reikia adaptuotis prie naujos mokyklos. [chem.] Tai lemia amžiaus tarpinių psichologinių aspektai, vaizdai daugiau sukelia teigiamų emocijų, leidžia atsipalaiduoti. [chem.] Brandesni 10-okai. [fiz.] 10-okai labiau subrendę, labiau išsivystęs jų loginis mąstymas. [fiz.] Loginis mąstymas žemesnio lygmens. [fiz.] Aukštesnėse klasėse reiškiniai daugiau analizuojami ir be vizualizacijos mokiniams aiškiau, jie labiau supranta. [fiz.] 9-os klasės mokiniai turi mažiau teorinių žinių, jie lengviau priima vizualizacijos metodus. [fiz.] Nepakankami įgūdžiai, gebėjimai, sąvokos ir reiškinų suvokimas. [geogr.] 10-okų labiau išvystytas abstraktus mąstymas. [geogr.] Turi mažiau įgūdžių, daugiau palengvina. [geogr.] Vizualizacija leidžia jaustis saugiai. [geogr.] 9-okai jaunesni ir jiems susikaupti labiau padeda vizualizacija. [geogr.] 10-okai yra vyresni, turi geresnį loginį mąstymą. [mat.] Loginis mąstymas neišstobulėjęs. [mat.] Gal pas vyresnius mokinius labiau išsivystęs mąstymas. [mat.] 10-os klasės mokiniai labiau suaugę. [mat.] 9-okai yra susipažinę su mažiau dalykų ir sąvokų, todėl susipažinimui vizualizacija geresnė. Žinių gilinimui tai nėra taip svarbu. [mat.] Jie turi mažiau patirties, naudoja mažiau analogijų. [mat.] Jie dar nėra tokie savarankiški. [mat.] 10-okai turi daugiau žinių, tvirtesnis abstraktus mąstymas. [mat.] 10-okai brandesnio supratimo. [mat.] Tokio amžiaus vaikai daugiau viską priima. [mat.] Devintos klasės turinys reikalauja daugiau vaizdumo. [mat.] Mažiau turi žinių. [mat.] 9-okų suvokimas silpnėsnis nei 10 -okų. [mat.] Vyresni mokiniai geriau suvokia ir įsivaizduoja abstrakčius dalykus. [mat.]
	<i>Jaunesnis amžius</i>	Jaunesnės, imlesnės. [biol.] 9-okai imlesni, žingeidesni, 10-okai tingesni. [biol.] Jaunesnio amžiaus mokiniai darbštesni, imlesni. [biol.] Testai ir laboratoriniai darbai su parenkamais atsakymais, ar atskirų žodžių įrašymais tinka jaunesnio amžiaus mokiniams. [biol.] Gal kad jie jaunesni. [biol.] Jie jaunesni, jiems vaizdas svarbiau. [biol.] Jaunesnio amžiaus mokiniai stropesni, atidesni ir ieškantys. Jaunesni, stropesni, dar nori žaismingumo. [biol.] Mokiniams rašant atsiskaitomuosius darbus svarbiau 10, 9 klasių mokiniams. [biol.] Mažesniems mokiniams visada reikia vaizdų, bet kiekvienas žmogus skirtingas. [chem.] Kuo jaunesnis amžius, tuo vizualizacija reikalingesnė. [chem.] Chemija 9 klasėje sunkiausiai suvokiamas kursas, nes labai platus. [chem.] Jie jaunesni. [chem.] Kuo jaunesnis amžius, tuo labiau reikalingi vaizdiniai. [chem.] Jaunesni mokiniai mąsto konkretnesniais vaizdiniais. [chem.] Jie dar vaikiškesni. [chem.] Kuo jaunesnis vaikas, tuo daugiau reikia vizualizacijos. Nes, manau, vaizduotę reikėtų lavinti. [fiz.] Jaunesni, labiau įpratę. [mat.] Jie jaunesni; vizualizacija jiems padeda greičiau suprasti arba jie jaučiasi labiau pasitikintys savo žiniomis. Tokia forma yra konkretnesnė. [mat.] Kuo jaunesni, tuo labiau reikia. [mat.] Jie jaunesni, dar labiau vaikiški. [mat.]
	<i>Sunkesnės temos</i>	9 klasės fizikos kursas yra toks, kad jei daugiau naudoji demonstracinių bandymų, rodai juos, lengviau suruošti reiškinius, o kai rašo rašomuosius, atsimauna matytus bandymus ir tai padeda atsakyti į klausimus. [fiz.] Norint sudominti mokines savo dalyku ir, apskritai, reikia pradėti anksčiau nei 10 klasėje, nes jie vėliau patys atsirenka ko jiems reikės ir sunkiau juos dėl to sudominti. [fiz.]
	<i>10 klasėje kartojamos temos</i>	10 klasėje mokiniai labiau užsiėmę. [fiz.] Sunkesnis kursas 9-oje klasėje. 10-oje daugiau kartojama. [mat.]

31 lentelės tęsinys

Kognityviniai procesai	<i>Atmintis</i>	Lengviau prisiminti, rasti teisingą atsakymą [fiz.] Labiau įsidėmi, pritaiko praktikoje. [biol.] Geriau įsimena. [biol.] Geriau įsiminti. [biol.] Padeda įsiminti, sukaupti dėmesį. [fiz.] Geriau įsimena. [fiz.] Kuo mažesnis amžius, tuo labiau mąsto vaizdais, todėl tai naudingiau. [geogr.] Žemesnėse klasėse daugiau įsimena vaizdiniais. [geogr.] 9 klasių mokiniai jaunesnio amžiaus, jiems reikia daugiau vaizdinių, jų pajutimo, kad geriau įsisavintų informaciją. [biol.] Geriau įsisavina mokomąją medžiagą. [fiz.]
	<i>Motyvacija</i>	9-okai labiau stengiasi išmolti. [biol.] Jiems įdomiau atsiskaityti. [mat.]
	<i>Suvokimas</i>	Suprantamesnė forma. [fiz.] Lengviau paprasčiau suvokti. [mat.]
	<i>Dėmesys</i>	Nuo 9 klasės mokiniai sunkiau ilgesnį laiką išlaiko dėmesį, o vaizdinė medžiaga padeda mokytojui ilgiau išlaikyti mokinių dėmesį. [biol.] <...> sukaupti dėmesį. [fiz.] Skatina labiau susikaupti. [mat.]
	<i>Vaizduotė</i>	Jiems padeda įsivaizduoti, suprasti. [chem.]

Greitinant mokytojų ir mokinių atsakymų rezultatus į klausimą, kodėl vizualizacija naudingesnė 9-os kl. mokiniams rašant atsiskaitomuosius darbus, paaiškėjo (31 lentelė), kad mokiniai keliais aspektais plačiau išvelgė galimas priežastis nei mokytojai, nors abiejų populiacijų nuomonė atskleidė identiškąs kategorijas. Manoma, kad 9-os kl. mokiniams vizualizacija naudingesnė labiau nei 10-os kl. mokiniams dėl pirmųjų **partirties stokos**: pabrėžiamas jų *silpnumas, jaunesnis amžius, mokomųjų temų sunkumas*. Mokiniai dar mini ir žinių pagrindų stoką. Mokymosi turinio aspektu daugelis dalykų yra nauji, todėl devintokams vizualizacija talkina kaip patirtį padedantis susiformuoti veiksnys. Taip pat minimi ir **kognityviniai procesai**, kurie galimai labiau veikia būtent vizualizuojant devintokų mokymosi turinį labiau nei įprastose pamokose, todėl geriau įsisavinus informaciją, lengviau gerai parašyti atsiskaitomuosius darbus. Pažinimas vyksta lengviau – konstatuojama analizės indikatoriais. Pabrėžiamas indukcinis faktas, kad vizualizacija, ir mokytojų, ir mokinių nuomone, tampa informacijos *regresu* dėl pažinimo *progreso*.

3. VIZUALIZACIJOS TAIKYMO GANTAMOKSLINIAME UGDYME PSIHOEDUKACINIS MODELIS



72 pav. Vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme psichoedukacinis modelis (sudaryta autorės)

Remiantis teorine ir empirine duomenų analize sudarytas modelis (72 pav.), atskleidžiantis vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme psichoedukacinius veiksnius. Paveikslo schema idealiausiai tiktų multimodalinei multidimensinei vizualizacijai, pasižyminčiai dideliu interaktyvumu ar simuliacinėmis galimybėmis. Taikant šį modelį, kompiuterinė vizualizacija aktyvintų visų mokinių kognityvinius procesus – suvokimą, dėmesį, atmintį ir vaizduotę. Labiau veikdinamas suvokimo procesas padėtų suvokti sudėtingą ir plika akimi nematomą informaciją, kuri šiuo atveju atskleidžiama kaip vizuali, todėl lengviau atkoduojama. Sąmonėje būtų konstruojami teisingi mentaliniai modeliai, kurie nuolat besimokant būtų asimiliuojami arba adaptuojami subjektui

sąveikaujant su artefaktu. Taip atmintyje išliktų teisinga informacija, kurią mokinys panaudotų besimokydamas tolesnes temas.

Kompiuterinė vizualizacija, kaip interaktyvus artefaktas, teigiamai veiktų ir mokinių mokymosi motyvaciją ir savarankišką mokymąsi – kai sudėtinga gamtamokslinė informacija tampa paprastesne ir labiau suprantama, atskleisti dalykai sudomina mokinius, skatina giliau pažinti objektus, juos sieti su išeitomis temomis. Taip pat tikimasi, kad kompiuterinės vizualizacijos poveikis bus pastebimas mažinant kognityvinę mokymosi apkrovą – jei eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos veiks kognityvinius procesus, o verbalinė informacija bus derinama su vizualine, didelė tikimybė, kad mokymosi krūvis sumažės. Mokiniui intensyviai sąveikaujant su žodine ir vaizdine informacija, lavės vaizdinis ir verbalinis mąstymas, todėl didelė tikimybė, kad sąmonėje susidarys teisingi dvigubi (vizualiniai ir verbaliniai) modeliai, laiduojantys geresnius mokymosi rezultatus. Tai taip pat galėtų veikti didesnę mokymosi motyvaciją ir teigiamas emocijas, padedančias sukurti gamtamokslinio ugdymo turinio mokymąsi skatinančias sąlygas.

Merginos pasižymi silpnesne mokymosi motyvacija, rečiau sieja savo ateitį su sudėtingesnėmis disciplinomis, o kompiuterines technologijas vertina tik kaip priemones episteminiams tikslams įgyvendinti. Merginoms, priešingai nei vaikinams, socialinė tikrovė yra pagrindas pažinti kitus dalykus, todėl eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos padėtų atskleisti neregimus fenomenus, kurie būtų identifikuoti kaip mūsų pasaulio dalys. Didelė tikimybė, kad regėdamos vizualizuotą informaciją merginos susies tai su realiu gyvenimu, socialine tikrove ir jų pačių subtiliu pasauliu. Merginos labiau nei vaikinai išreiškia inovatyvių, interaktyvių gamtamokslinių pamokų poreikį, todėl taikant kompiuterinę vizualizaciją būtų galima sukurti pageidaujamas sąlygas taip užtikrinant išorinių vizualinių reprezentacijų internalizavimą, naudingą motyvacijai skatinti ir episteminiam ribotumui išvengti. Kadangi vaikinai labiau nei merginos linkę domėtis kompiuterinėmis technologijomis, dažniau su jomis sąveikauja edukaciniame, namų, ir laisvalaikio aplinkose, jų virtualių tikrovių poreikis yra akivaizdžiai didesnis, todėl eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos galėtų besimokančiuosius dar labiau motyvuoti pažinti gamtamokslineis dalykus, susikaupti pamokose, pasiruošti joms namuose.

Postmoderniosios mokymosi paradigmos kontekste, kur multimodaliniai vizualieji artefaktai būtų taikomi veiksmingiausiai, mokytojo vaidmuo galėtų būti realizuojamas taikant vizualizaciją pamokose: pedagogas atsiskleistų kaip ugdymo proceso organizatorius, vadovas, patarėjas, konsultantas, instruktorius ir besimokantysis, nebijantis iššūkių ir besimokantis kartu su mokiniais. Mokytojas taptų laisvesnis nuo kalbėjimo – jis komentuotų rodomus vaizdus, interpretuotų tekstus ir sietų verbalinę informaciją su vizualiaja, atskleisdamas jo patirčiai būdingas žinias, papildydamas eksternalizuotas išorines reprezentacijas savo interpretacijomis. Pedagogas konsultuotų mokinius, juos aktyvintų, ragintų ir psichologiškai nuteiktų mokytis. Mokinys galėtų kontroliuoti mokymosi procesą, nes pats pasirinktų – kiek kartų žiūrės vizualizaciją, kaip mokysis, koku tempu, kiek pastangų įdės. Taip būtų sukuriama laisvos sąlygos laiko atžvil-

giu – tai visiškai naujas mokymosi aspektas, nes klasikinėje paradigmoje laikas yra labai limituotas ir nustatomas mokytojo reguliuojama kontrole. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos padėtų mokiniui savarankiškiau mokytis sudėtingų reiškinių, juos pakartoti peržiūrint medžiagą namuose ar po pamokų mokykloje, sukuriant sąmonės intencionalumą aktyvinančias sąlygas, kurios palaipsniui suformuoja pasitikėjimo savimi jausmą. Esant sąlygoms, besimokantysis pats mokytūsi surasti informaciją pvz., laisvalaikio aplinkoje, ją peržiūrėti, įsiminti ir permąstyti, kad įtvirtintų žinias – visa tai įgalintų subjektą jausti didesnę atsakomybę už savo pasiekimus.

Laiko ribotumas taikyti kompiuterinę vizualizaciją, kaip inovaciją, pamokose kai kuriems mokytojams sukelia galimų kompetencijų plėtojimo regresiją, sąmonės įtampą ir inovacijų, kaip ugdymą efektyvinančių priemonių, ignoravimą. Tai ypač būdinga klasikine paradigma besiremiantiems mokytojams. Šiuo atveju labai svarbu, kad mokytojai patys norėtų taikyti inovacijas ir jų siektų savo pamokose – tai ne tik padidintų pamokos rezultatyvumą, bet ir palaipsniui būtų pereinama prie postmodernios paradigmos įgyvendinimo. Biologijos, chemijos, fizikos, matematikos ar geografijos dalykų mokytojai, įsisavinę postmodernios paradigmos realizavimą, turėtų aktyviai stengtis įvaldyti vizualizacijos taikymo techniką, laiduojančią galimybę valdyti laiką ir jo transformacijas suvokti kaip įprastas kasdieniame gyvenime. Tuo remiantis vizualizacijos, kaip inovacijos, taikymui reikia mokytojų pastangų ir noro, gerų technologinių sąlygų ir visuotinai formuojamos nuostatos, kad eksternalizuoti vizualieji artefaktai ir mokiniams, ir mokytojams padės veiksmingiau realizuoti užsibrėžtus tikslus.



DISKUSIJA

Gamtamokslinio pasaulio, kaip objektyvaus, pristatymas subjektams per įvairių dimensionalumą ir multimodalumą eksternalizuotą vizualinę reprezentaciją kuria prielaidas episteminiam ribotumui eliminuoti, atskleidžiant sudėtingus, plika akimi nematomus reiškinius ir objektus ugdymo procese. Ontologiškai, vizualizacija padeda mokytojui realizuoti mokymosi paradigmą; edukaciškai – multimodalumas padeda ugdytojui diferencijuoti ir individualizuoti ugdymo turinį ir jį adaptuoti heterogeniškų poreikių mokiniams, orientuojantis ne tik į diskursyvų, bet ir į vizualųjį informacijos transliavimą; psichologiškai – eksternalizuoti vizualieji artefaktai sukuria sąlygas lavinti vaizdinį mąstymą, sukelti subjekto sąmonės regresą dėl pažinimo progreso, kai suvokiami vaizdai, derinami su verbaline informacija, sąmonėje sukuria teisingus dvigubus mentalinius modelius. Teoriškai tai suponuoja idealias sąlygas subjektui nuolat mokytis patiriant sėkmę, individualiai ir socialiai, tarpininkaujant artefaktui, konstruoti teisingą gamtamokslinių objektų pažinimą. Tokioje situacijoje mokytojui nebereikia tiek daug kalbėti – jis komentuoja rodomus multimodalinius vaizdus, interpretuoja tekstus ir sieja verbalinę informaciją su vizualiaja, atskleisdamas jo patirčiai būdingas žinias, pateikdamas savo interpretacijas.

Gamtamokslinėms disciplinoms būdinga nuoseklaus mokymo(si) logika, pagal kurią kiekvienas mokinys turi atidžiai mokytis sąvokų, faktų ir kitų su žiniomis susijusių reiškinių, kad galėtų suprasti kitas pamokas. Jei mokinys nežino sąvokų arba jų vartojimas nėra teisingas, vadinasi, toliau mokydamasis patirs mokymosi sunkumų, nes sąvokų nemokėjimas sąlygos nesusikaupimą, blaškymąsi ir nesupratimą. Kai atmintyje nėra informacijos, kuria galima naudotis, mokymosi metu gautos žinios tėra paviršutiniškas informacijos priėmimas be grįžtamojo ryšio. Dažnai mokiniai išmoksta informaciją atmintinai, tačiau faktai patalpinami į trumpalaikę atmintį, todėl nekartojant informacijos ji labai greitai pamirštama. Tą patvirtina atlikti tyrimai, atskleidę mokymosi *procesą sunkinančius veiksnius*: psichinių procesų veikimo ir temos įsisavinimo problemas, reikiamų įgūdžių stoką. Remiantis disertacijos teorinėje dalyje išanalizuota vizualizacijos, kaip artefakto, koncepcine ontologija galima teigti, jog pagrindinės gamtamokslinio ugdymo problemos kyla dėl objektų nereprezentuojamumo, kuris gali būti reprezentuojamas postmodernizmo kontekste, stiprinant subjekto santykį su objektu. Neaiškus plika akimi neregimų objektų ir reiškinių išdėstymas taikant verbalines reprezentacijas arba retai taikomas realias ir popierines vizualias reprezentacijas sukelia vienpusę temų supratimą, o remiantis dvigubo kodavimo (Paivio, 1986; 2006) ir mentalinių modelių teorijomis (Johnson-Laird, 1983; Adbo, Taber, 2009; Park, Light, 2009) kognityvinio konstruktyvizmo kontekste tai sąlygoja reikiamų žinių, įdirbio ir episteminės praktikos stoką, silpną mokymosi motyvaciją ir sąmonėje dominuojančius stereotipus, kad

gamtos mokslai – per daug sudėtingi. Teoriniu ir empiriniu lygiais išreiškus nuomonę pagrindiniams ugdymo proceso dalyviams, identifikuota, kad 9–10 klasių mokiniams vizualizacija galėtų padėti veikdinti kognityvinius procesus ir mokymosi motyvaciją. Panašius rezultatus patvirtina ir kitų mokslininkų atlikti darbai: (Rogers, 2008; Tasker, Dalton, 2008; Ainsworth, 2008; Sengul, Cansu, 2010; Hai-Ning Liang, Kamran Sedig, 2010; Barat, 2007 ir kt.). Vaizdai padeda suformuoti vaizdinius mentalinius modelius (Rapp, 2005; Franco, Colinviaux, 2000; Carmichael, 2000) ir juos sujungti su verbali- niais modeliais (Hodes, 1994). Tokie pokyčiai sąmonėje padeda mokiniui suprasti sudė- tingą informaciją, nes mintyse galima regėti objektus, apie kuriuos mokomasi teoriškai. Taip susidaro išsamesnis objekto vaizdas ir informacija suvokiama teisingai. Realizuo- jant konstruktyvizmo principą (Nezvalova, 2008; Papayannakos, 2008), mokymasis su vizualiaisiais artefaktais būtų nuoseklus – asimiliuojant arba adaptuojant naujai gautą informaciją palaipsniui būtų kuriami teisingi mentaliniai modeliai, būtų labiau aktyvi- nami kognityviniai procesai ir bent iš dalies eliminuojami mokymąsi sunkinantys veiks- niai, kas sąlygotų veiksmingesnį gamtamokslinio ugdymo procesą.

Tačiau pabrėžtina, kad *episteminio eliminavimo prielaidos labiausiai įmanomos* taikant *interaktyvią multimodalinę ir multidimensinę vizualizaciją*, kuri labiau nei kitos rūšys atlieka mąstymą skatinančio ir į mokymosi veiklą įtraukiančio artefakto vaidme- nį. Tarptautinis tyrimų kontekstas šioje srityje atskleidžia (Al-Balushi, 2009; Locatelli, Ferreira, Arroio, 2010; Homer, Plass, 2010 ir kt.), kad konkrečios vizualizacijos pro- gramos ypač paveikios ir mokytojų ir mokinių vertinamos kaip reikšmingos. Tačiau Lietuvos kontekste mokytojai retai taiko inovatyvias edukacines technologijas, todėl konkrečių kompiuterinės vizualizacijos programų taikymo 9–10 mokinių klasėse povei- kio mokymuisi duomenų tiriamuoju metu stokojama. Panaudojus sukonstruotą tyrimo instrumentą, kuriuo tiriama mokinių ir mokytojų nuomonė apie vizualizacijos taikymo poveikį besimokančiajam, galima tikrinti konkrečių priemonių poveikį. Palaipsniui išsi- galint į mokinį orientuotai edukacinei paradigmai, o mokykloms apsirūpinus tinkamo- mis priemonėmis, moksliniu ir praktiniu lygiais galėtų būti atliekami eksperimentai, kurie suteiktų informacijos, koks yra konkrečios kompiuterinės vizualizacijos poveikis besimokančiajam jau pakitusioje aplinkoje. Tai padėtų nustatyti ne tik konkrečių prie- monių poveikį, bet ir sudaryti jų reitingus, teikti rekomendacijas priemonių autoriams ir taip konstruktyviai, įrodymais grindžiant, tobulinti gamtamokslinio ugdymo procesą.

Merginų nuomone, joms labiau nei vaikinams *vizualizacija padeda aktyvinti kog- nityvinius procesus ir skatina mokymosi motyvaciją*. Panašūs skirtumai lyčių aspektu išanalizuoti ir interpretuoti ir teorinėje disertacijos dalyje: merginų mokymosi motyva- cija ir kognityviniai procesai pasireiškia silpniau nei vaikinių, jos rečiau sąveikauja su kompiuterinėmis technologijomis, todėl joms svarbu, kad vizualieji artefaktai priartintų gamtamokslinę realybę prie socialinės tikrovės. Vaikinai, nors ir pasyvesni 9–10 klasių pamokose, dažniau sąveikauja su IKT ir mėgsta įsitraukti į virtualias aplinkas. Tokie lyčių skirtumai gali būti paaiškinami tuo, jog merginos ateityje mažiau renkasi gamta- mokslines profesijas (Page ir kt., 2009; Koul ir kt., 2011; Britner, 2008; Ceci Williams, 2007; Scantlebury, Baker, 2007), todėl jų noras mokytis mokykloje susijęs su pareiga

ar kitais socialiniais ir savęs suvokimo bei identifikavimo aspektais, kurie silpniau aktyvina abstraktaus ir vaizdinio mąstymo procesus. Taip pat galima manyti, jog dėl tam tikro nusistovėjusio požiūrio į profesijas dauguma merginų nesirenka gamtamokslinių dalykų aukštesnėse klasėse, nes nemano, kad jie bus reikalingi ateityje. Susidaro socialinė nuomonė, jog merginoms geriau rinktis humanitarines ir socialines profesijas, kadangi gamtamoksliniai dalykai joms sekasi sunkiau nei vaikinams (Quinn, Lyons, 2011). Tačiau tokia socialinė nuostata gali būti grindžiama stereotipais, kurie nėra moksliskai pagrįsti – gali būti, jog merginos paprasčiausiai stokoja patirties suvokti abstrakčius dalykus (pvz., mašinos variklio turinį), kuriuos vaikinai išmano pakankamai gerai jau nuo vaikystės, nes tuo domėjosi, tokius objektus regėjo ir dar juos išmėgino atlikdami įvairius veiksmus. Todėl vizualizacija, kaip jau konceptualizuota teorinėje disertacijos dalyje, epistemiskai gali padėti merginoms įgyti tą vizualiąją patirtį, kurią vaikinai turi dėl istoriškai susiklosčiusių socialinės aplinkos veiksnių. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos padėtų atskleisti nematomus objektus ir taip priartintų juos prie realybės, kurią merginos sieja su socialine tikrove. Svarbu tirti filosofines, socialines, psichologines ir edukacines abiejų lyčių sąveikos su konkrečiais vizualiaisiais artefaktais skirtumų ir panašumų priežastis ir pasekmes konkrečiose aplinkose ir situacijose, orientuojantis į kognityvinių procesų ir motyvacijos veikdinimo požymių nustatymą. Ypač vertėtų empiriskai patikrinti, ar panašiomis sąlygomis merginų kognityviniai procesai veikia silpniau nei vaikinių, nes disertacijos tyrimų rezultatai reprezentuoja tik respondentų nuomonę, kuri gali būti paveikta antropologinių, socialinių ir psichologinių veiksnių, taip pat gali atspindėti merginų, kaip silpnesnės lyties savęs suvokimo, rezultata. Tai suteiktų tikslesnės informacijos apie individualiai ir socialiai konstruojamo skirtingų lyčių ugdymo aspektus, kuriais remiantis būtų galima tobulinti ugdymo turinį, esant pagrįstam poreikiui – jį diferencijuoti, tikintis atitinkamai prognozuotų ir moksliskai sumodeliuotų poveikio rezultatų.

Tyrimais nustatyta, kad *vaikinai dažniau nei merginos ieško vizualizacijų internete*. Tai paaiškinama tuo, kad šios lyties atstovai dažniau nei merginos sąveikauja su IKT, turi daugiau tam būtinų įgūdžių, greičiau juos įgyja, labiau savimi pasitiki ir mėgsta tokiu būdu leisti laisvalaikį. Verifikacinis tyrimas atkleidė, kad vaikinai dažniau naudojami internetu ir jame ieško vizualiųjų edukacinių artefaktų, nes siekia realizuoti kompensacinę funkciją, t.y., greitesniu būdu gauti reikiamų žinių ir įgyti įgūdžių, kurių negavo mokykloje dėl netinkamo elgesio ir dėmesingumo pamokos turiniui stokos. Taip pat nustatyta, kad laisvalaikio aplinkoje vaikinai *versus* merginos vizualizaciją taiko dažniau dėl išreikšto vartotojiško santykio su artefaktu – taip realizuojama ritualinė/hedonistinė funkcija, kurią paaiškina socialinės tikrovės konstravimas – kasdieninėje veikloje IKT yra pagrindiniai atributai, kurie yra mėgstami, vartojami, jais domiasi. Tyrimo rezultatai atskleidė 9–10 klasių vaikinių sąveiką su vizualiuoju artefaktu, tariamai pasireiškiančią kasdienėje tikrovėje. Sąveika nustatyta abstrakčiose, tariamose situacijose, todėl nėra aišku, ar, atlikus papildomus tyrimus, būtų nustatyti tie patys rezultatai konkrečiose aplinkybėse. Tęsiant tyrimus, vertėtų domėtis, kokių konkrečiai vizualizacijų vaikinai mėgsta ieškoti internete, kokios tų vizualizacijų charakteristikos

(spalvos, dimensionalumas, reprezentatyvumo lygmuo, statusas, interaktyvumas, abstraktumo lygis ir kt.) ir kokie yra konkretūs paieškų motyvai (ar jie susiję su konkrečia pamoka, namų užduotimis, asmeniniais poreikiais ir pan.), kaip sąveika su vizualizacija veikia savarankiško mokymosi procesus skirtingose edukacinėse aplinkose. Atsakius į šiuos klausimus, būtų galima tiksliau prognozuoti ir modeliuoti naujų kompiuterinių vizualizacijų taikymo poveikį vaikams ir mokinį orientuotos paradigmos realizavimo kontekste.

Lietuvos mokytojai daugiausia taiko realias ir popierinės vizualizacijas, bylojančias apie klasikinę paradigmos mokymo paradigmos dominavimą ugdymo realybėje. Kompiuterinė vizualizacija taikoma rečiausiai ir jos vartojimas priklauso nuo darbo patirties – trumpesnį laiką mokyklose dirbantys mokytojai inovacijas diegia dažniau, o ilgiausiai mokykloje dirbantys mokytojai riboja(-a) jų vartojimą. Tie pedagogai, kurie dirba pagal tradicinius metodus, įpratę taikyti realią vizualizaciją ir nesiekia jokių inovacijų diegimo. Būtent pastarosios grupės atstovams, jei reikia taikyti kompiuterinę vizualizaciją, pamokose pritrūksta laiko. Nustatyta, kad mokytojų patiriama laiko stoka ugdymo procese riboja kompiuterinės vizualizacijos panaudojimą ir mokytojams sukuria regresines sąlygas laiko valdymo kompetencijoms plėtoti socialinėje realybėje. Tą galima paaiškinti remiantis socialinės tikrovės konstravimo teorija, pozicionuojančia struktūrą, kuri įprasmina žmogaus gyvenimą laiko dimensijose, kadangi daugelis jį išgyvena skirtingai, subjektyviai, pagal įvairius laikiškumo lygmenis (Berger, Luckman, 1999). Pamokos laiko struktūra sukuria skirtingas sąmonės įtampas ugdytojams, todėl tiems, kurie remiasi klasikine mokymo paradigma, kompiuterinės vizualizacijos galimybės neaktualios, jos vertinamos kaip bevertės ar žalingos laiko ribojimo atžvilgiu, sukeliančios dezorientaciją pamokos planuotų veiksmų operacijose, kas ir sąlygoja destruktivų inovacijos atmetimą, kaip teisingą kasdieninio gyvenimo atributą, saugantį įprastos laiko struktūros elementus. Prievartinis (Berger, Luckman, 1999) laiko pobūdis socialinės realybės konstravimo kontekste paaiškina pedagogų, stokojančių laiko valdymo kompetencijų, vengimą taikyti kompiuterinę vizualizaciją: nesugebėjimas taikyti IKT sukelia per didelę sąmonės įtampą ir sąlygoja artefaktų atmetimą, kaip vienintelį būdą pašalinti neigiamą dirgiklį, kliudantį efektyviai veikti tradicinėje laiko erdvėje. Įprastos tikrovės egzistavimas be inovacijų nesuteikia galimybių progresuoti pereiti į aukštesnį sąmoningumo ir pamokos efektyvinimo lygį. Tai paaiškina kai kurių pedagogų skirtingą laiko suvokimą ir gebėjimo jį valdyti situaciją: vieniems kompiuterinė vizualizacija yra kliūtis efektyviai dirbti pamokose, nes patiriama laiko ir IKT valdymo kompetencijų stoka; kitiems kompiuterinė vizualizacija sukuria palankias sąlygas tobulėti ir sutaupyti laiko veikloms, efektyvinančioms ugdymo proceso veiksnius ir didinančioms jų rodiklius. Subjektyvus laiko pojūtis diferencijuoja pedagogus profesinėje veikloje ir, kaip matyti iš tyrimo, suskaido į dvi grupes.

Mokslinėje literatūroje projektuojama, kad edukacinis procesas bus itin modernizuotas (Anderson, Groulx, Maninger, 2010; Anderson, Maninger, 2007; Birch, Irvine, 2009; Chen, 2010; Niederhauser, Perkmann, 2008; Smarkola, 2007; Wu, Chang, Guo, 2008; Maddux, 2008; Maddux, Johnson, Willis, 2011; Maddux, Johnson, 2011; Mad-

dux, Liu, Li, Sexton, 2011). Tuo remiantis nustatyta, kad apklausti mokytojai taip pat numano kompiuterinės vizualizacijos taikymo progresą ateityje, kas sąlygoja teorinių mokslinių ir praktinių implikacijų panašumą, leidžiantį manyti, kad eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų taikymo gamtamoksliniame ugdymo tyrimai yra ir ateityje tikrai bus aktualūs. Remiantis tyrimo rezultatais, sukonstruotu modeliu ateityje vertėtų tikrinti konkrečių vizualizacijos priemonių taikymą pamokose, keliant klausimus – ar egzistuoja tie patys teigiami veiksniai skirtingose klasėse, skirtingų gabumų mokinių grupėse, heterogeniškais lyties, mokymosi poreikių, edukacinių aplinkų ir veiklų aspektais. Naujų tyrimų rezultatai sudarytų įrodymais grįstą pagrindą konceptualiai plėtoti vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyme raišką ir moksliniu, ir praktiniu lygiu, konstruojant edukacinį procesą į mokinį orientuotos paradigmos kontekste.



IŠVADOS

Disertacijos teorinio konteksto išvados ir apibendrinimai

- Vizualizacija neatsiejama nuo vaizdo ontogenezės – pamatinės kilmės, paskatintosios multidimensinių ir multimodaliųjų eksternalizuotų vizualiųjų artefaktų atsiradimą. Vaizdo ontogenezė progresuoja formuodama žmogaus sąmonės intencionalumą sudėtingesnei metakultūros ateičiai, kurioje subjektas paprasčiau suvokia ir įsisavina didesnius informacijos kiekius, konstruoja savo žinias, eliminuoja episteminius ribotumus. Vizualizacija postmodernizmo kontekste keičia tradicinį subjekto santykį su vaizdu, t.y., dekonstruojama ir rekonstruojama riba tarp objekto ir subjekto, todėl stiprėja besimokančiojo sąveika su interaktyviomis eksternalizuotomis vizualiosiomis reprezentacijomis. Vaizdų tobulumas, reprezentuojantis nereprezentuojamumą (nematomybę) skatina poreikį juos pažinti, kaip visuotinę kalbą, lygiavertę žodinei. Vizualieji artefaktai suteikia besimokančiajam galimybę atrinkti svarbiausius elementus iš informacijos chaoso ir sujungti juos į visumą, skatina suprasti ir valdyti sinergetinius procesus. Išorinės vizualizacijos internalizavimas vyksta cikliška, palaipsniui konstruojant modelius ir juos siejant su verbaline informacija, todėl sinergetinis artefakto aiškinimas pagrindžia jo laikinumą, dimensijų įvairovę, kaitą edukacinio virsmo ir mokslo progreso kontekste. Globalizacija įprasmina homogenizuotą eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų atskleidimą kaip paprastai suvokiamą skirtingų poreikių ir gebėjimų mokiniams, kuriems mokslinės idėjos apie gamtos mokslų objektus transliuojamos generalizuotu pavidalu. Globaliai susisteminta ir laisvai kompiuterinėmis technikomis prieinama vizualizacija priartina įvairių kultūrų ir skirtingų mokymosi lygių besimokančiuosius homogenizuotam pasaulio supratimui, kuriame informacija ir žinios sąveikauja su subjektais, nuolat atnaujinamos ir papildydamos viena kitą. Holistiškai edukacinio proceso veiksmus siejanti globalizacijos idėja ir reali jos raiška sukuria stimulą pedagogams ieškoti tobulėjimo galimybių – integruoti įvairias inovacijas, susijusias su kompiuterine multimodaline vizualizacija, mokytis jas įvaldyti, taip taupant laiką ir keičiant tradicinį vaidmenį į konsultanto, patarėjo, moderatoriaus, vykstant edukacinio proceso virsmams.
- Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų statusas gali būti skirstomas į realųjį ir metarealųjį (menamą). Realusis statusas įvairiais lygmenimis (Makro–, sub-mikro–) atskleidžia natūralioje gamtoje egzistuojančius objektus ir procesus, kuriuos galima pamatyti plika akimi. Metastatusas makrolygmenyje atskleidžia artefaktus, perteikiamus kaip realiai egzistuojančius (virtuali, papildyta realybė, simuliacijos), todėl jų dimensionalumas būna ne mažesnis nei 2D. Metastatuso sub-mikrolygmens vizualiosios reprezentacijos eksternalizuojamos talkinant visuotinai objektyvizuotiems 2D–3D kodams – grafikams, diagramoms, fotografijoms ir kt., simbolinio

lygmens – simboliais (ženklai, trumpiniai, lygtys). Edukacinėje realybėje taikomos įvairios sudėtingų reiškinių ir objektų reprezentavimo vizualizacijos, kurios gali būti klasifikuojamos į realias (tikros medžiagos ir daiktai), popierines (plakatai, schemas, nuotraukos, paveikslai, žemėlapiai, atspausdinti popieriuje) ir kompiuterines (internetas, virtualios erdvės, simuliacijos, interaktyviosios lentos ir kt.). Pastarosios priemonės pasižymi multidimensionalumu ir multimodalumu, todėl jų taikymas sukuria palankias sąlygas mokymui(si) konstruojant mokinių žinias ir gilinant jų gebėjimus biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. Vizualizacijos sąvokos, minimos moksliniuose darbuose, vartojimas 1990–2011 m. laikotarpiu kiekvienais metais padidėdavo 15–30 proc., priklausomai nuo konkrečios priemonės ir disciplinos (daugiausiai sąvoka vartota matematikos, geografijos, fizikos, o mažiausiai – biologijos sričių publikacijose). Progresyviausiai akcentuota multidimensinė ir multimodalinė kompiuterinė vizualizacija fizikos dalyko internetinėje aplinkoje – sąvokos vartojimo skaičius minėtu laikotarpiu išaugo daugiau kaip aštuoniasdešimt kartų.

- Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų privalumai atskleidžiami poveikiu subjektų kognityviniams procesams, vaizdiniam ir verbaliniam mąstymui, mokymosi motyvacijai ir teigiamoms emocijoms kognityvinio konstruktyvizmo realizavimo prielaidose. Multimodalinės ir multidimensinės vizualizacijos taikymas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose sukuria socialiai konstruojamas prielaidas besimokančiųjų žinių ir informacijos kūrimui sąmonėje, žinių ir gebėjimų įtvirtinimui, tikrinimui, verbalinių ir vizualinių įgūdžių formavimui. Vizualizacijos taikymas edukacinėje realybėje sukuria prielaidas kognityvinių ir socialinių veiksnių aktyvavimui, sąlygojančiam kokybiškesnį ugdymo procesą, kolegialesnius mokytojo ir mokinio santykius, laisvesnę, kūrybiškesnę ir įdomesnę mokymosi aplinką. Atskleisti privalumai gali būti homogeniškai panaudojami visų mokinių mokymui(si), nors egzistuoja ir heteregeniški ypatumai: merginų *versus* vaikinų mokymosi pasiekimai ir motyvacija gamtamoksliniame ugdyme žemesni, ateitis rečiau siejama su chemija, fizika ir matematika, sąveikavimas su kompiuterinėmis technologijomis silpnesnis, o kompiuterio poreikis orientuotas į episteminių tikslų įgyvendinimą – tai kontroversiška vaikams, siekiantiems virtualios erdvės kaip kasdienio socialinio gyvenimo atributo. Realizuojant konstruktyvistinę paradigmą kompiuterinė vizualizacija gali būti pasitelkta abiejų lyčių kognityviniams gebėjimams tobulinti ir motyvacijai stiprinti – būtų sukurtos vaikams socialiai įdomios, o merginoms epistemiškai patrauklios edukacinės aplinkos.
- Psichologinio diskurso kontekste vizualizacijos taikymas galėtų sąlygoti subjekto kognityvinių procesų veikdinimą (stimuliaciją) – talkinant išorinių multimodalinių ir multidimensinių eksternalizuotų reprezentacijų artefaktui, derančiam su verbaline informacijos pateiktimi, sudėtingi ir plika akimi nematomi reiškiniai bei objektai būtų suvokiami lengviau ir greičiau, labiau susitelkus. Šiame procese mokiniai tiksliau išsivaizduotų priimamą informaciją teisingų dvigubo kodavimo mentalinių modelių pavidalu, ilgiau ją išlaikytų atmintyje. Vizualizacija, kaip episteminio ribotumo eliminavimo tarpininkė, aktyvindama suvokimą, atmintį, dėmesį

ir vaizduotę, turėtų skatinti ir mokymosi motyvaciją, nes vaizdinio artefakto sąveikavimo su mokiniu metu sukuriama įdomios, savalaikės edukacinės veiklos ir aplinkos, sąlygojančios teisingai suvoktos ir įsisavintos asmeninės patirties įgijimą ir plečiančios socialinės realybės konstravimo galimybę.

Disertacijos empirinių tyrimų rezultatų išvados

- 9–10 klasių mokiniai patiria mokymosi sunkumų gamtamoksliniuose dalykuose dėl kognityvinių procesų (suvokimo, dėmesio, atminties ir vaizduotės) veikimo ribotumo, kurie taip pat nustatyti ir kaip dalykų nesupratimo priežastys. Pastarosioms priskiriamos pamokų temų atskleidimo (perteikimo) problemos – neaiškus plika akimi neregimų objektų ir reiškinių išdėstymas taikant verbalines reprezentacijas, vizualizacijų, palengvinančių kognityvinių procesų veiklą, stoka. Reikiamų žinių, įdirbio bei praktikos stoka, silpna mokymosi motyvacija ir sąmonėje dominuojantys stereotipai, kad gamtos mokslai – per daug sudėtingi, taip pat sunkina mokinių sėkmingą mokymąsi. Eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos, objektyvizuotai pateikiamos mokiniams gamtos mokslų pamokose, gali būti kaip episteminio ribotumo eliminavimo priemonė, reikalinga sunkiai įsisavinamoms ir/arba visoms temoms, kad aktyvintų kognityvinius procesus, skatintų mokymosi motyvaciją ir savarankišką praktikavimąsi ne tik klasėje, bet ir namų aplinkoje (ypač leidžiant laisvalaikį internete). Tuomet sudėtingi reiškiniai ir objektai taptų aiškesni, labiau sietini su realiu gyvenimu ir jo pažinimo formomis.
- Remiantis mokytojų ekspertų nuomonės rezultatais identifikuojama, kad gamtos mokslų disciplinose dominuoja klasikiniai mokomąją informaciją perteikiantys vizualizavimo metodai ir būdai, kurių vartojimas per pastaruosius penkerius metus tendencingai mažėjo ir prognozuojama – mažės ateityje. Įsivyravus konstruktyvistinei edukacinei paradigmai subjektų sąmonėje, pedagogai taikys paveikesnes multidimensines eksternalizuotas vizualiąsias reprezentacijas, kurių trūkumą šiandieninėje situacijoje lemia silpna mokyklų materialinė bazė, mokytojų nekompetencija naudotis kompiuterinėmis technologijomis, konsultantų šioje srityje stoka, neigiamas mokyklos atstovų požiūris į inovacijas. Pedagogai akcentuoja, kad profesionaliai (kokybiškų, diferencijuojančių ugdymo turinį, mažinančių darbo apkrovą, pritaikytų savarankiškam mokinių mokymuisi ir atitinkančių bendrojo lavinimo mokyklos turinį ir temas) lietuvių kalba parengtų vizualiųjų artefaktų taikymas ugdymo procese reikšmingas dėl galimybių aktyvinti mokinių kognityvinius procesus, jų mokymosi motyvaciją, sukurti stipresnį grįžtamąjį ryšį ir palankesnes edukacines sąlygas.
- Remiantis 9–10 klasių mokinių nuomone, homogeniškai įvardijusiems vizualizacijos, kaip artefakto mediatoriaus būtinumą konkrečiame dalyke, aktyvėja kognityvinių procesų veikla: lengviau ir greičiau suvokiama sudėtinga bei abstrakti informacija, ilgiau išlaikomas susikaupimas ir koncentravimasis į mokomąjį turinį, teisingiau įsivaizduojami neregėti ir anksčiau tik verbaliniais kodais reprezentuoti objektai bei jų tarpusavio sąveikos, išmokta medžiaga išlieka ilgalaikėje atmintyje. Eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas gamtamoksliniame ugdyme

skatina 9–10 klasių mokinių, remiantis jų nuomone, mokymosi motyvaciją: didėja noras gilintis į to dalyko temų turinį, papildomai domėtis gamtamoksliniais objektais, būti aktyvesniems ir interaktyviau įsitraukti į pamokos veiklas. Vizualizacijos lengvintų ir mokinių savarankiško darbo procesus, susijusius su praktiniu žinių realizavimu – ugdytiniams būtų lengviau pritaikyti žinias įvairioje teorinėje ir praktinėje atsiskaitomojoje veikloje.

- Remiantis Lietuvos mokytojų nuomone, *realios* vizualizacijos taikymas per pastaruosius penkerius metus pasikeitė nežymiai, labiausiai padažnėjo matematikos, fizikos ir biologijos pamokose, tačiau per artimiausius penkerius metus dažnėjimas neprognozuojamas. Ugdymo procese realias vizualiųjų reprezentacijų priemones heterogeniškai taiko pagal disciplinas (matematikai – lentą, fizikai – prototipus, chemikai ir biologai – bandymus) ilgametės mokymo patirties turinti pedagogų populiacija. *Popierinę* vizualizaciją darbo praktikoje taiko pusė ir mažiau nei pusė respondentų heterogeniškai pagal disciplinas (matematikai – schemas, grafikus ir geometrines figūras, biologai – grafikus, geografsai – žemėlapius). Per pastaruosius penkerius metus šios eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos taikymo pokytis edukacinėje realybėje pastebimas tik kai kurioms priemonėms jas naudojant heterogeniškose pedagogų grupėse, priklausomai nuo darbo patirties – trumpesni laiką mokyklose dirbantys pedagogai popieriuje reprezentuotus artefaktus taiko dažniau nei didelę darbo patirtį turintys kolegos. Artimiausioje ateityje prognozuojamas plakatų, nuotraukų ir įvairių schemų vartojimo progresas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. *Kompiuterinę* vizualizaciją taikoma rečiau, iš visų kitų rūšių, tačiau per pastaruosius penkerius metus jos vartojimas progresavo daugiau nei kitų: mokytojai pradėjo dažniau naudoti interneto tinklalapius, kompiuterio ekrane rodomus bandymus ir įvairaus pobūdžio schemas biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. Kai kuriais aspektais multimodalinių ir multidimensinių eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas skiriasi: ilgiausiai mokykloje dirbantys mokytojai riboja(-a) jų vartojimą; biologijos ir geografijos pedagogai daugelį šios rūšies priemonių ugdymo procese taiko daugiau nei chemijos, fizikos ir matematikos mokytojai. Prognozuojamas progresinis kompiuterinės vizualizacijos (ypač interneto tinklalapių, interaktyviųjų lentų, skaidrių) taikymas artimiausioje ateityje. Labiausiai tam pritaria mažesnę darbo praktiką mokykloje turintys mokytojai.
- Remiantis homogeniška pedagogų nuomone, labiausiai vizualizacija skatintų mokinių aktyvumą, sąmoningą intencionalumą susikaupti ir gilintis į temą gamtos moksluose. Biologijos, geografijos ir chemijos mokytojai daugiau nei fizikai ir matematikai įsitikinę, kad vizualieji artefaktai beveik visais aspektais teigiamai veikia mokinių savarankišką mokymąsi ir motyvaciją – taip sukuriama sąlyga postmodernios edukacinės paradigmos raiškai ugdymo realybėje. Matematikos mokytojai mažiausiai įsitikinę vizualizacijos poveikumu aktyvinant kognityvinius procesus. Mažiausiai pedagogai tikisi, kad eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų taikymas gamtamoksliniame ugdyme 9–10 klasių mokiniams galėtų turėti lemiamą poveikį papildomai ugdytiniams domėtis dalykais ir įvairios informacijos apie dalykus pa-

ieškai internete. Mokytojų ir mokinių nuomonės sutampa vertinant vizualizacijos poveikį kognityviniams procesams ir motyvacijai 9–10 klasių ugdytiniams mokantis biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos – eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos talkina aktyvinant suvokimo, atminties, dėmesio ir vaizduotės procesus.

- Merginų nuomone, joms labiau nei vaikinams vizualizacija padeda aktyvinti kognityvinius procesus ir skatina mokymosi motyvaciją. Tyrimo rezultatų verifikacija atskleidžia, kad merginoms, labiau nei vaikinams, eksternalizuotos vizualiosios reprezentacijos sukuria geresnes sąlygas įsisavinti kitomis priemonės sunkiau suprantamą informaciją. Dėl moteriškos *versus* vyriškos lyties ypatumų – veiklumo, imlumo, emocionalumo, kūrybingumo, didesnio brandumo, stropumo, darbštumo, dėmesingumo, aktyvumo, praktinių įgūdžių bei vaizdinio mąstymo stokos pamokose, vizualizacija padeda konstruoti veiksmingesnį merginų mokymo(si) procesą. Vaikinai dažniau nei merginos ieško vizualizacijų internete. Verifikuojant minėtą skirtumą nustatytos dvi pagrindinės (mokytojų ir mokinių įvardijamos) priežastys, pasireiškiančios aplinkose. Vaikinai *versus* merginos per pamokas dažniau kalba tarpusavyje, yra mažiau dėmesingi, dažniau tingi ir rečiau domisi gamtamoksliniais dalykais, todėl mokymosi aplinkoje, pasitelkdami eksternalizuotų vizualiųjų reprezentacijų paieškas internete, jie siekia realizuoti *kompensacinę funkciją*, t.y., greitesniu būdu gauti reikiamas žinias ir įgyti įgūdžius. Dėl dominuojančio 9–10 klasių vaikinių *versus* merginų neveiklumo biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose silpnėja ir jų kognityvinių procesų veikimas, todėl vizualizacija pasitelkiama kaip stimuliuojantis ir įgalinantis veikti artefaktas mokymosi aplinkoje, kurioje taip pat gali reikštis padidėjęs poreikis įsisavinti žinias. Laisvalaikio aplinkoje vaikinai *versus* merginos vizualizaciją taiko dažniau dėl išreikšto vartotojiško santykio su artefaktu – kasdienėje veikloje jie domisi, naudoja si kompiuteriu ir internetu, todėl taip realizuojama *ritualinė/hedonistinė funkcija*. Pastaroji stiprinama ir dėl greitesnio, lengvesnio informacijos prieinamumo, mažinančio mokymosi apkrovą ir pastangas laiko valdymo kontekste. Didesnis devintų *versus* dešimtų klasių mokinių poreikis vizualizacijai rašant atsiskaitomuosius darbus paaiškinamas patirties stygiumi šiame amžiuje, kas dar kartą atskleidžia vizualizacijos, kaip sąmonės progresą skatinančios priemonės atitinkamuose ugdymo kontekstuose, privalumus ir būtinumą siekiant veiksmingo ugdymo.



REKOMENDACIJOS

Diegiant vizualizacijos taikymo gamtamoksliniame ugdyje psichoedukacinį modelį, rekomenduojama:

1. Vadovėlių autoriams, kompiuterinių priemonių rengėjams, leidyklų vadovams:

- Parengti lietuvių kalba kokybiškas, lengvai valdomas, diferencijuojančias ugdymo turinį, mažinančias mokytojų darbo krūvį, atitinkančias bendrojo lavinimo mokyklos turinį ir tematikas vizualizacijos programas, kurias būtų galima taikyti 9–10 klasių biologijos, chemijos, fizikos, geografijos ir matematikos pamokose. Vizualiuosius artefaktus vertėtų derinti su žodine informacija, kad jie atliktų aiškinamąją funkciją, padėtų besimokantiems suprasti vizualizuotus sudėtingus objektus ir procesus, ypač jei jie nematomi realioje aplinkoje.
- Parengti vizualizacijos programas, pasižyminčias aukštu interaktyvumu (simuliacijos, virtuali aplinka ir pan.) ir pritaikytas savarankiškam mokinių mokymuisi namuose. Naudodamiesi vizualiais artefaktais mokiniai galėtų tobulinti ir gilinti savo gamtamokslines žinias, didinti gamtamokslinį raštingumą, išgyventi sėkmės pojūtį jiems įdomioje edukacinėje aplinkoje, kurioje vizualizacija atliktų tarpininko, „vyresniojo partnerio/mokytojo“ vaidmenį subjektams individualiai konstruojant savo žinias.

2. Mokslininkams:

- Bendradarbiaujant su vadovėlių autoriais, kompiuterinių priemonių rengėjais ir leidyklų vadovais kurti kokybiškas vizualizacijos programas, kurias taikant būtų galima sėkmingai realizuoti psichoedukacinį modelį. Padėti minėtų ar panašių grupių subjektams atlikti mokslinius priemonių taikymo ir modelio diegimo eksperimentus, kurių rezultatai atskleistų artefaktų kokybę, nurodanti jų trūkumus, kuriuos būtų eliminuoti iki priemonės gamybos pradžios.
- Bendradarbiaujant su mokytojais, praktikoje išbandyti sukurtas priemones, moksliskai jas aprobuoti, įvertinanti jų tobulinimo galimybes.
- Kartu su priemonių kūrėjais organizuoti mokytojams vizualizacijos taikymo seminarus/kursus, kuriuose ugdytojai gautų esminę informaciją – kaip valdyti priemonę, kokios yra jos galimybės ir trūkumai, kokioms temoms ji skirta ir kaip ji pagerintų mokytojų darbo ir mokinių mokymosi kokybę.

3. Mokytojams:

- Ieškoti inovatyvių vizualizacijos programų, taikyti jas gamtamokslinio ugdymo procese, įvertinti mokinių nuomonę pasitelkus rekomenduojamą tyrimo instrumentą, patikrinti, ar psichoedukacinio modelio diegimas yra veiksmingas, ir taip prisidėti prie postmodernios edukacinės paradigmos, orientuotos į mokinių, įtvirtinimo.
- Bendradarbiauti su mokslininkais, vadovėlių ir kompiuterinių programų kūrėjais, leidyklų vadovais eksperimentiniame vizualizacijos priemonių kūrimo ir išbandymo procese, teikti metodines priemones tobulinimo rekomendacijas.
- Įsitikinus, kad esama kokybiškų vizualizacijos programų, skirtų mokinių savarankiškam mokymuisi namuose, skatinti mokinius jas naudoti, akcentuojant jų svarbą ir teigiamą poveikį besimokančiųjų kognityviniams procesams, motyvacijai, žinioms ir gamtamoksliniam raštingumui.



LITERATŪRA

1. Abowitz, D. A., Toole, T. M. (2010). Mixed Method Research: Fundamental Issues of Design, Validity, and Reliability in Construction Research. *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 136, Issue 1, p. 108–116.
2. Abbiss, J. (2008). Rethinking the „problem“ of gender and IT schooling: discourses in literature. *Gender and Education*, Vol. 20, Issue 2, p. 153–165.
3. Abbott, A. (2007). *Education for Humanity: A Challenge within Globalization*. *International Journal of the Humanities*, Vol. 5, Issue 7, p. 223–227.
4. Abdullah, M., Mohamed, N., Ismail, Z. H. (2009). The Effect of an Individualized Laboratory Approach through Microscale Chemistry Experimentation on Students' Understanding of Chemistry Concepts, Motivation and Attitudes. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol. 10, Issue 1, p. 53–61.
5. Accascina, G., Rogora, E. (2006). Using Cabri3D Diagrams for Teaching Geometry. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, Vol. 13, Issue 1 p. 11–22.
6. Achor, E. E., Imoko, B. I., Ajai, J. T. (2010). Sex Differentials in Students' Achievement and Interest in Geometry Using Games and Simulations Technique. Necatibey Faculty of Education Electronic. *Journal of Science & Mathematics Education*, Vol. 4, Issue 1, p. 1–10.
7. Adadan, E. (2012). Using Multiple Representations to Promote Grade 11 Students' Scientific Understanding of the Particle Theory of Matter. *Research in Science education*. DOI 10.1007/s11165-012-9299-9
8. Adadan, E., Trundle, K. C., Irving, K. E. (2010). Exploring grade 11 students' conceptual pathways of the particulate nature of matter in the context of multi-representational instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 47, Issue 8, p. 1004–1035.
9. Adamec, M., Beneš, P. (2009). School Chemical Experiment Optimization in Wolfram Mathematic Environment. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 11, p. 9–13.
10. Agliolo, A., Agnello, S., Cannas, M. (2011). 'School adopts an experiment': the photoluminescence in extra-virgin olive oil and in tonic water. *Physics Education*, Vol. 46, Issue 5, p. 599–603.
11. Ainsworth, S. (2008). The educational value of multiple-representations when learning complex scientific concepts. In J. K. Gilbert, M. Reiner, M. Nakhleh (Eds.). *Visualization: Theory and practice in science education* (p. 191–208). Dordrecht: Springer,
12. Aydin, S. (2011). Effect of Cooperative Learning and Traditional Methods on Students' Achievements and Identifications of Laboratory Equipments in Science-Technology Laboratory Course. *Educational Research and Reviews*, Vol. 6, Issue 9, p. 636–644.
13. Ayres, C., Ferreira, C., Arroio, A. (2010). The use of a simulation to study intermolecular forces: some findings. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 24, p. 19–29.
14. Akbaş, A., Kan, A. (2007). Affective Factors That Influence Chemistry Achievement (Motivation and Anxiety) and the Power of These Factors to Predict Chemistry Achievement-II. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, Vol. 4, Issue 1, p. 2–11.
15. Al-Bayati, M. A., Hussein, K. Q. (2009). Effects of Tutorial e-Lessons for Hearing Impaired Persons on Motivation towards Learning (General Science Topic as Case Study). *European Journal of Scientific Research*, Vol. 38, Issue 2, p. 189–198.
16. Al-Balushi, S. (2009). Factors influencing pre-service science teachers' imagination at the microscopic level in chemistry. *International Journal of Science & Mathematics Education*, Vol. 7, Issue 6, p. 1089–1110.
17. Al-Fadda, H., Al-Yahya, M. (2010). Using Web Blogs as a Tool to Encourage Pre-Class Reading, Post-Class Reflections and Collaboration in Higher Education. *Online Submission, US-China Education Review*, Vol. 7, Nr. 7, p. 100–106.
18. Alfonso, A. S., Gilbert, J. K. (2006). The use of memories in understanding interactive science and technology exhibits. *International Journal of Science Education*, Vol. 28, Issue 13, p. 1523–1544.
19. Alias, M., Tukiran, A. (2010). The Effect of Teacher Generated Concept Maps on the Learning of Linear Motion Concepts in Elementary Physics. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, Vol. 7 Issue 3, p. 3–14.
20. Allen, M. P. (2007). Educational Aspects of Molecular Simulation. *Molecular Physics*, Vol. 105, Issue 2–3, p. 157–166.
21. Alvarez, T. (2010). La visualización de conceptos matemáticos y el aprendizaje del electromagnetismo. *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol. 4, Issue 1, p. 143–148.
22. Alvermann, D. E. (2008). A hybrid approach to content area literacy. Retrieved October 3, 2009. Prieiga per internetą <http://www.newlits.org/index.php?title=A_Hybrid_Approach_to_Content_Area_Literacy> [žiūrėta 2011-07-14]
23. Amador, P., Prudencio, C., Vieira, M. (2009). [beta]-Lactamases in the Biochemistry and Molecular Biology Laboratory. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Vol. 37, Issue 5, p. 301–306.
24. Amundsen, Ch., Weston, C., McAlpine, L. (2008). Concept mapping to support university academics' analysis of course content. *Studies in Higher Education*, Vol. 33, Issue 6, p. 633–652.
25. Anderson, S. E., Groulx, J. G., Maninger, R. M. (2010). The impact of educational technology coursework on preservice teachers' technology-related abilities, beliefs, and intentions. *Texas Association of Teacher Educator's Forum*, Vol. 35, p. 16-2.
26. Anderson, S. E., Maninger, R. M. (2007). Preservice teachers' abilities, beliefs, and intentions regarding technology integration. *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 37, Issue 2, p. 151-172.
27. Andrijauskas, A. (2006). Kultūra globalizacijos sąlygomis. *Kultūrologija*, Nr. 13, p. 92–94.

28. Angeli, Ch., Valanides, N. (2008). Examining the Effects of Electronic Mentoring Prompts on Learners' Scientific Reasoning Skills in a Text-Based Online Conference for a Science Education Course. *Science Education International*, Vol. 19, Issue 4, p. 357–369.
29. Anthony, R. J., Tippett, C. D., Yore, L. D. (2010). Pacific CRYSTAL Project: Explicit Literacy Instruction Embedded in Middle School Science Classrooms. *Research in Science Education*, Vol. 40, p. 45–64.
30. Apperley, T., Beavis, C. (2011). Literacy into action: digital games as action and text in the English and literacy classroom. *Pedagogies*, Vol. 6 Issue 2, p. 130–143.
31. Appling, J. R., Peake, L. C. (2004). Instructional Technology and Molecular Visualization. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 13, Issue 3, p. 361–365
32. Arasasingham, R. D., Taagepera, M., Potter, F., Lonjers, S. (2004). Using Knowledge Space Theory to Assess Student Understanding of Stoichiometry. *Journal of Chemical Education*, Vol. 81, Issue 10, p. 1517–1523.
33. Arbuthnott, K. D. (2005). The Effect of Repeated Imagery on Memory. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 19, p. 843–866.
34. Arcavi, A. (2003). The Role of Visual Representations in the Learning of Mathematics. *Education Studies of Mathematics*, Vol. 52, p. 215–241.
35. Ardac, D., Akaygun, S. (2005). Using static and dynamic visuals to represent chemical change at molecular level. *International Journal of Science Education*, Vol. 27, Issue 11, p. 1269–1298.
36. Arnheim, R. (1997). *Visual Thinking*. Berkeley: University of California Press.
37. Arrington, C. A., Hill, J. B., Radfar, R., Whisnant, D. M., Bass, C. G. (2008). Peer Mentoring in the Chemistry and Organic Chemistry Laboratories. *Journal of Chemical Education*, Vol. 85, Issue 2, p. 288–290.
38. Arroio, A., Honório, K. M. (2008). Images and computational methods in molecular modelling education. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 9, p. 17–23.
39. Arterberry, M. E., Craver-Lemley, C., Reeves, A. (2002). Visual Imagery is not always like Visual Perception. *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 183–184.
40. Asami, N., King, J., Monk, M. (2000). Tuition and memory: mental models and cognitive processing in Japanese children's work on d. c. electrical circuits. *Research in Science and Technological Education*, Vol. 18, Issue 2, p. 141–142.
41. Aschbacher, P. R., Lee, E., Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 47, p. 564–582.
42. Atila, M. E., Günel, M., Büyüksap, E. (2010). The Effect of Using Different Multi Modal Representations within Writing to Learn Activities on Learning Force and Motion Unit at the Middle School Setting. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, Vol. 7, Issue 4, p. 128–133.
43. Aumann, K., Muyskens, K. J. C., Sinniah, K. (2003). Visualizing Atoms, Molecules, and Surfaces by Scanning Probe Microscopy. *Journal of Chemical Education*, Vol. 80, Issue 2, p. 187–193.
44. Aunola, K., Leskinen, E., & Nurmi, J. E. (2006). Developmental dynamics between mathematical performance, task motivation, and teachers' goals during the transition to primary school. *British Journal of Educational Psychology*, Vol. 76, p. 21–40.
45. Avy, J. (1994). The impact of imagery on cognition and belief systems. *European journal of clinical hypnosis*, Vol. 5, Issue 4, p. 13–15.
46. Ba, A., Hoffmann, M. J. (2003). Making and Remaking the World for IR 101: A Resource for Teaching Social Constructivism in Introductory Classes. *International Studies Perspectives*, Vol. 4, p. 15–33.
47. Bakas, Ch., Mikropoulos, T. (2003). Design of virtual environments for the comprehension of planetary phenomena based on students' ideas. *International Journal of Science Education*, Vol. 25, Issue 8, p. 949–967.
48. Baki, A., Kosa, T., Guven, B. (2011). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulative on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 42, Issue 2, p. 291–310.
49. Balam, P. (2008). Higher Education: Globalization and Expansion. *Current Science*, Vol. 94, Issue 10, p. 1229–1230.
50. Bandon, M. (2010). The Vertical and Horizontal Dimensions of the World Race. *Ethnicities*, Vol. 10, Issue 1, p. 127–140.
51. Barak, P., Nater, E. A. (2005). The Virtual Museum of Minerals and Molecules: Molecular Visualization in a Virtual Hands-On Museum. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, Vol. 34, p. 67–71.
52. Baram-Tsabari, A., Yarden, A. (2011). Quantifying the Gender Gap in Science Interests. *International Journal of Science and Mathematics Education*, Vol. 9, Issue 3, p. 523–550.
53. Baram-Tsabari, A., Sethi, R. J., Bry, L., & Yarden, A. (2008). Asking scientists: a decade of questions analyzed by age, gender, and country. *Science Education*, Vol. 93, Issue 1, p. 131–160.
54. Barat, A. H. (2007). Human Perception and Knowledge Organization: Visual Imagery. *Library of High Technology*, Vol. 25, Issue 3, p. 338–351.
55. Barnea, N. (2000). Teaching and Learning about Chemistry and Modelling with a Computer Managed modelling System. *Developing Models in Science Education*. Edit. Gilbert J. K., Boulter C. J. p. 253 – 271.
56. Barnea, N., Dori, Y. J., Hofstein, A. (2010). Development and Implementation of Inquiry-Based and Computerized-Based Laboratories: Reforming High School Chemistry in Israel. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol. 11, Issue 3 p. 218–228.
57. Barnett, M., Vaughn, M. H., Strauss, E., Cotter, L. (2011). Urban environmental education: leveraging technology and ecology to engage students in studying the environment. *International Research in Geographical & Environmental Education*, Vol. 20, Issue 3, p. 199–214.
58. Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino A., Zech L., Bransford, J. D. (1998). Doing with Understanding: Lessons from Research on Problem and Project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, Vol. 7, Issue 3–4, p. 271–311.
59. Barstow, D., Yazizian, H. Z. (2004). Placing Urban Schools at the Forefront of the Revolution in Earth Science Education. *Journal of Geoscience Education*, Vol. 52, Issue 5, p. 416–419.
60. Bartolomeo, P., Chokron, S. (2002). Can We Change Our Vantage Point to Explore Imaginal Neglect. *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 184–185.

61. Basu, S. J., Barton, A. C. (2007). Developing a sustained interest in science among urban minority youth. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 44, Issue 3, p. 466–489.
62. Batz, K., Wittler, S., Wilde, M. (2009). Differences between boys and girls in extracurricular learning settings. *International Journal of Environmental and Science Education*, Vol. 5, Issue 1, p. 51–64.
63. Baumgartner, E. (2010). Thinking outside the Kit: Building Preservice Science Teachers' Inquiry Skills with an Experiment that Doesn't Go as Planned. *Journal of College Science Teaching*, Vol. 40, Issue 1, p. 54–57.
64. Beck, K., Witteck, T., Eilks, I. (2010). Open Experimentation on Phenomena of Chemical Reactions via the Learning Company Approach in Early Secondary Chemistry Education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol. 6, Issue 3, p. 163–171.
65. Beck, S. (2008). The teacher's role and approaches in a *knowledge society*. *Cambridge Journal of Education*, Vol. 38, Issue 4, p. 465–481.
66. Bednarek, S., Krysiak, J. (2011). The Use of Cylindrical Lenses in Easy Experiments for Physics Education and the Magic Arts. *Physics Education*, Vol. 46, Issue 5, p. 591–594.
67. Bell, E. (2011). Using Research to Teach an "Introduction to Biological Thinking". *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Vol. 39, Issue 1, p. 10–16.
68. Belland, B. R. (2009). Using the Theory of Habits to Move beyond the Study of Barriers to Technology Integration. *Computers & Education*, Vol. 52, Issue 2, p. 353–364.
69. 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 to science teaching. *Science Education*, Vol. 91, p. 347–370.
70. Beresnevičienė, D. (1997). Vaizdinis mąstymas. *Psichologija studentui*. Kaunas: Technologija.
71. Berger, L. P., Luckman, T. (1999). *Socialinės tikrovės konstravimas*. Vilnius: Pradai.
72. Bergmann, T., Wouter, M., Kappers, A. M. L. (2007). Haptic and visual perception of roughness. *Acta Psychologica*, Vol. 124, Issue 2, p. 177–189.
73. Berry, C., Baker, M. D. (2010). Inside Protein Structures: teaching in three dimensions. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 38, Issue 6, p. 425–429.
74. Bikulčius, J. (2005). *Visuotinės kultūros istorijos bruožai*. Panevėžys: Panevėžio spaustuė.
75. Bilek, M., Kmet'ová, J. (2010). Current Challenges for Computer Supported School Chemical Experiments. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 24, p. 58–65.
76. Bilek, M., Skalická, P. (2009). Real, Virtual laboratorines together in General Education: Starting Points for Research project. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 16, p. 30–39.
77. Bingelytė, A. (2005). Sinergetika kaip nelinejinio mąstymo ir veikimo modelis. *Logos*, Nr. 44, p. 158–166.
78. Byrne, R. M. J. (2002). *Mental models* and counterfactual thoughts about what might have been. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 6, Issue 10, p. 426.
79. Birch, A., Irvine, V. (2009). Preservice teachers' acceptance of ICT integration in the classroom: Applying the UTAUT model. *Educational Media International*, Vol. 46, Issue 4, p. 295–315.
80. Black, M. W., Tuan, A., Jonasson, E. (2008). Cloning Yeast Actin cDNA leads to an Investigative Approach for the Molecular Biology Laboratory. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 36, Issue 3, p. 217–224.
81. Blackburn, L. (2006). Wanted: More Science Students. *Science scope*, Vol. 313, Issue 5789, p. 903–903.
82. Blajenkova, O., Kozhevnikov, M., Motes, M. A. (2006). Object-Spatial Imagery: A New Self-Report Imagery Questionnaire. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 20, p. 239–263.
83. Blanchfield, P. (2009). Using Educational Game Design to Teach Software Engineering. In *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning*. Orlando, Florida: ACM, p. 24–29.
84. Blonder, R. (2008). Scientific-Chemical Viewpoints Regarding Smoking: A Science Laboratory for All. *Journal of Chemical Education*, Vol. 85, Issue 2, p. 248–250.
85. Bloodworth, G., Petersen, N. J. (2011). Developing Visualization Tools for Geographic Literacy in a Museum Exhibit: An Interdisciplinary Collaboration. *Journal of Geography*, Vol. 110, Issue 4, p. 137–147.
86. Blown, E., Bryce, T. G. K. (2010). Conceptual Coherence Revealed in Multi-Modal Representations of Astronomy Knowledge. *International Journal of Science Education*, Vol. 32, Issue 1, p. 31–67.
87. Blue, J., Jacob, J. (2009). Student Perceptions of an Introductory Laboratory Course. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1179, Issue 1, p. 101–104.
88. Blumberg, P. (2000). Evaluating the Evidence that Problem-based Learners are Self-Directed Learners: A Review of Literature. In C. E. Eversen and D. H. Hmelo (Eds). *Problem-based Learning: A Research Perspective on Learning Interactions* (p. 199–226). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
89. Boakes, N. J. (2009). Origami Instruction in the Middle School Mathematics Classroom: It's Impact on Spatial Visualization and Geometry Knowledge of Students. *Research in Middle Level Education Online*, Vol. 32, Issue 7, p. 1–12.
90. Bocka, D., Miller, C., Ehmman, M. (2008). Teaching and learning mathematics with dynamic worksheets. *International Journal of Continuing Engineering Education & Lifelong Learning*, Vol. 18, Issue 5–6, p. 510–519.
91. Bogner, D., Wentworth, B. L., Ristvey, J., Yanow, G., Wiens, R. (2006). Our Place in the Spongy Universe. *Science Teacher*, Vol. 73, Issue 3, p. 38–43.
92. Böhmová, H., Urválková, E. S., Ulcová, R. Š. (2009). Chemistry for Society: New Emphasis in Education. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 11, p. 21–27.
93. Bolton, K., Saalman, E., Christie, M., Ingerman, A., Linder, C. (2008). SimChemistry as an Active Learning Tool in Chemical Education. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol. 9, p. 2773–2284.
94. Booth, D., Bateman, J., Robert C., Sirochman, R., Richardson, D. C., Richardson, J. S., Weiner, S. W., Feirwell, M., Putnam-Evans, C. (2005). Assessment of Molecular Construction in Undergraduate Biochemistry. *Journal of Chemical Education*, Vol. 82, Issue 12, p. 1854–1858.

95. Borcea, T. (2009). Professional Qualifications in the knowledge society. *Revista Academiei Fortelor Terestre*, Vol. 14, Issue 2, p. 61–64.
96. Brandt, L., Elen, J., Hellems, J., Heerman, L., Couwenberg, I., Volckaert, L., Morisse, H. (2001). The Impact of Concept Mapping and Visualization on the Learning of Secondary School Chemistry Students. *International Journal of Science Education*, Vol. 23, Issue 12, p. 1303–1313.
97. Brannen, J. (2009). Prologue: Mixed methods for novice researchers: Reflections and themes. *International Journal of Multiple Research Approaches*, Vol. 3, Issue 1, p. 8–12.
98. Braund, M. (2009). Progression and continuity in learning science at transfer from primary and secondary school. *Perspectives on Education (Primary Secondary Transfer in Science)*, Vol. 2, p. 22–38.
99. Bremigan, E. G. (2005). An Analysis of Diagram Modification and Construction in Students' Solutions to Applied Calculus Problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 36, Issue 3, p. 248–277.
100. Britner, S. L. (2008). Motivation in High School Science Students: A Comparison of Gender Differences in Life, Physical, and Earth Science Classes. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 45, Issue 8, p. 955–970.
101. Bryant, R. R., Glynn, S. M., Kittleson, J. M. (2011). Motivation, Achievement, and Advanced Placement Intent of High School Students Learning Science. *Science education*, Vol. 95, p. 1–17.
102. Brom, C., Preuss, M., Klement, D. (2011). Are educational computer micro-games engaging and effective for knowledge acquisition at high-schools? A quasi-experimental study. *Computers & Education*, Vol. 57, Issue 3, p. 1971–1988.
103. Brooks, D. W., Shell, D. F. (2006). Working memory, Motivation, and Teacher-Initiated learning. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 15, Issue 1, p. 17–30.
104. Brooks, M. (2009). Drawing, Visualization and Young Children's Exploration of "Big Ideas". *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 3, p. 319–341.
105. Broussard, Sh. R., La Lopa, J. M., Ross-Davis, A. (2007). *Synergistic Knowledge Development in Interdisciplinary Teams. Journal of Natural Resources & Life Sciences Education*, Vol. 36, Issue 1, p. 129–133.
106. Bruno, N., Bertamini, M. (2010). Haptic perception after a change in hand size. *Neuropsychologia*, Vol. 48, Issue 6, p. 1853–1856.
107. Bruun, E. (2009). Using digital photography and image processing for the creation of notes from the blackboard. *Innovations in Education & Teaching International*, Vol. 46, Issue 1, p. 83–90.
108. Buccheri, G., Gurber, N. A., Bruhwiler, C. (2011). The Impact of Gender on Interest in Science Topics and the Choice of Scientific and Technical Vocations. *International Journal of Science Education*, Vol. 33, Issue 1, p. 159–178.
109. Bukova-Güzel, E., Cantürk-Günhan, B. (2010). Prospective Mathematics Teachers' Views about Using Flash Animations in Mathematics Lessons. *International Journal of Social Sciences*, Vol. 5, Issue 3, p. 154–159.
110. Burewicz, A., Miranowicz, N. (2002). Categorization of Visualization Tools in Aspects of Chemical Research and Education. *International Journal of Quantum Chemistry*, Vol. 88, p. 549–563.
111. Burton, E. E. P. (2010). Learning about the Human Aspect of the Scientific Enterprise: Gender Differences in Conceptions of Scientific Knowledge. *Advancing Women in Leadership*, Vol. 30, Issue 12, p. 1–20.
112. Bushey, M. M. (2010). Introduction to a New Column: Instrumentation Topics for the Teaching Laboratory. *Journal of Chemical Education*, Vol. 87, Issue 1, p. 8–9.
113. Cacciatore, K. L., Amado, J., Evans, J. J., Sevan, H. (2008). Connecting Solubility, Equilibrium, and Periodicity in a Green, Inquiry Experiment for the General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, Vol. 85, Issue 2, p. 251–253.
114. Çalik, M., Ayas, A., Ebenezar, J. V., (2005). A Review of Solution Chemistry Studies: Insights into Students' Conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 14, Issue 1, p. 29–50.
115. Calza, G., Oss, S. (2011). "Science Is Served": Small Experiments a la Carte. *Physics Education*, Vol. 46, Issue 4, p. 451–453.
116. Campbell, D. (2005). *Mocarto muzikos poveikis vaikams: muzikos įtaka vaiko mąstymui, sveikatai ir kūrybai*. Kaunas: Kalendorius.
117. Campbell, T., Wang, Shaing Kwei, Hsu, Hui-Yin. (2010). Learning with Web Tools, Simulations, and Other Technologies in Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 19, Issue 5, p. 505–511.
118. Cancilla, D. A., Albon, S. P. (2008). Reflections from the Moving the Laboratory Online Workshops: Emerging Themes. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, Vol. 12, Issue 3–4, p. 53–59.
119. Cantwell, B., Maldonado-Maldonado, A. (2009). Four stories: confronting contemporary ideas about *globalisation* and internationalisation in higher education. *Globalisation, Societies & Education*, Vol. 7, Issue 3, p. 289–306.
120. Card, S. K., MacKinlay, J., Shneiderman, B. (1999). *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA.
121. Cargill, P. (2011). An Education in Plasma Physics: Dennis in the 80s and 90s. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1320, Issue 1, p. 249–251.
122. Carney, R. N., Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychological Review*, Vol. 14, p. 5–26.
123. Carter, L. (2005). Globalization and Science Education: Rethinking Science Education Reforms. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 42, Issue 5, p. 561–580.
124. Casperson, J. M., Linn, M. C. (2006). Using visualizations to teach electrostatics. *American Journal of Physics*, Vol. 74, Issue 4, p. 316–323.
125. Cataloglu, E. (2006). Open source software in teaching physics: a case study on vector algebra and visual representations. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, Vol. 5, Issue 1, p. 68–74.
126. Cataloglu, E.; Robinett, R.W. (2002). Testing the development of student conceptual and *visualization* understanding in quantum mechanics through the undergraduate career. *American Journal of Physics*, Vol. 70, Issue 3, p. 238–244.
127. Ceci, S. J., Williams, W. M. (2007). *Why aren't more women in Science?* APA, Washington.
128. Cetina, K. K. (2007). Culture in global knowledge societies: knowledge cultures and epistemic cultures. *Interdisciplinary Science Reviews*, Vol. 32, Issue 4, p. 361–375.

129. Chalmer, A. F. (2005). *Kas yra mokslas?* Vilnius: Apostrofa.
130. Chang, H. Y., Quintana, C., Krajcik, J. S. (2010). The impact of designing and evaluating molecular animations on how well middle school students understand the particulate nature of matter. *Science Education*, Vol. 94, Issue 1, p. 73–94.
131. Chen, R. (2010). Investigating models of preservice teachers' use of technology to support student-centered learning. *Computers & Education*, Vol. 55, Issue 1, p. 32–42.
132. Chen T., Sobh T., Tibrewal A. (2003). A Tool for Data Structure Visualization and User-defined Algorithm Animation. *Journal of STEM Education*, Vol. 4, Issue 3, p. 1–9.
133. Cheung, D. (2011). Teacher Beliefs about Implementing Guided-Inquiry Laboratory Experiments for Secondary School Chemistry. *Journal of Chemical Education*, Vol. 88, Issue 11, p. 1462–1468.
134. Cheung, D. (2009). Students' Attitudes toward Chemistry Lessons: The Interaction Effect between Grade Level and Gender. *Research in Science Education*, Vol. 39, Issue 1, p. 75–91.
135. Childs, A., Sorensen, P., Twidle, J. (2011). Using the Internet in Science Teaching? Issues and Challenges for Initial Teacher Education. *Technology, Pedagogy and Education*, Vol. 20, Issue 2, p. 143–160.
136. Chittleborough, G., Tregust, D. (2008). Correct Interpretation of Chemical Diagrams Requires Transforming from One Level of Representation to Another. *Research in Science Education*, Vol. 38, Issue 4, p. 463–482.
137. Chow, A., Salmela-Aro, K. (2011). Task-Values across Subject Domains: A Gender Comparison Using a Person-Centered Approach. *International Journal of Behavioral Development*, Vol. 35, Issue 3, p. 202–209.
138. Chu Chih, L., Ju Chen, I. (2010). Evolution of Constructivism. *Contemporary Issues in Education Research*, Vol. 3, Issue 4, p. 63–66.
139. Cyvin, J. (2009). Map Interpreting skills – a classroom experiment with and without ICT among Po secondary secondary school pupils in Norway. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 16, p. 40–47.
140. Clark, D., Jorde, D. (2003). Helping Students Revise Disruptive Experientially Supported Ideas about Thermodynamics: Computer Visualizations and Tactile Models. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 41, Issue 1, p. 1–23.
141. Cohen, C. A., Hegarty, M. (2007). Individual Differences in Use of External Visualizations to Perform an Internal Visualization Task. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 21, p. 701–711.
142. Cokelez, A., Dumon, A. (2005). Atom and Molecule: Upper Secondary School French Students' Representations in Long-Term Memory. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol. 6, Issue 3, p. 119–135.
143. Colaianne, B. A., Powell, M. G. (2011). Developing Transferrable Geospatial Skills in a Liberal Arts Context. *Journal of Geoscience Education*, Vol. 59, Issue 2, p. 93–97.
144. Coleman, Sh. L., Gotch, A. J. (1998). Spatial Perception Skills of Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, Vol. 75, Issue 2, p. 206–209.
145. Coleman, W. F., Fedosky, E. W. (2005). Teaching Molecular Symmetry with JCE WebWare. *Journal of Chemical Education*, Vol. 82, Issue 11, p. 1741–1741
146. Coleman, W. F., Fedosky, E. W., Charistos, N. D., Tsiplis, C. A., Sigalas, M. P. (2005). 3D Molecular Symmetry Shockwave: A Web Application for Interactive Visualization and Three-Dimensional-Perception of Molecular Symmetry. *Journal of Chemical Education*, Vol. 82, Issue 11, p. 1741–1742
147. Coleman, W. F., Fedosky, E. W. (2006). Used Jmol to Help Students Better Understand Fluxional Processes. *Journal of Chemical Education*, Vol. 83, Issue 2, p. 336.
148. Colley, A., Comber, C. (2003). Age and gender differences in computer use and attitudes among secondary school students: What has changed? *Educational Research*, Vol. 45, Issue 2, p. 155–165.
149. Colliver, J. A. (2002). Constructivism: the View of Knowledge That Ended Philosophy or a Theory of Learning and Instruction? *Teaching and Learning in Medicine*, Vol. 14, Issue 1, p. 49–51.
150. Concannon, J. P., Aulgur, L. (2011). An Interdisciplinary Theme: Topographic Maps and Plate Tectonics. *Science Activities*, Vol. 48 Issue 2, p. 49–56.
151. Conrad, M., French, T. (2004). Exploring the synergies between the object oriented paradigm and mathematics: a Java led approach. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, Vol. 35, Issue 5, p. 733–742.
152. Conzalez, M. A., Campos, A., Perez, M. J. (1997). Mental imagery and creative thinking. *The Journal of Psychology*, Vol. 131, Issue 4, p. 357–364.
153. Cook, M. P. (2006). Visual Representations in Science Education: The Influence of Prior Knowledge and Cognitive Load Theory on Instructional Design Principles. *Science Education*, Vol. 2 DOI:10.1002/acp.1344. Published Online in Wiley InterScience.
154. Cooper, J., Basson, J., Schaap, P. (2006). A Training Program Based on the Principles of Social Constructivism and Focused on Developing People for the Future World of Work: An Evaluation. *Human Resource Development International*, Vol. 9, Issue 4, p. 467–483.
155. Copperman, E., Beeri, C. M., Ben-Zvi, N. (2007). Visual Modelling of Learning Process. *Innovations in Education and Teaching International*, Vol. 44, p. Issue 3, p. 257–272.
156. Cottone, R. R. (2007). Paradigms of Counseling and Psychotherapy, Revisited: Is Social Constructivism a Paradigm? *Journal of Mental Health Counseling*, Vol. 29, Issue 3, p. 189–203.
157. Courville, K. (2011). Technology and Its Use in Education: Present Roles and Future Prospects. Online Submission. *Paper presented at the Recovery School District Technology Summit*, Baton Rouge, LA, Jun 6–8, p. 19.
158. Cox, J. R. (2006). Screen Capture on the Fly. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Vol. 34, Issue 1, p. 12–16.
159. Creswell, J., Tashakkori, A. (2007). Differing perspectives on mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, Vol. 1, Issue 4, p. 303–308.
160. Creswell, J.W., Plano Clark, V.L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA / London: Sage.
161. Čiubrinskas, V. (2007). *Socialinės ir kultūrinės antropologijos teorijos*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto leidykla.
162. Dal, B. (2010). An investigation into the representation of geological maps by 15–16 year-old Turkish students. *Research in Science & Technological Education*, Vol. 28, Issue 2, p. 115–130.

163. Dalla, B. G., Rosenthal, V., Visetti, Y. M. (2002). The Nature of Mental Imagery: How Null is the „Null Hypothesis“? *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 187–188.
164. Dana-Picard, T., Kidron, I. (2008). Exploring the phase space of a system of differential equations: different mathematical registers. *International Journal of Science & Mathematics Education*, Vol. 6, Issue 4, p. 695–717.
165. Danili, E., Reid, N. (2004). Some strategies to improve performance in school chemistry, based on two cognitive factors. *Research in Science and Technological Education*, Vol. 22, Issue 2, p. 203–208.
166. Dastani, M. (2002). The role of Visual perception in data visualization. *Journal of Visual Languages and Computing*, Vol. 13, p. 601–622.
167. Daukšas, D. (2006). Tautinio tapatumo tyrimų teorinės problemos: antropologinė perspektyva. *Filosofija. Sociologija*, Nr. 2, p. 2–7.
168. Daukšytė, J. (2003). Dėmesys ir atmintis kognityvinės psichologijos kontekste. Vilnius. VPU.
169. Davidson, J., Lee-Archer, S., Sanders, G. (2005). Dream Imagery and Emotion. *Dreaming*, Vol. 15, Issue 1, p. 33–47.
170. Deacon, C., Hajek, A. (2011). Student Perceptions of the Value of Physics Laboratories. *International Journal of Science Education*, Vol. 33, Issue 7, p. 943–977.
171. DeBacker, T. K., Nelson, M. R. (2000). Motivation to learn science: Differences related to gender, class type, and ability. *The Journal of Educational Research*, Vol. 93, Issue 4, p. 245–254.
172. Dellinger, A. B., Leech, N. L. (2007). Toward a unified validation framework in mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, Vol. 1, Issue 4, p. 309–332.
173. Demiralp, N. (2009). Geography education through maps. *Journal of Turkish Educational Sciences*, Vol. 7, Issue 4, p. 955–973.
174. Dennen, V. P. (2008). Looking for evidence of learning: assessment and analysis methods for online discourse. *Computers in Human Behavior*, Vol. 24, Issue 2, p. 205–219.
175. Deshpande, G., Hu, X., Stilla, R., Sathian, K. (2008). Effective connectivity during haptic perception: A study using Granger causality analysis of functional magnetic resonance imaging data. *NeuroImage*, Vol. 40, Issue 4, p. 1807–1814.
176. Devetak, I., Glažar, S. A. (2010). The Influence of 16-year-old Students' Gender, Mental Abilities, and Motivation on their Reading and Drawing Submicrorepresentations Achievements. *International Journal of Science Education*, Vol. 32, Issue 12, p. 1561–1593.
177. Devetak, I., Vogrinc, J., Glažar, S. A. (2009). Assessing 16-year-old students' understanding of aqueous solution at submicroscopic level. *Research in Science Education*, Vol. 39, p. 157–179.
178. Dijkstra, E., Goedhart, M. (2011). Evaluation of Authentic Science Projects on Climate Change in Secondary Schools: A Focus on Gender Differences. *Research in Science & Technological Education*, Vol. 29, Issue 2, p. 131–146.
179. Ding, N., Harskamp, E. G. (2011). Collaboration and Peer Tutoring in Chemistry Laboratory Education. *International Journal of Science Education*, Vol. 33, Issue 6, p. 839–863.
180. DiSpezio, M. (2010). Misconceptions in the science classroom. *Science Scope*, Vol. 34, Issue 1, p. 16–21
181. Dkeidek, I., Mamluk-Naaman, R., Hofstein, A. (2011). Effect of Culture on Higher-School Students' Question Asking Ability Resulting from an Inquiry-Oriented Chemistry Laboratory. *International Journal of Science & Mathematics Education*, Vol. 9, Issue 6, p. 1305–1331.
182. Dodds, A. (2008). How does *globalisation* interact with higher education? The continuing lack of consensus. *Comparative Education*, Vol. 44 Issue 4, p. 505–517.
183. Doymuş, K., Şimşek, Ü, Karaçöp, A. (2009). The Effects of Computer Animations and Cooperative Learning Methods in Micro, Macro and Symbolic Level Learning of States of Matter. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER)*, Issue 36, p. 109–128.
184. Donovan, W., Nakhleh, M. (2007). Student Use of Web-Based Tutorial Materials and Understanding of Chemistry Concepts. *Journal of Computers in Mathematics & Science Teaching*, Vol. 26, Issue 4, p. 291–327.
185. Dori, Y. J., Sasson, I. (2008). Chemical Understanding and Graphing Skills in an Honors Case-Based Computerized Chemistry Laboratory Environment: The Value of Bidirectional Visual and Textual Representations. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 45, Issue 2, p. 219–250.
186. Dorion, K. R. (2009). Science through Drama: A multiple case exploration of the characteristics of drama activities used in secondary science lessons. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 16, p. 2247–2270.
187. Dougiamas, M. (2000). Improving the Effectiveness of Tools for Internet Based Education. *Teaching and Learning Forum 2000. Proceedings Contents*. Prieiga per internetą <<http://Isn.curtin.edu.au/tfl2000/dougiamas.html>> [žiūrėta 2010-05-18].
188. Douville, P. (2004). Use Mental Imagery Across the Curriculum. *Preventing Scholl Failure*, Vol. 49, Issue 1, p. 36–39.
189. Duis, J. M. (2011). Organic Chemistry Educators' Perspectives on Fundamental Concepts and Misconceptions: An Exploratory Study. *Journal of Chemical Education*, Vol. 88, Issue 3, p. 346–350.
190. Durmus, S., Karakirik, E. (2006). Virtual Manipulatives in Mathematics Education: A Theoretical Framework. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, Vol. 5, Issue 1, p. 117–122.
191. Dzerviniks, J. (2005). Improving Methodology of Demonstration Experiments for Development of Pupils' Knowledge, Comprehension and Skill. *Journal of Baltic Science Education*, Vol. 8, p. 15–25.
192. Edelson, D. C., Gordin, D. (1998). Visualization for Learners: A Framework for Adapting Scientists Tools. *Computers and Geosciences*, Vol. 24, Issue 7, p. 607–616.
193. Edens, K., Potter, E. (2008). How Students “Unpack” the Structure of a Word Problem: Graphic Representations and Problems Solving. *School Science & Mathematics*, Vol. 108, Issue 5, p. 184–196.
194. Edsall, R., Wentz, E. (2007). Comparing Strategies for Presenting Concepts in Introductory Undergraduate Geography: Physical Models versus Computer Visualization. *Journal of Geography in Higher Education*, Vol. 31, Issue 3, p. 427–444.
195. Efthimiou, C., Maronde, D., McGreevy, T., Barco, E., McCole, S. (2011). Implementing elements of The Physics Suite at a large metropolitan research university. *Physics Education*, Vol. 46, Issue 4, p. 421–429.
196. Eilam, B. (2004). Drops of Water and of Soap Solution: Students' Constraining *Mental Models* of the Nature of Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 41, Issue 10, p. 970–993.
197. El Saddik, A., Mahfujur Rahman, A. S. M., Anwar Hossain, M. (2008). Suitability of Searching and Representing Multimedia Learning Resources in a 3D Virtual Gaming Environment. *IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement*, Vol. 57, Issue 9, p. 1830–1839.

198. Epping, R. J. (2010). Innovative use of Blackboard to assess laboratory skills. *Journal of Learning Design*, Vol. 3, Issue 3, p. 32–36.
199. Erlandson, B. E., Nelson, B. C., Savenye, W. C. (2010). Collaboration modality, cognitive load, and science inquiry learning in virtual inquiry environments. *Educational Technology Research & Development*, Vol. 58, Issue 6, p. 693–710.
200. Erlhagen, W. (2003). Internal models for visual perception. *Biological Cybernetics*, Vol. 88, p. 409–417.
201. Eskrootchi, R., Oskrochi, G. R. (2010). A Study of the Efficacy of Project-Based Learning Integrated with Computer-Based Simulation-STELLA. *Educational Technology & Society*, Vol. 13, Issue 1, p. 236–245.
202. Eun-mi Yang, Andre, T. Greenbowe, T. J. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*, Vol. 25, Issue 3, p. 329–349.
203. Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., Constantinou, C. (2009). An Investigation of the Potential of Interactive Simulations for Developing Student Thinking Skills in Elementary School: A case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 5, p. 655–674.
204. Facer, K. (2012). Taking the 21st Century Seriously: Young People, Education and Socio-Technical Futures. *Oxford Review of Education*, Vol. 38, Issue 1, p. 97–113.
205. Fat Lau, W. W., Kau Yuen, A. H. (2010). Gender differences in learning styles: Nurturing a gender and style sensitive computer science classroom. *Australian journal of educational technology*, Vol. 26 (7), p. 1090–1103.
206. Favier, T., van der Schee, J. (2009). Learning geography by combining fieldwork with GIS. *International Research in Geographical & Environmental Education*, Vol. 18, Issue 4, p. 261–274.
207. Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science education*, Vol. 95, Issue 1, p. 168–185.
208. Feyzioğlu, B. (2009). An Investigation of the Relationship between Science Process Skills with Efficient Laboratory Use and Science Achievement in Chemistry Education. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, Vol. 6, Issue 3, p. 114–132.
209. Feniger, Y. (2011). The Gender Gap in Advanced Math and Science Course Taking: Does Same-Sex Education Make A Difference? *Sex Roles*, Vol. 65, Issue 9–10, p. 670–679.
210. Ferik V., Vrtacnik M., Blejec A., Gril A. (2003). Students' Understanding of Molecular Structure Representations. *International Journal of Science Education*, Vol. 25, Issue 10, p. 1227–1245.
211. Fielding, N. (2010). Mixed methods research in the real world. *International Journal of Social Research Methodology*, Vol. 13, Issue 2, p. 127–138.
212. Finnan, J., Taylor-Papp, K., Duran, M. (2004). Seeing the Unseen: Molecular Visualization in Biology. *Learning and Leading with Technology*, Vol. 32, Issue 4, p. 24–27.
213. Folorunso, O., Ogunseye, O. S. (2008). Challenges in the Adoption of Visualization System: A Survey. *Kybernetes*, Vol. 37, Issue 9–10, 1530–1541.
214. Forstorp, P. (2008). Who's Colonizing Who? The *Knowledge Society* Thesis and the Global Challenges in Higher Education. *Studies in Philosophy & Education*, Vol. 27, Issue 4, p. 227–236.
215. Frailich, M., Kesner, M., Hofstein, A. (2009). Enhancing Students' Understanding of the Concept of Chemical Bonding by Using Activities Provided on an Interactive Website. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 46, Issue 3, p. 289–310.
216. Franke, G., Bogner, F. X. (2011). Conceptual Change in Students' Molecular Biology Education: Tilting at Windmills. *Journal of Educational Research*, Vol. 104, Issue 1, p. 7–18.
217. Fraunholz, W. (2008). Getting mathematical concepts and learning proofs by computer aided linear algebra. *International Journal of Continuing Engineering Education & Lifelong Learning*, Vol. 18, Issue 5–6, p. 547–563.
218. Freeman, G., Taylor, V. (2006). *Integrating science and literacy instruction: A framework for bridging the gap*. Latham, MD: Rowman & Littlefield Education.
219. Friedler, S. A., Tan, Yee Lin., Peer, Nir J., Shneiderman, B. (2008). Enabling teachers to explore grade patterns to identify individual needs and promote fairer student assessment. *Computers & Education*, Vol. 51, Issue 4, p. 1467–1485.
220. Fuchs, K. J., Simonovits, R., Thaller, B. (2008). Exciting Normal Distribution. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, Vol. 15, Issue 1, p. 33–41.
221. Furner, J. M., Marinas, C. A. (2007). Geometry Sketching Software for Elementary Children: Easy as 1, 2, 3. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol. 3, Issue 1, p. 83–91.
222. Fuselier, L., Bougary, A., Malott, M. (2011). From Trace Evidence to Bioinformatics: Putting Bryophytes into Molecular Biology Education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Vol. 39, Issue 1, p. 38–46.
223. Gal, H., Linchevski, L. (2010). To see or not to see: analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 74, Issue 2, p. 163–183.
224. Gallitto, A. A., Fioridilino, E. (2011). A Didactic Experiment and Model of a Flat-Plate Solar Collector. *Physics Education*, Vol. 46, Issue 3, p. 312–317.
225. Gal-Petitfaux, N., Vors, O. (2008). Socialiser et transmettre des savoirs en classe d'éducation physique: une synergie possible au prix d'une autorité pédagogique conciliante. *Education et Francophonie*, Vol. 36, Issue 2, p. 118–139.
226. Galvez, E., Singh, C. (2010). Introduction to the Theme Issue on Experiments and Laboratories in Physics Education. *American Journal of Physics*, Vol. 78, Issue 5, p. 453–454.
227. Gandolfo, A. J. (2009). Education-medium and African linguistic rights in the context of globalisation. *Globalisation, Societies & Education*, Vol. 7, Issue 3, p. 321–336.
228. Garces, A., Sanchez-Barba, L. F. (2011). An Alternative Educational Approach for an Inorganic Chemistry Laboratory Course in Industrial and Chemical Engineering. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol. 12, Issue 1, p. 101–113.
229. Garderen, D. (2006). Spatial Visualization, Visual Imagery, and Mathematical Problem Solving of Students with Varying Abilities. *Journal of Learning Disabilities*, Vol. 39, Issue 6, p. 496–506.
230. Geer, R., Barnes, A. (2007). Cognitive concomitants of interactive board use and their relevance to developing effective research methodologies. *International Education Journal*, Vol. 8, Issue 2, p. 92–102.
231. Geertz, C. (2005). *Kultūrų interpretavimas*. Vilnius: Baltos lankos.
232. Gentaz, E., Baud-Bovy, G., Luyat, M. (2008). The haptic perception of spatial orientations. *Experimental Brain Research*, Vol. 187, Issue 3, p. 331–348.

233. Gerhäuser, M., Valentin, B., Wassermann, A. (2010). JSXGraph – Dynamic Mathematics with JavaScript. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, Vol. 17, Issue 4, p. 211–215.
234. Gericke, N. M., Hagberg, M. (2007). Definition of Historical Models of Gene Function and Their Relation to Students' Understanding of Genetics. *Science & Education*, Vol. 16, Issue 7–8, p. 849–881.
235. Gerstner, S., Bogner, F. X. (2010). Cognitive Achievement and Motivation in Hands-on and Teacher-Centered Science Classes: Does an additional hands-on consolidation phase (concept mapping) optimize cognitive learning at work stations? *International Journal of Science Education*, Vol. 32, Issue 7, p. 849–870.
236. Ghassan, S. (2007). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, Vol. 4, Issue 2, p. 2–20.
237. Gilbert, J. K. (2008). Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. *Model and Modelling in Science Education. Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Ed. J. K. Gilbert, M. Reiner, Nakleh. Springer. P. 3–25.
238. Gillen, J., Skryzhevskaya, L., Henry, M. C., Green, J. (2010). Map Interpretation Instruction in Introductory Textbooks: A Preliminary Investigation. *Journal of Geography*, Vol. 109 Issue 5, p. 181–189.
239. Gimeno, F., García-Mas, A. (2010). MOTIVATION in the teaching of Physical Education according to the Achievement Goal Theory: methodological considerations. *Quality & Quantity*, Vol. 44, Issue 3, p. 583–593.
240. Girón, M. D., Salto, R. (2011). From green to blue: Site-directed mutagenesis of the green fluorescent protein to teach protein structure-function relationships. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 39, Issue 4, p. 309–315.
241. Gyllenpalm, J., Wickman, P. O. (2011). "Experiments" and the Inquiry Emphasis Conflation in Science Teacher Education. *Science Education*, Vol. 95, Issue 5, p. 908–926.
242. Goldenberg, G. (2002). Loss of Visual Imagery: Neuropsychological Evidence in Search for a Theory. *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 191.
243. Gomez-Zwiep, S. (2008). Elementary Teachers' Understanding of Students' Science Misconceptions: Implications for Practice and Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 19, Issue 5, p. 437–454.
244. Gonzalez-Martin, A. S., Nardi, E., Biza, I. (2011). Conceptually driven and visually rich tasks in texts and teaching practice: the case of infinite series. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, Vol. 42, Issue 5, p. 565–589.
245. Goodale, M. A., Jakobson, L. S., Milner, A. D., Perrett, D. I. (1992). The nature and limits of orientation and pattern processing supporting visuomotor control in a visual form agnostic. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 6, Issue 1, p. 46–56.
246. Goodale, M. A., Milner, A. D. (1995). Separate Visual Pathways for perception and action. *Trends in Neuroscience*, Vol. 15, Issue 1, p. 20–25.
247. Goodsell, D. S. (2009). Escherichia coli. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 37, Issue 6, p. 325–332.
248. Goodsell, D. S. (2010). Miniseries: Illustrating the Machinery of Life: Mitochondrion. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 38, Issue 3, p. 134–140.
249. Gorard, S., Cook, T. (2007). Where does good evidence come from? *International Journal of Research and Method in Education*, Vol. 30, Issue 3, p. 307–323.
250. Gottesmann, C. (2002). Mental Imagery during Sleep. *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 193.
251. Greca, I. M., Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, Vol. 22, Issue 1, p. 1–11.
252. Greene, J. C. (2008). Is mixed methods social inquiry a distinctive methodology? *Journal of Mixed Methods Research*, Vol. 2, Issue 1, p. 7–22.
253. Greene, J. C. (2007). *Mixed methods in social inquiry*. San Francisco, CA: John Wiley.
254. Gropen, J., Clark-Chiarelli, N., Ehrlich, S. (2011). Examining the Efficacy of "Foundations of Science Literacy": Exploring Contextual Factors. *Society for Research on Educational Effectiveness*, March 3–5, Washington, DC.
255. Grove, N. P., Bretz, S. L. (2010). Perry's Scheme of Intellectual and Epistemological Development as a Framework for Describing Student Difficulties in Learning Organic Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol. 11, Issue 3, p. 207–211.
256. Grummell, B. (2009). The Educational Character of Public Service Broadcasting: From Cultural Enrichment to Knowledge Society. *European Journal of Communication*, Vol. 24, Issue 3, p. 267–285.
257. Guerra, C., Pombo, L., Moreira, A. (2011). Making Connections: Integrating Computer Applications with the Academic Core Techniques: Connecting Education and Careers. *Innovative Technologies in Science Teaching Primary Science*, Vol. 120, p. 26–28.
258. Guven B., Kosa T. (2008). The Effect of Dynamic Geometry Software on Student Mathematics Teachers' Spatial Visualization Skills. *The Turkish Online Journal of Education Technology – TOJET*, Vol. 7, Issue 4, p. 100–107.
259. Guzzetti, B. J., Bang, E. (2011). The Influence of Literacy-Based Science Instruction on Adolescents' Interest, Participation, and Achievement in Science. *Literacy Research and Instruction*, Vol. 50, Issue 1, p. 44–67.
260. Hainey, T., Connolly, T., Boyle, L. (2009). A Survey of Students' Motivations for Playing Computer Games: a Comparative Analysis of Three Studies in Higher Education. *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning*, FH JOANNEUM University of Applied Sciences, Graz, Austria, 12–13 October, p. 154–163.
261. Hai-Ning, L., Kamran, S. (2010). Can Interactive Visualization Tools Engage and Support Pre-University Students in Exploring Non-Trivial Mathematical Concepts? *Computer and Education*, Vol. 54, p. 972–991.
262. Halat, E. (2008). In-Service Middle and High School Mathematics Teachers: Geometric Reasoning Stages and Gender. *Mathematics Educator*, Vol. 18, Issue 1, p. 8–14.
263. Halpine, S. M. (2004). Introducing Molecular Visualization to Primary Schools in California: The STArT! Teaching Science Through Art Program. *Journal of Chemical Education*, Vol. 81, Issue 10, p. 1431–1436.
264. Hamilton, T. M. (2003). Thermodynamics for Visual Learners. *Journal of Chemical Education*, Vol. 80, Issue 12, p. 1425–1427.
265. Hand, B., Gunel, M., Ulu, C. (2009). Sequencing embedded multimodal representations in writing-to-learn approach to the teaching of electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 3, Issue 46, p. 225–247.

266. Handy, C. T., Miller, M. B., Schott, B., Shroff, N. M., Janata, P., van Horn, J. D., Inati, S., Grafton, S. T. (2004). Visual Imagery and memory Do retrieval strategies affect what the mind's eye sees? *European Journal of Cognitive Psychology*, Vol. 16, Issue 5, p. 631–652.
267. Hanharan, M. (2009). Bridging the Literacy Gap: Teaching the Skills of Reading and Writing as They Apply in School Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol. 5, Issue 3, p. 289–304.
268. Hanson, J. M., Sinclair, K. E. (2008). Social Constructivist Teaching Methods in Australian Universities – Reported Uptake and Perceived Learning Effects: A Survey of Lecturers. *Higher Education Research and Development*, Vol. 27, Issue 3, p. 169–186.
269. Hanson, A. (2007). Making Mathematics Meaningful: Motivating Students to Learn Mathematics by Connecting Mathematics to Their Interests. *Ohio Journal of School Mathematics*, Issue 56, p. 27–31.
270. Hapgood, S., Palincsar, A. (2007). Where literacy and science intersect. *Educational Leadership*, Vol. 84, Issue 4, p. 58–60.
271. Hapgood, S., Palincsar, A. S. (2006/2007). Where literacy and science intersect. *Educational Leadership*, Vol. 64, p. 56–60.
272. Harkness, S. S. (2009). Social Constructivism and the “Believing Game”: A Mathematics Teacher’s Practice and Its Implications. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 70, Issue 3, p. 243–258.
273. Harrison, H. L., Hummell, L. J. (2010). Incorporating Animation Concepts and Principles in STEM Education. *Technology Teacher*, Vol. 69, Issue 8, p. 20–25.
274. Harskamp, E., Ding, N., Suhre, C. (2008). Group Composition and Its Effect on Female and Male Problem-Solving in Science Education. *Educational Research*, Vol. 50, Issue 4, p. 307–318.
275. Hasegawa, H. (2010). A Critical Discussion of the Consequences of Using Blackboard in Second/Foreign Language Education at Tertiary Level. *International Journal of Learning*, Vol. 17, Issue 4, p. 45–55.
276. Haslam, C. Y., Hamilton, R. J. (2010). Investigating the Use of Integrated Instructions to Reduce the Cognitive Load Associated with Doing Practical Work in Secondary School Science. *International Journal of Science Education*, Vol. 32, Issue 13, p. 1715–1737.
277. Hatzikraniotis, E., Kallery, M., Molohidis, A. (2010). Students’ Design of Experiments: An Inquiry Module on the Conduction of Heat. *Physics Education*, Vol. 45, Issue 4, p. 335–344.
278. Haworth, C. M. A., Dale, P. S., Plomin, R. (2010). Sex Differences in School Science Performance from Middle Childhood to Early Adolescence. *International Journal of Educational Research*, Vol. 49, Issue 2–3, p. 92–101.
279. He, J., Freeman, L. A. (2010). Are Men More Technology-Oriented than Women? The Role of Gender on the Development of General Computer Self-Efficacy of College Students. *Journal of Information Systems Education*, Vol. 21, Issue 2, p. 203–212.
280. Hearn, A. P., Arbiaster, K. E., (2011). DNA Extraction Techniques for Use in Education. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 38, Issue 3, p. 161–166.
281. Herman, G. L., Loui, M. C., Zilles, C. (2011). Students’ Misconceptions about Medium-Scale Integrated Circuits. *IEEE Transactions on Education*, Vol. 54, Issue 4, p. 637–645.
282. Herráe, A. (2006). Biomolecules in the Computer. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Vol. 34, Issue 4, p. 255–261.
283. Heuvelin, B. (2006). Using existential graphs to integrate mental logic theory and mental model theory. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, Vol. 18, Issue 2, 149–155.
284. Hew, K. F., Cheung, W. S. (2008). Attracting student participation in asynchronous online discussions: a case study of peer facilitation. *Computers & Education*, Vol. 51, Issue 3, p. 1111–1124.
285. Hickey, D. T., Ingram-Goble, A. A., Jameson, E. M. (2009). Designing Assessments and Assessing Designs in Virtual Educational Environments. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 18, Issue 2 p. 187–208.
286. Hicks, S. D. (2011). Technology in Today’s Classroom: Are You a Tech-Savvy Teacher? *Clearing House*, Vol. 84, Issue 5, p. 188–191.
287. Hyunjeong L., Plass, J. L., Homer, B. D. (2006). Optimizing Cognitive Load for Learning from Computer-Based Science Simulations. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 98, Issue 4, p. 902–913.
288. Hodes, C. L. (1994). Processing Visual Information: Implications of the Dual Code Theory. *Journal of Instructional Psychology*, Vol. 21, Issue 1.
289. Holbrook, J., Rannikmäe, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *Journal of Environmental and Science Education*, Vol. 4, Issue 3, p. 275–288.
290. Homer, B., Plass, J. (2010). Expertise reversal for iconic representations in science visualizations. *Instructional Science*, Vol. 38, Issue 3, p. 259–276.
291. Horta, J. E. (2011). Simple Microwave-Assisted Claisen and Dieckmann Condensation Experiments for the Undergraduate Organic Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, Vol. 88, Issue 7, p. 1014–1015.
292. Hoslar, A. M., Brahier, D. J. (2008). How „Smart“ is the Interactive Whiteboard for Ohio Mathematics Teachers? *Ohio Journal of School Mathematics*, Issue 58, p. 36–42.
293. Hubber, P. (2007). Year 12 Students’ Mental Models of the Nature of Light. *Research in Science Education*, Vol. 36, Issue 4, p. 419–439.
294. Huntley, Mary A., Flores, A. (2011). Student-Made Games to Learn the History of Mathematics. *Primus: Problems, Resources & Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, Vol. 21, Issue 6, p. 567–576.
295. Hurley, P. T., Halfacre, A. C., Levine, N. S., Burke, M. K. (2008). Finding a “Disappearing” Nontimber Forest Resource: Using Grounded Visualization to Explore Urbanization Impacts on Sweetgrass Basketmaking in Greater Mt. Pleasant, South Carolina. *Professional Geographer*, Vol. 60, Issue 4, p. 556–578.
296. Hwang, W. Y., Su, J. H., Huang, Y. M. (2009). A Study of Multi-Representation of Geometry Problem Solving with Virtual Manipulatives and Whiteboard System. *Educational Technology & Society*, Vol. 12, Issue 3, p. 229–247.
297. Ibrahim, Y. M., Kaka, A., P, Aouad, G., Kagioglou, M. (2008). As-built Documentation of Construction Sequence by Integrating Virtual Reality with Time-lapse Movies. *Architectural Engineering & Design Management*, Vol. 4, p. 73–84.
298. Indhumathi, C., Cai, Y. Y., Cao, C. R., Lu, B. F., Zheng, J. M. (2007). Virtual reality prototyping of bio-molecules. *Virtual & Physical Prototyping*, Vol. 2, Issue 1, p. 37–49.
299. Ingle, D. (1973). Two visual systems in the frog. *Science*, Vol. 181, p. 1053–1055.

300. Isaak, A. R., Marks, D. F. (1994). Individual differences in mental imagery experience: Developmental changes and specialization. *British Journal of Psychology*, Vol. 85, p. 479–500.
301. Ishai, A., Sagi, D. (1997). Visual Imagery Facilitates Visual Perception: Psychophysical Evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 9, Issue 4, p. 476–489.
302. Ishido, M., Kasuga, N. (2011). In situ real-time imaging of the satellite cells in rat intact and injured soles muscles using quantum dots. *Histochemistry & Cell Biology*, Vol. 135, Issue 1, p. 21–26.
303. Ivry, R. B., Leiby, P. C. (1993). Hemispheric Differences in Auditory Perception. *Psychological Science*, Vol. 4, Issue 1, p. 44.
304. Izham, M. Y., Muhamad U., Ujang, A., Abdul R., Ayob, K., Wan R. (2011). Influence of georeference for saturated excess overland flow modelling using 3D volumetric soft geo-objects. *Computers & Geosciences*, Vol. 37, Issue 4, p. 598–609.
305. Yan Mei, C., Hom, W., Montclare, J. K. (2011). Implementing and Evaluating Mentored Chemistry-Biology Technology Lab Modules to Promote Early Interest in Science. *Journal of Chemical Education*, Vol. 88, Issue 6, p. 751–754.
306. Yang, Kun-Yuan, Heh, Jia-Sheng. (2007). The Impact of Internet Virtual Physics Laboratory Instruction on the Achievement in Physics, Science Process Skills and Computer Attitudes of 10th-Grade Students. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 16, Issue 5, p. 451–461.
307. Yarden, H., Yarden, A. (2009). Learning Using Dynamic and Static Visualizations: Students' Comprehension, Prior Knowledge and Conceptual Status of a Biotechnological Method. *Research of Science Education*, Vol. 40, p. 375–402.
308. Yarden, H., Yarden, A. (2010). Learning Using Dynamic and Static Visualizations: Students' Comprehension, Prior Knowledge and Conceptual Status of a Biotechnological Method. *Research in Science Education*, Vol. 40, Issue 3, p. 375–402.
309. Yeh, T. K., Tseng, K. Y., Cho, C. W., Barufaldi, J. P., Lin, M. S., Chang, C. Y. (2012). Exploring the Impact of Prior Knowledge and Appropriate Feedback on Students' Perceived Cognitive Load and Learning Outcomes: Animation-based earthquakes instruction. *International Journal of Science Education*, Vol. 34, Issue 10, p. 1555–1570.
310. Yehezkel, C., Ben-Ari, M., Dreyfus, T. (2007). The contribution of visualization to learning computer architecture. *Computer Science Education*, Vol. 17, Issue 2, p. 117–127.
311. Yen, Hung-Chih; Tuan, Hsiao-Lin; Liao, Chi-Hung. (2011). Investigating the Influence of Motivation on Students' Conceptual Learning Outcomes in Web-Based vs. Classroom-Based Science Teaching Contexts. *Research in Science Education*, Vol. 41, Issue 2, p. 211–224.
312. Yerushalmy, M., Swidan, O. (2012). Signifying the accumulation graph in a dynamic and multi-representation environment. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 80, Issue 3, p. 287–306.
313. Yeung, Y. Y. (2004). A Learner-Centered Approach for Training Science Teachers through Virtual Reality and 3D Visualization Technologies: Practical Experience for Sharing. *Online Submission, Paper presented at the International Forum on Education Reform* (4th, Bangkok, Thailand, Sep 6–10, 2004). P. 8.
314. Yezierski, E. J., Birk, J. P. (2006). Misconceptions about the Particulate Nature of Matter. *Journal of Chemical Education*, Vol. 83, Issue 6, p. 954–960.
315. Yilmaz, S., Eryilmaz, A. (2010). Integrating Gender and Group Differences into Bridging Strategy. *Journal of Science Education & Technology*, Vol. 19, Issue 4, p. 341–355.
316. Yin, Y. (2012). Applying Scientific Principles to Resolve Student Misconceptions. *Science Scope*, Vol. 35, Issue 8, p. 48–53.
317. Yin, Y., Tomita, K. M., Shavelson, R. J. (2008). Diagnosing and dealing with student misconceptions about "Sinking and Floating". *Science Scope*, Vol. 31, Issue 8, p. 34–39.
318. Yin, L. (2010). Integrating 3D Visualization and GIS in Planning Education. *Journal of Geography in Higher Education*, Vol. 34, Issue 3, p. 419–438.
319. Ying-Shao, H. (2008). Learning About Seasons in a Technologically Enhanced Environment: The Impact of Teacher-Guided and Student-Centered Instructional Approaches on the Process of Students' Conceptual Change. *Science Education*, Vol. 92, Issue 2, p. 320–344.
320. Yip, G. W., Rajendran, K. (2008). SnapAnatomy, a Computer-Based Interactive Tool for Independent Learning of Human Anatomy. *Journal of Visual Communication in Medicine*, Vol. 31, Issue 2, p. 46–50.
321. Yong Lak, J., Choudhary, D. (2006). Using visualization and computation in the Analysis of Separation Processes. *Chemical Engineering Education*, Vol. 40, Issue 4, p. 313–322.
322. Yore, L. D., Florence, M. K., Pearson, T. W., Weaver, A. J. (2006). Written discourse in scientific communities: a conversation with two scientists about their views of science, use of language, role of writing in doing science, and compatibility between their epistemic views and language. *International Journal of Science Education*, Vol. 28, p.109–141.
323. Yore, L. D., Pimm, D., Tuan, H. L. (2007). The literacy component of mathematical and scientific literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, Vol. 5, p. 559–589.
324. Yore, L. D., Shelley, M. C., Hand, B. (2009). Reflections on beyond the Gold Standards era and ways of promoting compelling arguments about science literacy for all. Eds. M. C. Shelley II, L. D. Yore, B. Hand (.). *Quality research in literacy and science education: International perspectives and gold standards* (p. 623–650). Dordrecht: Springer.
325. Yufeng, Q. (2009). 3D Multi-User Virtual Environments: Promising Directions for Science Education. *Science Educator*, Vol. 18, Issue 2, p. 25–29.
326. Yun, J., Varetto, U. (2010). Interactive visualization of quantum-chemistry data. *Acta Crystallographica: Section A* (International Union of Crystallography – IUCR), Vol. 66, Issue 5, p. 542–552.
327. Jagodzinski, P., Wolski, R. (2011). Comparative Study of Effectiveness of the Multimedia Handbook and Internet Methods in Education of Students and Teachers of Science. *US-China Education Review*, Issue 3b, p. 335–341.
328. Jameson, F. (2002). *Kultūros postikis. Rinkiniai darbai apie postmodernizmą*. Vilnius: Lietuvos rašytojų sąjungos leidykla.
329. Janiūnatė, B. (2000). Edukacinių novacijų diegimo ypatumai Lietuvos švietimo sistemos modernizavimo kontekste: metodologiniai aspektai II. *Socialiniai mokslai*, Issue 3, p. 87–98.
330. Janssen, J., Erkens, G., Kanselaar, G. (2007). Visualization of Agreement and Discussion Processes during Computer-Supported Collaborative Learning. *Computer and Human Behaviour*, Vol. 23, p. 1105–1125.
331. Japertas, M. (2003). *Mokslų filosofija*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto leidykla.

332. Jared, M. (2009). Visualizing Multi-Analytical Clinical Chemistry Data via Simple Patterns. *Laboratory Medicine*, Vol. 40, Issue 1, p. 15–18.
333. Jickling, B., Wals, A. E. J. (2008). Globalization and environmental education: looking beyond sustainable development. *Journal of Curriculum Studies*, Vol. 40 Issue 1, p. 1–21.
334. Johnson, J. L. (2004). Visualization of Wavefunctions of the Ionized Hydrogen Molecule. *Journal of Chemical Education*, Vol. 81, Issue 10, p. 1535–1535.
335. Johnson, R. B. (2011). Do We Need Paradigms? A Mixed Methods Perspective. *Mid-Western Educational Researcher*, Vol. 24, Issue 2, p. 31–40.
336. Johnson-Laird, P. N. (1980). Mental models in cognitive science. *Cognitive science*, Vol. 4, p. 71–115.
337. Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models*. Cambridge: Cambridge University Press.
338. Jonassen, D.H. (2006). Modeling with technology: Mindtools for conceptual change. Columbus, OH: Merrill/Prentice Hall.
339. Jones, L. L., Jordan, K. D., Stillings, N. A. (2005). Molecular Visualization in Chemistry Education: the Role of Multidisciplinary Collaboration. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol. 6, Issue 3, p. 136–149.
340. Jones, M. G., Gardner, G., Taylor, A. R., Wiebe, E., Forrester, J. (2011). Conceptualizing Magnification and Scale: The Roles of Spatial Visualization and Logical Thinking. *Research in Science Education*, Vol. 41, Issue 3, p. 357–368.
341. José, T. J., Williamson, V. M. (2005). Molecular Visualization in Science Education: An Evaluation of an NSF-Sponsored Workshop. *Journal of Chemical Education*, Vol. 82, Issue 6, p. 937–943.
342. Juttner, M., Rentschler, I. (2002). Imagery in Multi-Modal Object Learning. *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 197–198.
343. Juuti, K., Lavonen, J., Aksela, M., Meisalo, V. (2009). Adoption of ICT in Science Education: a Case Study of Communication Channels in a Teachers' Professional Development Project. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol. 5, Issue 2, p. 103–118.
344. Kaczor, A., Matosiuk, D., Persona, A. (2009). Teaching protein science with application of computers – case study of BCL-2 Protein family. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 11, p. 69–77.
345. Kačerauskas, T. (2010). Matymas, žiūra ir vaizdijimas: egzistencinės sąveikos. *Filosofija. Sociologija*, T. 21, Nr. 1, p. 11–19.
346. Kahnveci, M. (2010). Students' perceptions to use technology for learning: measurement integrity of the modified Fennema-Sherman Attitudes scales. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, Vol. 9, Issue 1, p. 185–201.
347. Kahrmanovic, M., Bergmann T., Wouter M., Kappers, A. M. L. (2009). Context effects in haptic perception of roughness. *Experimental Brain Research*, Vol. 194, Issue 2, p. 287–297.
348. Kalidas, Y., Chandra, N. (2008). Pocket Depth: A new depth based algorithm for identification of ligand binding sites in proteins. *Journal of Structural Biology*, Vol. 161, Issue 1, p. 31–42.
349. Kanišauskas, S. (2005). „Postmodernistiniai“ mokslai ir filosofija: santykis ir problemos. *Filosofija. Sociologija*, Nr. 1, p. 45–56.
350. Kanvaria, V. K. (2010). Power Point Presentations and Preservice Teaching: A Naturalistic Enquiry for Development. *Learning Community: An International Journal of Education & Social Development*, Vol. 1, Issue 1, p. 63–69.
351. Kaplan, D. E., Black, J. B. (2003). Mental Models and Computer-Based Scientific Inquiry Learning: Effects of Mechanistic Cues on Adolescent Representation and Reasoning About Causal Systems. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 12, Issue 4, p. 483–493.
352. Karaarslan, G., Sungur, S. (2011). Elementary Students' Self-Efficacy Beliefs in Science: Role of Grade Level, Gender, and Socio-Economic Status. *Science Education International*, Vol. 22, Issue 1, p. 72–79.
353. Karlsson, G. (2010). Animation and grammar in science education: Learners' construal of animated educational software. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, Vol. 5, Issue 2, p. 167–189.
354. Kastens, K. (2010). Commentary: Object and Spatial Visualization in Geosciences. *Journal of Geoscience Education*, Vol. 58, Issue 2, p. 52–57.
355. Katharina, B., Torsten, W., Ingo, E. (2010). Open Experimentation on Phenomena of Chemical Reactions via the Learning Company Approach in Early Secondary Chemistry Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol. 6, Issue 3, p. 163–171.
356. Kauffman, D. F., Ge, X., Xie, K., Chen, C. H. (2008). Prompting in web-based environments: supporting self-monitoring and problem solving skills in college students. *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 38, Issue 2, p. 115–137.
357. Kavolis, V. (1996). *Kultūros dirbtuvė*. Vilnius: Baltos lankos.
358. Keban, F., Erol, M. (2011). Effects of Strategy Instruction in Cooperative Learning Groups Concerning Undergraduate Physics Labworks. *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol. 5, Issue 1, p. 140–146.
359. Keiter, R. L., Puzey, W. L. (2006). Density Visualization. *Journal of Chemical Education*, Vol. 83, Issue 11, p. 1629–1632.
360. Kennedy, M. (2011). Facing the Future with Education Technology. *American School & University*, Vol. 84, Issue 2, p. 10–17.
361. Kezerashvili, R. Y. (2009). Light and electromagnetic waves teaching in engineering education. *International Journal of Electrical Engineering Education*, Vol. 46, Issue 4, p. 343–353.
362. Khairulanuar, S., Nazre, A. R., Jamilah, H. (2010). Effects of Training Method and Gender on Learning 2D / 3D Geometry. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, Vol. 29, Issue 2, p. 175–188.
363. Khalil, M. K., Paas, F., Johnson, T. E., Payer, A. F. (2005). Interactive and Dynamic Visualizations in Teaching and Learning of Anatomy: A Cognitive Load perspective. *The Anatomical Record*, Vol. 286B, Issue 1, p. 8–14.
364. Khan, S. (2011). New Pedagogies on Teaching Science with Computer Simulations. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 20, Issue 3, p. 215–232.
365. Kilanowski-Press, L., Foote, C. J., Rinaldo, V. J. (2010). Inclusion Classrooms and Teachers: A Survey of Current Practices. *International Journal of Special Education*, Vol. 25, Issue 3, p. 43–56.
366. Kim, P., Olaciregui, C. (2008). The effects of a concept map-based information display in an electronic portfolio system on information processing and retention in a fifth-grade science class covering the Earth's atmosphere. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 39, Issue 4, p. 700–714.
367. Kirsehir, M., Yel, M., Mutlu, M. (2009). Effect of computer animation upon students' achievements of biology education. *Journal of Education Faculty*, Vol. 10, Issue 2, p. 129–139.

368. Klassen, S. (2009). Identifying and Addressing Student Difficulties with the Millikan Oil Drop Experiment. *Science and education*, Vol. 18, p. 593–607.
369. Klieger, A., Ben-Hur, Y., Bar-Yossef, N. (2010). Integrating Laptop Computers into Classroom: Attitudes, Needs, and Professional Development of Science Teachers – A Case Study. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 19, Issue 2, p. 187–198.
370. Klop, T., Severiens, S. E., Knippels, M. Ch. P. J. (2010). Effects of a Science Education Module on Attitudes towards Modern Biotechnology of Secondary School Students. *International Journal of Science Education*, Vol. 32, Issue 9, p. 1127–1150.
371. Kluge, A., Bakken, S. M. (2010). Simulation as science discovery: ways of interactive meaning-making. *Research & Practice in Technology Enhanced Learning*, Vol. 5, Issue 3, p. 245–273.
372. Knauff, M., May, E. (2006). Mental imagery, reasoning, and blindness. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 59, Issue 1, p. 161–177.
373. Koh, A. (2007). Deparochializing Education: Globalization, regionalization, and the formation of an ASEAN education space. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, Vol. 28, Issue 2, p. 179–195.
374. Kohorst, K., Cox, J. R. (2007). Virtual Office Hours Using a Tablet PC: E-Illuminating Biochemistry in an Online Environment. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Vol. 35, Issue 3, p. 193–197.
375. Kok, A. (2008). An Online Social Constructivist Tool: A Secondary School Experience in the Developing World. *Turkish Online Journal of Distance Education (TOJDE)*, Vol. 9, Issue 3, p. 87–96.
376. Kolingerová, I. (2008). Computational Geometry Education for Computer Graphics Students. *Computer Graphics Forum*, Vol. 27, Issue 6, p. 1531–1538.
377. Konečný, M., Staněk, K. (2010). Adaptive cartography and geographical education. *International Research in Geographical & Environmental Education*, Vol. 19, Issue 1, p. 75–78.
378. Kontautienė, R. (2004). Edukacinių novacijų diegimas šiandieninėje bendrojo lavinimo mokykloje: vadybinis aspektas. *Mokytojų ugdymas*, Issue 3, p. 29–35.
379. Korakakis, G., Pavlatou, E. A., Palyvos, J. A., Spyrellis, N. (2009). 3D visualization types in multimedia applications for science learning: A case study for 8th grade students in Greece. *Computers & Education*, Vol. 52, Issue 2, p. 390–401.
380. Kordigel Abersek M. (2008). Visual Literacy – One of 21st Century Literacies for Science Teaching and Learning. *Problems of education in 21st century*, Vol. 5, p. 9–17.
381. Kordigel Abersek M., Hus V. (2007). Functional literacy and modern ICT technologies. In *Information & Communication Technology in Natural Science Education* (International Conference, Proceedings). Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, p.?
382. Kosslyn, S. M. (1992). Mental Imagery. In *An Invitation to Cognitive Science*, Vol. 2: Visual Cognition and Action, D. N. Osherson, S. M. Kosslyn, J. M. Hollerbach (Eds.). Cambridge, MA: MIT Press.
383. Kosslyn, S. M., Ganis, G., Thompson, W. L. (2001). Neural Foundations of Imagery. *Neuroscience*, Vol. 2, p. 635–641–642.
384. Kosslyn, S. M., Thompson, W. L. (2002). Mental Imagery Does Not Work Like That. *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 198–200.
385. Kostova, Z., Radoynovska, B. (2010). Motivating students' learning using association test and concept maps. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, Vol. 4, Issue 1, p. 62–98.
386. Kotsopoulos, D., Cordy, M. (2009). Investigating Imagination as a Cognitive Space for Learning Mathematics. *Education Studies of Mathematics*, Vol. 70, p. 259–274.
387. Koul, R., Lerdpornkulrat, T., Chantara, S. (2011). Relationship between Career Aspirations and Measures of Motivation toward Biology and Physics, and the Influence of Gender. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 20, Issue 6, p. 761–770.
388. Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Hegarty, M. (2007). Spatial Visualization in Physics Problem Solving. *Cognitive Science*, Vol. 31, Issue 4, p. 549–579.
389. Kozhevnikov, M., Thornton, R. (2006). Real-Time Data Display, Spatial Visualization Ability, and Learning Force and Motion Concepts. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 15, Issue 1, p. 111–132.
390. Kozulin, A. (2004). Vygotsky's Theory in the Classroom: Introduction. *European Journal of Psychology of Education*, Vol. 19, Issue 1, p. 3–7.
391. Kroos, K. (2012). Eclecticism as the Foundation of Meta-theoretical Mixed Methods and Interdisciplinary Research in Social Sciences. *Integrative Psychological & Behavioral Science*, Vol. 46, Issue 1, p. 20–31.
392. Kuntzleman, T. S., Kenney, J. B., Hasbrouck, S., Collins, M. J., Amend, J. R. (2011). Simple and Automated Coulometric Titration of Acid Using Nonisolated Electrodes. *Journal of Chemical Education*, Vol. 88, Issue 11, p. 1565–1568.
393. Kusrkar, R., Kruitwagen, C., ten Cate, O. (2010). Effects of Age, Gender and Educational Background on Strength of Motivation for Medical School. *Advances in Health Sciences Education*, Vol. 15, Issue 3, p. 303–313.
394. Lacey, S., Flueckiger, P., Stilla, R., Lava, M., Sathian, K. (2010). Object familiarity modulates the relationship between visual object imagery and haptic shape perception. *NeuroImage*, Vol. 49, Issue 3, p. 1977–1990.
395. Lakhvich, T. (2010). Beautyility of Chemistry Visualization: whether useful can be Aesthetic. *Problems of Education in the 21th Century*, Vol. 19, p. 46–54.
396. Lamanuskas, V., Vilkonis R., Klanguaskas R. (2006). Informacinės ir komunikacinės technologijos mokantis gamtamokslinių dalykų: kai kurie mokinių vertinimai. *Informacinės komunikacinės technologijos gamtamoksliniame ugdyme*, p. 58–65.
397. Lamberg, T. de S. (2007). Student Approaches to Unitizing in Fair-Share Problems. *Mathematics Teaching in the Middle School*, Vol. 13, Issue 2, p. 114–116.
398. Larrabee, T. G., Stein, M., Barman, C. (2006). A computer-based instrument that identifies common science misconceptions. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, Vol. 6, Issue 3, p. 233–241.
399. Lattu, M., Meisalo, V., Tarhio, J. (2003). A visualization tool as a demonstration aid. *Computers & Education*, Vol. 41, Issue 2, p. 133–149.
400. Lau, W. W. F., Yuen, A. H. K. (2010). Gender Differences in Learning Styles: Nurturing a Gender and Style Sensitive Computer Science Classroom. *Australasian Journal of Educational Technology*, Vol. 26, Issue 7, p. 1090–1103.
401. Lavigne, G. L., Vallerand, R. J. (2010). The Dynamic Processes of Influence Between Contextual and Situational Motivation: A Test of the Hierarchical Model in a Science Education Setting. *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 40, Issue 9, p. 2343–2359.

402. Lavy, I. (2007). A case study of dynamic visualization and problem solving. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, Vol. 38, Issue 8, p. 1075–1092.
403. LeBoutillier, N., Marks, D. F. (2003). Mental imagery and creativity: A meta-analytic review study. *British Journal of Psychology*, Vol. 94, p. 29–44.
404. Lee, Chun-Y., Yuan, Y. (2010). Gender Differences in the Relationship between Taiwanese Adolescents' Mathematics Attitudes and Their Perceptions toward Virtual Manipulatives. *International Journal of Science and Mathematics Education*, Vol. 8, Issue 5, p. 937–950.
405. Lee, G., Shin, J., Park, J., Song, S., Kim, Y., Bao, L. (2004). Alternative conceptions, memory and mental models in physics education. *2004 Physics Education Research Conference*, eds. J. Marx, P. Heron, S. Franklin. American Institute of Physics.
406. Lee, H., Plass, J. L., Homer, B. D. (2006). Optimizing Cognitive Load for Learning from Computer-Based Science Simulations. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 98, Issue 4, p. 902–913.
407. Lee, V. R. (2010). Adaptations and Continuities in the Use and Design of Visual Representations in US Middle School Science Textbooks. *International Journal of Science Education*, Vol. 32, Issue 8, p. 1099–1126.
408. Lee, Yu-Fen, Guo, Y. (2008). Explore Effective Use of Computer Simulations for Physics Education. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, Vol. 27, Issue 4, p. 443–466.
409. Lee Silvia, Wen-Yu, Tsai, Chin-Chung, Wu, Ying-Tien, Tsai, Meng-Jung, Liu, Tzu-Chien, Hwang, Fu-Kwun, Lai, Chih-Hung, Liang, Jyh-Chong, Wu, Huang-Ching, Chang, Chun-Yen. (2011). Internet-based Science Learning: A review of journal publications. *International Journal of Science Education*, Vol. 33, Issue 14, p. 1893–1925.
410. Lee, W. O. (2012). Learning for the Future: The Emergence of Lifelong Learning and the Internationalisation of Education as the Fourth Way? *Educational Research for Policy and Practice*, Vol. 11, Issue 1, p. 53–64.
411. Lehrer, R., Schauble, L. (2009). Images of learning, images of progress. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 46, Issue 6, p. 731 – 735.
412. Leibovitz, H. W., Post, R. B. (1982). The two modes of processing concepts and some implications. In *Organization and representation in perception*, eds. J. Beck, Erlbaum.
413. Lents, N. H., Cifuentes, O. E. (2009). Web-Based Learning Enhancements: Video Lectures through Voice-Over PowerPoint in a Majors-Level Biology Course. *Journal of College Science Teaching*, Vol. 39, Issue 2, p. 38–46.
414. Lesh, R., Middleton, J. A., Caylor, E., Gupta, S. (2008). A science need: Designing tasks to engage students in modelling complex data. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 68, Issue 2, p. 113–130.
415. Leutner, D., Leopold, C., Sumfleth, E. (2009). Cognitive load and science text comprehension: Effects of drawing and mentally imagining text content. *Computers in Human Behavior*, Vol. 25, Issue 2, p. 284–289.
416. Li, S., Wu, H., Zhao, J. (2010). A Biochemistry and Molecular Biology Experiment and Evaluation System for Biotechnology Specialty Students: An Effective Evaluation System to Improve the Biochemistry and Molecular Biology Experiment Teaching. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Vol. 38, Issue 4, p. 271–275.
417. Liang, H. N., Sedig, K. (2009). Application of framework in the analysis and (re)design of interactive visual learning tools. *Journal of Interactive Learning Research*, Vol. 20, Issue 2, p. 215–254.
418. Liang, H. N., Sedig, K. (2010). Can interactive visualization tools engage and support pre-university Students in exploring non-trivial mathematical concepts? *Computers & Education*, Vol. 54, p. 972–991.
419. Libarkin, J. C., Irfuss, M., Kurdziel, J. P. (2003). Research Methodologies in Science Education: Mental Models and Cognition in Education. *Journal of Geoscience Education*, Vol. 51, Issue 1, p. 121.
420. Lin, H., Dwyer, F. (2010). The Effect of Static and Animated Visualization: A Perspective of Instructional Effectiveness and Efficiency. *Education Technology Research Development*, Vol. 58, p. 155–174.
421. Lindgren, R., Schwartz, D. L. (2009). Spatial Learning and Computer Simulations in Science. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 3, p. 419–438.
422. Linn, C. M. (2003). Technology and Science Education: Starting Points, Research Programs and Trends. *International Journal of Science Education*, Vol. 25, Issue 6, p. 727–758.
423. Lit, S. W., Shek, D. T. L. (2002). Implications of Social Constructionism to Counselling and social work Practice. *Asian Journal of Counselling*, Vol. 9, Issue 1–2, p. 105–130.
424. Lit, S. W., Shek, D. T. L. (2007). Application of Social Constructionist Principles in Field Practice Teaching in a Chinese Context. *Social Work Education*, Vol. 26, Issue 4, p. 359–375.
425. Liu, H. C., Su, I. H. (2011). Learning residential electrical wiring through computer simulation: The impact of computer-based learning environments on student achievement and cognitive load. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 42, Issue 4, p. 598–607.
426. Liu, Han-Chin, Chuang, Hsueh-Hua. (2011). Investigation of the Impact of Two Verbal Instruction Formats and Prior Knowledge on Student Learning in a Simulation-Based Learning Environment. *Interactive Learning Environments*, Vol. 19, Issue 4, p. 433–446.
427. Liu, M., Hu, W., Jiannong, S. (2010). Gender Stereotyping and Affective Attitudes towards Science in Chinese Secondary School Students. *International Journal of Science Education*, Vol. 32, Issue 3, p. 379–395.
428. Lloyd, M. (2009). Across the Americas, Globalization of Higher Education Lags. *Chronicle of Higher Education*, Vol. 55, Issue 35, p. 23–23.
429. Locatelli, S., Ferreira, C., Arroio, A. (2010). Metavisualization: an important skill in the learning chemistry. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 24, p. 75–83.
430. Logan, M., Skamp, K. (2008). Engaging students in science across the primary secondary interface: Listening to the students' voice. *Research in Science Education*, Vol. 38, Issue 4, p. 501–527.
431. Lopes, J. B., Costa, N. (2007). The Evaluation of Modelling Competences: Difficulties and Potentials for the Learning of the Sciences. *International Journal of Science Education*, Vol. 29, Issue 7, p. 811–851.
432. Louca, T., Zacharia, C. (2008). The Use of Computer-based Programming Environments as Computer Modelling Tools in Early Science Education: The cases of textual and graphical program languages. *International Journal of Science Education*, Vol. 30, Issue 3, p. 285–321.

433. Luke, R., Solomon, P., Baptiste, S., Hall, P., Orchard, C., Rukholm, E., Carter, L. (2009). Online interprofessional health sciences education: From theory to practice, *Journal of Continuing Education in the Health Professions*, Vol. 29, Issue 3, p. 161–167.
434. Lund, T. (2012). Combining Qualitative and Quantitative Approaches: Some Arguments for Mixed Methods Research. *Scandinavian Journal of Educational Research*, Vol. 56, Issue 2, p. 155–165.
435. Machanick, P. (2007). A Social Construction Approach to Computer Science Education. *Computer Science Education*, Vol. 17, Issue 1, p. 1–20.
436. Mackintosh, M. (2005). Children's Understanding of Rivers. *International Research in Geographical & Environmental Education*, Vol. 14, Issue 4, p. 316–322.
437. Maddux, C. D., Johnson, D. L. (2011). Future Trends in Information Technology in Education. *Computers in the Schools*, Vol. 28, Issue 2, p. 87–91.
438. Maddux, C., Liu, L., Li, W., Sexton, J. (2011). The Semantic Web: Reviewing its potential in teacher education and a concept analysis of related educational literature. In *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2011* (pp. 3087–3094). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computers in Education (AACE). Retrieved from <http://www.editlib.org/p/36789>
439. Maddux, C. D. (2008). The Semantic Web and educational technology. *Educational Technology*, Vol. 48, Issue 1, p. 3–9.
440. Maddux, C. D., Johnson, D. L., Willis, J. W. (2001). *Educational computing, learning with tomorrow's technologies* (3rd ed.). Allyn & Bacon. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
441. Maddux, C. D., Johnson, D. L. (2011). Technology in education: The concept of cultural momentum. *Computers in the Schools*, Vol. 28, Issue 1, p. 1–4.
442. Makina, A. (2010). The role of visualisation in developing critical thinking in mathematics. *Perspectives in Education*, Vol. 28, Issue 1, p. 24–33.
443. Malek, E. A., Wagman, J. B. (2008). Kinetic potential influences visual and remote haptic perception of affordances for standing on an inclined surface. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 61, Issue 12, p. 1813–1826.
444. Malinauskas, Ž., Kvedaravičius, J. (2008). Sistemų teorijų modeliai ir sinergetika ekonominių mokyklų kontekste. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai*, Nr. 46, p. 85–97.
445. Mallow, J., Kastrup, H., Bryant, F. B. (2010). Science Anxiety, Science Attitudes, and Gender: Interviews from a Binational Study. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 19, Issue 4, p. 356–369.
446. Mammino, L. (2008). Teaching Chemistry with and Without External Representations in Professional Environments with Limited Resources. *Model and Modelling in Science Education. Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Ed. J. K. Gilbert, M. Reiner, Nakleh. Springer. P. 155-186.
447. Manolas, E., Filho, Walter L. (2011). The use of cooperative learning in dispelling student misconceptions on climate change. *Journal of Baltic Science Education*, Vol. 10, Issue 3, p. 168–182.
448. Mansour, S. S., El-Said, M. (2009). Multi-Players Role-Playing Educational Serious Games: A Link between Fun and Learning. *International Journal of Learning*, Vol. 15, Issue 11, p. 229–239.
449. Marbach-Ad, G., Rotbain, Y., Stav, R. (2007). Using Computer Animation and Illustration Activities to Improve High School Students' Achievement in Molecular Genetics. *Journal of Research in Sciences Teaching*, Vol. 45, Issue 3, p. 273–292.
450. Margel, H., Eylon, B. S., Scherz, Z. (2008). A longitudinal study of junior high school students' conceptions of the structure of materials. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 45, p. 132–152.
451. Marks, D. F. (1999). Consciousness, mental imagery and action. *British Journal of Psychology*, Vol. 90, p. 567–585.
452. Marks, M. A., Mathieu, J. E., Zaccaro, S. J. (2001). A temporally based framework and taxonomy of team processes. *Academy of Management Review*, Vol. 26, p. 356–76.
453. Marks, M. A., Sabella, M. J., Burke, C. S., Zaccaro, S. J. (2002). The impact of cross-training on team effectiveness. *Journal of Applied Psychology*, Vol. 87, p. 3–13.
454. Marques Vieira, R., Tenreiro-Vierira, C., Martins, I. P. (2011). Critical thinking: conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, Vol. 22, p. 43–54.
455. Martin, F., Gayford, M. C., Hall IV, H. A., Whitfield, K. Y., Brooks, Robin F. (2011). Evaluating reactions and transfer of skills from Blackboard training. *Performance Improvement*, Vol. 50, Issue 1, p. 26–33.
456. Martin, I. (2007). Retos de la comunicación corporativa en la sociedad del conocimiento: de la gestión de información a la creación de conocimiento organizacional. *Signo y Pensamiento*, Vol. 26, Issue 51, p. 52–67.
457. Martínez, F., Fernández, L. M., Amorós, L., Esquembre, F., Zamarro, J. M. (2010). Teacher Guide and Seminar: experience in Physics Education. *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol. 4, Issue 1, p. 174–180.
458. Marttunen, M., Laurinen, L. (2007). Collaborative learning through chat discussions and argument diagrams in secondary school. *Journal of Research on Technology in Education*, Vol. 40, Issue 1, p. 109–126.
459. Mason, D. S. (2006). Small World, Common Ideas. *Journal of Chemical Education*, Vol. 83, Issue 1, p. 9–9.
460. Mathai, S., Ramadas, J. (2009). Visuals and Visualization of Human Body Systems. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 3, 439–458.
461. Mavrikaki, E., Athanasiou, K. (2011). Development and Application of an Instrument to Measure Greek Primary Education Teachers' Biology Teaching Self-Efficacy Beliefs. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol. 7, Issue 3, p. 203–213.
462. Maxwell, J. A. (2011). Paradigms or Toolkits? Philosophical and Methodological Positions as Heuristics for Mixed Methods Research. *Mid-Western Educational Researcher*, Vol. 24, Issue 2, p. 27–30.
463. McBride, D. L., Murphy, S., Zollman, D. A. (2010). Student Understanding of the Correlation between Hands-on Activities and Computer Visualizations of NMR/MRI. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1289, Issue 1, p. 225–228.
464. McCaffrey, K. J. W., Feely, M., Hennessy, R., Thompson, J. (2008). Visualization of folding in marble outcrops, Connemara, western Ireland: An application of virtual outcrop technology. *Geosphere*, Vol. 4, Issue 3, p. 588–599.
465. McCaslin, M., T. Hickey, D. (2001). Educational Psychology, Social Constructivism, and Educational Practice: A Case of Emergent Identity. *Educational Psychologist*, Vol. 36, Issue 2, p. 133–140.

466. McKay, S. E., Boone, S. R. (2001). An Early Emphasis on Symmetry and a Three-Dimensional Perspective in the Chemistry Curriculum. *Journal of Chemical Education*, Vol. 78, Issue 11, p. 1487–1490.
467. McLeay, H. (2006). Imagery, Spatial Ability and Problem Solving. *Mathematics Teaching Incorporating Micromath*, Issue 195, p. 36–38.
468. McNeill, K. L., Krajcik, J. (2009). Synergy Between Teacher Practices and Curricular Scaffolds to Support Students in Using Domain-Specific and Domain-General Knowledge in Writing Arguments to Explain Phenomena. *Journal of the Learning Sciences*, Vol. 18 Issue 3, p. 416–460.
469. McTigue, E. M., Flowers, A. C. (2010). Illustration inquiry: Visual literacy in science. *Science Scope*, Vol. 33(9), p. 17–22.
470. McTigue, E. M., Flowers, A. C. (2011). Science Visual Literacy: Learners' Perceptions and Knowledge of Diagrams. *Reading teacher*, Vol. 64, Issue 8, p. 578–589.
471. Mechling, L. C., Gast, D. L., Krupa, K. (2007). Impact of SMART Board Technology: An Investigation of Sight Word Reading and Observational Learning. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, Vol. 37, Issue 10, p. 1869–1882.
472. Medland, M. B. (2007). Tolls for Knowledge Analysis, Synthesis and Sharing. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 16, Issue 2, p. 119–141.
473. Meissner, B., Bogner, F. (2011). Enriching Students' Education Using Interactive Workstations at a Salt Mine Turned Science Center. *Journal of Chemical Education*, Vol. 88, Issue 4, p. 510–515.
474. Meyer, D. E., Sargent, A. L. (2007). An Interactive Computer Program To Help Students Learn Molecular Symmetry Elements and Operations. *Journal of Chemical Education*, Vol. 84, Issue 9, p. 1551–1552.
475. Melendro, E. M., Novo Villardere, M., Murga, M. Á., Bautista, C. J. (2009). Educación Ambiental y Universidad en la Sociedad de la Globalización. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, Vol. 14, Issue 44, p. 137–142.
476. Melles, G. (2007). Visually mediating knowledge construction in project-based doctoral design research. *Art, Design & Communication in Higher Education*, Vol. 6, Issue 2, p. 99–111.
477. Mellet, E., Tzourio-Mazoyer, N., Bricogne, S., Mazoyer, B., Kosslyn, S. M., Denis, M. (2000). Functional Anatomy of High-Resolution Visual Mental Imagery. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 12, Issue 1, p. 98–109.
478. Merril, M. D. (2001). A Knowledge Object and Mental Model Approach to a Physics Lesson. *Educational Technology*, Vol. 41, Issue 1, p. 36–47.
479. Metros, S. E. (2008). The educator's role in preparing visually literate learners. *Theory in to Practice*, Vol. 47, Issue 2, p. 102–109.
480. Mickūnas, A. (2007). Modernity in Postmodernity. *Athena*, Issue 3, p. 9–30.
481. Middleton, A. J., Mather, R. (2008). Mahinima interventions: innovative approaches to immersive virtual world curriculum integration. *ALT-J: Research in Learning Technology*, Vol. 16, Issue 3, p. 207–220.
482. Millar, S. (2002). Imagery and Blindness. *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 201.
483. Millar, R. (2012). Rethinking science education: meeting the challenge of 'science for all'. *School Science Review*, Vol. 93, Issue 345, p. 21–30.
484. Miller, J. D. (2006). *Civic scientific literacy in Europe and the United States*. In *World Association for Public Opinion Research*. Montreal Canada. Prieiga per internetą: <<http://www.arcsfoundation.org/pittsburgh/JMiller.pdf>> [žiūrėta 2009-10-28].
485. Milner, A. D., Paulignan, Y., Dijkerman, H. C., Michrl, F., Jannerod, M. (1999). A paradoxical improvement of misreading in optic ataxia: New evidence for to separate neural systems for visual localization. *Proceeding of the Royal Society*, Vol. B 266, p. 2225–2229.
486. Milner, A. R., Templin, M. A., Czerniak, C. M. (2011). Elementary Science Students' Motivation and Learning Strategy Use: Constructivist Classroom Contextual Factors in a Life Science Laboratory and a Traditional Classroom. *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 22, Issue 2, p. 151–170.
487. Milner, R. W. (1999). Animating Reactions: A Low-Cost Activity for Particle Conceptualization at the Secondary Level. *Journal of Chemical Education*, Vol. 76, Issue 1, p. 50–51.
488. Milovanovic, M., Takaci, D., Milajic, A. (2011). Multimedia approach in teaching mathematics – example of lesson about the definite integral application for determining an area. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, Vol. 42, Issue 2, p. 175–187.
489. Min, C., Hong, T., Hui, L., Yongning, W. (2011). A visualization method for geographic conceptual modelling. *Annals of GIS*, Vol. 17, Issue 1, p. 15–29.
490. Minasian-Batmanian, L. C., Lingard, J., Prosser, M. (2006). Variation in student reflection on their conceptions of and approaches to learning biochemistry in First-year health sciences' service subject.. *International Journal of Science Education*, Vol. 28, Issue 15, p. 1887–1904.
491. Mirchandani, D. (2002). Synergy Spells Success: Engineering an Education System with Synergy as the Primary Component. *Child Care Information Exchange*, Vol. 45, p. 58–61.
492. Mistic, T., Najdanovic-Lukic, M., Nestic, L. (2010). Geometric optics through interesting and simple experiments. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1203, Issue 1, p. 1383–1387.
493. Mok, Y. F., Fan, R. M., Pang, N. S. (2007). Developmental patterns of school students' motivational- and cognitive metacognitive competencies. *Educational Studies*, Vol. 33, p. 81–98.
494. Montes, I., Chunqiu L., Sanabria, D. (2003). Like Dissolves Like: A Classroom Demonstration and a Guided-Inquiry Experiment for Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, Vol. 80, Issue 4, p. 447–449.
495. Moseley, A., Whitton, N., Culver, J., Piatt, K. (2009). Motivation in Alternate Reality Gaming Environments and Implications for Education. *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning*, p. 279–286.
496. Mottarella, S. E., Rosa, M., Bangura, A., Bernstein, H. J., Craig, P. A. (2010). Conscript: rasmolto pymol script converter. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 38, Issue 6, p. 419–422.
497. Mu, Sh., Gnyawali, D. R. (2003). Developing Synergistic Knowledge in Student Groups. *Journal of Higher Education*, Vol. 74, Issue 6, p. 689–712.
498. Muller, D. A., Sharma, M. D., Reimann, P. (2008). Raising **cognitive load** with linear multimedia to promote conceptual change. *Science Education*, Vol. 92, Issue 2, p. 278–296.

499. Muniandy, B., Mohammad, R., Soon, F. F. (2007). Synergizing pedagogy, learning theory and technology in instruction: How can it be done? *US-China Education Review*, Vol. 4, Issue 9, p. 46–53.
500. Murcia, K. (2010). Multi-Modal Representations in Primary Science: What's Offered by Interactive Whiteboard Technology. *Teaching Science*, Vol. 56, Issue 1, p. 23–29.
501. Narchal, R. (2003). Imagery evoking ability of words and recognition threshold. *Combined Abstracts of 2003 Psychology Conferences*. P. 86.
502. Narchal, R. (2003). Imagery evoking ability of words and recognition threshold. *Australian Journal of Psychology*, Vol. 55, Issue 67, p. 86–90.
503. Nargund-Joshi, V., Park Rogers, M. A., Akerson, V. L. (2011). Exploring Indian Secondary Teachers' Orientations and Practice for Teaching Science in an Era of Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 48, Issue 6, p. 624–647.
504. National Center for Education Statistics (ED). (2011). National Assessment of Educational Progress at Grades 4, 8, and 12. *National Center for Education Statistics*. The Nation's Report Card: Science 2009. NCES, p. 2011–451.
505. Neumann, I., Neumann, K., Nehm, R. (2011). Evaluating Instrument Quality in Science Education: Rasch-based analyses of a Nature of Science test. *International Journal of Science Education*, Vol. 33, Issue 10, p. 1373–1405.
506. Nezvalova, D. (2009). *Assessing Science for Understanding – Constructivist Approach*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého.
507. Nezvalova, D., Lamanuskas, V. (2010). *European Dimension in Science Education*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého.
508. Ng, W. (2010). Empowering students to be scientifically literate through digital literacy in Rodrigues, S. (Ed). *Multiple Literacy and Science Education: ICTs in Formal and Informal Learning Environments*. (p. 11–31). Hershey, USA: IGI Global Publishing.
509. Ng, W. (2011). Why Digital Literacy Is Important for Science Teaching and Learning. *Teaching Science*, Vol. 57, Issue 4, p. 26–32.
510. Niederhauser, D. S., Perkmann, S. (2008). Validation of the intrapersonal technology integration scale: Assessing the influence of intrapersonal factors that influence technology integration. *Computers in the Schools*, Vol. 25, Issue 1, p. 98–111.
511. Nieswandt, M., Shanahan, M.-C. (2008). "I just want the credit" – Perceived instrumentality at the main characteristic of boys' motivation in a grade 11 science course. *Research in Science Education*, Vol. 38, Issue 1, p. 3–29.
512. Nilsson, E., Jakobsson, A. (2011). Simulated Sustainable Societies: Students' Reflections on Creating Future Cities in Computer Games. *Journal of Science Education & Technology*, Vol. 20, Issue 1, p. 33–50.
513. Nivalainen, V., Asikainen, M., Sormunen, K., Hirvonen, P. (2010). Preservice and Inservice Teachers' Challenges in the Planning of Practical Work in Physics. *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 21, Issue 4, p. 393–409.
514. Nodenot, T., Sallaberry, C., Gaio, M. (2010). Software for Studying and Enhancing Educational Uses of Geospatial Semantics and Data. *International Research in Geographical and Environmental Education*, Vol. 19, Issue 1, p. 57–61.
515. Norman, J. (2002). Two visual systems and two theories of perception: An attempt to reconcile the constructivist and ecological approaches. *Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 25, p. 73–144.
516. Ntoumanis, N., Blaymires, G. (2003). Contextual and situational motivation in education: A test of the specificity hypothesis. *European Physical Education Review*, Vol. 9, p. 5–21.
517. O'Donnell, A. M., Dansereau, D. F. (1992). Scripted Cooperation in Student dyads: A Method for Analyzing and Enhancing Academic Learning and Performance. In N. Miller, R. Hertz-Lazarowitz (Eds.). *Interaction in Cooperative Groups: The Theoretical Anatomy of Group Learning* (p. 120–144). New York: Cambridge University Press.
518. O'Day, D. H. (2010). Journal of College Teaching & Learning, v7 n12 p19–25 Dec 2010. Animations Are Dynamic, Effective Tools for Science Teaching: If You Just Follow the Rules!
519. Oldknow, A. (2009). ICT bringing mathematics to life and life to mathematics. *Electronic Journal of Mathematics & Technology*, Vol. 3, Issue 2, p. 137–148.
520. Oller, A. R. (2006). Medium Velocity Spatter Creation by Mousetraps in a Forensic Science Laboratory. *American Biology Teacher*, Vol. 68, Issue 3, p. 159–161.
521. Olsen, A., Lemire, S., Baker, M. (2011). The Impact of Self-Efficacy and Peer Support on Student Participation with Interactive White Boards in the Middle School Mathematics Class. *Journal of Computers in Mathematics & Science Teaching*, Vol. 30, Issue 2, p. 163–178.
522. Olsen, R. J. (2008). Using pooled data and data visualization to introduce statistical concepts in the general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, Vol. 85, Issue 4, p. 544–545.
523. Olszewski-Kubilius, P., Lee, S. Y. (2011). Gender and Other Group Differences in Performance on Off-Level Tests: Changes in the 21st Century. *Gifted Child Quarterly*, Vol. 55, Issue 1, p. 54–73.
524. Otta, M., Tavella, M. (2010). Motivation and engagement in computer-based learning tasks: investigating key contributing factors. *World Journal on Educational Technology*, Vol. 2, Issue 1, p. 1–15.
525. Oversby, N. (2000). Models in Explanations of Physics: The Case of Acidity. *Developing Models in Science Education*. Edit. Gilbert J.K., Boulter C.J. P. 227–253.
526. Özmen, H. (2004). Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 13, Issue 2, p. 147–159.
527. Özden, M. Y., Şengel, E. (2009). A web based learning in science education student attitudes and perceptions. *E-Journal of New World Sciences Academy (NWSA)*, Vol. 4, Issue 1, p. 197–207.
528. Pace, B. G., Jones, L. C. (2009). Teaching with Web-Based Videos: Helping Students Grasp the Science in Popular Online Resources. *Science Teacher*, Vol. 76, Issue 1, p. 47–50.
529. Page, M. C., Bailey, L.E., Van Delinder, J. (2009). The Blue Blazer Club: Masculine Hegemony in Science, Technology, Engineering, and Math Fields. *Forum on Public Policy Online*. Issue 2. Prieiga per internetą <<http://forumonpublicpolicy.com/summer09/archivesummer09/page.pdf>> [žiūrėta 2012-04-12].
530. Pagliaro, M. (2010). On shapes, molecules and models: An insight into chemical methodology. *European Journal of Chemistry*, Vol. 1, Issue 4, p. 276–281.

531. Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. New York: Oxford University Press.
532. Paivio, A. (2006). *Mind and its evolution: A dual coding theoretical interpretation*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
533. Pandery P., Zimitat C. (2007). Medical Students' Learning of Anatomy: Memorisation, Understanding and Visualization. *Medical Education*, Vol. 47, p. 7–14.
534. Pani, J. R. (2002). Mental Imagery is Simultaneously Symbolic and Analog. *Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 25, Issue 2, p. 205–206.
535. Parada, Jairo, J. (2009). Desarrollo humano, sociedades del conocimiento y ajustes institucionales. *Investigación y Desarrollo*, Vol. 17 Issue 1, p. 152–171.
536. Park, E. J., Light, G. (2009). Identifying Atomic Structure as a Threshold Concept: Student mental models and troublesomeness. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 2, p. 233–258.
537. Parker, T., Parker M. (2010). Online Courses and Blackboard: Weapons For Better Education Delivery. *Global Education Journal*, Issue 4, p. 132–134.
538. Pastore, R., Carr-Chellman, A. (2009). MOTIVATIONS FOR RESIDENTIAL STUDENTS TO PARTICIPATE IN ONLINE COURSES. *QUARTERLY REVIEW OF DISTANCE EDUCATION*, VOL. 10, ISSUE 3, p. 263–277.
539. Paul, C., Robert, B., Lea, M. (2011). Survey on educational uses of molecular visualization. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 39, Issue 1, p. 3–3.
540. Peelen, M. P., Rogers, J., Wing, A. M., Downing, P. E., Bracewell, R. M. (2010). Unitary haptic perception: integrating moving tactile inputs from anatomically adjacent and non-adjacent digits. *Experimental Brain Research*, Vol. 204, Issue 3, p. 457–464.
541. Pence, H. E., McIntosh, S. (2011). Refocusing the Vision: The Future of Instructional Technology. *Journal of Educational Technology Systems*, Vol. 39, Issue 2, p. 173–179.
542. Penn, R. L., Flynn, L., Johnson, P. (2007). Building a Successful Middle School Outreach Effort: Microscopy Camp. *Journal of Chemical Education*, Vol. 84, Issue 6, p. 955–960.
543. Perkins, K. K., Loeblein, P. J., Dessau, K. L. (2010). Sims for Science: Powerful Tools to Support Inquiry-Based Teaching. *Science Teacher*, Vol. 77, Issue 7, p. 46–51.
544. Petrusic, W. M., Baranski, J. V. (2002). Mental Imagery in Memory Psychophysics. *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 206–212.
545. Piaget, J. (1983). "Piaget's Theory". In P. Mussen (Ed.) *Handbook of child psychology*. Wiley.
546. Piburn, M. D., Reynolds, S. J., McAuliffe, C., Leedy, D. E., Birk, J. P., Johnson, J. K. (2005). The Role of Visualization in Learning from Computer-Based Images. *International Journal of Science Education*, Vol. 27, Issue 5, 513–527.
547. Picciarelli, V., Stella, R. (2010). Coupled Pendulums: A Physical System for Laboratory Investigations at Upper Secondary School. *Physics Education*, Vol. 45, Issue 4, p. 402–408.
548. Pınarbaş, T., Canpolat, N. (2003). Students' Understanding of Solution Chemistry Concepts. *Journal of Chemical Education*, Vol. 80, p. 1328–1332.
549. Piróg, D. (2009). Territory, region and place in Polish geographical education in the context of the globalization process. *Educational Studies*, Vol. 35, Issue 4, p. 391–403.
550. Pylshyn, Z. W. (2002). Mental Imagery: In search of a theory. *Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 25, Issue 2, p. 157–182.
551. Podolyan, Y., Leszczynski, J. (2009). MaSK: A visualization tool for teaching and research in computational chemistry. *International Journal of Quantum Chemistry*, Vol. 109, Issue 1, p. 8–16.
552. Polly, D., Mims, C., Shepherd, C. E. (2010). Evidence of Impact: Transforming Teacher Education with Preparing Tomorrow's Teachers to Teach with Technology (PT3) Grants Teaching and Teacher Education. *An International Journal of Research and Studies*, Vol. 26, Issue 4, p. 863–870.
553. Powell, K. C., Kalina, C. (2009). Cognitive and social constructivism: developing tools for an effective classroom. *Education*, Vol. 130, Issue 2, p. 241–250.
554. Prain, V., Tytler, R., Peterson, S. (2009). Multiple representations in learning about evaporation. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 6, p. 787–808.
555. Price, M. (2007). Putting a Social-Constructivist Assessment Process Model into Practice: Building the Feedback Loop into the Assessments Process through Peer Review. *Innovations in Education and Teaching International*, Vol. 44, Issue 2, p. 143–152.
556. Price, A., Lee, H. S. (2010). The Effect of Two-Dimensional and Stereoscopic Presentation on Middle School Students' Performance of Spatial Cognition Tasks. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 19, Issue 1, p. 90–103.
557. Priestnall, G. (2009). Landscape Visualization in Fieldwork. *Journal of Geography in Higher Education*, Vol. 33, p. 104–112.
558. Prins, G. T., Bulte, A. M. W., van Driel, J. H. (2008). Selection of Authentic Modelling Practices as Contexts for Chemistry Education. *International Journal of Science Education*, Vol. 30, Issue 14, p. 1867–1890.
559. Prost, G. R. (2007). An EMIC – ETIC Model for Language and Culture: Response to Mchelhanon. *Journal of Interdisciplinary Studies*, Vol. 19, Issue 1/2, p. 139–158.
560. Pugh, K. J., Bergin, D. A. (2005). The effect of education on students' out-of-school experience. *Educational Researcher*, Vol. 34, Issue 9, p. 15–23.
561. Pugh, K. J., Bergin, D. A. (2006). Motivational influences on transfer. *Educational Psychologist*, Vol. 41, p. 147–160.
562. Pugh, K. J., Girod, M. (2007). Science, art and experience: Constructing science pedagogy from Dewey's aesthetics. *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 18, p. 9–27.
563. Pugh, K. J., Linnenbrink-Garcia, L., Koskey, K. L. K., Stewart, V. C., Manzey, C. (2010). Motivation, learning, and transformative experience: A study of deep engagement in science. *Science Education*, Vol. 94, p. 1–28.
564. Qian, Xie, Tinker, R. (2006). Molecular Dynamics Simulations of Chemical Reactions for Use in Education. *Journal of Chemical Education*, Vol. 83, Issue 1, p. 77–80.
565. Quinn, F., Lyons, T. (2011). High school students' perceptions of school science and science careers: A critical look at a critical issue. *Science Education International*, Vol. 22, Issue 4, p. 225–238.
566. Raab, M., Boschker, M. (2002). Time Matter. Implications from Mentally Imaged Motors Action. *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 208–209.

567. Rafi, A., Samsudin, K.I.A., Che S. S. (2008). Training in spatial visualization: the effects of training methods and gender. *Journal of Educational Technology & Society*, Vol. 11, Issue 3, p. 127–140.
568. Ray, G. B., Cook, J. W. (2005). Molecular Modeling of Heme Proteins Using MOE: Bio-Inorganic and Structure-Function Activity for Undergraduates. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Vol. 33, Issue 3, p. 194–201.
569. Raykova, Z. (2008). *Development Procedural Skills in Science Education – Constructivist Approach*. Plovdiv: Plovdiv university.
570. Rajasingham, L. (2009). Breaking Boundaries: Quality E-Learning for Global Knowledge Society. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, Vol. 4, Issue 1, p. 58–65.
571. Ramadas, J. (2009). Introduction to the Special Issue on “Visual and Spatial Modes in Science Learning”. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 3, p. 297–299.
572. Rannikmäe, M., Teppo, M., Holbrook, J. (2010). Popularity and relevance of science education literacy: using a context-based approach. *Science Education International*, Vol. 21, p. 116–125.
573. Rapp, D. N., Kurby, C. A. (2008). The “Ins” and “Outs” of Learning: Internal Representations and External Visualiations. *Model and Modelling in Science Education. Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Ed. J. K. Gilbert, M. Reiner, Nakleh. Springer. P. 29-52.
574. Reeve, J. M. (2005). *Understanding motivation and emotion*. (4th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
575. Reichelt, S. A., Pickard, M. J. (2008). Instructional Strategies and Resources: Utilizing the Internet as a Technology Tool in Family and Consumer Sciences Classrooms. *Journal of Family & Consumer Sciences Education*, Vol. 26, p. 50–58.
576. Reigeluth, C. M., Merrill, M. D. (2009). Instructional science and technology: their context within educology and some ideas for their future development. *International Journal of Educology*, Vol. 23, Issue 1–2, p. 223–249.
577. Reijenge, J.C., Kingma, W. J., Berek, D., Hutta, M. (2007). GPCSIM an Instrument Simulator of Polymer Analysis by Size Exclusion Chromatography for Demonstration and Training Purposes. *Acta Chimica Slovenica*, Vol. 54, Issue 1, p. 79–87.
578. Reiner, M. (2009). Sensory Cues, Visualization and Physics Learning. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 3, p. 343–364.
579. Richardson, K., Stein, C. (2008). Developing spatinal sense and communication skills. *Mathematics Teaching in the Middle School*, Vol. 14, Issue 2, p. 101–107.
580. Riemeier, T. Gropengiesser, H. (2008). On the Roots of Difficulties in Learning about Cell Division: Process-based analysis of students’ conceptual development in teaching experiments. *International Journal of Science Education*, Vol. 30, Issue 7, p. 923–939.
581. Robelen, E. W., Sparks, S. D., Cavanagh, S. (2011). Science Learning outside the Classroom. *Education Week*, Vol. 30, Issue 27, p. 1–16.
582. Roberson, C., Lankford, D. (2010). Laboratory Notebooks in the Science Classroom. *Science Teacher*, Vol. 77, Issue 1, p. 38–42.
583. Roberts, J. R., Hagedorn, E., Dillenburg, P., Patrick, M., Herman, T. (2005). Physical Models Enhance Molecular Three-dimensional Literacy in an Introductory Biochemistry Course. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Vol. 33, Issue 2, p. 105–110.
584. Robinson, K. (2012). The role of schools in society: A future vision of education. *Education Review*, Vol. 24, Issue 1, p. 17–23.
585. Rocco, Sh. (2010). Making reflection public: using interactive online discussion board to enhance student learning. *Reflective Practice*, Vol. 11 Issue 3, p. 307–317.
586. Rogers, B., Denny, D., Stichbury, J. (2010). Towards Teaching Secondary School Physics in an Immersive 3D Game Environment. *International Journal on Computing*, Vol. 1, Issue 1, p. 30–35.
587. Roy, U., Luck, L. A. (2007). Molecular Modeling of Estrogen Receptor Using Molecular Operating Environment. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, Vol. 35, Issue 4, p. 238–243.
588. Rose, G. (2008). Using Photographs as Illustrations in Human Geography. *Journal of Geography in Higher Education*, Vol. 32, Issue 1, p. 151–160.
589. Rovai, A. P. (2007). Facilitating online discussions effectively. *Internet and Higher Education*, Vol. 10, Issue 1, p. 77–88.
590. Rubavičius, V. (2003). *Postmodernusis diskursas: filosofinė hermeneutika, dekonstrukcija, menas*. Vilnius: Kultūros, filosofijos ir meno institutas.
591. Rule, A. C. (2005). The rhyming peg mnemonic device applied to learning the mohs scale of hardness. *Journal of Geoscience Education*, Vol. 51, Issue 5, p. 465–473.
592. Russell, C. B., Weaver, G. C. (2011). A Comparative Study of Traditional, Inquiry-Based, and Research-Based Laboratory Curricula: Impacts on Understanding of the Nature of Science. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol. 12, Issue 1, p. 57–67.
593. Rutherford, M. (2000). Models in the Explanations of Physics: The Case of Light. *Developing Models in Science Education*. Edit. Gilbert J. K., Boulter C. J. P. 253 – 271.
594. Rutten, N., van Joolingen, W. R., van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, Vol. 58, Issue 1, p. 136–153.
595. Sahin, Y. G., Cimen, F. M. (2011). An interactive attention board: improving the attention of individuals with autism and mental retardation. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, Vol. 10 Issue 1, p24–35
596. Sainz, M., Lopez-Saez, M. (2010). Gender Differences in Computer Attitudes and the Choice of Technology-Related Occupations in a Sample of Secondary Students in Spain. *Computers & Education*, Vol. 54, Issue 2, p. 578–587.
597. Saitta, E. K. H., Bowdon, M. A., Geiger, C. L. (2011). Incorporating Service-Learning, Technology, and Research Supportive Teaching Techniques into the University Chemistry Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 20, Issue 6, p. 790–795.
598. Sakr, N., Georganas, N. D., Jiying Z., Petriu, E. M. (2010). Multimodal Vision-Haptic Perception of Digital Watermarks Embedded in 3-D Meshes. *IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement*, Vol. 59, Issue 5, p. 1047–1055.
599. Salminen-Karlsson, M. (2009). *Women who learn computing like men: Different gender positions on basic computer courses in adult education*. *Journal of Vocational Education and Training*, Vol. 61, p. 151-168.

600. Sampaio, A. Z., Henriques, P. G. (2007). Virtual reality models used on the visualization of construction activities in civil engineering education. *International Journal of Social Sciences*, Vol. 2, Issue 1, p. 56–61.
601. Sand, A., Kniivilä, J., Toivakka, M., Hjelt, T. (2011). Structure formation mechanisms in consolidating pigment coatings – Simulation and visualisation. *Chemical Engineering & Processing*, Vol. 50, Issue 5–6, p. 574–582.
602. Sanders, A. F.J., Kappers, A. M.L. (2009). A kinematic cue for active haptic shape perception. *Brain Research*, Vol. 1267, p. 25–36.
603. Sandvoss, L. M., Hardwood, W. S., Korkmaz, A., Bollinger, J.C., Huffman, J. C., Huffman, J. N. (2003). Common Molecules: Bringing Research and Teaching Together through an Online Collection. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 12, Issue 3, p. 277–84.
604. Santamaria C. (2006). Mental Models in Social Interaction. *The Journal of Experimental Education*, Vol. 74, Issue 3, p. 229–248.
605. Saprykina, G. A. (2008). Electronic tutorials for school disciplines teaching and learning. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 5, p. 145–153.
606. Saul H., Kikas E. (2003). Difficulties Acquiring Theoretical Concepts: a case of High-School Chemistry. *Trames*, Vol. 7 (57/52), Issue 2, p. 99–119.
607. Sbihi, B., El Jazouli, S. (2009). Towards a Mobile Education of the Sciences of Information in Morocco. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, Vol. 4, Issue 1, p. 70–76.
608. Scantlebury, K., Baker, D. (2007). Gender issues in science education research: Remembering where the difference lies. In S. Abell, N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (p. 257–286). Mahwah, NJ: Erlbaum.
609. Scharfenberg, F. J., Bogner, F. X. (2011). A New Two-Step Approach for Hands-On Teaching of Gene Technology: Effects on Students' Activities during Experimentation in an Outreach Gene Technology Lab. *Research in Science Education*, Vol. 41, Issue 4, p. 505–523.
610. Scheiter, K., Gerjets, P., Schuh, J. (2010). The acquisition of problem-solving skills in mathematics: How animations can aid understanding of structural problem features and solution procedures. *Instructional Science*, Vol. 38, Issue 5, p. 487–502.
611. Schleich, J. M., Dillenseger, J. L., Houyel, L. (2009). A New Dynamic 3D Virtual Methodology for Teaching the Mechanics of Atrial Septation as Seen in the Human Heart. *Anatomical Sciences Education*, Vol. 2, Issue 2, p. 69–77.
612. Schneider, G. E. (1969). Two visual systems. *Science*, Vol. 163, Issue 3870, p. 895–902.
613. Schneider, G. E. (1967). Contrasting visuomotor functions of tectum and cortex in the Golden Hamster. *Psychological Forschung*, Vol. 31, Issue 1, p. 52–62.
614. Schneider, T. L., Linton, B. R. (2008). Introduction to Protein Structure through Genetic Diseases. *Journal of Chemical Education*, Vol. 85, Issue 5, p. 662–665.
615. Schönborn, K. J., Anderson, T. R. (2006). The importance of visual literacy in the education of biochemists. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 34, Issue 2, p. 94–102.
616. Schunk, D. H., Pintrich, P. R., Meece, J. L. (2008). *Motivation in education*. (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
617. Schwamborn, A., Thillmann, H., Opfermann, M., Leutner, D. (2011). Cognitive load and instructionally supported learning with provided and learner-generated visualizations. *Computers in Human Behavior*, Vol. 2–7, Issue 1, p. 89–93.
618. Schwarz, C., Meyer, J., Sharma, A. (2007). Technology, Pedagogy, and Epistemology: Opportunities and Challenges of Using Computer Modeling and Simulation Tools in Elementary Science Methods. *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 18, Issue 2, p. 243–269.
619. Schwarz, C., Reiser, B., Davis, B., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Swartz, Y., Hug, B., Krajcik, J. (2009). Designing a learning progression for scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal for Research in Science Teaching*, Vol. 46, Issue 6, p. 632–654.
620. Schwenk, J., Hossain, F., Huddleston, D. (2009). A Computer-Aided Visualization Tool for Stochastic Theory Education in Water Resources Engineering. *Applying Engineering Education*, Vol. 17, p. 398–411.
621. Sedig, K., Rowhani, S., Morey, J., Liang, H. N. (2003). Application of information visualization techniques to the design of a mathematical mindtool: A usability study. *Information Visualization*, Vol. 2, p. 1142–1159.
622. Sedig, K., Summer, M. (2006). Characterising interaction with visual mathematical representation. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, Vol. 11, Issue 1, p. 1–55.
623. Seel, N. M. (2001). Epistemology, situated cognition, and mental models: Like a bridge over troubled water. *Instructional Science*, Vol. 29, p. 403–427.
624. Şekerciöğlü, A. G., Kocakulah, M. S. (2008). Grade 10 Students' Misconceptions about Impulse and Momentum. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, Vol. 5, Issue 2, p. 47–59.
625. Selwyn, N. (2012). Making Sense of Young People, Education and Digital Technology: The Role of Sociological Theory. *Oxford Review of Education*, Vol. 38, Issue 1, p. 81–96.
626. Sengul, S. A., Cansu, F. I. (2010). Pre-service Teachers' Perceptions and Preferences About Visualization. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, p. 2227–2232.
627. Seo, K. K. (2007). Utilizing peer moderating in online discussions: addressing the controversy between teacher moderation and nonmoderation. *The American Journal of Distance Education*, Vol. 21, Issue 1, p. 21–36.
628. Shaughnessy, M. F. (2005). The dynamic synergy between mentoring, nurturing and counselling the gifted. *Gifted Education International*, Vol. 19, Issue 3, p. 253–257.
629. Sheehy, K., Bucknall, S. (2008). How is technology seen in young people's visions of future education systems? *Learning, Media & Technology*, Vol. 33, Issue 2, p. 101–114.
630. Shephardson, D. E., Wee, B., Priddy, M., Harbor, J. (2007). Students' Mental Models of the Environment. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 44, Issue 2, p. 327–348.
631. Shih-Chyueh, Ch., Fu-Kwun, H., Chin-Chung, T. (2008). Students' Perceptions of Constructivist Internet Learning Environments by a Physics Virtual Laboratory: The Gap between Ideal and Reality and Gender Differences. *CyberPsychology & Behavior*, Vol. 11, Issue 2, p. 150–156.
632. Shishonok, M. V., Makarenko, E. V. (2010). Effect of lecture from on progress in studies. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 24, p. 114–119.

633. Shumate, A. M., Windsor, A. J. (2010). Exploring Evolutionary Patterns in Genetic Sequence: A Computer Exercise. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, Vol. 36, Issue 2, p. 10–14.
634. Siew Wei, T., Hussain, B. (2011). The development of a Microcomputer-Based Laboratory (MBL) system for gas pressure law experiment via open source software. *International Journal of Education & Development using Information & Communication Technology*, Vol. 7, Issue 1, p. 1–14.
635. Silen, C., Wirell, S., Kvist J., Nylander, E., Smedby, O. (2008). Advanced 3D Visualization in Student-Centred Medical Education. *Medical Teacher*, Vol. 30, p. 115–124.
636. Simmons, P. (2011). Spirit, Opportunity, and Innovation: Science Education for a Smarter Planet. *Science & Children*, Vol. 49, Issue 1, p. 8–18.
637. Singhal, A. K., Arun, P. (2009). Studying Three-Phase Supply in School. *Physics Education*, Vol. 44, Issue 4, p. 415–419.
638. Sins, P. H. M., Savelsbergh, E. R., van Joolingen, W. R. (2005). The Difficult Process of Scientific Modelling: An analysis of novices' reasoning during computer based modelling. *International Journal of Science Education*, Vol. 27, Issue 14, p. 1695–1721.
639. Sins, P. H. M., Savelsbergh, Elwin R., van Joolingen, W. R., van Hout-Wolters, B. H. A. M. (2009). The Relation between Students' Epistemological Understanding of Computer Models and their Cognitive Processing on a Modelling Task. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 9, p. 1205–1229.
640. Sirhan, G. (2007). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, Vol. 4, Issue 2, p. 2–20.
641. Symonds, J. E., Gorard, S. (2010). Death of Mixed Methods? Or the Rebirth of Research as a Craft. *Evaluation & Research in Education*, Vol. 23, Issue 2, p. 121–136.
642. Skoumios, M., Passalis, N. (2010). Chemistry Laboratory Activities: The Link between Practice and Theory. *International Journal of Learning*, Vol. 17, Issue 6, p. 101–114.
643. Slykhuis, D. A., Wiebe, E. N., Annetta, L. A. (2005). Eye-Tracking students' attention to Powerpoint photographs in a science education setting. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 14, Issue 5–6, p. 509–520.
644. Smeureanu, I., Isaila, N. (2012). New information technologies for an innovative education. *World Journal on Educational Technology*, Vol. 4, Issue 1, p. 177–189.
645. Smarkola, C. (2007). Technology acceptance predictors among student teachers and experienced classroom teachers. *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 37, Issue 1, p. 65–82.
646. Smith, G. G., Morey, J., Tjoe, E. (2007). Feature Masking in Computer Game Promotes Visual Imagery. *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 36, Issue 3, p. 351–372.
647. Sokolowski, A., Yalvac, B., Loving, C. (2011). Science modelling in pre-calculus: how to make mathematics problems contextually meaningful. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, Vol. 42, Issue 3, p. 283–297.
648. Sørensen, B., Danielsen, O., Nielsen, J. (2007). Children's informal learning in the context of schools of the knowledge society. *Education & Information Technologies*, Vol. 12, Issue 1, p. 17–27.
649. Sorensen, P., Twidle, J., Childs, A., Godwin, J. (2007). The Use of the Internet in Science Teaching: A longitudinal study of developments in use by student-teachers in England. *International Journal of Science Education*, Vol. 29, Issue 13, p. 1605–1627.
650. Spence, R. (2007). *Informatikon Visualization: Design for Interaction*. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA.
651. Stanislaw, B., Jerzy, K. (2011). The use of cylindrical lenses in easy experiments for physics education and the magic arts. *Physics Education*, Vol. 46, Issue 5, p. 591–594.
652. Stankovic, N., Besic, C., Papic, M., Aleksic, V. (2011). The evaluation of using mind maps in teaching. *TTEM-Technics Technologies Education Management*, Vol. 6, Issue 2, p. 337–343.
653. Stears, M. (2009). How social and critical constructivism can inform science curriculum design: a study from South Africa. *Educational Research*, Vol. 51, Issue 4, p. 397–410.
654. Steklova, I. (2004). Synergetics in Science and Education. *Russian Education & Society*, Vol. 46, Issue 2, p. 82–89.
655. Stevens, S. Y., Delgado, C., Krajcik, J. S. (2010). Developing a hypothetical multi-dimensional learning progression for the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 47, Issue 6, p. 687–715.
656. Stief, M., Wilensky, U. (2003). Connected Chemistry-Incorporating Interactive Simulations into the Chemistry Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 12, Issue 3, p. 285–302.
657. Stieff, M., Raje, S. (2010). Expert Algorithmic and Imagistic Problem Solving Strategies in Advanced Chemistry. *Spatial Cognition & Computation*, Vol. 10, Issue 1, p. 53–81.
658. Stoilescu, D., Egodawatte, G. (2010). Gender Differences in the Use of Computers, Programming, and Peer Interactions in Computer Science Classrooms. *Computer Science Education*, Vol. 20, Issue 4, p. 283–300.
659. Stokes-Huby, H., Vitale, D. E. (2007). Coupling Molecular Modelling to the Traditional 'IR-ID' Exercise in the Introductory Organic Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, Vol. 84, Issue 9, p. 1486–1487.
660. Straulino, S., Cartacci, A. (2009). An Absolute Electrometer for the Physics Laboratory. *Physics Education*, Vol. 44, Issue 3, p. 301–305.
661. Stroud, M. J., Schwartz, N. H. (2010). Summoning Prior Knowledge Through Metaphorical Graphics: An Example in Chemistry Instruction. *Journal of Educational Research*, Vol. 103, Issue 5, p.351–366.
662. Subramaniam, K., Padalkar, S. (2009). Visualization and Reasoning in Explaining the Phases of the Moon. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 3, p. 395–417.
663. Suxia, L., Haizhen, W., Jian, Z., Ling, O., Yuanxing, Z. (2010). A Biochemistry and Molecular Biology Experiment and Evaluation System for Biotechnology Specialty Students. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 38, Issue 4, p. 271–275.
664. Suxia, L., Xuan, Z. (2008). Designing a Structured and Interactive Learning Environment Based on GIS for Secondary Geography Education. *Journal of Geography*, Vol. 107, Issue 1, p. 12–19.
665. Switzer, J. S. (2004). Teaching Computer – Mediated Visual Communication to a Large Section: A Constructivist Approach. *Innovative Higher Education*, Vol. 29, Issue 2, p. 90–91.
666. Szerlag, A. (2007). Globalization and the Protection of Locality Opportunities for Intercultural Education in the Multicultural Society. *Santalka*, Vol. 15, Issue 4, p. 94–107.

667. Šukaitė, R. (2002). Techninių vaizdinių invazija. *Logos*, Nr. 30, p. 51–58.
668. Taasobshirazi, G., Carr, M. (2008). Gender Differences in Science: An Expertise Perspective. *Educational Psychology Review*, Vol. 20, Issue 2, p. 149–169.
669. Taber, K. S. (2003). Mediating Mental Models of Metals: Acknowledging the Priority of the Learner's Prior Learning. *Science Education*, Vol. 87, Issue 5, p. 732–758.
670. Taylor, I., Barker, M., Jones, A. (2003). Promoting mental model building in astronomy Education. *International Journal of Science Education*, Vol. 25, Issue 10, p. 1205–1225.
671. Takači, D., Takači, A., Budinski, N. (2010). On Visualisation Problems by Using the GeoGebra and Scientific WorkPlace packages. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, Vol. 17, Issue 4, p. 191–196.
672. Tang, M., Neber, H. (2008). Motivation and Self-Regulated Science Learning in High-Achieving Students: Differences Related to Nation, Gender, and Grade-Level. *High Ability Studies*, Vol. 19, Issue 2, p. 103–116.
673. Tashakkori, A., Creswell, J. W. (2008). Envisioning the future stewards of the socialbehavioural research enterprise. *Journal of Mixed Methods Research*, Vol. 2, Issue 4, p. 291–295.
674. Tasker R., Dalton R. (2008). Visualizing the Molecular World – Design, Evaluation, and Use if Animation. *Model and Modelling in Science Education. Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Ed. J. K. Gilbert, M. Reiner, Nakleh. Springer. P. 103-132.
675. Teddlie, C., Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
676. Teodoro, V. D., Neves, R. G. (2011). Mathematical modelling in science and mathematics education. *Computer Physics Communications*, Vol. 182, Issue 1, p. 8–10.
677. Theiss, D., Philbrick, A., Jarman, G. (2009). Reading Maturity Survey in Teacher Education Program Evaluation. *SRATE Journal*, Vol. 18, Issue 1, p. 59-63.
678. Tingoy, O., Gulluoglu, S. S. (2011). Informatics Education in Different Disciplines at University Level: Case Study--A Survey of Students' Attitude toward Informatics Technologies. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, Vol. 10, Issue 4, p. 221-229.
679. Tytler, R., Peterson, S., Prain, V. (2006). Picturing evaporation: learning science literacy through a particle representation. *Teaching Science. The Journal of the Australian Science Teachers Association*, Vol. 52, p. 12–17.
680. Tytler, R., Prain, V., Peterson, S. (2007). Representational issues in students learning about evaporation. *Research in Science Education*, Vol. 37, p. 313–331.
681. Tobochnik, J. (2003). Writing articles on using computers in physics education. *American Journal of Physics*, Vol. 71, Issue 9, p. 841–841.
682. Tonkes, E. J., Loch, B. I., Stace, A. W. (2005). An innovative learning models for computation in first year mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, Vol. 36, Issue 7, p. 751–759.
683. Trevarthen C.B. (1968). Two mechanisms of Vision in Primates. *Psychologische Forschung*, Vol. 31, Issue 4, p. 299–337.
684. Triandis, H. C. (1994). *Culture and Social Behavior*. New York: McGraw–Hill.
685. Trouche, L., Drijvers, P. (2010). Handheld technology for mathematics education: flashback into the future. *ZDM*, Vol. 42, Issue 7, p. 667–681.
686. Tsai, W. T., Li, W., Elston, J. (2011). Collaborative Learning Using Wiki Web Sites for Computer Science Undergraduate Education: A Case Study. *IEEE Transactions on Education*, Vol. 54, Issue 1 p. 114–124.
687. Tsaparlis, G., Kolioulis, D., Pappa, E. (2010). Lower-Secondary Introductory Chemistry Course: A Novel Approach Based on Science-Education Theories, with Emphasis on the Macroscopic Approach, and the Delayed Meaningful Teaching of the Concepts of Molecule and Atom. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol. 11, Issue 2, p. 107–117.
688. Tsitsipis, G., Stamovalis, D., Papageorgiou, G. (2011). A probabilistic model for students' errors and misconceptions on the structure of matter in relation to three cognitive variables. *International Journal of Science and Mathematics Education*. Vol. 10, Issue 4. p. 777–802.
689. Tugui, A. (2011). Calm Technologies: A New Trend for Educational Technologies. *World Future Review*, Vol. 3, Issue 1, p. 64–72.
690. Turner, R. C., Lindsay, H. A. (2003). Gender differences in cognitive and noncognitive factors related to achievement in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, Vol. 80, Issue 5, p. 563.
691. Ubuž, B. (2007). Interpreting a graph and constructing its derivative graph: stability and change in students' conceptions. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, Vol. 38, Issue 5, p. 609–637.
692. Ünal, S., Çalık, M., Ayas, A., Coll, R. K., (2006). A Review of Chemical Bonding Studies: Needs, Aims, Methods of Exploring Students' Conceptions, General Knowledge Claims, and Students' Alternative Conceptions. *Research in Science & Technological Education*, Vol. 24, Issue 2, p. 141–172.
693. Ungerleider, L. G., Mishkin, M. (1982). To cortical visual Systems. In *Analysis of Visual Behavior*. Ed. G. J. Ingle, M. A. Goodale, R. J. W. Mansfield. Cambridge, MA: MIT Press.
694. Urban-Woldron, H. (2009). Interactive Simulations for the Effective Learning of Physics. *Journal of Computers in Mathematics & Science Teaching*, Vol. 28, Issue 2, p. 163–176.
695. Urhahne, D., Nick, S., Schanze, S. (2009). The Effect of Three-Dimensional Simulations on the Understanding of Chemical Structures and Their Properties. *Research in Science Education*, Vol. 39, Issue 4, p. 495–513.
696. Uttal, D. H., O'Doherty K. (2008). Comprehending and Learning from “Visualization”: A Developmental Perspective *Model and Modelling in Science Education. Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Ed. J. K. Gilbert, M. Reiner, Nakleh. Springer. P. 53-72.
697. Uziak, J. (2009). Acceptance of Blackboard Technology by Mechanical Engineering Students at the University of Botswana. *International Journal of Engineering Education*, Vol. 25, Issue 1, p. 131–137.
698. Vaarik, A., Taagepera, M., Tamm, L. (2008). Following the logic of student thinking patterns about atomic orbital structures. *Journal of Baltic Science Education*, Vol. 7, Issue 1, p. 27–36.
699. Vaitkevičius, R., Saudargienė, A. (2006). *Statistika su SPSS psichologiniuose tyrimuose*. Kaunas: VDU.
700. Vamvakeros, X., Pavlatou, E. A., Spyrellis, N. (2010). Survey Exploring Views of Scientists on Current Trends in Chemistry Education. *Science & Education*, Vol. 19, Issue 2, p. 119–145.

701. Van Der Veen, I., Peetsma, T. (2009). The development of self-regulated learning behavior of first-year students in the lowest level of secondary school in the Netherlands. *Learning and Individual Differences*, Vol. 19, p. 34–46.
702. Van Garderen, D. (2008). Middle School Special Education Teachers' Instructional Practices for Solving Mathematical Word Problems: An Exploratory Study. *Teacher Education & Special Education*, Vol. 31, Issue 2, p. 132–144.
703. Van Mill, M. H. W., Boerwinkel, D. J., Buizer-Voskamp, J. E., Speksnijder, A., Waarlo, A. J. (2010). Genomics Education in Practice: Evaluation of a Mobile Lab Design. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 38, Issue 4, p. 224–229.
704. Varma, R. (2010). Why so Few Women Enroll in Computing? Gender and Ethnic Differences in Students' Perception. *Computer Science Education*, Vol. 20, Issue 4, p. 301–316.
705. Varma, K., Husic, F., Linn, M. (2008). Target support for Using Technology – Enhanced Science Inquiry Modules. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 17, Nr. 4, p. 341–356.
706. Vassileva, R. I. (2010). Possibilities for Activating Teaching of the Course “Methods and Technique of the School Physics Experiment”. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1203, Issue 1, p. 1414–1417.
707. Vedder-Weiss, D., Fortus, D. (2011). Adolescents' Declining Motivation to Learn Science: Inevitable or Not? *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 48, Issue 2, p. 199–216.
708. Vekker, L. M. (1976). *Mental Processes: Thinking and the Intellect*, Vol. 2, Leningrad University Press.
709. Velazquez-Marcano, A., Williamson, V. M., Ashjenazi, G., Taker, R., Williamson, K. C. (2004). The Use of Video Demonstrations and Particulate Animation in General Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 13, Issue 3, p. 315–323.
710. Velentzas, A., Halkia, K. (2011). The ‘Heisenberg’s Microscope’ as an Example of Using Thought Experiments in Teaching Physics Theories to Students of the Upper Secondary School. *Research in Science Education*, Vol. 41, Issue 4, p. 525–539.
711. Vilkonienė, M. (2009) Informacinių ir komunikacinių technologijų diegimo ir taikymo švietime įtaka pedagoginės sistemos kaitai: diskurso analizė. *Pedagogika*, Tomas 95, p. 126.
712. Vogel-Walcutt, J. J., Gebirim, J. B., Bowers, C., Carper, T. M., Nicholson, D. (2011). Cognitive load theory vs. constructivist approaches: which best leads to efficient, deep learning? *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 27 Issue 2, p. 133–145.
713. Vogrinc, J., Zuljan, M. V. (2009). Action research in schools: An important factor in teachers' professional development. *Educational Studies*, Vol. 35, p. 53–63.
714. Vogt, P., Kuhn, J., Muller, S. (2011). Experiments Using Cell Phones in Physics Classroom Education: The Computer-Aided “g” Determination. *Physics Teacher*, Vol. 49, Issue 6, p. 383–384.
715. Volná, M., Látal, F., Kainzová, V., Říha, J. (2011). Modern tools for popularizations and motivation students in physics teaching. *Problems of Education in 21st Century*, Vol. 31, p. 112–118.
716. Vosniadou, S. (1994). Universal and culture-specific properties of children's mental models of the earth. In *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*. Eds. S. A. Gelman, L. A. Hirshfeld. Cambridge: Cambridge University Press.
717. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Edited by Cole, M., John-Steiner, V., Scribner, S., Souberman, E. Cambridge, MA: Harvard University Press.
718. Waldrip, B., Prain, V., Carolan, J. (2010). Using Multi-Modal Representations to Improve Learning in Junior Secondary Science. *Research in Science Education*, Vol. 40, Issue 1, p. 65–80.
719. Waldrip, B., Prain, V., Carolan, J. (2006). Learning junior secondary science through multi-modal representations. *Electronic Journal of Science Education*, Vol. 11, Issue 1, p. 87–107.
720. Walker, J. (2009). Time as the Fourth Dimension in the Globalization of Higher Education. *Journal of Higher Education*, Vol. 80, Issue 5, p. 483–509.
721. Wangenge-Ouma, G. (2008). Globalisation and higher education funding policy shifts in Kenya. *Journal of Higher Education Policy & Management*, Vol. 30, Issue 3, p. 215–229.
722. Warren, A. R. (2008). Network Analysis of Social Interactions in Laboratories. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1064, Issue 1, p. 219–222.
723. Watson, J. (2001). Social Constructivism in the classroom. *Support for Learning*, Vol. 16, Issue 3, p. 140–147.
724. Weiss-Magasic, C. (2012). Writing and science literacy. *Science teacher*, Vol. 79, Issue 1, p. 41–43.
725. Wertsch, J. V. (1992). L. V. Vygotsky and Contemporary Developmental Psychology. *Developmental Psychology*, Vol. 28, p. 548–557.
726. Wheelon, J. (2010). Mapping Mixed Methods Research: Methods, Measures, and Meaning. *Journal of Mixed Methods Research*, Vol. 4, Issue 2, p. 87–102.
727. Wheeler, M. D. (2011). Physics Experiments with Nintendo Wii Controllers. *Physics Education*, Vol. 46, Issue 1, p. 57–63.
728. Welton, J. (2007). The Art of Visualization: Understanding Metaphors. *International Journal of Disability, Development and Education*, Vol. 54, Issue 2, p. 257–262.
729. Wieman, C. E., Perkins, K. K., Adams, W. K. (2008). Oersted medal lecture 2007: interactive simulations for teaching physics: what works what doesn't and why. *American Journal of Physics*, Vol. 76, Issue 4–5, p. 393–399.
730. Wijntjes, M. W. A., Volcic, R., Pont, S. C., Koenderink, J. J., Kappers, A. M. L. (2009). Haptic perception disambiguates visual perception of 3D shape. *Experimental Brain Research*, Vol. 193, Issue 4, p. 639–644.
731. Wilhelm, J. (2009). Gender Differences in Lunar-Related Scientific and Mathematical Understandings. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, Issue 15, p. 2105–2122.
732. Wild, G., Swan, G. (2011). The Development of Acoustic Experiments for Off-Campus Teaching and Learning. *Physics Education*, Vol. 46, Issue 3, p. 281–289.
733. Wilder, A., Brinkerhoff, J. (2007). Supporting representational competence in higher school biology with computer-based biomolecular visualization. *Journal of Computers in Mathematics & Science Teaching*, Vol. 26, Issue 1, p. 5–26.
734. Wilinski, S. A., De Freitas, A., López de Ramos, A. L. (2011). Visualization of liquid bridge rupture due to flow induced by corner effects. *Chemical Engineering Science*, Vol. 66, Issue 15, p. 3551–3556.
735. Williamson, V. M., José, T. J. (2008). The effects of two-year molecular visualization experience on teachers' attitudes, content knowledge and spatial ability. *Journal of Chemical Education*, Vol. 85, Issue 5, p. 718–723.
736. Wiwatanapathee, B., Sada, Yong Hong Wu. (2010). An Integrated Powerpoint-Maple based Teaching-Learning Model for Multivariate Integral Calculus. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, Vol. 5, Issue 1, p. 5–31.

737. White, B., Kahrman, A., Luberic, L., Idleh, F. (2010). Evaluation of Software for Introducing Protein Structure: visualization and simulation. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, Vol. 38, Issue 5, p. 284–289.
738. Wormell, P. (2009). Education in laboratory quality management for chemistry graduates. *Chemistry in Australia*, Vol. 76, Issue 1, p. 15–17.
739. Wink J., Putney L.G. (2002). *A Vision of Vygotsky*. Boston: Allyn and Bacon.
740. Wright, D. R. (2003). World Maps in Geographical Education: A Traditional yet Radical Agenda. *International Research in Geographical and Environmental Education*, Vol. 12, Issue 1, p. 14.
741. Wu, W., Chang, H., Guo, C. (2008). An empirical assessment of science teachers' intentions toward technology integration. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, vol. 27, Issue 4, p. 499-520. Retrieved from <http://www.editlib.org/p/25231>
742. Wu, Hsin-K., Shah, P. (2004). Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning. *Science Education*, Vol. 88, Issue 3, p. 465–492.
743. Wu, Hsin-K., Krajcik, J. S., Soloway, E. (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 38, Issue 7, p. 821–42.
744. Xiaobao L., Yeping L. (2008). Research on Students' Misconceptions to Improve Teaching and Learning in School Mathematics and Science. *School Science & Mathematics*, Vol. 108, Issue 1, p. 4–7.
745. Xie, K., Ke, F. (2010). The role of students' motivation in peer-moderated asynchronous online discussions. *British Journal of Educational Technology*; Vol. 42, Issue 6, p. 916–930.
746. Vaccaro, I. (2008). Cornella through the Looking Glass: Stories, Knowledge, Society, Ecology and Change. *Journal for Cultural Research*, Vol. 12, Issue 2, p. 151–165.
747. Yang, Yu-Feng, Yeh, Hui-Chin, Wong, Wing-Kwong (2010). The Influence of Social Interaction on Meaning Construction in a Virtual Community. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 41, Issue 2, p. 287–306.
748. Yang, E., Andre, T., Greenboe, T. J. (2003). Spatial Ability and the Impact of Visualization / Animation on Learning Electrochemistry. *International Journal of Science Education*, Vol. 25, Issue 3, p. 329–49.
749. Young, M. (2009). Education, globalization and the 'voice of knowledge'. *Journal of Education & Work*, Vol. 22, Issue 3, p. 193–204.
750. Zacks, J. M., Tversky, B. (2005). Multiple Systems for Spatial Imagery: Transformations of Objects and Bodies. *Spatial Cognition and Computation*, Vol. 5, Issue 4, p. 271–306.
751. Zaidi, Q., Fuzz Griffiths, A. (2002). When is enough? The Integration of Competing Scientific Agendas. *Behavioral and Brain Science*, Vol. 25, Issue 2, p. 215–225.
752. Zarrinpar A., Deldin P., Kosslyn S. M. (2006). Effects of depression on sensory / motor vs. central processing in visual mental imagery. *Cognition and Emotion*, Vol. 20, Issue 6, p.737–758.
753. Zeyer, A., Wolf, S. (2010). Is there a relationship between brain type, sex and motivation to learn science? *International Journal of Science Education*, Vol. 32, Issue 16, p. 2217–2233.
754. Zhu, C., Valcke, M., Schellens, T. (2009). Cultural Differences in the Perception of a Social-Constructivist E-Learning Environment. *British Journal of Educational Technology*; Vol. 40, Issue 1, p. 164–168.
755. Zuidhoek, S., Kappers, A. M. L., Postma, A. (2007). Haptic orientation perception: Sex differences and lateralization of functions. *Neuropsychologia*, Vol. 45, Issue 2, p. 332–341.
756. Žukauskaitė, A. (2006). *Post modernizmas*. Kaunas: Kitos knygos: meno parkas.

Renata Bilbokaitė

**VIZUALIZACIJOS TAIKymo
GAMTAMOKSLINIAME UGDYME
PSICHOEDUKACINIAI VEIKSNIAI**

Daktaro disertacija

Socialiniai mokslai, edukologija (07 S)

SL 843. 2012-09-25. 20,6 aut. apsk. l. Tiražas 11. Užsakymas 81.
Išleido VšĮ Šiaulių universiteto leidykla, P. Višinskio g. 25, LT-76351 Šiauliai.
El. p. leidykla@cr.su.lt, tel. (8 ~ 41) 59 57 90, faks. (8 ~ 41) 52 09 80.
Spausdino UAB „Šiaulių knygrišykla“, P. Lukšio g. 9A, LT-76207 Šiauliai.