



**LIETUVOS EDUKOLOGIJOS UNIVERSITETAS
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS**

AKTYVAUS MOKYMO METODAI MOKANT GAMTOS MOKSLŲ IR MATEMATIKOS

Metodinė priemonė

edukologija
Vilnius 2012

UDK 371.3:5(075.8)

Ak65

Metodinės priemonės sudarytojai:

Prof. habil. dr. Manefa Miškinienė, Lietuvos edukologijos universitetas

Doc. dr. Dalius Dapkus, Lietuvos edukologijos universitetas

Metodinė priemonė apsvaistyta Lietuvos edukologijos universiteto Gamtos mokslų fakulteto Biologijos studijų programos komiteto posėdyje 2012 m. kovo 30 d. (protokolo Nr. 3), Gamtos mokslų fakulteto tarybos posėdyje 2012 m. balandžio 2 d. (protokolo Nr.4) ir rekomenduota spausdinti.

Metodinę priemonę parengė:

K. Grinkevičius

M. Miškinienė

A. Kurienė

N. Cibulskaitė

Recenzavo:

Prof. dr. Remigijus Noreika (LEU)

Margarita Purlienė (UPC)

Metodinė priemonė parengta vykdant 7 BP projektą „Gamtos mokslų mokytojų mokymas pažangiais metodais“ (S-TEAM) Nr. SIS-CT-2009-234870.

TURINYS

PRATARMĖ.	5
Kęstutis Grinkevičius MOKYMOSI METODAS, KAIP BENDRŪJŲ KOMPETENCIJŲ UGDYMO VEIKSNYS.	6
Manefa Miškinienė MOKYMOSI BENDRADARBIUJANT METODAS IR JO TAIKYMO GALIMYBĖS	22
Almeda Kurienė EKSPERIMENTINĖS UŽDUOTYS IR JŲ PANAUDOJIMAS MOKANT CHEMIJOS	34
Nijolė Cibulskaitė MATEMATIKOS INTEGRACINIAI RYŠIAI SU GAMTOS MOKSLAIS	51
LITERATŪRA.	65

PRATARMĖ

Mokymo metodų ir mokymosi veiklos pasirinkimas bei jų taikymas priklauso nuo daugelio dalykų: pamokos tikslo, uždavinių, mokymosi aplinkos, ugdymo proceso dalyvių norų, ryžto ir galių. Skirtingi mokiniai tų pačių dalykų išmoksta įvairiais būdais ir nevienodu tempu, todėl ne visiems mokiniams yra vienodai veiksmingi tie patys mokymo metodai. Turime ieškoti tokių metodų, kuriais galėtumėte prisiderinti prie kiekvieno mokinio skirtybių ir poreikių. Geriausiai išmokstama, kai mokomasi įvairiais būdais. Kuo įvairiau bus paaiškinta ta pati medžiaga, tuo aktyviau mokiniai įsitrauks į mokymosi procesą, tuo geriau ją supras ir įsimins, tuo jiems bus įdomiau. Todėl mokytojas privalo siekti, kad jo pamokos būtų įdomios, kad per pamokas, būtų ugdomi ir dalykiniai, ir bendrieji gebėjimai, kad atitinkamai parinkti mokymo metodai padėtų mokiniams kuo greičiau ir kuo efektyviau įsiminti mokomąją medžiagą, keltų mokymosi motyvaciją, ugdytų kūrybingą asmenybę. Gera pamoka yra ta, kurioje labiau jaučiama mokinio, o ne mokytojo veikla.

Mokymosi procesą sąlygoja tai, ką konkrečiai mokinys veikia įgydamas naujų žinių ir gebėjimų, todėl mokymosi pagrindais yra laikomi mokinio veiklos būdai, apibrėžiami kaip *mokymosi metodai*. Dabartinei mokinių kartai ugdyti reikia metodų, kurie būtų orientuoti į problemų sprendimą, šiuolaikinės technologijas, skatintų mokinių savarankiškumą ir kūrybingumą, sudarytų sąlygas besimokančiajam išmolti mąstyti ir mokytis, atlieptų visuomenės gyvenimo laikmetį ir informacijos kaitą.

Autoriai

MOKYMO SI METODAS, KAIP BENDRŪJŲ KOMPETENCIJŲ UGDYMO VEIKSNYS

Bendrojo ugdymo programose pabrėžiama, kad šalia **dalykinių** kompetencijų, mokiniai privalo įgyti ir **bendrųjų** kompetencijų, tokių kaip *pažinimo, komunikavimo, kultūrinių*.

Viena iš esminių bendrųjų kompetencijų – *mokėjimas mokytis*. Ši kompetencija apibrėžiama poreikiu mokytis ir atsakomybe už savo mokymąsi, gebėjimu planuoti, apmąstyti mokymosi procesą ir rezultatus, išsikelti pagrįstus tolesnius uždavinius, žinoti tinkamiausius mokymosi būdus, tobulintinas sritis ir gebėjimus.

Klasėje mokymosi procesui vadovauja mokytojas – taiko įvairius metodus, pataria, motyvuoja, skatina. Dažnai mokiniai patys randa būdų, kaip dirbti su tekstu, žymėtis ir nagrinėti informaciją, atlikti užduotis, rengti pranešimus, kaip lengviau įsiminti sąvokas, paskirstyti laiką ir pan. Bet tai ypač svarbu tada, kai mokinyš atlieka namų darbus, savarankiškai rengiasi žinių patikrai ir kt. Įvairių mokymosi strategijų pasirinkimo, refleksijos, laiko planavimo įgūdžiai aktualūs ir tolesniame gyvenime – studijuojant, dirbant.

Vienas iš būdų, kaip padėti mokiniams ugdytis įgūdžius, kurie būtų sėkmingo mokymosi mokykloje ir tolesnės karjeros pagrindas, – veiksmingi mokymosi metodai, padedantys mokiniams formotis ir gamtamokslines, ir bendrąsias kompetencijas.

Toliau pateikiame mokėjimo mokytis, pažinimo, komunikavimo kompetencijas ugdyti padedančių metodų organizavimo, veiklos ir didaktinius ypatumus.

Asociacija – susiejimo metodas

Objektą siejant (asocijuojant) su gyvenimiškais reiškiniais, požymiais kilęs išpūdis, emocija padeda lengviau įsiminti informaciją ir ilgam išlikti vaizdinėje atmintyje. Vaizdinė atmintis – tai psichologinis reiškinys, gebėjimas matyti objektą, jau išnykusį iš regėjimo lauko. Žmonės, kurių vaizdinė atmintis išlavinta, geba ne tik matyti, bet ir jausti, užuosti, girdėti.

Šio metodo taikymas mokyme yra vienas iš būdų ugdant mokymosi mokytis kompetenciją. Metodas skatina mokinius vadovėlio ar kitą tekstą skaityti ne formaliai, bet, pasitelkus vaizduotę, mintyse kurti tam tikras asociacijas, susijusias su pateikiama mokymosi medžiaga. Mokytojas gali paprašyti užsirašyti, nuspiešti mokiniui kilusią asociaciją. Jis taip pat galėtų pateikti pavyzdžių, demonstracijų, kad ugdytiniais kiltų tam tikrų su tema susijusių asociacijų. Pavyzdžiui, kad žemesnių klasių mokiniams būtų lengviau įsimenamos ląstelių organelių ir struktūrų funkcijos, geriausia, kad mokytojas skatintų šias funkcijas asocijuoti su jiems gerai pažįstamais objektais, tarkime, paprašytų baigti pildyti lentelės skiltį – *asociacija* (parodyta pavyzdyje) arba, suskirstęs į grupes, paprašytų didesniame popieriaus lape pavaizduoti (nupiešti, parengti koliažą) įsivaizduojamą *ląstelės valstybę* ir pan. Kai vėliau mokiniai išgirs/perskaitys su nagrinėta tema susijusį klausimą, jų vaizduotėje iškilęs vaizdas ar prisiminimas su kuo šis klausimas asocijuojasi.

Kaip šį metodą taikyti, kuomet reikia įsiminti tam tikrus objektus iš eilės? Pavyzdžiui, jums reikia iš eilės įsiminti kvėpavimo organus: nosį, ryklę, gerklą, trachėją, bronchus, plaučius. Įsivaizduokite: didelė nosis pumpuoja orą į baką – ryklę. Iš čia jis srūva mažyčiu sidabrinu vamzdeliu – gerklomis. Šios susijungia su ilgu švytinčiu vamzdeliu – gerkle, nuo gerklės at-

sišakoja du vamzdžiai – bronchai, ir viskas pasibaigia dviejose kempinėse – plaučiuose. Neskubėkite ir susikurtą vaizdinį (nors jis ir neatrodo realus, o labiau juokingas) stenkitės „matyti“ kuo ilgesnį laiką. Prireikus pakaks prisiminti tik pirmąjį objektą, o visa likusi grandinė išsirutulios be didesnių pastangų.

Asociacijų metodas yra itin veiksmingas todėl, kad (dėl specifinės atminties savybės) esame linkę kur kas geriau įsiminti vaizdinę, o ne kurio nors kito pobūdžio informaciją.

Užduoties pavyzdys. Išanalizuokite lentelėje pateiktas ląstelių struktūrų ir organelių funkcijas ir aptarkite, su kokiais „objektais“ jos jums asocijuojasi. Kilusias asociacijas įrašykite į tam skirtą lentelės skiltį (žr. 1 lent.).

1 lentelė

Augalo ir gyvūno ląstelių sandaros ir funkcijų palyginimas

Ląstelių struktūros ir organelės		Funkcijos	Asociacijų pavyzdžiai
Augalo	Gyvūno		
Sienelė	Plazminė membrana	Apsaugo, riboja nuo kitų ląstelių, yra atrankiai pralaidi struktūra	<i>Muitinė</i>
Branduolys		Saugo informaciją, valdo ląstelę	<i>Mokytojas, prezidentas</i>
Chloroplastai		Vykdo fotosintezę, gamina angliavandenius	<i>Cukraus fabrikas</i>
Mitochondrijos		Teikia ląstelei energijos	<i>Elektros jėgainė</i>

Tyrimas – pažinimo kompetencijos ugdymo metodas

Gamtamokslinis ugdymas – tai pažinimo procesas, kurio negali būti be tyrimų. Gamtos mokslų sričių yra daug, tačiau jas visas sieja mokslinis tyrimo metodas bei pobūdis. Nors

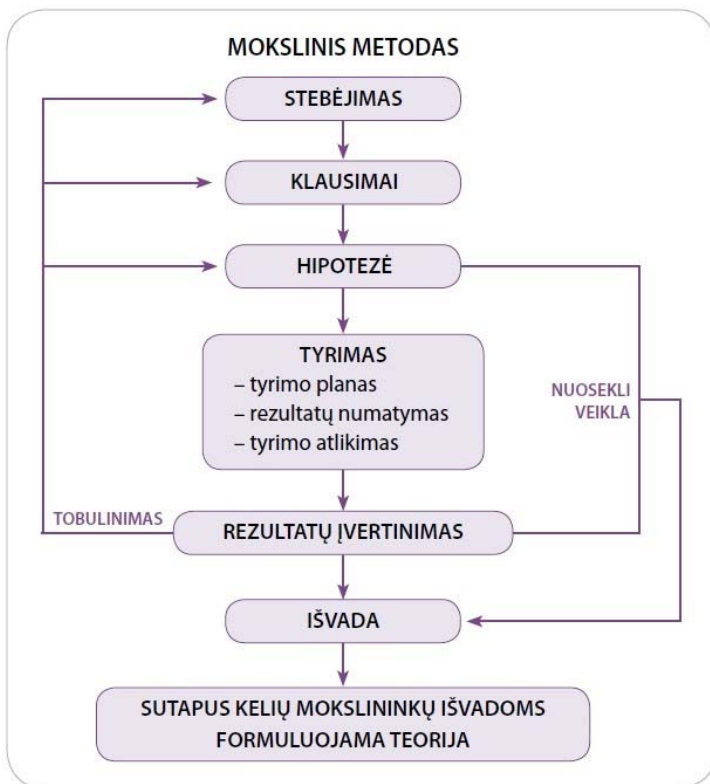
mokykloje dažniausiai atliekami paprasčiausi tyrimai (stebėjimai, bandymai, eksperimentai) ir naujų teorijų neatrandama, ši mokslo veiksmų seka ir tvarka leidžia mokiniamis nueiti kelią, kuriuo eina mokslo tyrėjai: kelia klausimus (formuluoja hipotezes), naudojasi įvairiomis tyrimo priemonėmis, pakartoja tyrimą bei dar kartą patikrina jo rezultatus. Tyrinėjimu grindžiamas ugdymas moko formuluoti problemas, ieškoti ir rasti sprendimo būdus, analizuoti duomenis, suprasti veiklos rezultatus bei būti už juos atsakingus.

Stebėjimai, bandymai, eksperimentai ne tik teikia žinių apie gamtą ir padeda mokiniui atskleisti save, bet ir formuoja jo mokslinę mąstyseną bei mokslinio darbo įgūdžius. Šių įgūdžių prireiks ne kiekvienam mokiniui, o mokslinės mąstysenos – logiškos minčių raiškos, gebėjimo paaiškinti, argumentuoti ir įrodyti, taip pat kūrybinio mąstymo – reikia visiems.

Gamtamoksliniams tyrimams tinkamas temas kiekviename iš mokymosi koncentrų numato Bendroji ugdymo programa. Papildomas temas pagal mokinių amžiaus ypatumus gali parinkti pats mokytojas.

Idealiausia, kai tirdami mokiniai nueina tą kelią, kurį nukeliavo mokslininkas. Todėl reikėtų juos skatinti bandymus, eksperimentus atlikti pagal visus mokslinio tyrimo etapus (*tikslas, hipotezė, priemonės, darbo eiga, rezultatai, jų aptarimas ir išvada*). Toks mokymas ir būtų pats tikriausias.

Atlikus tyrimus gauti rezultatai gali būti apibendrinami mokinių konferencijų pranešimuose, aptariamais straipsniuose, pateikiami sienlaikraščiuose, stenduose ar kitais būdais pristatomi bendruomenei. Ypač daug naudos gauna tie, kurie savo žinias ir patirtį geba perduoti draugams. Ką mokinys geba pateikti kitiems, tą yra puikiai įvaldęs pats (žr. 1 pav.).



1 pav. Mokslinio tyrimo eigą iliustruojanti schema (Biologija IX klasei. Kaunas: Šviesa, 2011)

Gamtamokslinis pranešimas

Viena iš Bendrosiose ugdymo programose minimų ugdytinų kompetencijų – *pažinimo kompetencija*. Ši kompetencija apibrėžiama gebėjimu rasti reikiamą informaciją ir ją analizuoti, apibendrinti ir daryti pagrįstas išvadas ir pan. Dirbant savarankiškai: analizuojant papildomus literatūros šaltinius, naudojantis interneto puslapiais, galima surinkti daug įdomios

ir svarbios informacijos. Bet ne mažiau svarbu mokėti ją pristatyti taip, kad klausytojams būtų suprantama, įdomu, aišku ir, žinoma, estetiškai.

Ugdant šią kompetenciją, viena iš savarankiškų veiklų, siūlomų mokantis gamtos mokslų, – parengti gamtamokslinį pranešimą pagal jam būdingą struktūrą: tikslą, uždavinius, tyrimo metodus, rezultatus ir išvadas, jų pritaikymo galimybes ir kitus pranešimo rašymo ypatumus. Tam reikia atlikti įvairių darbų mokykloje, gamtoje, o kartais net apsilankyti reikiamose įstaigose. Taip pat ieškoti gamtamokslinės informacijos bibliotekose ar internete. Todėl darbas bus ir kūrybinis, ir praktinis, nes teks ne tik surasti reikiamą informaciją, bet ir atlikti tyrimą. Tyrimo rezultatus pritaikyti savo praktiniame gyvenime. Ypač svarbu, kad pasirinktos ar paskirtos temos būtų šiuolaikinės, aktualios, patrauklios bei susijusios su mokomąja medžiaga. Rengdami pranešimus, mokiniai skatinami naudotis įvairiais informacijos šaltiniais, kaupti, apibendrinti, lyginti savo ir kitų surinktą informaciją, pristatyti ją tinkamomis priemonėmis.

Toliau pateikiame gamtamokslinio pranešimo struktūrą.

Problema, situacijos apibūdinimas. Svarbu surinkti pradinę medžiagą apie iškeltą problemą ar situaciją.

Tikslas turi apimti visą darbą, todėl jį reikia suformuluoti aiškiai ir konkrečiai.

Uždaviniai – tai konkretūs žingsniai, skirti tikslui įgyvendinti, pavyzdžiui: parengti viena, kita, trečia, atlikti tokią ir tokią apklausą ir pan.

Tyrimo metodai ir pranešimo rašymas

- **Tyrimo metodai** priklauso nuo pranešimo temos ir išsikelto tikslo. Vienas iš jų – *literatūros analizė*. Tam teks

surinkti reikiamą informaciją iš įvairių šaltinių, ją susisteminti ir analizuoti. Lankytis bibliotekose, naudotis ir interneto naršyklėmis, pvz., *Google*, *Search.lt*. Naudotis interneto informacija patogu dėl daugelio priežasčių: ji greitai randama, yra pati naujausia, jos gausu. Tačiau svarbu nepamiršti, kad interneto puslapiuose sudėta ir daug nepatikrintos, nerecenzuotos, netgi klaidingos informacijos, neaiškūs jos autoriai ir pan. Tuo tarpu knygoje (enciklopedijose, anatomijos atlasuose, žinyuose) rasite patikrintą informaciją, nors ne visada pačią naujausią. Be to, informaciją reikia vertinti kritiškai, tinkamai atrinkti. Rengiant literatūros apžvalgą, atskiras teksto dalis leidžiama pažodžiui perrašyti iš knygų ar kitų šaltinių. Tai vadinama citavimu. Citatas reikia išskirti kabutėmis, o po jų, kaip rodo pavyzdys, skliaustuose nurodyti autoriaus ar bendraautoriaus pavardes ir leidinio metus, pvz., (Ardley, 2001).

- **Teorinė pranešimo dalis** turi būti pateikta aiškiai, glaustai ir būtinai susijusi su nagrinėjama tema. Skiriamos šios struktūrinės jos dalys: *įvadas* – apibrėžiama problematika, apibūdinama situacija; *medžiagos dėstymas* – svarbiausia informacija ir *išvados* bei *rekomendacijos*.
- Kitas metodas – atlikti tyrimą. Kai kuriems gamtamoksliniams pranešimams parengti prireiks *imti interviu iš numatytų pašnekovų*, *atlikti anketinę apklausą*. Todėl šiems etapams labai svarbu susidaryti tikslų ir aiškų klausimyną.
- Tyrimų, apklausos, anketų duomenys įterpiami šalia teorinės medžiagos. Nurodomas pasirinktas būdas, respondentų skaičius ir kiti su tyrimu susiję dalykai.
- **Rezultatai ir išvados, jų pritaikymo galimybės.** Baigiant pranešimą svarbu aiškiai pateikti tyrimo rezultatus:

pasirinkti iliustratyviausią formą (lentelė, schema ar pan.), iliustravimo būdus – braižyti grafiką, diagramą ir pan. Išvados formuluojamos remiantis tiek teorinės medžiagos analize, tiek tyrimo rezultatais. Jos turi būti aiškios, trumpos. Šalia būtina paminėti ir išvadų taikymo rekomendacijas.

- **Naudota literatūra.** Pranešimo paskutiniame puslapyje būtina nurodyti naudotus informacijos šaltinius pagal šią tvarką: *autorius pavardė ir vardo pirmoji raidė, leidinio pavadinimas, leidybos vieta ir leidykla bei leidimo metai*. Pvz., Ardley N. *Mokslas. Mokyklinė enciklopedija*. Vilnius: Alma littera, 2001.

Bendradarbiavimo metodai – darbas poromis ar grupelėmis

Kolektyvinis darbas – tai galimybė kartu įveikti mokymosi sunkumus, o užduotis atlikti greičiau ir sėkmingiau. Su draugais galima pasitarti ir priimti bendrus sprendimus. Taip išmokstama bendradarbiauti ir ieškoti kompromisų. Skirdamas kolektyvinę užduotį, mokytojas įvertina jos mastą ir nusprendžia, kaip ją geriau atlikti – poromis ar grupelėmis.

Užduoties pavyzdys. Tam tikro fizinio krūvio įtaka širdies darbui.

Tikslas – nustatyti, kaip tam tikri fiziniai krūviai keičia širdies ritmą.

Mokymosi žingsniai.

1. Suplanuokite, ką, kada ir kaip darysite.

- Susiskirstykite poromis ar į grupes. Dirbant poromis geriausia šią užduotį atlikti su suolo draugu, o gal mokytojas parinks porą? Bet kuriuo atveju dirbti reikės visiems ir visi būsite atsakingi už šią užduotį.

- Pirmiausia apmąstykite užduotį kiekvienas atskirai, o po to aptarkite bendrai, ar vienodai tą užduotį supratote.
- Išsiaiškinkite, kokių priemonių reikės jai atlikti. Jeigu kažko nesupratote, klauskite mokytojo.
- Suplanuokite, kiek laiko truks tyrimas ir kaip jį atliksite (šiuo atveju nuspręskite, kokį fizinį krūvį: šuoliukus, atsispaudimus, pritūpimus ar kt. pasirinksite; nutarkite, kada ir kaip matuosite pulsą).
- Jeigu reikia, pasiskirstykite darbais (atliekant šį tyrimą susitarkite, kurie iš jūsų bus pirmiausia tiriami, o kurie sąsiuvinyje ar tam iš anksto parengtuose lapuose žymės duomenis ir skaičiuos rezultatus).
- Aptarkite, kaip pristatysite gautus rezultatus.

2. Kryptingai dirbkite.

- Veikite pagal sutartą planą (atliekant šią užduotį jums reikės išmatuoti pulsą ramybės būsenos ir, pvz., padarius dešimt pritūpimų).
- Atlikdami užduotį išsakykite savo pastebėjimus bei išklaušykite draugų siūlymų, susitarkite (pvz., kurios kūno vietos pulsą matuosite. Širdies ritmą (pulsą) galima apčiuopti tose kūno vietose, kuriose kraujagyslės yra paviršinės, t. y. driekiasi arčiausiai odos: rankos riešo vidinėje pusėje, smilkinyje arba kaklo srityje).
- Stenkitės kiekvienas kuo geriau atlikti savo darbą poroje ar grupėje, padėkite vienas kitam.
- Dirbant kolektyve kartais tikslinga pasikeisti vaidmenimis (pvz., buvę tiriamieji tampa tyrėjais).
- Apibendrinkite ir pristatykite gautą rezultatą (bendrą išvadą).

3. Apmąstykite savo veiklos rezultatus ir įvertinkite juos.

- Kodėl naudinga dirbti poromis arba grupelėmis?

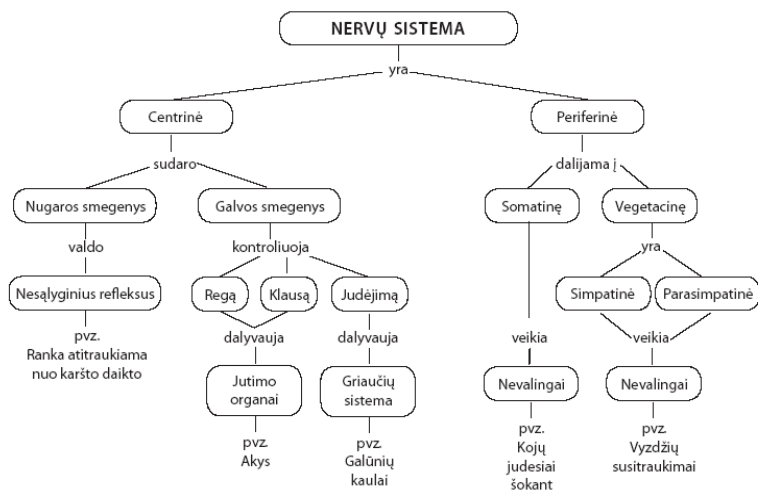
- Ar sunku taip dirbti? Kodėl?
- Ar taip dirbant pavyko atlikti užduotį (šiuo atveju nustatyti, kaip fiziniai krūviai pakeitė širdies darbą).
- Kokių klaidų ir kodėl padarėte? Kaip galėtumėte jas ištaisyti ir išvengti panašių klaidų ateityje?

Šitaip dirbdami mokiniai mokosi pasiskirstyti darbus (pagal savo galimybes) ir prisiimti atsakomybę, sutarti kolektyve, pajusti bendro darbo ypatumus, suvokti minčių ir nuomonių įvairovės naudą. Todėl išmokstama daugiau ir greičiau nei dirbant pavieniui.

Minčių žemėlapis braižymas – konstruktyvaus mokymosi metodas

Įvairioje literatūroje šis mokymosi metodas įvardijamas skirtingai: „Konceptijų žemėlapis“, „Minčių žemėlapis“, „Sąvokų žemėlapis“, „Žinių žemėlapis“. Šis konstruktyvaus mokymosi metodas – schematinė priemonė – padeda vaizdžiai pateikti asmeninį pasaulio (objektų, įvykių) arba tam tikros jo dalies supratimą. Braižydami koncepcijų žemėlapi mokiniai išstudijuoja konkrečią sąvoką, išdėsto savo žinias bei suvokia, kurioje vietoje jos „nutrūksta“. Taigi atsiranda galimybė sužinoti, kokių žinių jie stokoja, o kurias reikia tikslinti, papildyti. Šitaip mokiniai rengiami suvokti naujas sąvokas ir sampratas.

Koncepcijų žemėlapyje (žr. 2 pav.) kiekviena sąvoka apibraukiama rėmeliu arba ovalu. Taip pat jungiama rodykle ir vienu, jas tinkamiausiai siejančiu žodžiu (teiginiu), pvz., „*gra, turi, gali būti*“ ir pan. Nuoseklus koncepcijų žemėlapis turi šiuos elementus: *sąvokas, teiginius, hierarchinius lygmenis, persikryžiuojančius ryšius ir pavyzdžius.*



2 pav. Minčių žemėlapio pavyzdys (Biologija IX klasei.
Mokytojo knyga. Kaunas: Šviesa, 2011)

Minčių žemėlapio braižymas padeda ugdyti šiuos mokinių gebėjimus:

- vizualizuoti patirtį,
- bendrauti ir bendradarbiauti,
- plėsti žinias ir supratimą,
- supratimą pagrįsti konkrečiu pavyzdžiu.

Struktūrinė užduotis, kaip mokymosi proceso skatinimo būdas

Dabar ypač pabrėžiama ugdymosi proceso skatinimo svarba. Atsižvelgdamas į kiekvieno mokinio mokymosi stilių, poreikius, interesus, mokytojas gali rinktis įvairias mokinių motyvavimo formas. Viena iš formų gali būti struktūrinė užduotis, o ypač – susieta sociokultūrinio kontekstu.

Struktūrinė užduotis – tai iš keleto tarpusavyje susietų klausimų sudaryta praktinė užduotis, išsamiai nagrinėjanti tam tikrą sąvoką, objektą ar reiškinį. Struktūrinės užduotys padeda pasitikrinti sąvokų, reiškinų supratimo, praktinio pritaikymo gebėjimus. Dažniausiai užduotys būna skirtos mokinių ugdymosi procesui ir rezultatams vertinti. Tačiau šių užduočių paskirtis – ir formalusis vertinimas, ir ugdymosi proceso skatinimas. Mat šiuos ugdymo principus jungdami į vieną ugdomąją formą – struktūrinę užduotį, galime pasiekti racio- nalesnių ugdymo(si) rezultatų.

Vienas iš sociokultūriniu aspektu susietų užduočių ypatumų yra tas, kad rengiant šias užduotis remiamasi etnokūryba, metaforomis, frazeologizmais, grožine literatūra, žymių žmonių mintimis, kitais meno šaltiniais ir šiai medžiagai suteikiamas dalykinis pagrindas. Ją tikslingai jungiant su dėstomuoju dalyku ir siejant prasminiais ryšiais, galima pasiekti racionalių ugdymo tikslų, nes jų dėmė formuoja ir dalykines, ir bendrųjų mokslų kompetencijas. Be to, taikant sociokultūrinį aspektą, sukuriamas kontekstas, kuris sudomina, intriguoja mokinius, todėl jie tikslingiau bei prasmingiau mokosi.

Struktūrinės užduotys rengiamos pagal joms keliamus metodinius reikalavimus. Geriausia, kad užduoties klausimai laipsniškai sunkėtų nuo paprasto link sudėtingo, kitaip tariant, reikalautų ne tik žinoti, bet suprasti bei vertinti. Be to, klausimais siekiama ne tik kontroliuoti, bet ir motyvuoti, todėl mokiniai turi būti skatinami pasidžiaugti rezultatais (teisingai atliktomis užduotimis) ir, kaip jau minėta, išsiaiškinti, taisyti spragas.

Užduotis sudarantys klausimai turi būti skirtingo lygio ir sudėtingumo, todėl skirstomi į šiuos tipus:

- **Pasirenkamojo atsakymo** klausimai. Atsakydami į juos mokiniai turi pasirinkti vieną ar du teisingus atsakymus iš keleto pateiktų.
- **Trumpojo atsakymo** klausimai. Atsakinėdami juos mokiniai turi pateikti/suformuluoti atsakymą patys vienu ar keliais žodžiais, tačiau aiškinti, kaip gavo atsakymą, neprasoma.
- **Išsamaus atsakymo (paaiškinimo)** klausimai. Šio tipo klausimai prašo pateikti atsakymą ir jį paaiškinti, išsakyti savo nuomonę bei ją pagrįsti.
- **Kiti** – tai klausimai, kurių besąlygiškai negalima priskirti prie konkretaus klausimų tipo, pvz., „baigti sakinius“, „įrašyti vietoje taškų“, „pildyti lentelę“, „nustatyti seką/eiliškumą“, „sunumeruoti pagal svarbumą“, „nurodyti rodyklėmis“, „pabraukti/išrinkti“, „baigti piešti piešinį“ ar panašiai.

Sociokultūrinis aspektas, kaip rodo pavyzdžiai, galėtų būti taikomas gana plačiai – motyvuojant mokinius, siekiant dalyko žinias pritaikyti gyvenimiškoms situacijoms ir pan. Žinoma, atrenkant tai, kas geriausiai tinka skirtingo amžiaus mokiniams.

Užduočių pavyzdžiai

Mokinių motyvavimo užduotis

Paaiškinkite, kaip suprantate šiuos frazeologizmus, siejamus su krauju:

Gerti kraują	
Vieno kraujo	
Krauju srūva	
Gadinti kraują	
Kraujas užvirė	
Šalto kraujo	

Struktūrinės užduotys, susietos sociokultūriniu aspektu

I. Perskaitykite ištrauką iš Liutauro Degėsio eilėraščio. Atsakykite į klausimus ir atlikite užduotis.

Kandis

Tai liūdna, graži Kandis,
Kai pareisi vakarais,
Vos į kambarį įskris,
Ji plasnų ir tyliai žais.
<...>.

Ji po staltiese miegos.
Ji į kamuolį įlįs,
Siūlus valgys ir laižys,
Prisivalgius bus graži,
Į megztinį panaši.

1. Koks organizmas vadinamas kandimi?
2. Sakoma, kad kandys kapoja vilnonius siūlus ir iš jų megztus ar austus drabužius. Paaiškinkite, kaip yra iš tikrųjų?
3. Kaip apibendrintai vadinami mūsų būstuose įsikuriantys visi nepageidaujami gyviai? Vieną teisingą atsakymą pabraukite.

Graužikai, kenkėjai, įnamiai, naikintojai.

4. Nurodykite jums žinomas šių gyvių rūšis.
5. Vietoj taškų įrašykite tinkamus gyvių rūšių pavadinimus. Atsakykite į klausimus.

Naktį, kai miegame, mūsų namuose prasideda kitas gyvenimas. Iš savo slėptuvių ir urvelių išlindę įvairūs gyviai ima šeiminiškauti. Būtų keista, jei kada nors namie neišgirstume ... krebždesio arba neužtiktume ... šeimynėlės, užkandžiau-

jančios ant stalo paliktais maisto trupinukais. Ir kaip miela akiai, kai spintoje vietoj nusibodusio vilnonio megztinio randi „naujo dizaino“, dailiomis skylutėmis ... patobulintą „kūrinių“. Šie gyviai mums primena, kad namie esame ne vieni.

a) paaiškinkite, kodėl jie – nepageidaujami?

b) patarkite, kaip galime apsaugoti nuo mūsų būstuose įsikuriančių nepageidaujamų gyvių.

II. Kraujas – sveikatos atspindys

Perskaitykite posakį. Atsakykite į klausimus ir atlikite užduotis.

Visi esame girdėję sakant, kad karaliai yra mėlyno kraujo. Ar iš tikrųjų jų kraujas kitoks ir jį galima nustatyti pagal tam tikrus kraujo tyrimus?

1. Paaiškinkite, kaip suprantate šį posakį.

2. Nurodykite žmogaus kraujo sandarą.

3. Kokiu tikslu atliekami kraujo tyrimai ir kaip dažnai reikia juos atlikti?

4. Kokie kraujo rodikliai nustatomi bendruoju, o kokie – detaliu kraujo tyrimu?

5. Pabraukite, kurie moterų ir vyrų kraujo rodikliai yra skirtingi?

Geležies kiekio, plazmos vandens, ENG, mažo tankio, cholesterolio kiekio, hemoglobino kiekio, cukraus kiekio

6. Užpildykite lentelę, nurodykite kraujo tyrimus ir jų svarbą.

Kraujo tyrimo pavadinimas	Kas šiuo tyrimu nustatoma	Kodėl svarbu jį atlikti

III. Perskaitykite ištrauką iš Justino Marcinkevičiaus eilėraščio, atlikite užduotis.

Sunešiojom vasarą kaip rūbą,
Paukščiais ir gėlėm išsiuvinėtą.

Vis dažniau susisupam į rūką,
Žiūrime į lietu – ilgą, lėtą.

1. Kokie metų laikai minimi eilėraščio ištraukoje?
2. Nurodykite, kas būdinga kiekvienam metų laikui.
3. Pabraukite, kas tais pačiais kalendoriniais metais būna du kartus:

pavasaris, vasara, rudenis, žiema

4. Visi esame patyrę, kad žiemą Lietuvoje orai neretai būna permainingi. Todėl mokiniai nusprendė savaitę fiksuoti sausio mėnesio vidurdienio oro temperatūrą. Duomenis jie surašė į lentelę.

Pirmadienis	Antradienis	Trečiadienis	Ketvirtadienis	Penktadienis	Šeštadienis	Sekmadienis
+5	-7	-15	-9	0	+3	+6

5. Remdamiesi lentelėje pateiktais rezultatais atlikite užduotis ir atsakykite į kitus klausimus:

- a) kokiais vienetais matuojama temperatūra?
- b) kokia buvo žemiausia ir kokia aukščiausia savaitės temperatūra?
- c) apskaičiuokite vidutinę savaitės temperatūrą;
- d) kokiai temperatūrai esant vanduo keičia būvį – skystis virsta ledu?

MOKYMO SI BENDRADARBIAUJANT METODAS IR JO TAIKYMO GALIMYBĖS

Lietuvoje mokymo bendradarbiaujant idėjos tapo populiarios XX a. pradžioje, kuriantis lietuviškos mokykloms. Šių idėjų propaguotojai buvo M. Pečkauskaitė, G. Petkevičaitė-Bitė, P. Mašiotas ir kt. pedagogai. Mokymo(si) grupėse bendradarbiaujant tyrinėjimo pradžia laikoma apie 1970 m. Nuo to laiko sukurta nemažai mokymo metodų, tyrinėta mokomųjų grupių specifika, besimokančiųjų joje tarpusavio sąveika. Tyrimais įrodyta, kad ištraukus į tokio pobūdžio veiklą neišvengiamai ugdomas mokinių aktyvumas, iniciatyva, kūrybinis mąstymas, savarankiškumas, susidomėjimas veikla, socialiniai įgūdžiai.

Modernioje XXI amžių žengiančioje visuomenėje bendravimas ir bendradarbiavimo reikšmė pabrėžiama įvairiuose dokumentuose, edukacinėje literatūroje. Tokių gebėjimų kaip asmeniniai, socialiniai, komunikaciniai, kritinio mąstymo bei problemų sprendimo, darbiniai ir veiklos gebėjimai, bendradarbiavimas sąlygoja sėkmingą asmens socializaciją ir profesinę veiklą.

Bendradarbiavimui būdinga:

- klausytis savo vidinės išminties ir elgtis pagal savo vertybes;
- įsiklausyti į kitus ir gerbti jų atsivėrimą.

Kuo anksčiau bendravimo ir bendradarbiavimo gebėjimai bus diegiami, tuo sklandžiau vyks asmenybės socializacijos procesas. Bendravimas yra bendradarbiavimo pagrindas, tačiau vien tik bendravimas neužtikrina bendradarbiavimo. Bendra-

darbiavimas yra daug daugiau negu fizinis buvimas kartu su kitais, pokalbiai, pagalba kitiems, dalijimasis medžiaga ir kt., bet moko siekti bendro tikslo, ugdo kiekvieno nario atsakomybę už save ir už komandos draugus, skatina susirūpinimą kitų sėkme, norą padėti, suteikia komunikacijos, kalbėjimo, vadovavimo įgūdžių, teigiamai veikia savo vertės pajautimą. Dėl to pirmiausia svarbu visiems, kurie ketina bendradarbiauti, aptarti ir išsiaiškinti, ką tas tikslas reiškia kiekvienam iš dalyvių.

Bendradarbiavimas grindžiamas ne vienpusiška informacija, bet dalijimusi patirtimi.

R. I. Arendso mokymosi bendradarbiaujant modelis buvo sukurtas, siekiant mažų mažiausiai trijų svarbiausių mokymo tikslų:

- *pažangumas* – mokymosi bendradarbiaujant modelis naudojamas, kad mokiniai geriau atliktų reikšmingas akademinės užduotis;
- *pagerėję santykiai tarp rasių* – mokymosi bendradarbiaujant modelio mokomasis efektas yra didesnė kitų rasių arba turinčių kokių nors trūkumų žmonių pakanta;
- *bendravimo įgūdžiai* – mokymosi bendradarbiaujant efektas yra tai, kad mokiniai išmoksta bendravimo ir bendradarbiavimo įgūdžių.

Egzistuoja įvairūs požiūriai, vienaip ar kitaip aiškinantys bendradarbiavimo reiškinį. Vieni šaltiniai daugiau dėmesio skiria bendradarbiavimui, kaip specifinei bendravimo formai, kiti labiau bendradarbiavimui, kaip tam tikrų nuostatų aspektui. Gana skirtingais lygmenimis apie bendradarbiavimą kalba ir rašo pedagogai: vieni žvelgia į jį kaip į principą, kiti kaip į ugdymo modelį, metodą.

Slavinas teigia, kad visi mokymo(-si) bendradarbiaujant metodai turi du svarbius komponentus: **bendradarbiavi-**

mo skatinimo struktūrą ir bendradarbiavimo užduoties struktūrą. Svarbiausias bendradarbiavimo skatinimo struktūros bruožas yra tas, kad du ar daugiau individų siejami apdovanojimo, kurį jie visi gautų ir pasidalytų, jei jiems, kaip grupei, pasisektų... Bendradarbiavimo užduoties struktūros yra tokios situacijos, kai dviem arba daugiau individų leidžiama, jie skatinami arba iš jų reikalaujama kartu atlikti tam tikrą užduotį, derinti savo pastangas, stengiantis gerai padaryti darbą.

Mokslininkai, tyrinėję mokymąsi bendradarbiaujant, išskiria penkis svarbiausius mokymo(-si) bendradarbiaujant elementus: 1) teigiama tarpusavio priklausomybė; 2) asmeninė atsakomybė; 3) glaudi sąveika; 4) bendravimo įgūdžiai; 5) vertinimas.

Teigiama tarpusavio priklausomybė yra tada, kai visi grupės nariai suvokia būtinybę dirbti išvien, kad įvykdytų bendrą užduotį. Formuodami teigiamą tarpusavio priklausomybę, mokytojai gali padėti mokiniams pajusti ryšį su kitais ir pareigą kartu mokytis.

Be tarpusavio priklausomybės, kitas labai svarbus elementas – **asmeninė atsakomybė**. Asmeninės atsakomybės pasiekama tada, kai kiekvienas narys stengiasi padėti grupei įgyvendinti savo tikslus, gali parodyti, ko išmoko dirbdamas išvien. Čia svarbi mokymo(-si) motyvacija.

Kad grupės veikla būtų efektyvi, reikia **glaudžios sąveikos** ir **bendravimo su žmonėmis įgūdžių**: daryti paeiliui, dalytis medžiaga, prašyti pagalbos, prašyti paaiškinti, pagirti, ramiai kalbėti, sutelkti dėmesį į užduotį, skatinti, drąsinti, tęsti kito atsakymą, prašyti pagrįsti, aktyviai klausytis, susitarti, pasiekti sutarimą, vertinti kitus, atlikti iki galo, laikytis nurodymų, apibendrinti, įtraukti kiekvieną, gebėti susitvarkyti, įkvėpti grupę ir kt.

Atliktas darbas turi būti tinkamai ir **vertinamas**. Grupės nariai įvertina savo bendradarbiavimo pastangas ir numato, ką tobulins. Vertindami mokymąsi mokslo ir bendradarbiavimo požiūriu, aktyvaus vaidmens imasi ir mokytojas, ir mokiniai. Mokytojas turi nutarti, kokių mastu vertins mokiniai ir mokytojai, kaip sudaryti sąlygas mokiniams dalyvauti vertinant save ir komandos draugus, kai dirbama grupėje. Dirbdamas mokymosi bendradarbiaujant metodais mokytojas ugdymo procesą orientuoja į moksleivį, moksleivis atsiduria ugdymo centre.

Mokantis bendradarbiaujant, taikomi šie vertinimo būdai: veikla nevertinama, visi komandos nariai vertinami bendrai, vertinamas kiekvienas mokinys, derinamos kelios vertinimo galimybės. Mokymas(-is) bendradarbiaujant – tai darbas grupėje, tačiau ne visada ir ne visoks grupės darbas yra mokymas(-is) bendradarbiaujant.

Mokymosi bendradarbiaujant būdai yra skirtingi, bet pagrindiniai principai tie patys. Nesvarbu, koks būtų būdas, mokymosi bendradarbiaujant pamoka turi tris svarbiausius bruožus: mokiniai dirba grupėmis, grupės yra mišrios, apdovanojimo sistema orientuojama į grupę.

Mokymosi bendradarbiaujant metodų pasirinkimas priklauso nuo mokymo tikslų, mokytojo darbo stiliaus, mokinių amžiaus, subrendimo. M. Teresevičienė ir G. Gedvilienė visus metodus sąlygiškai suskirsto į tris pagrindines grupes: diskusijų grupės ir grupių projektai; mokymasis komandose; aktyvaus dalyvavimo metodai.

- **Diskusijų grupės ir grupių projektai** apima šiuos aktyvius mokymo(si) metodus: ekspertų metodas; grupinis tyrimas; mokymasis drauge; mozaika; ketvertas; bendras piešinys; kampai.

- **Mokinių komandos ir individualios pastangos**

Metodas tinka įvairaus amžiaus mokiniams mokantis daugelio dalykų, tarp jų ir biologijos bei gamtos mokslų. Pamoka išaiškinama, tada mokiniai dirba komandose tol, kol visi nariai išmoksta. Pamokos pabaigoje surengiama individuali apklausa. Jos rezultatai palyginami su ankstesnių apklausų rezultatais. Taškai pridedami prie ankstesnių komandos balų. Komanda, surinkusi tam tikrą balų kiekį, kaip nors apdovanojama, pvz., laikoma atsiskaičiusi už tam tikrą dalyko dalį. Visa veikla, pradedant medžiagos pateikimu ir baigiant apklausa, trunka nuo trijų iki penkių pamokų.

- **Aktyvaus dalyvavimo metodai:** spontaniška diskusija; „Sužymėti kartu“; pakartojimas bendradarbiaujant; „Kalbėti per mikrofoną“; žetonai, suteikiantys teisę kalbėti; mokinių komandų laimėjimų padalijimas.

Norint, kad mokymasis bendradarbiaujant vyktų sklandžiai, kad būtų skatinamas moksleivių kūrybiškumas, turi pasikeisti mokytojo vaidmuo. Turi nelikti diktatoriaus, mokiniai turi jaustis drąsiai, laisvai, nebijoti reikšti savo nuomonės. Mokytojas nebetraktuojamas kaip žinių šaltinis, kaip asmuo, kuris pasako, kas kalbės ar darys būtent taip, jis nesprendžia už kitus. B. Bennett, C. Rolheiser-Bennett, L. Stevahn mokytojo vaidmenį išskiria į keturias fazes: 1) sprendimai prieš pradedant pamokai; 2) pamokos organizavimas; 3) grupės darbo stebėjimas ir kontrolė bei įsiterpimas į ją; 4) grupės darbo rezultato ir proceso įvertinimas.

Mokytojo veikla prieš pradedant darbą grupėse

Kad darbas grupėse būtų tikslingas ir efektyvus, mokytojas pirmiausiai turi nuspręsti ir suplanuoti:

a) konkrečius mokomuosius akademinis bei socialinius tikslus (akademiniai tikslai susiję su pažintiniu turiniu bei įgūdžiais, kurių reikia išmokti, socialiniai tikslai susiję su bendravimo įgūdžiais, kurie išryškėja ir taikomi praktiškai);

b) mokymo turinį (kaip numatoma mokytis tema gali būti pritaikoma darbui grupėse);

c) mokinių suskirstymo į grupes būdą;

d) grupių dydį.

Mišrioms grupėms lengviau siekti mokymosi bendradarbiaujant tikslų. Skirstyti mokinius į grupes bus paprasčiau turint omenyje keletą dalykų:

- Mišrios grupės rekomenduotinos daugeliui užduočių.
- Jos gali būti mišrios gebėjimų, kultūrinės kilmės, lyties, mokymosi stiliaus atžvilgiu.
- Mokytojo parinkta grupė paprastai yra geriausiai suderinta.
- Skirstydami mokinius į grupes, mokytojai gali kurti situacijas, leidžiančias atsiskyrėliams arba specialių poreikių turintiems mokiniams pajusti, kad grupė juos palaiko.

Tikslingiausia pradėti nuo 3–4 mokinių vienoje grupėje, bet nuspręsdami, kokio grupė bus dydžio, turime atsižvelgti į šiuos dalykus:

- partneriškas darbas paprastai skatina įsitraukti į veiklą. Dirbant grupėje, sunku likti neįtrauktam;
- užduotis paprastai sėkmingiausiai atlieka trijų arba keturių mokinių grupės;
- kuo grupė didesnė, tuo jos nariai turi būti labiau įgudę palaikyti gerus darbo santykius;
- grupės dydį gali lemti užduoties pobūdis bei turimos priemonės;
- kuo mažiau laiko skiriama veiklai, tuo mažesnė turi būti ir grupė, kad visi kaip galima labiau į ją įsitrauktų.

Pamokos organizavimas

Prieš mokiniams susirenkant pagalvokite, kaip sustatyti kėdes ir suolus, kaip pamokyti greitai ir be triukšmo susėsti grupėmis, pažymėkite konkrečių grupių vietą (pavyzdžiui, žymekliais arba piešiniais). Sutvarkyta patalpa turi įtakos mokinių sąveikai. Sutvarkius taip, kad komandos nariai būtų labai arti vienas kito, ir palikus vietos tarp grupių, kad mokytojui būtų nesunku prieiti, padidėja tikimybė, jog grupės narių sąveika bus sėkminga.

Grupės darbo stebėjimas ir kontrolė

Mokytojas supažindina mokinius su grupiniu darbu ir juos suskirsto, tačiau tai nereiškia, kad mokiniai būtinai taip darys. Beveik visą laiką reikia stebėti kiekvienos grupės darbą, kad suprastum, kokie sunkumai joms iškyla atliekant užduotis kartu. Svarbu teisingai paskirstyti mokomąją medžiagą (kiek ir kokios medžiagos reikės pateikti grupėms ar atskiriems jų nariams arba skatinamąsias priemones), o taip pat paskirstyti akademinis ir socialinius vaidmenis (kuris skaitys užduotį ir aiškins; kuris užrašinės pasakytas mintis; kuris stebės ir t. t.). Klausinėjant reikia įsitikinti, jog mokiniai suprato užduotį, suprato, ko iš jų norima ir ką jiems reikia daryti. Kiekvienas grupėje dirbantis narys gali turėti savo pareigų, atlikti paskirtą ar prisiimtą vaidmenį.

Mokytojo veikla mokiniams dirbant grupėse

Mokytojas turi nustatyti sėkmingo užduoties atlikimo kriterijus (prieš atlikdami užduotį grupės nariai turi juos žinoti). Grupės turėtų žinoti, kaip bus nustatomi arba vertinami jų veiklos rezultatai. Mokiniai gali kartu su mokytojais apibrėžti šiuos kriterijus. Būtina išaiškinti pamokos tikslus, parodyti,

kaip jie susieja praėjusias ir būsimas pamokas, apibrėžti, nusakyti svarbiausias sąvokas, taisykles, išaiškinti procedūras, kuriomis vadovausis mokiniai, pateikti pavyzdžių, kad jie kuo aiškiau suvoktų užduotį.

Taip pat reikia tiksliai apibrėžti, kokio elgesio tikimasi. Kuo konkrečiau mokytojas tai įvardys (drąsinti vienas kitą reikšti mintis, prašyti draugų pagalbos), tuo didesnė tikimybė, kad mokiniai ims taip elgtis. Mokytojas arba mokiniai konkrečiai apibūdina elgesį, kuris būtų ir tinkamas, ir pageidautinas per pamokas. Reikia padėti mokiniams tuomet, kai jie patys jau išsėmė visus resursus. Jei mokiniai prašys mokytojo pagalbos, jis turi padėti jiems rasti atsakymą į iškilusi klausimą.

Patartina fiksuoti mokinių bendradarbiavimą. Vaikščiodamas nuo vienos grupės prie kitos, mokytojas turi pastebėti, ar užduotis suvokiama, ar teisingu būdu mokiniai ieško sprendimo, suteikti galimybę tarpgrupiniam bendradarbiavimui ir nuspręsti, kada įsiterpti. Prireikus leisti grupėms viena kitai padėti. Mokytojui gali tekti įsikišus padėti atlikti užduotį arba pamokyti bendradarbiavimo įgūdžių. Pagalba atliekant užduotį gali būti susijusi su nurodymų paaiškinimu, procedūrų peržiūrėjimu, užduočiai atlikti reikiamų įgūdžių formavimu, atsakymais į klausimus bei klausimų pateikimu. Padedant mokiniams atlikti užduotį reikia stengtis kaip galima remtis jų įgūdžiais bei išmanymu. Tada komandos nariai nuteikiami pirmiausiai kreiptis pagalbos vieni į kitus.

Mokiniai turi apibendrinti ir apmąstyti savo mokymąsi. Mokytojo vaidmuo – sudaryti tam galimybę. Pabaiga leidžia ir mokiniams, ir mokytojui išryškinti svarbiausias mintis, kelti klausimus ar kurti įžvalgas. Pabaiga apima ir mokymosi įvertinimą, ir bendravimo įgūdžių analizę.

Grupinį darbą mokytojas turi pabaigti įvertindamas mokinių mokymosi rezultatus ir pateikdamas vertinimą pažymiais, vertindamas grupės funkcionavimą, patardamas, ką būtų galima keisti, kad kitą kartą grupės veikla būtų geresnė, pabrėždamas, kas buvo atliekama teisingai, apibendrinamas visos klasės veiklą, akcentuodamas pagrindinius dalykus, išmoktus pamokoje, pakartodamas esminius faktus.

Tai, kad mokiniai analizuoja ir apmąsto grupės veiklą, turi lemiamą reikšmę mokymosi bendradarbiaujant sėkmei. Norint nustatyti, kiek laiko grupės nariai turėtų dirbti kartu, reikia atidžiai stebėti, kaip jie bendradarbiauja. Nere-tai grupė turi dirbti kartu pakankamai ilgai, kol jos darbas tampa sėkmingas. Išformuoti grupę, kuriai sunkiai sekasi, paprastai nėra konstruktyvu, nes mokiniai pripranta nena-grinėti problemų. Komandoms, kurioms sunku, reikia pava-dovauti sprendžiant problemas, o išlaikyti grupes paprastai verta.

Vertinimas

Kadangi darbas vyksta grupėse, kyla problema, kaip visus vaikus objektyviai įvertinti. Grupinio darbo metodas negali būti vertinamas paprastai pažymiu, o ir kiek rašyti kiekvie-nam grupės nariui, kaip žinoti, kiek kiekvienas įdėjo darbo rengiant pristatymą. Čia galima naudoti kaupiamąjį vertini-mą. Grupinio darbo vertinimui mokytoja A. Petkevičienė su-kūrė grupinio darbo vertinimo metodiką, kuri išryškino to-kio darbo plusus ir minusus (3 lentelė).

Dirbant mokymosi bendradarbiaujant metodu, kiekviena klasė turi savo vertinimo lapą, kuriame aiškiai matyti koman-dos, jų pavadinimai ir nariai, vertinimo kriterijai ir kas ką ver-tins.

Grupinio darbo pliusai ir minusai

PLIUSAI	MINUSAI
Mokytojas tampa padėjėju, stebėtoju.	Silpniesiems, nemotyvuotiems moksleiviams taškus uždirba kiti.
Kiekvieno moksleivio, net ir silpniesnio, didesnė stimuliacija.	Per mažai vertinimo lentelėje atsispindi savęs vertinimas.
Didesnė mokymosi motyvacija.	Vaikai pasigenda dažnesnio pastangų vertinimo.
Daug paprasčiau, lengviau įsisavinama nauja medžiaga.	Dalį laiko atima pirmieji savęs vertinimo žingsniai.
Moksleiviai mokosi bendradarbiauti, gerbti vienas kito nuomonę, išklausti.	Triukšmas grupės viduje trukdo kitiems.
Silpnesnius skatina, ragina draugai.	Moksleiviams ilgu laukti galutinio įvertinimo – pažymio.
Vaikai nebijojo pažymio – dirba sau, o ne pažymiui.	
Taškai neįpareigoja savęs nužeminti: įsivertindami save mokiniai juos skiria kritiškai – neskiria sau nei daugiau, nei mažiau.	
Moksleiviai bando reflektuoti.	
Kol nepradedamas savęs įsivertinimas, silpnesnieji tinginauja arba ignoruoja grupės darbą.	
Moksleiviams patinka savęs vertinimo būdai.	

Išsidalinus temas grupiniam darbui, būtina aptarti su mokiniais vertinimo metodiką:

1. Projekto metu vaikai kaups sau ir komandai taškus, vėliau juos konvertuosime į pažymį. Kad kaupiami taškai nebūtų lyginami su pažymiu, maksimalus taškų skaičius – 20.
2. Numatomi vertinimo kriterijai: informacijos rinkimas; informacijos pateikimas; originalumas; darbo pristatymas; pastangos; darbas grupėje (vertina vienas kitą).

3. Pagal šiuos kriterijus grupės vertins vienos kitų darbus, jų pristatymus. Vertinimo lentelę daliname į dvi dalis: mokinių savęs vertinimas; mokytojos vertinimas.

Čia puikiai atsispindi mokinių savęs vertinimas; vienas kito vertinimas; pastangų vertinimas; mokytojos vertinimas.

Grupių vertinimo lentelė turėtų būti paviešinta kabinete. Moksleiviai pastoviai gali stebėti savo ir komandos kaupiamus taškus.

Po kiekvienos grupės darbo pristatymo vertinama taškais.

Kiekviena grupė, rinkdama medžiagą pristatymui, papildomai ruošia klausimus draugams (kitoms grupėms).

Po kiekvieno darbo pristatymo vykdoma refleksija – vienas komandos narys, atsakingas už klausimų pateikimą, po pristatymo uždavinėja klausimus kitoms komandoms. Iš šių klausimų vėliau sudaromas baigiamasis testas.

Po darbų pristatymo susumuojami vertinimo lentelėje sukaupti taškai. Jie konvertuojami į pažymį: prie bendrų grupės sukauptų taškų pridedami savęs vertinimo taškai ir gaunami skirtingi grupės narių rezultatai: bendras taškų skaičius, pvz., 163 dalinamas iš 9, nes buvo 9 vertinimo etapai lentelėje, išskyrus pastangas, kuriuos užsidirbo ne visi. Pvz., $163:9 = 18,1$ padalintus taškus daliname iš 2, kad galėtume konvertuoti į pažymį: $18,1:2 = 9,5$.

Grupinio darbo pamokų ciklas baigiamas tikrinamuoju testu. Testas turėtų būti sudarytas iš grupių darbų pristatymo metu pateiktų klausimų.

Prie kiekvieno testo klausimo parašytas maksimalus balų skaičius leidžia moksleiviams žinoti, kiek jis gali surinkti balų, kokį gali gauti pažymį. Papildomas klausimas leidžia “užsidirbti” vieną balą ir pasigerinti pažymį. Teste savęs vertinimui naudojome *Šviesoforo* metodą:

- raudona spalva - moksleivis pažymėjo sunkiausius klausimus;
- geltona – vidutiniško sunkumo;
- žalia – darbus, nereikalaujančius pastangų.

Taip moksleiviai mokosi analizuoti savo darbą, įdėtas pastangas. Mokytojui reikia apmąstyti, kaip moksleiviai įsisavino kiekvieną išeitą temą, kas jiems pavyko geriausiai.

Kitoje testo lapo pusėje, gavę įvertinimą, moksleiviai dar kartą analizuoja savo darbą. Mintis, išvadas apie jį parašo kitoje lapo pusėje. Tai suteikia papildomos informacijos, o moksleivius skatina vertinti save, naudoti naujus vertinimo metodus.

Mokymosi bendradarbiaujant metodą galima pritaikyti ir tyrinėjimu grindžiamai gamtamokslinių dalykų edukacinei praktikai, kai mokiniai ieško tarpdalykinių ryšių.

EKSPERIMENTINĖS UŽDUOTYS IR JŲ PANAUDOJIMAS MOKANT CHEMIJOS

Gamtos mokslų mokymas(is), ir ypač chemijos, pagrįstas mokinių tiriamąja veikla, gamtos reiškinių ir dėsningumų pažinimu veikiant praktiškai. Tiriamoji veikla svarbi praktinių gebėjimų eksperimentuoti ugdymui.

Chemijos eksperimentas yra vienas svarbiausių aktyviųjų mokymo(si) metodų. Tačiau mokyklose jam skiriama mažai dėmesio. Chemijos eksperimentas, paaiškindamas ir susiedamas turimą praktinę patirtį su teorija, skatina teigiamą mokymosi motyvaciją. Atlikdami bandymus mokiniai aiškinasi medžiagų savybes, neorganinių ir organinių medžiagų klasių tarpusavio ryšius, galimus jų gavimo būdus, cheminę medžiagų sandarą. Tyrinėdami ir analizuodami įvairias medžiagas, jų savybes ir kitimus, gyvosios ir negyvosios gamtos reiškinius, ugdosi mokslinę pasaulėvoką ir atsakingą požiūrį į aplinką, gamtą, gyvybę, plėtoja ir lavina žemesnėse klasėse įgytus gebėjimus, ugdosi kritinį mąstymą, savarankiškumą, kūrybinumą ir vaizduotę, mokosi suvokti pasaulio vientisumą.

Chemijos eksperimentas – vienas iš mokslinio tyrimo metodų. Atliekant jį mokomasi taupiai naudoti chemines medžiagas, racionaliai planuoti laiką, savarankiškai ieškoti žinių ir pagrįstai vertinti gamtamokslinius faktus. Chemijos eksperimentai turėtų būti atliekami pagal tokius mokslinio tyrimo etapus:

Planavimas. Planuodami bandymą mokiniai pirmiausiai išsiaiškina, ką nori iširti ar sužinoti. Po to jie suformuluoja klausimą, iškelia hipotezę, įsitikina, kad pasirinktas darbo metodas yra saugus. Tada pasirenka tinkamas priemones (medžiagas, indus, prietaisus ir kt.). Numato, kokie reiškiniai turi

būti stebimi. Nusprendžia, kokiais matavimo prietaisais bus matuojama, kaip užrašomi ar kitaip fiksuojami (piešiama, fotografuojama, filmuojama) duomenys.

Atlikimas, stebėjimas ir duomenų fiksavimas. Atlikdami bandymus, mokiniai teisingai naudoja prietaisus, atidžiai ir kruopščiai atlieka matavimus. Mokiniai užfiksuoja gautus duomenis, mokosi juos paaiškinti. Įvertina duomenų pakankamumą išvadai suformuluoti. Rezultatus palygina su kitų mokinių rezultatais. Jei reikia, pakartoja eksperimentą.

Duomenų apibendrinimas, išvadų pagrindimas, pristatymas. Mokiniai duomenis pateikia lentelėje, sudaro grafiką ar diagramą. Pateikia argumentuotas išvadas. Pristato gautus rezultatus ir palygina su kitų mokinių rezultatais.

Chemijos eksperimentai mokykloje yra demonstraciniai, laboratoriniai, praktikos darbai ir eksperimentinės užduotys.

Chemijos eksperimentinių užduočių atlikimas, kaip ir uždavinių sprendimas, yra labai svarbi chemijos mokymo(si) grandis. Spręsdami uždavinius ir atlikdami eksperimentines užduotis, mokiniai išmoksta įtvirtinti chemijos sąvokas, plėtoti ir tikslinti jų turinį, išsamiau suvokti dėsnius, susipažįsta ir mokosi bendrųjų mokslo metodų – analizės, sintezės, abstrahavimo, konkretizavimo, modeliavimo, ugdomi loginį mąstymą, savarankiško darbo įgūdžius. Eksperimentinės užduotys padeda atlikti svarbias didaktines funkcijas: sudaro sąlygas probleminiam mokymui, mokymo(si) procesui intensyvinti, žinioms sisteminti bei kontroliuoti, jų trūkumams išaiškinti, remtis dalykų ryšiais bei juos stiprinti, formuoti bei tobulinti praktinius gebėjimus, aktyvinti mokymąsi. Atlikdami užduotis, mokiniai ugdomi gabumus, valią, charakterį.

Chemijos užduotys, kurias išspręsti reikalingos ne tik mokinių teorinės žinios, atliekant atitinkamus matematinius

skaičiavimus, bet ir gebėjimas spręsti praktinius klausimus, susijusius su pateiktų bandymų atlikimu, vadinamos **eksperimentinėmis užduotimis**. Chemijos eksperimentinės užduotys labai įvairios. Dėl jų turinio, sprendimo metodų, paskirties įvairovės neįmanoma pateikti tikslios jų klasifikacijos. Tačiau pagal vienokius ar kitokius požymius grupuoti reikia, nes kitaip būtų sunku jas tikslingai parinkti mokant ar mokantis, ieškant efektyvesnių jų sprendimo būdų. Chemijos eksperimentinės užduotys gali būti grupuojamos pagal turinį, atlikimo būdą ir didaktinius tikslus. Skiriamos:

1. Kokybinio sprendimo reikalaujančios užduotys (sugrupuoti reiškinius, apibūdinti konkrečią cheminę medžiagą, pažinti medžiagas, įrodyti medžiagos kokybinę sudėtį, išskirti mišinius, gauti medžiagas).
2. Kiekybinio sprendimo reikalaujančios užduotys (skaičiavimai pagal chemines formules, chemines lygtis, medžiagos masės dalies mišinyje arba tirpale skaičiavimas, atlikus chemijos eksperimentą ir gavus tam tikrus rezultatus).

Eksperimentinės užduotys pagal pagal turinį ir atlikimo būdus skirstomos į šiuos tipus:

1. Cheminių reiškinių stebėjimas, aiškinimas.
2. Mišinių išskirstymas ir medžiagų valymas.
3. Medžiagų gavimas.
4. Medžiagų atpažinimas.
5. Medžiagoms būdingų reakcijų tyrimas.
6. Medžiagų kokybinės sudėties nustatymas.
7. Priemaišų nustatymas medžiagose.
8. Tirpalų ruošimas, jų koncentracijos nustatymas ir t.t.
9. Prietaisų konstravimas chemijos eksperimentui.

Literatūroje pateikiamas toks bendras eksperimentinių užduočių sprendimo algoritmas:

1. Perskaityti duotos užduoties sąlygą, išsiaiškinti tikslą ir numatyti užduoties atlikimo kelią.
2. Apgalvoti medžiagų, reikalingų darbui, chemines savybes, reakcijų vykimo sąlygas. Parašyti atitinkamas reakcijų lygtis.
3. Numatyti reakcijos produktų savybes, padedančias įrodyti susidariusią medžiagą, arba dujų atpažinimo būdus, jei produktai dujiniai.
4. Išanalizuoti prietaiso schemą ir surinkti prietaisą, laikantis saugaus darbo laboratorijoje taisyklių.
5. Atlikti eksperimentinę užduotį.
6. Užrašyti atliktos užduoties rezultatus.

Cheminių reiškinių stebėjimas, aiškinimas

Stebėjimas yra vienas iš mokslinio tyrimų metodų. Norint, kad mokiniai išmoktų stebėti cheminius reiškinius ir duotų teisingus paaiškinimus, remdamiesi turimomis teorinėmis žiniomis, to juos reikia mokyti jau pirmose chemijos pamokose. Demonstruodamas mokytojas organizuoja stebėjimą. Stebėdami mokiniai mokosi atlikti paprasčiausias laboratorines procedūras (medžiagas kaitinti, uostyti, garinti, filtruoti ir t.t.). Mokiniai turi suvokti demonstracijos tikslą, atkreipti dėmesį į svarbiausias demonstruojamų objektų puses, būdingius požymius. Būtina mokinius mokyti savarankiškai stebėti – iš daugelio pastebėtų kitimų išskirti reikalingus, lyginti stebimus objektus ir juos grupuoti. Nemokant stebėti, aiškinti ir aprašyti reiškinių, negalima suprasti cheminių ir fizikinių procesų, sutinkamų tiriamuosiuose darbuose.

Atlikdami šio tipo eksperimentines užduotis, mokiniai įsitikina, kad vykstant cheminėms reakcijoms iš vienų medžiagų susidaro kitos, turinčios skirtingų savybių. Pagal vieną me-

džiagų požymių išnykimą ir kitų medžiagų požymių atsiradimą – šilumos (kartais šviesos) išsiskyrimą, spalvos pasikeitimą, kvapo atsiradimą, nuosėdų susidarymą, dujų išsiskyrimą, taip pat pagal energijos išsiskyrimą ar absorbavimą – mokiniai įsitikina, jog įvyko cheminė reakcija.

Skirtingai nuo kitų eksperimentinių užduočių, sprendžiant šio tipo užduotis, pirmiausia atliekamas chemijos eksperimentas, o tik po to vyksta teorinis aiškinimas, nurodant, prie kokių sąlygų įvyko cheminis kitimas.

Mišinių išskirstymas ir medžiagų valymas

Supažindinant mokinius su medžiagų savybėmis, medžiagos turi būti grynios, o visiškai grynų medžiagų gamtoje nėra. Prieš pradėdant nagrinėti ir apibūdinti medžiagą, reikia išskirti ją iš mišinio ir pašalinti iš jos priemaišas. Žinomi įvairūs mišinių išskirstymo (gryninimo) būdai: nusistojimas, siojimas, filtravimas, magnetinis poveikis, garinimas, kristalizavimas, distiliavimas, sublimavimas, chromatografija.

Sprendžiant šio tipo eksperimentines užduotis, svarbu nustatyti, kokį būdą taikysime mišinių išskirstymui ir medžiagų valymui. Pasirenkant užduoties sprendimą, reikia atkreipti dėmesį į mišinyje esančių medžiagų savybes bei medžiagų skiriamuosius bruožus, pagal kuriuos ir galima jas atskirti. Praktinis šio tipo užduočių atlikimas įtvirtina įgytas žinias apie medžiagų fizikines ir chemines savybes, padeda mokiniams geriau įsivientinti medžiagų išskirstymo ir jų gavimo grynu pavidalu būdus.

G. Kačialova pateikia tokį šio tipo užduočių sprendimo algoritmą:

1. Atlikti užduoties sąlygos analizę.
2. Nustatyti, kokios medžiagos įeina į mišinio sudėtį. Ar jos tirpsta vandenyje?

3. Jeigu viena iš medžiagų tirpsta vandenyje, tai jas išskirti fizikiniais metodais.
4. Jeigu medžiagos, sudarančios mišinį, tirpsta vandenyje, tai jas išskirti cheminiais metodais. Tam reikia:
 - a) nustatyti vienos medžiagos būdingas savybes, nebūdingas kitai medžiagai;
 - b) žinoti, kokias procedūras ir kokia tvarka reikia atlikti, norint išskirti medžiagas;
 - c) atlikti atitinkamus bandymus ir išskirti mišinio komponentus gryname pavidale.
5. Parengti ataskaitą apie atliktą darbą.

Medžiagų gavimas

Svarbu ne tik analizuoti įvairias medžiagas, bet ir pačiam gebėti jas susintetinti. Medžiagą įmanoma sintetinti tik tada, kai pradedama dirbti atidžiai išstudijavus medžiagos savybes, kai dirbama su patikima laboratorine įranga ir kai griežtai laikomasi visų sintezės ir saugaus darbo laboratorijoje taisyklių.

Užduotys, skirtos medžiagų gavimui, įtvirtina neorganinių ir organinių medžiagų klasių tarpusavio ryšius ir perėjimus: nuo metalų prie bazių oksidų, bazių, druskų, o nuo nemetalų – prie rūgštinių oksidų, rūgščių, druskų; nuo druskų – prie bazių, druskų. Duoto tipo užduotys apima ir įvairius medžiagų sintezės būdus. Eksperimentinės užduoties sąlygoje gali būti nurodytas medžiagos gavimo būdas: medžiaga gali būti gautama iš vienos arba kelių pradinių medžiagų, arba iš pradinės medžiagos įvykdant eilę kitimų.

Eksperimentinių užduočių – medžiagų gavimas – sprendimo atlikimas:

1. Išanalizuoti užduoties sąlygą.

2. Parašyti gaunamos (sintetinamos) medžiagos formulę. Nustatyti, kokiai junginių klasei ji priklauso.
3. Parašyti reaguojančių medžiagų formules. Sugalvoti medžiagos gavimo būdus. Išrinkti iš jų patį racionaliausią.
4. Patikrinti, ar sąveikaujant parinktomis medžiagoms gausime nurodytą medžiagą (parašyti cheminių reakcijų lygtis). Įvertinti pasirinkto metodo racionalumą.
5. Atlikti bandymą nurodytai medžiagai gauti.
6. Jeigu būtina, gautą medžiagą išskirti grynu pavidalu.
7. Parengti užduoties atlikimo ataskaitą.

Medžiagų atpažinimas

Daugiausia eksperimentinių užduočių yra skirta medžiagų atpažinimui. Mokiniai, atlikdami šio tipo užduotis, geriau įsisavina nagrinėjamų medžiagų savybes. Jeigu eksperimentinėje užduotyje nurodyta atpažinti 2–3 medžiagas, tai aprašant užduotį, užpildoma lentelė, kurioje nurodoma:

- mėgintuvėlio numeris,
- kuo ir kaip nustatytos medžiagos (nurodomi reagentai, būdai),
- išvados (mėgintuvėlio numeris, kuriame yra nustatyta medžiaga).

Dažniausiai užduočių salygoje, skirtose medžiagų atpažinimui, yra duodamos 4–10 medžiagų sunumeruotuose mėgintuvėliuose be užrašų. Atliekant tokias užduotis, pirmasis sprendimo etapas yra *mintinis eksperimentas*, kai mintyse nustatomas veikimo planas ir numatomi veiklos rezultatai. Mintinio eksperimento užrašymui naudojama speciali lentelė-matrica, kurioje atpažįstamų medžiagų formulės rašomos horizontaliai ir vertikaliai. Reaguojančių medžiagų susikirtimo vietoje užrašomi stebėjimų rezultatai: d – dujų išsisky-

rimas, k – nuosėdų susidarymas, – – nėra reakcijos požymių.

Medžiagoms būdingų reakcijų tyrimas

Šio tipo užduotys, susijusios su cheminėmis reakcijomis, nurodo duotas medžiagas, o kartais ir klasės, kuriai ta medžiaga priklauso, būdingus požymius. Eksperimentinis šio tipo užduočių sprendimas įtikina mokinius, kad medžiagos, pasižyminčios panašiomis cheminėmis savybėmis, priklauso atitinkamoms cheminių junginių klasėms.

Pateikto tipo užduočių sprendimo algoritmas:

1. Atlikti užduoties sąlygos analizę.
2. Parašyti užduoties sąlygoje nurodytos medžiagos formulę, išanalizuoti jos chemines savybes.
3. Nustatyti, kuriai medžiagų klasei medžiaga priklauso. Priesiminti savybes, būdingas tos klasės medžiagoms.
4. Pagalvoti, kokiomis savybėmis pasižymi atomai (atomų grupės), įeinantys į medžiagos sudėtį.
5. Įrodyti duotai medžiagai būdingas savybes cheminiais bandymais. Parašyti chemines reakcijų lygtis.
6. Atlikti būtinus bandymus.
7. Aprašyti užduoties atlikimą ir stebėjimų rezultatus.

Medžiagų kokybinės sudėties nustatymas

Nustatydami medžiagos cheminę sudėtį turime žinoti, iš kokių cheminių elementų, atomų grupių, jonų arba molekulių ji sudaryta. Kokybinė analizė parodo, kokie cheminiai elementai ar jų grupės sudaro tiriamąją medžiagą. Kokybinė analizė pagrįsta tuo, kad nustatomi cheminiai elementai, jonai ir kokios nors grupės cheminių reakcijų pagalba skaidomi, gaunamos naujos, turinčios kitas, tik joms būdingas savybes (kvapą,

spalvą ir kt.) medžiagas, kuriomis remiantis sprendžiama apie cheminio elemento, jono ar tam tikrų grupių buvimą tiriamoje medžiagoje.

Užduoties sprendimo algoritmas:

1. Išanalizuoti užduoties sąlygą.
2. Parašyti analizuojamos medžiagos formulę. Kuriai medžiagų klasei ji priklauso?
3. Nurodyti tiriamosios medžiagos chemines grupes (cheminius elementus, jonus):
 - a) prisiminti, kokios cheminės savybės būdingos kiekvienai šių grupių;
 - b) sugalvoti cheminių elementų, jonų arba tam tikrų grupių nustatymo būdus; išrinkti iš jų patį racionaliausią;
 - c) kokias procedūras ir kokia tvarka reikia atlikti.
4. Patikrinti, ar pasirinktu metodu tikrai galima nustatyti duotos medžiagos kokybinę sudėtį (parašyti reakcijų lygtis).
5. Atlikti cheminį bandymą, įrodantį medžiagos kokybinę sudėtį.
6. Pateikti užduoties atlikimo aprašymą.

Priemaišų nustatymas medžiagose

Šio tipo užduotys supažindina mokinius su medžiagų chemine analize. Reakcijos gali būti atliekamos su kietomis medžiagomis ir su tiriamųjų medžiagų tirpalais. Analizėje naudojamos tik tos cheminės reakcijos, kurios turi lengvai pastebimų išorinių požymių (nuosėdų išsiskyrimas, jų ištirpinimas, spalvos pasikeitimas ir dujų atpalaidavimas).

Dažniausiai analizinės reakcijos atliekamos tirpaluose. Tuo tikslu analizuojamoji medžiaga ir reagentas ištirpinami vandenyje, o jei neištirpsta – rūgštyse.

Tirpalų ruošimas, jų koncentracijos nustatymas ir t.t.

Atliekant šio tipo užduotis, mokiniai susipažįsta su nagrinėjamų medžiagų tirpumu. Pagal atliktus apskaičiavimus paruošiamas reikalingos koncentracijos tirpalas. Mokiniai prisimena, kaip išreiškiama tirpalo koncentracija ir kaip naudotis matavimo indais, kaip pasverti reikalingą medžiagos kiekį, kaip medžiagos maišomos ir tirpinamos. Gauti tirpalai yra taikomi tolimesniam užduoties atlikimui.

Šio tipo užduočių atlikimui yra reikalingas matematinis skaičiavimas. Tuo šios užduotys ir skiriasi nuo anksčiau nurodytų eksperimentinių užduočių tipų.

Prietaisų konstravimas chemijos eksperimentui

Didelę reikšmę, formuojant ir plėtojant praktinius gebėjimus, turi eksperimentinės prietaisų konstravimo, montavimo ir projektavimo užduotys. Sėkmingam šių užduočių sprendimui neužtenka žinių apie chemines reakcijas ir jų vyksmo sąlygas, dar reikalingos tam tikros žinios apie naudojamus prietaisus reakcijoms atlikti.

Mokiniai galės teisingai išspręsti nurodyto tipo eksperimentines užduotis, jeigu:

1. Turės dalykinių žinių apie chemines reakcijas, reaguojančias medžiagas ir reakcijos produktus.
2. Teisingai supras pateiktos eksperimentinės užduoties tikslą.
3. Suvoks, kad prietaiso konstrukcija priklauso nuo reakcijos vyksmo sąlygų ir medžiagų savybių.
4. Nuolat bus tikslinamos ir gilinamos žinios, tobulinami praktiniai gebėjimai konstruoti prietaisus.

Eksperimentinių užduočių, skirtų prietaisų konstravimui, sprendimo algoritmas:

1. Atlikti užduoties analizę.
2. Prisiminti reaguojančių medžiagų ir reakcijos produktų chemines savybes.
3. Parašyti reakcijų lygtis, prisiminti jų vyksmo sąlygas.
4. Įvertinti prietaiso konstrukcijos reikalavimus.
5. Nubraižyti prietaiso schemą.
6. Sumontuoti prietaisą.
7. Prietaise gauti nurodytą medžiagą ir įrodyti jos buvimą.
8. Pateikti užduoties atlikimo aprašymą.

Eksperimentinės užduotys chemijos mokymo(si) procese

Eksperimentinių užduočių sprendimą, kaip ir demonstracinius bei laboratorinius bandymus, reikia planuoti ir numatyti, kada ir ko bus mokoma. Mokytojas turėtų pats parodyti, kaip spręsti ir atlikti užduotis, kaip jas apiforminti.

Mokinys eksperimentinių užduočių atlikimui rengiasi tokiomis etapais:

1. Stebi mokytojo demonstracijas, kuriose gausu įvairių praktinių veiksmų, būtinų atliekant bandymus, mokosi spręsti eksperimentines užduotis.
2. Atlieka laboratorinius bandymus, įgyja gebėjimų saugiai elgtis su cheminėmis medžiagomis, atsižvelgdamas į jų fizines ir chemines savybes, pavojingumą, atlikti standartines laboratorines procedūras.
3. Atlieka praktikos darbus – konstruoja prietaisus, gauna chemines medžiagas ir tiria jų savybes. Šiame etape mokiniai įtvirtina dalykines žinias ir tobulina praktinius gebėjimus.

Ugdymo proceso metu formuojami praktiniai gebėjimai skirstomi į penkias grupes:

I. Organizaciniai:

1. Eksperimento planavimas.
2. Reagentų ir prietaisų parinkimas.
3. Ataskaitos paruošimas.
4. Racionalus metodų, laiko panaudojimas atliekant darbą.
5. Savikontrolė.
6. Švarios ir tvarkingos darbo vietos palaikymas.
7. Savarankiškumas atliekant darbą.

II. Techniniai:

1. Naudojimasis reagentais ir prietaisais.
2. Prietaisų surinkimas.
3. Cheminių operacijų atlikimas.
4. Saugaus darbo taisyklių laikymasis atliekant darbą.

III. Matavimo:

1. Dujų ir skysčių tūrio matavimas.
2. Svėrimas.
3. Temperatūros ir tirpalo tankio matavimas.
4. Matavimo rezultatų užrašymas.

IV. Intelektualiniai:

1. Tikslų išskėlimas ir nustatymas.
2. Hipotezių išskėlimas.
3. Turimų žinių panaudojimas.
4. Stebimų reiškinių ir procesų aprašymas.
5. Eksperimento rezultatų analizė.
6. Priežasties – pasekmės ryšių nustatymas.
7. Išvadų ir apibendrinimų darymas.

V. Konstravimo:

1. Prietaisų, įrenginių montavimas.

2. Prietaisų, įrenginių tobulinimas.
3. Prietaisų, įrenginių demonstravimas.
4. Prietaisų, įrenginių grafinis apiforminimas (piešiniais, schemomis).

Praktinių gebėjimų ugdymo trukmė priklauso nuo įvairių sąlygų, pavyzdžiui, nuo gebėjimo ypatingumo, sudėtingumo, mokinių amžiaus ir kt. Be to, ne visi mokiniai vienodai imlūs: vieni greičiau išsiugdo organizacinius gebėjimus, kiti – intelektualinius, tretį – techninius.

Skiriami trys praktinių gebėjimų formavimo etapai:

Paruošiamasis, arba analitinis, etapas. Mokiniai susipažįsta su saugaus darbo laboratorijoje taisyklėmis, mokosi atlikti įvairias laboratorines procedūras. Stebimos veiksmų atlikimo klaidos ir jos taisomos. Tai analitinis etapas, nes iki susiformuos praktinis gebėjimas, turi būti išmokstama atskirų veiksmų. Pavyzdžiui, paruošiamasis etapas formuojant filtravimo gebėjimus yra mokinio susipažinimas su atskirais filtravimo veiksmiais: filtro paruošimu, jo įdėjimu į piltuvėlį, piltuvėlio įtvirtinimu ir kt.

Sintetinio etapas. Šiame etape atskiri veiksmai jungiami į visumą, išskyla veiksmų koordinacijos būtinybę. Žinodami atitinkamas darbo taisykles, mokiniai teisingai atlieka vienoias ar kitokias procedūras, bet gana įsitempę, jų veiksmai dar netobuli. Pavyzdžiui, filtravimui mokiniai sugeba pasiruošti teisingai, bet per daug laiko skiria paruošiamiesiems darbams, atlieka nereikalingus judesius.

Baigiamasis etapas. Daug kartų atlikus tą pačią procedūrą, pavyzdžiui, filtravimą, veiksmai darosi greitesni, nėra nereikalingų judesių, dirbama ramiau, be įtampos. Gebėdami kaitinti, mokiniai nesusimąsto, kuri liepsnos dalis karščiausia, kaip laikyti mėgintuvėlį, kaip jį kaitinti.

Gebėjimų eksperimentuoti ugdytas yra sudėtingas procesas, reikalaujantis nuolatinės tikslingos veiklos. Skiriami trys praktinių gebėjimų lygiai.

Patenkinamas lygis. Mokinys geba tikslingai stebėti, atlikti bandymus, paprasčiausias tyrimų procedūras, atkreipia dėmesį į užduočių ypatumus, gautus rezultatus. Reikalinga mokytojo pagalba ir kontrolė.

Pagrindinis lygis. Mokiniai kelia hipotezes, savarankiškai atlieka gamtos tyrimus, juos planuoja, išsako savo idėjas, savarankiškai daro išvadas. Mokytojo pagalba ir kontrolė epizodiniai.

Aukštesnysis lygis. Prognozuoja, vertina ir kuria: kelia hipotezes, savarankiškai atlieka gamtos tyrimus, juos planuoja, išsako savo idėjas, prognozuoja, nurodo alternatyvų. Mokytojo pagalba ir kontrolė nereikalinga.

Su chemijos eksperimento pradmeninis mokiniai susipažįsta 5–6 klasėse mokydamiesi integruoto gamtos mokslų kurso „Gamta ir žmogus“. Mokytojo padedami, bendraudami mokiniai mokosi kelti hipotezes, planuoti veiklas hipotezei patikrinti, savarankiškai parinkti priemones, reikalingas užduočiai bei bandymams atlikti. Mokosi naudotis matavimo prietaisais (sverti, matuoti tūrį, nustatyti padalos vertę), aiškintis, kaip reikia elgtis su nežinomomis ar pavojingomis medžiagomis. Mokosi apdoroti tyrimų rezultatus, apibendrinti, aprašyti, pateikti lentelėmis, paprasčiausiomis diagramomis.

Todėl aštuntokams jau keliami tokie reikalavimai:

1. Mokiniai turi tiksliai suprasti užduotį, analizuoti jos sąlygą (kas duota arba žinoma, ką reikia rasti, kaip tarpusavyje susiję žinomi ir nežinomi dydžiai). Mokinys pradeda atlikti užduotį tik gerai supratęs jos turinį.

2. Mokiniai užduočiai atlikti turi turėti pakankamai žinių ir atitinkamų gebėjimų eksperimentuoti (naudotis laboratoriniais prietaisais, cheminiais indais, reagentais).

Mokinys, gavęs eksperimentinę užduotį, lygina ją su kitomis, anksčiau spręstomis, prisimena jų atlikimo metodiką. Todėl svarbu supažindinti mokinius su eksperimentinių užduočių tipais ir kiekvieno jų sprendimo tvarka – algoritmu. Tai padeda išvengti papildomų veiksmų, klaidų, pratina prie sprendimo eiliškumo, organizuotumo, moko taupyti laiką. Mokinys sudaro tiriamojo darbo atlikimo planą, užrašo cheminių reakcijų lygtis, apgalvoja veiksmų nuoseklumą, procedūrų atlikimo sunkumą, pasirenka tinkamiausius reagentus. Tik tada mokinys gali pradėti spręsti eksperimentinę užduotį. Atlikdamas užduotį mokinys turi suprasti darbo tikslą ir atskirų procedūrų atlikimo eiliškumą, tinkamai dozuoti reagentus ir žinoti darbo su jais taisykles, mokėti montuoti standartinus laboratorinius prietaisus ir teisingai su jais dirbti, laikytis saugaus darbo su įrenginiais, prietaisais ir reagentais taisyklių. Užduoties atlikimas baigiamas, tiksliai aprašant darbo metodiką ir rezultatus. Aprašyme būtina nurodyti: pradines medžiagas, piešinį (jeigu naudojamas prietaisas), stebėjimus (labai trumpai), reakcijos lygtis, jei reikalinga – skaičiavimus, išvadas.

Mokytojas, parinkdamas eksperimentines užduotis, turi atsižvelgti į pamokos temą, mokinių praktinių gebėjimų lygius bei į kitas papildomas sąlygas:

- atpažinimui nereikia imti medžiagų, lengvai atpažįstamų pagal agregatinę būseną, spalvą, kvapą;
- nenaudoti medžiagų, kurioms reaguojant susidaro nuodingi organizmui junginiai, vengti darbo su koncentruotomis rūgštimis;

- netikslinga įtraukti užduotis, reikalaujančias ilgo atlikimo, kaip ir reakcijų, vykstančių audringai arba reikalaujančių daugkartinio filtravimo, garinimo.
- reakcija turi vykti akivaizdžiai, reakcijos produktas lengvai matomas arba lengvai nustatomas.

Eksperimentinės užduotys priklausomai nuo klasės pasiruošimo lygio ir ugdomų gebėjimų, gali būti pamokos dalis arba trukti visą pamoką. Įvairių tipų užduotys gali būti sprendžiamos kartojant seną, aiškinant naują medžiagą, įtvirtinant bei įvertinant žinias. Kuo didesnė teorinės medžiagos dalis grindžiama eksperimentiniais darbais, tuo geriau įsivadinama mokymosi medžiaga ir pasiekiamas aukštesnis žinių lygis. Kiekvienai temai būtina parinkti atitinkamas užduotis, kad jos atskleistų esminius nagrinėjamos sąvokos ar dėsniu taikymo atvejus. Užduočių sąlygos turi atitikti pamokos tikslus ir pagrindinius didaktikos principus – skatinti mokinių aktyvumą ir savarankiškumą, įtvirtinti žinias, formuoti praktinius gebėjimus, rasti ryšį tarp mokslo bei realaus gyvenimo.

Ugdymo procese, atsižvelgiant į mokinių amžiaus tarpsnį, mokymosi stilius ir galimybes, būtina diferencijuoti veiklą, pateikiant skirtingų lygių užduotis – lengvas, vidutinio sunkumo, sudėtingas. Lengvos užduotys skirtos patenkinamai besimokantiems mokiniams, kad jie patirtų mokymosi sėkmę. Vidutinio sunkumo užduotys skirtos mokiniams, kurie priskirti pagrindiniam pasiekimų lygiui. Sudėtingos užduotys skirtos mokiniams, turintiems išsamių žinių, gerus praktinius gebėjimus, daug dirbantiems savarankiškai. Ypač svarbu, kad eksperimentų užduočių atlikimas teigiamai sužadintų mokinio jausmus, emocijas, skatintų kritinį mąstymą, atsirastų teigiama mokymosi motyvacija.

Formuojant mokinių gamtamokslę kompetenciją, eksperimentinių užduočių turinys sudėtingėja. Jeigu aštuntoje klasėje medžiagos atpažįstamos, remiantis fizikinėmis savybėmis, tai vyresnėse klasėse užduotys pasunkėja ir atlikti jas galima tik įvykdžius kokybinę analizę, įrodančią nagrinėjamos medžiagos sudėtį. Jei aštuntoje klasėje cheminiai kitimai atliekami viena stadija, tai devintoje cheminių kitimų jau būna du–trys, o medžiagų atpažinimui pateikiama trys–penkios.

Dešimtoje klasėje eksperimentinių užduočių turinys plėtojama: akivaizdžiai padidėja medžiagų, skirtų atpažinti, skaičius, pateikiami kelių stadijų kitimai. Kiekybinio sprendimo reikalaujančios eksperimentinės užduotys nagrinėjamos jas siejant su supančia aplinka. Mokymo(si) pavyzdžiais gali būti oras, vanduo, dirvožemis ir pan. Pavyzdžiui, mokiniai gali nustatyti, kiek kartų anglies dioksido mieste yra daugiau negu priemiesčiuose. Šiai nedidelei eksperimentinei užduočiai išspręsti mokiniai turi gerai žinoti oro sudėtį, mokėti surinkti prietaisus, reikalingus anglies (IV) oksidui ore nustatyti, paruošti tirpalus analizei, gebėti atlikti apskaičiavimus. Gali būti ir tokio pobūdžio užduočių kaip chloro nustatymas vandenyje, anglies (IV) oksido nustatymas vandenyje, pieno rūgštingumo nustatymas, CaO nustatymas klintyse.

Vienuoliktoje klasėje mokiniai išmoksta nustatyti organinių medžiagų elementinę sudėtį, būdingomis reakcijomis nustatyti organinių junginių funkcines grupes, atlikti organinių medžiagų sintezę.

MATEMATIKOS INTEGRACINIAI RYŠIAI SU GAMTOS MOKSLAIS

Matematikos ir gamtos mokslų atsiradimas

Iš mokslo raidos istorijos žinoma, kad mokslinėmis laikomų žinių apie pasaulį kaupimą senovės mąstytojai vadino filosofija. Ilgainiui filosofai ėmė skirti *tris pagrindines mokslo sritis: žinias apie gamtą, visuomenę ir mąstymą*. Manoma, kad žinios apie mąstymą (logika) tapo *matematikos* mokslu Senovės Graikijoje VI–III a. pr. Kr. Gamtos mokslai išsirutuliojo iš sukauptų žinių apie gamtą visumos kur kas vėliau. Pradėjusi naudoti matematinius metodus, fizika atsiskyrė nuo gamtos filosofijos ir tapo savarankišku mokslu, nagrinėjančiu fizikinės materijos savybes ir judėjimo dėsnius, tik XVII a. drauge su matematika ji suteikė teorinį pagrindą chemijai ir padėjo jai susiformuoti kaip mokslui, tyrinėjančiam medžiagų sudėtį ir savybes. Nors žinios apie gyvuosius organizmus buvo kaupiamos ir sisteminamos nuo senovės, biologijos mokslo pavadinimas atsirado tik XIX a. pradžioje.

Mokslo samprata

Mokslas – tai logiškai sutvarkyta, nuolat tobulinama sistema pagrįstų teiginių ir tikrinamų hipotezių apie realių daiktų, reiškinių, teorinių konstrukčių savybes ir santykius. Tokios sistemos yra sąmoningos žmonių veiklos rezultatas, jiems siekiant pažinti, įsisavinti ir praktiniams tikslams panaudoti realaus pasaulio reiškinius. Žmonių veikla vadinama moksline, jei joje vadovaujamosi tam tikromis pažintinio elgesio taisyklėmis – mokslinio pažinimo metodais. Šie metodai kartu yra ir integrali mokslo dalis, ir specifinis bruožas, atskiriantis moks-

lines žinias nuo sveiko proto lygio įsitikinimų, gautų kasdienio patyrimo pagrindu.

Matematikos mokslo svarba

Dabarties pasaulyje bemaž visos žmogaus veiklos sritys susijusios su matematika. Ji reikalinga visuomenės kasdieniame gyvenime ir vaidina svarbų vaidmenį projektuojant valstybių ekonominę plėtrą. Jau nekelia klausimų matematikos skverbimasis į gamtos mokslus ir nestebina jos įtaka socialinių ir humanitarinių mokslų raidai. Tapo įprasti tokie terminai kaip matematinė biologija, matematinė ekonomika, matematinė psichologija, matematinė lingvistika – atrodo, kad ir koki mokslu dalyką paimtume, prie jo pavadinimo galima prijungti būdvardį „matematinė/is“ ir gauti egzistuojančios ar besikuriančios mokslo šakos pavadinimą.

Matematikos „karaliavimą“ šiuolaikinės civilizacijos veikloje lemia tiek sparti šio mokslo teorijos raida, tiek sėkmingas jo žinių pritaikymas. Deja, šių procesų reikšmė civilizacijos vystymuisi daugeliui nėra tokia akivaizdi, kaip fizikos, chemijos ir biologijos mokslų atradimų taikymo rezultatai. Pasauliui nuolat ieškant naujų išteklių dideliais tempais augančios žmonijos poreikiams patenkinti, fizika atveria galingus energijos šaltinius, atranda naujas susisiekimo, ryšio ir informacijos perdavimo priemones, chemija aprūpina žmoniją apranga, maistu ir vaistais, biologija taip pat kuria žmogaus egzistenciją palaikančias ir palengvinančias priemones ir net žmogiškojo organizmo dalis. Matematika – teorinis mokslas, tiesiogiai ji nekuria nei vos prieš šimtmetį žmogaus neįsivaizduotų ryšio priemonių ir kasdieniam vartojimui skirtų daiktų, nei gamtos evoliucijos eigoje savaime neatsiradusių organizmų. Tačiau turbūt kiekvienam aišku, kad kitų mokslų atradimai nebūtų

įmanomi be *tikslių matematinių skaičiavimų*. Matematikos galimybės pateikti skaičiavimams reikalingus skaitinius duomenis yra viena iš šiuolaikinio pasaulio matematizacijos priešasčių. Bet ne tai svarbiausia – juk kompiuterinės technologijos jau puikiai atlieka šį matematikos darbą. Matematikos mokslas, skirtingai nei kiti fiziniai ar gamtos mokslai, pateikia gan *bendrus ir pakankamai aiškius modelius, tinkamus realybei tyrinėti*. Sudėtingų realybės reiškinių tyrimui būtini paprastinantys, formalizuojantys modeliai, įgalinantys aprėpti beveik visus nagrinėjamo objekto aspektus. Kokiam nors mokslui ėmus matematiškai tvarkyti savo sąvokų sistemą ir surinktus faktus bei taikyti matematinius tyrimo metodus, galima konstatuoti, kad šis mokslas jau pasiekė svarbų savo vystymosi etapą, kurio metu bus tikslinamos, o vėliau taikomos jo sąvokos, taisyklės ir dėsniai.

Gamtos mokslai, tyrinėdami pasaulio reiškinius, atranda ankščiau nežinomas jų savybes, tuo tarpu matematika, tyrinėdama pasaulio modelius, atranda nežinomas šių modelių savybes ir kuria naujus šių modelių modelius. Matematiniai modeliai iš esmės atsiranda trimis keliais: *tiesiogiai stebint, nagrinėjant ir apmąstant reiškinius; išskiriant juos iš bendresnių modelių dedukcijos keliu; indukcijos keliu – apibendrinant kelis elementarius modelius*. Šie modeliai neretai įgyja *matematinės kalbos*, tinkamos reiškinių aprašymui, pavidalą. Matematinis „skaitmenų raštas“ padeda skaičiais aprašyti kiekybines objektų ir reiškinių charakteristikas.

Matematikos vaidmuo pradiniame mokslų diferenciacijos procese

Matematika gamtos mokslų atsiradimo istorijoje suvaidino ypatingą vaidmenį – ji padovanojo mokslams savo *abs-*

trahavimo idėją, griežtus metodus ir universalią kalbą. Visi gamtos kūnai, reiškiniai ir procesai turi ne tik kokybines, bet ir kiekybines charakteristikas. Jas fiksuoti padedanti *tikslī matematinė kalba drauge su matematiniais metodais paremta analize* atskleidžia esmines šių gamtos mokslų tiriamų objektų savybes. Didžiojo Leonardo da Vinci (1452–1519) teigimu, „joks žmogaus atliekamas tyrinėjimas negali pretenduoti į tikrą mokslą, jeigu jis nenaudoja matematinių įrodymų, ir nėra jokio tikslumo ten, kur negalima pritaikyti kurios nors matematikos dalies“ (Karazija R., 2007, p. 135). Renesanso genijui antrina I. Kantas (1724–1804): „Kiekviename moksle yra tiek mokslo, kiek jame yra matematikos“ (ten pat, p. 138).

Gamtos mokslų tyrimo objektų kaita nuo atskirų prie bendrų

Atsiradę gamtos mokslai beveik iki XIX a. vidurio tyrinėjo skirtingus ir nesiribojančius *objektus: fizika domėjosi fizinėmis objektų savybėmis ir makroskopinėmis būsenomis, chemija – cheminių medžiagų sudėtimi ir jų savybėmis, geografija nagrinėjo Žemės paviršių, o biologija – gyvų planetos organizmų įvairovę.* Šiuo mokslų diferenciacijos periodu kiekvienas mokslas sukaupe nemažai faktinių, aprašomojo pobūdžio žinių. Galiausiai, ieškodami skirtingų objektų vystymosi dėsningumų, nagrinėdami jų kaitos procesus ir tarpusavio ryšius, įvairūs mokslai ėmė domėtis kai kuriais bendrais objektais. Pavyzdžiui, cheminių medžiagų sudėtis, struktūra ir savybės ėmė dominti ne tik neorganinės chemijos, bet ir organinės, fizikinės chemijos bei biochemijos atstovus, augalų ir gyvūnų vidinę sandarą ėmė tyrinėti citologai ir genetikai, mūsų planetos paviršių ir jos gelmes ėmė tirti ne tik geografai ir geologai, bet ir fizikai bei chemikai. Mokslams suartėjant, išryškėjo jų integracijos tendencijos.

Matematikos reikšmė mokslų integracijai ir abipusių integracinių ryšių vertė

Gamtos mokslų kuriamos savitos žinių apie gamtą sistemos sudaro tarsi skirtingų jos atvaizdų rinkinį. Tačiau gamta yra nedaloma, sąryšinga visuma, todėl gamtos mokslai turėtų teikti vientisą jos vaizdą, sudaryti vieningą mokslinių žinių sistemą. Šią problemą sprendžia *mokslų integracijos procesas*, pasireiškiantis tokiomis formomis: *stebima sąvokų ir kategorijų unifikacija; gilėja matematizacija; vieni mokslai įsisavina kitų mokslų metodus; keli mokslai nagrinėja vieną tyrimo objektą; keli mokslai naudoja ne tik bendras sąvokas ir metodus, bet apjungia teorijas, sudarydami naujus mokslus.*

Padėdama gamtos mokslams spręsti daugelį problemų, matematika sudaro galimybę sujungti skirtingų gamtos mokslų žinias į vieną kompleksą. Fizikos mokslo raida glaudžiai susieta su įvairių matematikos šakų atsiradimu ir plėtra. Kita vertus, kai kurios matematikos šakos atsirado sprendžiant fizikos uždavinius ir nemažai fizikos idėjų ir sąvokų sėkmingai taikomos matematikoje. *Prielaidas abipusiems matematikos ir fizikos ryšiams sudaro bendrų tyrimo objektų egzistavimas, idėjų ir metodų sąveika, matematinės kalbos pritaikomumas ir vystymosi fizikos mokslo rėmuose galimybės. Chemija ir biologija, naudodamos savo empirines sąvokas ir specifines kalbas, matematinė kalba remiasi rečiau, taip pat rečiau savo tyrimuose šie mokslai taiko tradicinį matematinį aparatą.* Tačiau sprendžiant esmines šių mokslų problemas yra remiamasi *matematinio abstrahavimo idėja*, kuri biologijoje leidžia išryškinti ryšius tarp iš principo skirtingų reiškinių ir procesų. Nors kai kurios prielaidos abipusiems matematikos bei chemijos ir biologijos ryšiams yra panašios kaip ir fizikos atveju, šių mokslų atgalinis indėlis į matematikos mokslą, lyginant su fizika, yra kuklus.

Mokslų integracijos lygmenys. Mokslų integracijos įvairovę sąlygoja skirtingi mokslų sąveikos lygmenys. Keliems mokslams nagrinėjant *vieną tyrimo objektą*, stebimas mokslų suartėjimas, jų *dermė faktologijos prasme*. Kai greitimi mokslai ima vartoti ir kurti *bendras sąvokas ir dėsnius, apjungia savo teorijas*, gimsta nauji *gretutiniai*, arba *kontaktiniai*, mokslai – fizikinė chemija, cheminė fizika, biochemija, biofizika. Tai jau aukštesnio lygmens sisteminės integracijos rezultatas, skirtingų mokslų metodų sąveikos dėka leidžiantis giliau pažinti gamtos dėsnius. Keliems mokslams sukonstravus *apibendrintas sampratas, dėsnius ir teorijas, iš esmės besiskiriančias nuo pirminių teorijų*, sukuriama aukštesnio integracijos lygmens konstrukta – *sintetiniai*, arba *kompleksiniai*, vadinami mokslai, pavyzdžiui, biogeochemija, kibernetika, molekulinė biofizika. Šie mokslai teikia dar labiau integruotas žinias apie gamtą, kaip apie vieningą visumą.

Integracijos ir diferenciacijos procesų sąveika. Gamtos mokslų raidoje ėmė ryškėti dviejų priešingų tendencijų sąveika – mokslų diferenciacijos ir integracijos. Matematikos metodų asimiliavimas lemia tolesnę fizikos, chemijos ir biologijos mokslų sandūroje susikūrusių mokslų – cheminės fizikos, biologinės fizikos, molekulinės biologijos, genetikos raidą. Mokslų integracijos procese naujai susikūrusios mokslinės disciplinos, turinčios specifinius tyrimo objektus, ėmė vystytis nesusisiedamos jokiais ryšiais su kitais, netgi artimais, mokslais. Pavyzdžiui, kvantinės mechanikos, branduolinės fizikos, elementariųjų dalelių fizikos srityse dirba itin siauros specializacijos mokslininkai, taikydami specialius mokslinius metodus, remdamiesi specifine terminologija ir ypatingomis tyrimo rezultatų apdorojimo priemonėmis.

Gamtamoksliniai dalykai mokyklinėje programoje. Gamtos mokslų teikiamos žinios tenkina žmonijos poreikius ir tarnauja tolesnei civilizacijos raidai. Kiekviena visuomenė, rengdama būsimus įvairių sričių specialistus, į jų rengimo programas aukštosiose mokyklose įtraukia gamtamokslinių žinių kursus, kuriems įsisavinti būtinas tam tikras mokyklinis pasirengimas. Taigi naujausi mokslų laimėjimai bei technologijų plėtros procesai sąlygoja periodinį mokyklinių programų atnaujinimą. *Gamtamokslinis ugdymas dabartinėje vidurinėje bendrojo lavinimo mokykloje* vykdomas mokant kelių į ugdymo planą įtrauktų dalykų – *gamtos pažinimo, biologijos, fizikos, chemijos* (geografija priskirta socialinių mokslų dalykų grupei). Su šiais mokslais *matematika* susieta glaudžiais tarpdalykiniais ryšiais, nes matematinės kompetencijos būtinos mokantis visų minėtų mokomųjų dalykų.

Matematikos ir gamtos mokslų mokomųjų dalykų integracijos lygmenys. Mokyklinius dalykų kursus sudaro atitinkamų mokslų žinių pagrindai – *esminiai moksliniai faktai, svarbiausios sąvokos, dėsniai ir teorijos bei pagrindiniai metodai*. Siekiant padėti mokiniams giliau ir plačiau suprasti įvairių mokslų faktinius duomenis, matematikos ir kitų mokslų mokomieji dalykai susiejami *informaciniais ryšiais* – *faktologijos* lygmeniu, kai vienu dalykų pamokose perimtos žinios taikomos kitų dalykų pamokose (pvz., su ilgio matavimo vienetais mokiniai susipažįsta matematikos pamokose, o taiko šias žinias mokydamiesi beveik visų kitų mokomųjų dalykų).

Veiksmingai formuoti mokslines sąvokas mokiniams padeda *chronologiniai ryšiai* – integracija *sampratų* lygmeniu, kai vienu mokomųjų dalykų pamokose perteikiamos sąvokos lygiagrečiai arba vėliau taikomos kitų dalykų pamokose, sudarydamos prielaidas pažinti gamtą, kaip vieną visumą (pvz.,

matematikos pamokose išsiaiškintą matavimo sampratą mokiniai giliau įsisąmonina atlikdami matavimus fizikos ir chemijos pamokose).

Geriau suprasti teorijas, kurios sudaro nagrinėjamų mokomųjų dalykų turinį, leidžia *sisteminantys ryšiai*, įgyvendinantys integraciją *teorijų ir metodų* lygmeniu. Teorijų lygmeniu galima gamtos mokslų integracija, o su matematika gamtos mokslus sieja taikomi pažinimo metodai (pvz., matematinio modeliavimo ar statistinės analizės metodai yra veiksmingos gamtos tyrimo priemonės).

Matematikos ir gamtos mokslų integracijos prielaidos mokykliniame ugdyme. *Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosiose programose* (2008) nurodoma, kad išnaudojant *integravimo galimybes* galima padėti mokiniams geriau *susidaryti visuminį pasaulio vaizdą* ir padidinti jų domėjimąsi pačia matematika, kuri kaip niekas kitas yra būtina gamtos mokslams: *”Fizikoje tai apima elementarių fizikos formulių naudojimą kelio, greičio, reikalingo judėjimo laikui nustatyti, elektros grandinių elementų charakteristikų – varžos, įtampos, srovės stiprumo apskaičiavimus; chemijoje – tirpalų koncentracijos, reakcijos išeigos apskaičiavimą; biologijoje – populiacijos gausos priklausomybės nuo maistinių išteklių apskaičiavimą, populiacijos tankio nustatymą”* (BP, 2008, p. 9). Todėl integravimui itin palankios tokios temos: matavimo vienetai, skalės ir prietaisai; pagrindinė proporcijos savybė; standartinė skaičiaus išraiška; skaičiaus dalis, procentai; vidutinis greitis; tiesioginis ir atvirkštinis proporcingumas; diagramų braižymas ir skaitymas; simetrija; priklausomybės, trigonometriniai sąryšiai stačiajame trikampyje; formulių taikymas; lygčių sprendimas.

Gamtos mokslų integracija su matematika galima *demonstruojant jos žinių pritaikomumą* – naudojant gamtos mokslų

skaitinius duomenis, sprendžiant gamtos mokslų konteksto uždavinius. Fizikoje, chemijoje ir biologijoje *matematika taikoma* atliekant įvairius matavimus ir skaičiavimus, išreiškiant dydžių skaitines charakteristikas ir vaizduojant jų tarpusavio priklausomybę, konstruojant reiškinių matematinius modelius. Šių *kompetencijų pradmenis* mokiniai įgyja jau 5–6 klasėse, lygiagrečiai mokydamiesi integruoto gamtos kurso ir prieš pradėdami mokytis fizikos 7 klasėje ir chemijos 8 klasėje. Tačiau kai kurios temos nagrinėjamos kiek vėliau, negu jų žinių reikia fizikos pamokose (pavyzdžiui, simetrija, trigonometrinės funkcijos) ir nenagrinėjamos pagrindinėje mokykloje, nors jų prireikia fizikos (vektoriai) ir chemijos pamokose (logaritmai). Neigiamą poveikį gamtamokslinio ugdymo kokybei daro ne tik tai, kad naujos matematinio ugdymo programos beveik nenumato paralelinės integracijos galimybių ir jų turinys siaurinamas, neatsižvelgiant į būtiną mokinių pasirengimą įsisavinti gamtos mokslų žinias (mokiniai laiku neįgyja tvirtų gamtos mokslams reikalingų skaičiavimo, reiškinių pertvarkių, lygčių sprendimo ir modeliavimo įgūdžių) – ugdymosi turinio projektavimo prasme patys gamtos mokslai nesudaro vieningos sistemos ir yra fragmentiškai susieti chronologiniais ryšiais su matematika. Taip pat nemaža problema – matematikos vadovėlių turinio skurdumas gamtos mokslų integracijos požiūriu. *Dabar naudojamoose matematikos vadovėliuose gamtos mokslų duomenimis remiamasi retai, nesistemin-gai*, o bandymai aiškinti gamtos mokslų sąvokas neretai yra būtinio lygmens, neatitinkantys moksliskumo principo ir šių mokslų sampratų.

Matematikos ir gamtos mokslų mokymosi metodų taikymas įgyvendinant didiktoikos principus. Didaktiniai *moksliskumo ir prieinamumo* principai, užtikrindami

matematikos ir gamtos mokslų programų turinio optimalumą, padeda: *mokymo turinyje atspindėti matematikos raidos ir gamtamokslinių tyrimų istorinį kelią; atskleisti sukauptų žinių teorinį reikšmingumą bei praktinį pritaikomumą; išryškinti šiuolaikinio mokslo problemas.*

Konstruktivizmo požiūriu, mokiniai kuria žinių konstruktus ankstesnės patirties ir naujos informacijos sąveikos metu, mokymosi procese taikydami įvairias mąstymo operacijas (atpažinimą, analizę, sintezę, vertinimą). Mokiniai turi būti skatinami remtis objektyvia informacija, mokomi ją susirasti, analizuoti ir kritiškai vertinti. Šiuo požiūriu *moksliškumo* principas nukreipia: *naują dalykinę medžiagą pateikti struktūruotai* (schemomis, lentelėmis, grafikais, diagramomis) ir *taikyti aktyvaus mokymo(si) metodus* (probleminį mokymą, mokslinį darbą su informacijos šaltiniais).

Kadangi *prieinamumo* principas glaudžiai siejasi su mokinių motyvacijos ugdymo problema, šio principo realizavimas reikalauja žadinti mokinių susidomėjimą *keliant probleminius klausimus; skatinant savarankišką ir kritinį mąstymą; nukreipiant remtis literatūros šaltiniais ir naudotis naujausiomis technologijomis.* Mokymosi *prieinamumo* principas reikalauja, kad mokymosi turinys atitiktų mokinių amžiaus ir individualias ypatybes, jų pasirengimą. Vadinasi, mokytojas turi gerai išmanyti mokyklinio amžiaus vaikų raidos dėsningumus ir asmenybės psichologiją, gebėti kurti efektyviam mokymuisi tinkamą aplinką ir teigiamus tarpasmeninius santykius.

Žinių sistemiškumo principas reikalauja *perteikti žinias nuosekliai ir remtis vidiniais ir išoriniais dalyko ryšiais.* Principo realizavimas orientuoja: *konstruoti mokomosios medžiagos modulius pagal temas, atsižvelgiant į vis didėjantį jos sudėtingumą laipsni; išskirti kiekvienos temos svarbiausias*

idėjas ir sąvokas; mokomąją medžiagą sieti vidiniais faktais, dėsnių, teorijų ryšiais; numatyti tarpdalykinius ryšius; kelti artimiausius mokymo(si) tikslus ir formuluoti tolesnius; taikyti vertinamuosius metodus.

Organizuodami mokinių mokymosi veiklą, mokytojai taiko įvairius mokymosi metodus. Matematikos ir gamtos mokslų dalykų turinio specifika leidžia efektyviai taikyti *žodinius metodus – pasakojimą, pokalbį, paskaitą*, kurie padeda įgyvendinti didaktinį *vaizdumo* principą. Dabartinėje didaktikoje jį praplėtęs *mokymosi priemonių naudojimosi* principas, realizuojamas taikant šiuos mokymo metodus, gali efektyviai stimuluoti mokinių pažintinę veiklą, nes mokymosi priemonės leidžia betarpiškai nagrinėti realius daiktus ir reiškinius arba jų modelius ir atvaizdus. Gamtamoksliniame ugdyme jutiminis pažinimas vaidina svarbų vaidmenį, kadangi remiantis jutimo organais fiksuojami, kaupiami stebėjimų ir bandymų duomenys, gaunami laboratorinių ir praktinių darbų, eksperimentų rezultatai. Tolesnis gautų duomenų apdorojimas reikalauja abstraktaus mąstymo, todėl šiame pažinimo etape mokymosi priemonės, ypač matematikos pamokose, turi būti naudojamos saikingai.

Savarankiškumo arba *sąmoningo ir aktyvaus mokymosi* principas orientuoja ugdyti mokinių mokymosi mokytis kompetenciją. Mokėti mokytis – vadinasi, žinoti, ką reikia daryti, siekiant įgyti reikiamą žinių. Neišmokę organizuoti savo mokymosi veiklos, mokiniai nepajėgs mokytis savarankiškai. Įgyvendindami šį principą mokytojai: *ugdo mokinių gebėjimą kelti mokymosi tikslus; pratina savarankiškai, kritiškai mąstyti; stiprina pasitikėjimą savo jėgomis. Savarankiškumo* principas numato įtraukti į programą įvairius stebėjimus, eksperimentus, laboratorinius ir praktinius darbus, reikalaujančius

skaičiavimų, konstravimo, modeliavimo, grafikų braižymų ir pan. Taigi matematikos ir gamtos mokslų pamokose yra tinkamos galimybės šiam didaktikos principui įgyvendinti. Savarankiško mokymosi metodų – *nagrinėjamų objektų, reiškinių ir procesų stebėjimas, mokomųjų bandymų ir eksperimentų atlikimas, darbas su mikroskopu, skaičiavimai, lentelių sudarymas, grafikų brėžimas, literatūros paieška* ir kt. – taikymas padeda tenkinti mokinių savarankiškos ir aktyvios veiklos poreikius, ugdyti mokinių pažintinius interesus ir gebėjimus bei kelia jų mokymosi motyvaciją. Įgyti *matavimo, skaičiavimo, grafiniai, eksperimentiniai ir kiti pradinės mokslinės tiriamosios veiklos gebėjimai* tarnauja bendrųjų kompetencijų, reikalingų daugelyje profesinių sričių, susijusių su gamtos mokslais, ugdymui. Aktyvi mokinių mokymosi veikla sudaro prielaidas įvairioms mąstymo operacijoms (analizė ir sintezė, indukcija ir dedukcija, palyginimas, analogija, abstrahavimas) formuotis bei plėtotis ir padeda ugdyti kritinį mąstymą.

Realizuojant *žinių tvirtumo ir refleksyvaus mokymosi* principus siekiama giluminio mokinių mokymosi, kai įgytos žinios tampa išsąmonintu prasmingos ir aktyvios mokymosi veiklos rezultatu. Žinios yra išsavinamos lengviau ir išlieka atmintyje ilgiau, jeigu: *mokomoji medžiaga yra tinkamai struktūruota; išlaikomas loginis seniau įgytų žinių ir naujos informacijos ryšys; perteikiamas optimalus naujos informacijos kiekis; skiriamas pakankamas kiekis įtvirtinimo ir kartojimo užduočių.* Mokinių įgytos žinios bus tvirtos, jei mokiniai *jaus mokymosi prasmingumą, remsis patirtimi, apmąstys savo mokymąsi, įsivertins padarytą pažangą.* Visa tai reikalauja iš mokytojo organizuoti mokymosi procesą taip, kad mokiniai turėtų galimybę aktyviai veikti, taikyti įgytas žinias ir reflektuoti. Todėl mokytojas turi taikyti mokymosi metodus,

kurie skatintų mokinių motyvaciją, aktualizuotų jų patirtį, padėtų kryptingai ugdyti kritinį mąstymą bei savikontrolės gebėjimus.

Kūrybiškumo ugdymo ir ugdomojo mokymosi principai determinuoja mokinių intelektinių galių plėtros būtinumą. Ugdomojo mokymosi principas numato tokios turiningos edukacinės aplinkos kūrimą, kurioje būtų ugdomos mokinių bendrosios, ypač mokėjimo mokytis ir komunikavimo, kompetencijos. Šio principo realizavimas numato mokymosi bendradarbiaujant metodų taikymą. Kūrybiškumo ugdymo principas numato mokinių kūrybiško ir savarankiško mąstymo ugdymą organizuojant mokymosi procesą, kuriame: aktyvuojamos mokinių kūrybinės galios; skatinama savarankiškai rinktis veiklos sritis, kryptis ir būdus; sudaromos sąlygos, tinkamos mokinių kūrybinių idėjų įgyvendinimui.

Šios nuostatos efektyviai įgyvendinamos taikant *tyrinėjimu grindžiamo mokymosi metodus*, mokytojui organizuojant mokinių veiklą, kurioje jie tobulina žinias apie mokslines idėjas, supratimą, kaip mokslininkai tyrinėja pasaulį. Vykdam mokslinius tyrinėjimus, mokiniams būtini gebėjimai: *kelti klausimus ir apibrėžti sampratas; planuoti tyrimus; naudoti technologijas ir taikyti matematiką; formuluoti ir kritiškai vertinti mokslinius paaiškinimus pasiremiant logika ir gautais įrodymais; atpažinti ir analizuoti alternatyvius paaiškinimus ir modelius; bendrauti, komunikuoti ir apginti savo mokslinius argumentus.* Gamtamoksliniame ugdyme *tyrinėjimas suprantamas kaip sąmoningas procesas, kuriame: diagnozuojama problema; kritiškai vertinami eksperimentai; išskiriamos alternatyvos; planuojamas tyrimas; tiriama spėjimai; ieškoma informacijos; kuriami modeliai; diskutuojama su bendraamžiais; formuojami nuoseklūs argumentai.*

Mokant matematikos dažnai remiamasi ne *tyrinėjimu grindžiamu mokymusi*, o *problema grindžiamu mokymusi*, apibūdinančiu mokymosi aplinką, kurioje problemos „vado-vauja mokymuisi“. Vadinasi, mokymasis prasideda nuo spręš-tinos problemos, kuri iškeliamą taip, kad mokiniams reikėtų įgyti naujų žinių, būtinų norint išspręsti problemą. Užuoť ieš-koję vieno teisingo atsakymo, mokiniai: *interpretuoja proble-mą; surenka reikalingą informaciją; atranda galimus spren-dimus; įvertina kitas galimybes ir pateikia išvadas. Tyrinė-jimu grindžiamas gamtamokslinis ugdymasis iš esmės yra problema grindžiamas mokymasis, kuriame tik labiau pabrė-žiama eksperimentinio metodo svarba.*

LITERATŪRA

1. *Aktyvaus mokymosi metodai*. Mokytojo knyga. Vilnius, 1998.
2. Anthony G., Walshaw M. Characteristics of Effective Teaching of Mathematics: A View from the West. *Journal of Mathematics Education*, 009, vol. 2, no. 2, p.147–164.
3. Arends R. I. *Mokomės mokyti*. Vilnius: Margi raštai, 1998.
4. Balevičienė S., Jucevičienė P., Stanikūnienė B. *Šiuolaikinio mokymosi metodai*. Kaunas: Žinių visuomenės institutas, 2003.
5. Bennett B., Rolheiser-Bennett C., Stevahn L. *Mokymasis bendradarbiaujant. Kur jausmai ir protas susitinka*. Vilnius, 2000.
6. Butkienė G., Kepalaitė A. *Mokymasis ir asmenybės brendimas*. Vilnius: Margi raštai, 1996.
7. Cibulskaitė N. *Šiuolaikinė matematikos didaktika: mokymo priemonė magistrinėms studijoms*. Vilnius: VPU, 2006.
8. Darafėjus R., Petraitiienė B., Višinskienė J., Zubavičienė I. *Biologija IX klasei*. Mokytojo knyga. Kaunas: Šviesa, 2011.
9. Fullan J. *Pokyčių jėgos*. Vilnius: Margi raštai, 1998.
10. *Gamtos ir matematikos disciplinų ryšiai*. Kaunas: Šviesa, 1983.
11. Grinkevičius K., Batulevičius G., Stančik M. *Biologija 7 klasei*. Mokytojo knyga. Kaunas: Šviesa, 2007.
12. Grinkevičius K., Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Firstova L. *Biologija 7. „Šok“ serijos vadovėlis 7 klasei*. Pirmoji ir antroji knygos. Kaunas: Šviesa, 2011.
13. *Inquiry and the National Science Education Standards*. National Research Council. Washington, DC: National Academy Press. 2000. Prieiga per internetą: <http://www.nap.edu/books/0309064767/html/>.
14. *Internet environments for science education*. M. C. Linn, E. A. Davis & P. L. Bell (Eds.) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2004.

15. Jakavičius V. *Žmogaus ugdymas*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 1998.
16. Karazija R. *Fizikos metodologija ir filosofija*. Vilnius: VPU, 2007.
17. Kjaergaard E., Martinėnienė R. *Penki sveikinimai demokratijai*. Danija: Freka, 1996.
18. Kline M., Comer R.J. *Mathematics in the Modern World – Readings from Scientific American*. New York: W.H. Freeman, 1968.
19. Mikulevičiūtė J., Purlienė M., Grinkevičius K. *Biologija IX klasei*. Vadovėlis. Pirmoji knyga. Kaunas: Šviesa, 2011.
20. Newton D. P. *A Practical Guide to Teaching Science in the Secondary School*. Abingdon: Routledge, 2008.
21. Pečiuliauskienė P., Barkauskaitė M. *Pedagoginės praktikos mokykloje vadovas*. Vilnius: Edukologija, 2011.
22. Petkevičienė A. *Mokymosi bendradarbiaujant galimybių taikymas technologijų pamokose: magistro darbas [rankraštis]*. Vilnius: LEU biblioteka, 2008.
23. Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios programos. *Gamtamokslinis ugdymas*. Vilnius: ŠAC, 2009.
24. *Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios programos*. Vilnius: ŠMM, 2008.
25. *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission, 2007.
26. Šiaučiukėnienė L., Stankevičienė N., Čiužas R. *Didaktikos teorija ir praktika*. Kaunas: Technologija, 2011.
27. Slavin R. E. *Cooperative Learning Theory, Research and Practice*. New York: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1990.
28. Šulčius A. *Dėmesys eksperimentui – požiūrio į chemiją keitimo būdas*. – Chemija mokykloje – 2003. Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas, 2003. p. 5–10.
29. Teresevičienė M., Gedvilienė G. *Mokymasis bendradarbiaujant*. Vilnius: Garnelis, 2000.
30. Valentinavičienė V. *Realijų ir virtualių bandymų derinimo galimybės mokant chemijos vidurinėje mokykloje*. – Che-

mija mokykloje – 2005. Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas, 2005.

31. Vidurinio ugdymo bendrosios programos. *Gamtamokslinis ugdymas*. Vilnius, 2011 m.
32. Злотников З. Г. Проведение экспериментального практикума по химии // *Химия в школе*. – 1990. – № 6. – с. 46–49.
33. Качалова Г. С. Из опыта обучения учащихся решению экспериментальных задач // *Химия в школе*. – 1990. – № 3. – с. 42–43.
34. Чертков И. Н. К методике решения экспериментальных задач // *Химия в школе*. – 1985. – № 4. – с. 50–54.

Ak65

Aktyvaus mokymo metodai mokant gamtos mokslų ir matematikos: metodinė priemonė. Vilnius: leidykla „Edukologija“, 2012. 68 p.

ISBN 978-9955-20-790-0

Metodinėje priemonėje mokytojų ir studentų dėmesiui pateikiami kai kurie aktyvaus mokymo metodai, kuriuos galima taikyti gamtamokslinio ugdymo metu.

UDK 371.3:5(075.8)

Redagavo *Vida Bėkštienė*

Maketavo *Donaldas Petrauskas*

Viršelio autorė *Dalia Raicevičiūtė*

SL 605. 4,25 sp. l. Tir. 100 egz. Užsak. Nr. 012-112
Išleido leidykla „Edukologija“, T. Ševčenkos g. 31, LT-03111 Vilnius
Tel. +370 5 233 3593, el. p. leidykla@vpu.lt
www.edukologija.lt