



## KOMPIUTERINĖ VIZUALIZACIJA MOKANT CHEMIJOS: VIZUALIZACIJOS PRIEMONIŲ IR OBJEKTŲ ANALITINĖ APŽVALGA

**Renata Bilbokaitė**

*Šiaulių universiteto Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centras, Lietuva*

### **Anotacija**

Mokiniai labai dažnai naudojami kompiuteriais, jų dėmesys skirtas kompiuteriniams žaidimams. Jei mokymo procese būtų sudarytos sąlygos pažinti kompiuterinių technologijų priemones, kuriomis ugdytiniai gebėtų mokytis klasėje ir namuose, tikėtina, kad ugdymo rezultatai pagerėtų. Tai ypač svarbu gamtos mokslų disciplinoms, kurioms kompiuterinės technologijos svarbios savo aukštos kokybės interaktyvia vizualizacija, kai mokiniai gali mokytis aktyviai veikdami, stebėdami sudėtingus reiškinius, kurie kitomis priemonėmis nematomi. Straipsnyje pagrindžiama kompiuterinės vizualizacijos priemonių reikšmė, nagrinėjami dažniausiai vizualizuojami objektai, kaip galimos priežastys, kurios skatintų mokinius mokytis chemijos ir pažinti ją giliau, taip pat padėtų išvengti mokymosi spragų.

**Pagrindiniai žodžiai:** *kompiuterinė vizualizacija, priemonės, vizualizavimo objektai, chemijos mokymas.*

### **Įvadas**

Daugelis mokomųjų priemonių bendrojo lavinimo mokyklose apsiriboja vadovėliais. Po Lietuvos Nepriklausomybės atgavimo vadovėlius ėmė leisti įvairūs autoriai, tą daryti skatino švietimo reformos. Esama labai kokybiškų savo turiniu, vaizdine medžiaga vadovėlių, tačiau jie negali pavaizduoti 3D (kol kas), neapima interaktyvių užduočių. Šie pamintieji vadovėlių trūkumai gali būti susilpninti ugdymo procese naudojant kitas priemones, pavyzdžiui, kompiuterinę vizualizaciją.

Plintant technologijoms, keičiasi mokinių požiūris į ugdymą. Aplinka suteikia geresnes sąlygas mokytis, tačiau ugdytiniai dažniausiai jomis nesinaudoja, nes laisvą laiką praleidžia žaisdami kompiuterinius žaidimus (Šaparnytė, 2007). Tikėtina, kad mokinių susidomėjimas technologijomis lemia neigiamus jų rezultatus mokykloje, kurioje technologinis aprūpinimas vyksta gan lėtai, kai kurie mokytojai neturi pakankamai kompetencijos naudotis technologijomis (Vilkonienė, 2006). Pasak V. Lamanausko, R. Vilkonio, A. Klangausko (2006), mokytojai šioje srityje nesijaučia pakankamai kompetentingi, todėl vengia naudoti IKT. Tokie mokytojai naudojami tradicinėmis mokymo priemonėmis. Negalima tvirtinti, kad vadovėliai, kaip mokymo priemonės, ugdymo procese yra neefektyvūs, tačiau, žinant mokinių dėmesį technologijai, galima daryti prielaidą, kad vadovėliai sukelia mažesnę interesą nei kompiuterinės technologijos.

Gamtamokslinėms disciplinoms, ypač chemijai ir biologijai, labai reikia mokymo priemonių, kurios pasižymėtų aukštu vaizdumo lygiu. Didelė dalis vadovėlių, plakatų, fizinių modelių yra pasenę, nebetinkami naudoti. Daugelis jų nepasižymi 3D ar interaktyviu objektų pavaizdavimu. Kadangi mokiniai mėgsta interaktyviai kontaktuoti su kompiuteriu (žaidžia kompiuterinius žaidimus), tikėtina, kad kompiuterio ekrane regimi vaizdai padėtų jiems mokytis gamtos disciplinų.

Tyrimai rodo, kad daugelis mokinių namuose laisvai gali naudotis internetu, daro tai, nes technologijos skatina jų domėjimąsi gamtamoksliniais dalykais (Railienė, 2006). Vadinausi, dauguma mokinių turi galimybes mokytis interaktyviomis sąlygomis ir sužinoti kur kas daugiau, nei galima per pamokas.

Šiuolaikinė vizualizacija, kuriama ugdymo tikslais, yra orientuota į mokymo proceso tobulinimą. Ji ypač svarbi gamtos mokslų disciplinoms, nes jų sąvokos sudėtingos ir joms suprasti reikia labai didelių pastangų. Todėl vizualizuota informacija siekiama palengvinti ugdymą, kad mokinys suprastų ir įsisavintų būtiniausias sąvokas. Kuo vaizdesnis objektas, tuo lengviau jį įsiminti. Žinoma, kad mokiniai mėgsta kompiuterius ir domisi jų galimybė-

mis, todėl kompiuterinė vizualizacija yra viena iš labiausiai mokinius aktyvinančių mokymo priemonių. Aiški vizualizacija padeda mokiniams suprasti sudėtingas sąvokas (Bilbokaitė, 2007), todėl mokslininkai tyrinėja kompiuterinės vizualizacijos priemones (Herráe, A. (2006), Coleman, W. F. (2006), Badal, R. ir kt. (2006), Cox, J. R. (2006), Roy, U., Luck, L. A. (2007) ir kt.). Straipsniu siekiama atskleisti vizualizacijos priemonių panaudojimo galimybių reikšmę bei parodyti, kurie objektai yra dažniausiai vizualizuojami kompiuterinėmis programomis. Tai leistų suprasti, kurie objektai chemijoje mokiniams sunkiau suprantami ir juos reikėtų parodyti vizualiai, siekiant išvengti mokymosi spragų.

**Tyrimo objektas** – kompiuterinės vizualizacijos priemonių panaudojimo galimybės mokant chemijos bei dažniausiai vizualizuojami objektai

**Tyrimo tikslas** – išsiaiškinti kompiuterinės vizualizacijos priemonių panaudojimo galimybes mokant chemijos ir dažniausiai vizualizuojamus objektus

**Tyrimo uždaviniai:**

1. Kategorizuoti kompiuterinės vizualizacijos priemones.
2. Apžvelgti kategorizuotos kompiuterinės vizualizacijos priemonių panaudojimo galimybes mokant chemijos.
3. Išsiaiškinti, kurie objektai yra dažniausiai vizualizuojami mokant chemijos.

### **Tyrimo metodologija**

Straipsnyje remiamasi L. M. Vekerio (1976) genetinio struktūrinio intelekto modelio teorija. Jo nuomone, žmogus mokydamasis įgyja tam tikros patirties, o pastaroji yra kitų įgūdžių pagrindas. Tai siejasi su konstruktyvizmo teorija, tačiau Vekeris labiau orientuojasi į konkrečių gebėjimų, kaip intelekto rodiklių, reikšmę. Vaizdinis mąstymas labai svarbus bet kurioje disciplinoje, nes jo pagrindu gali formuotis sąvokinis mąstymo lygmuo. Jei vaikas nematys vaizdinių, jų neįsivaizduos, negalės suformuoti vaizdinio lygmens, vaizdinis mąstymas nepasieks intensyvios brandos. Ši teorija išryškina vaizdinių priemonių svarbą bendrojo lavinimo mokykloje, ypač gamtamokslių disciplinų srityje, kur reikia suvokti ir suprasti vizualumo reikalaujančias sąvokas. Remiantis Vekerio intelekto teorija, galima daryti prielaidą, kad vaizdinės priemonės turėtų padėti formuoti pirminius vaizdinius, kurie vėliau iš atminties pereis į vaizdinį mąstymą ir įsitvirtins. Nuo vaizdinio mąstymo išvystymo priklausys mokinio gebėjimas operuoti sąvokomis.

Straipsnyje taip pat laikomasi nuomonės, kad vaizdinis mąstymas, padeda suformuoti tinkamus mentalinius modelius, kurie sąlygoja vaizdinį sąvokų suvokimą ir padeda susiformuoti verbalinėms sąvokoms. Jei mokiniai po netinkamos vizualizacijos (ar visiškai jos netaikant) susidarys neteisingus mentalinius modelius, jų supratimas bus neteisingas ir mokantis sąvokų atsiras daug „spragų“ (Bilbokaitė, 2007). Siekiant to išvengti, mokantis gamtamokslių disciplinų, rekomenduojama taikyti vizualizaciją.

Darbe analizuojami straipsniai tik iš EBSCO duomenų bazių (*Academic Search Premier, Education Research Complete, ERIC*). Tyrimo metodai: mokslinės informacijos šaltinių analizė, struktūrinė analizė.

### **Tyrimo rezultatai**

Išanalizavus mokslinę literatūrą gauti duomenys buvo kategorizuoti, siekiant atskleisti vizualizacijos priemonių gausą. Moksliniai teiginiai paaiškina (1 lentelė), kokios priemonės buvo naudotos ugdymo procese, o kategorijos – kokios priemonės patenka į tam tikrą grupę.

### Vizualizacijos priemonės mokant chemijos

Autoriai	Kategorija	Teiginiai
Appling J. R. (2004).	<b>Kompiuterinės programos</b>	Molekulių vizualizavimo programa
Roy U., Luck L. A. (2007).		Molekulių funkcionavimo aplinka, molekulių vizualizavimo programa, kuri gali būti naudojama daugelyje funkcionavimo platformų.
Cox J. R. (2006).		Molekulių vizualizavimo programa, animacijos.
Stieff M. (2003).		<i>NetLogo</i> modeliavimo programa.
Sandvoss L. M., ir kt. (2003).		3D molekulių vizualizavimo programos.
Coleman W. F., Fedosky E. W. (2005).		<i>JCE WebWare</i> , molekulių simetrijos, 3D vizualizacija.
Herráe A. (2006). Coleman W. F. (2006).		<i>Jmol</i> programa, nemokamai prieinama kiekvienam vartotojui
Schmuker M., (2007).		SOMMER viešai prieinama, <i>Java-based</i> priemonė treniravimui.
Badal R. ir kt. (2006).	<b>Internetinės programos</b>	Naudojami internetiniai instruktoriai, kaip vizualizacija.
Kohorst K. (2007).		Biochemijos mokymas internetu.
Cox J. R. (2006).		Internetinės animacijos mokant chemijos.

Mokslininkai mini tam tikras vizualizacijos priemones, kurios taikomos chemijos ugdymo procese. Analizės metu išskirtos trys pagrindinės priemonių kategorijos: programinė įranga, kompiuterinės programos ir internetinės programos. Šios priemonės taikomos tik naudojant kompiuterines technologijas. Verta plačiau paanalizuoti kiekvieną kategoriją.

Kompiuterinės programos (lentelė) apima beveik visas 3D vizualizacijos programas, kurios gali būti naudojamos klasėse esant kompiuteriams. *Jmol*, *SOMMER* programos garantuoja kokybišką molekulių vizualizavimo vaizdą, kuris yra interaktyvus, vadinasi, veikia mokinius. Kompiuterinės programos jungia konkrečias mokomąsias temas su aiškiais pavyzdžiais. Dauguma iš jų yra skirtos molekulių vizualizacijai, kai mokiniai turi galimybę jas išnagrinėti regėdami ryškiai struktūruotą sandarą. Programinės įrangos dažnai yra perkamos, todėl ne kiekvienam pedagogui prieinamos. Pastaruoju metu atsiranda vis daugiau laisvai prieinamų programų. Didžiausias dėmesys yra teikiamas ne pačiai programai ar programų paketui, o jų galimybėms ir regimųjų vaizdų kokybei. Kuo daugiau funkcijų atlieka programos ar jų paketai, tuo jos yra efektyvesnės.

Internetinės programos (1 lentelė). Pastarųjų internete nuolat daugėja. Savaimė suprantama, dauguma jų yra nemokamos, todėl viso pasaulio mokytojai gali jas naudoti ugdymo metu, jei klasėje yra internetinis ryšys. Daugelyje programų pateikiami chemijos ugdymo modeliai – pamokos, kurios gali būti naudojamos kaip vizualizavimo priemonė. Dauguma internetinių programų yra anglų kalba, todėl, norint jas naudoti, reikia mokėti angliškai. Internetinės programos gali būti naudojamos ir savarankiškam mokymuisi, kai pedagogas tiesiog nurodo adresus tu tinklapių, kuriuose mokiniai namuose gali plačiau susipažinti su molekulių sandara, jų susidarymo ir funkcionavimo procesais. Tokia idėja ugdytiniams nesukels didelių sunkumų, nes anglosaksinė kultūra žavi, sukelia teigiamas asociacijas apie kokybę ir lavina užsienio kalbų mokėjimo kompetencijas. Pedagogas tarsi lavina kelis gebėjimus vienu metu. Tokios programos yra *ChemViz* (chemijos vizualizacija) – interaktyvi chemijos programa. Ji apima kompiuterines chemines simuliacijas ir vizualizaciją, gali būti naudojama klasėje. Norint naudotis reikia instaliuoti *Java* programinę įrangą. Programa laisvai prieinama internetu šiuo adresu: <http://chemviz.ncsa.uiuc.edu/>. Dar viena programa, turinti chemijos temas, yra *MLX Package 1825*, joje beveik visi vizualizuoti objektai yra 3D, taip pat inte-

raktyvūs. Galima matyti vizualizuotų molekulių judėjimą (prieiga per internetą: <http://www.chem.purdue.edu/gchelp/>).

Internetėje galima rasti labai daug nemokamų programų, tačiau dažniausiai reikia instaliuoti *Java*, *RasMol* arba *Xmoll* programinę įrangą, nes kuria nors iš jų buvo sukurtos kompiuterinės vizualizacijos, todėl joms atpažinti ir turi būti instaliuota minėtoji įranga. Vienintelis galimas visų programų trūkumas – visi verbaliniai paaiškinimai yra pateikti anglų kalba. Pedagogui, kuris gerai nemoka angliškų chemijos formuliu, gali būti problemiška naudoti internetines programas. Tačiau jos gali būti rekomenduojamos mokiniam, kad pastarieji tiesiog pamatytų 3D chemijos objektų vaizdus, ir jų sąmonėje lengviau susiformuotų mentaliniai modeliai. Tikėtina, kad regima internetinės programos vizualizacija galėtų motyvuoti mokinius, nes jie greičiau susidarytų bendrą supratimą, kokios yra chemijos mokslo galimybės, apie ką šis mokslas.

Mokslininkų minimos vizualizacijos priemonės yra svarbiausios šiuolaikiniam chemijos ugdymui, nes tobulėjanti technika sąlygoja galimybes pažinti gamtą kur kas giliau nei vien iš vadovėlių. Vizualizavimo priemonės ir būdai, suskirstyti į kategorijas, buvo išbandyti praktiškai. Sulaukta teigiamų rezultatų, todėl mokslininkai rekomenduoja jas taikyti chemijos ugdyme. Programinė įranga, kompiuterinės programos ir internetinės programos gali būti selektyviai atrenkamos pagal situacijas.

Išanalizavus mokslinių santraukų teiginius išryškėjo pačios pagrindinės temos ir objektai, kurie dažniausiai yra vizualizuojami. Labiausiai vizualizuojamas objektas yra molekulės (2 lentelė), dažnai vizualizuojamos molekulių struktūros, kur kas rečiau – atomai. Galima teigti, kad šie objektai yra patys svarbiausi chemijos mokymo elementai, nes mokiniui svarbu įsisavinti pagrindines žinias apie objektus, kad galėtų mokyti sudėtingesnių temų, kurių vizualizuoti kol kas nėra galimybių.

2 lentelė

### Dažniausiai vizualizuojami objektai mokant chemijos

Autoriai	Objektai	Pastabos
Finnan J. ir kt. (2004), José T. J., (2005), Booth D. ir kt. (2005), Herman C. ir kt. (2005), McKay S. E. (2001), Kallow W. ir kt. (2002), DeLoughry T. J. (1993), Barak P. (2005), Sandvoss L. M. ir kt. (2003), Appling J. R. (2004), Cherif A. A. ir kt. (1997).	<b>Molekulės</b>	Vizualizuojamos molekulės – jų sandara, susidarymo ir susijungimo su kitais elementais procesai; vizualizuojamos įvairių medžiagų molekulės, kad mokiniai suprastų jų skirtumus pagal bazinę struktūrą; rodomas molekulių judėjimas, įmanoma į jas žiūrėti iš įvairių kampų, taip suvokiant erdvinę objektų padėtį; regimi molekulių parametrai, kuriuos dažniausiai galima kompiuteriais keisti.
Robblee K. M. ir kt. (2000). Ferk V. ir kt. (2003). Roberts J. R. ir kt. (2005).	<b>Molekulių struktūros</b>	Reikšmingiausios yra konkrečios molekulių struktūros vizualizacijos. Sudominama molekulių struktūra ir funkcionavimu.
Aumann K. ir kt. (2003). Yeziarski E. J., Birk, J. P. (2006).	<b>Atomai</b>	Vizualizacija atominiu ir molekulinu lygiu padeda lavinti konceptualų supratimą.

Molekulės mokiniams pradant mokyti chemijos yra viena iš sunkiausiai suvokiamų temų. Molekulių struktūra ir formulinis jų kodavimas yra labai svarbus tolesnėms žinioms įgyti, todėl didžiausias mokslininkų dėmesys yra sutelktas į molekulių vizualizaciją. 2 lentelėje yra pateiktos pastabos, atspindinčios molekulių atvaizdavimo galimybes, būdus ir variantus.

Molekulių struktūros suvokimas lemia teisingų mentalinių modelių susiformavimą sąmonėje, todėl pradiniam chemijos mokymo etape svarbu parodyti kuo daugiau molekulių struktūrų, kad supratimas taptų užbaigtas. Technologai molekulių vizualizacijai skiria dau-

giausiai dėmesio, nes jų 3D atvaizdavimas reikalingas net labai kompetentingiems specialistams turimiems mentaliniams modeliams patvirtinti ir naujiems suformuoti.

Suprasti teorines chemijos sąvokas yra labai sunku (Saul, Kikas, 2003). Dažniausiai remiamasi analogijomis, kurios taikomos skirtingiems objektams ar procesams, todėl chemijos sąvokos yra neteisingai suvokiamos, atsiranda suvokimo klaidų. Dažniausiai pasikartojantis pavyzdys – mokiniai galvoja, jog vario molekulės ištirpsta, kai tirpsta pats varis (Saul, Kikas, 2003). Gamtamokslinės sąvokos yra apibūdinamos atsižvelgiant į santykį su kitomis sąvokomis, jos susijusios integraciniais sintaksiniais tinklais, percepcinės ypatybės perdaromos į naujas, informatyvesnis, struktūras.

Natūralios spalvos ir elementų išdėstymas atitinkama tvarka leidžia greičiau susidaryti analogijoms vaiko sąmonėje, todėl vaizdinių mąstymu regimas vaizdas perkeliamas į mentalinę vaizduotę ir vaizdinę atmintį, surandama objekto analogija, objektas identifikuojamas. Taip sukuriama tiltas tarp realybėje esančių objektų ir jų cheminių struktūrų supratimo. Vaikas perpranta, kad gamta yra daloma, net mažiausias elementas turi sandarą. Fizikoje ir astronomijoje atveriamas begalybės pojūtis bei samprata, o chemijoje suformuojama minimalios dalelės reikšmė pasaulyje.

Mokslininkai mini ir kitus vizualizacijos objektus: polimerus (Takaki, 1999), proteiną (Honey, 2003), metalo tankumą (Keiter, 2006), baterijų elektrą (Eun-mi Yang A., 2003), skysčių sąveiką (Montes, 2003), izoterminius procesus (Hamilton, 2003), terminę pusiausvyrą (Clark, 2004), chemines reakcijas (Milne, 1999; Qian, 2006), jonizuotus hidrogenus (Johnson, 2004), nežinomus mišinius (Stokes-Huby, 2007), kristalus (Yeung, Yau-Yuen, 2004) ir kt. Dauguma vizualizacijų yra laisvai prieinamos internetu, mokytojai gali jas susirasti paieškos sistemose įvedę *visualization, chemistry* ir panašius raktažodžius.

Aišku, kad ieškoma būdų, kaip vizualizuoti daugelį chemijos reiškinių, neapsiribojama vien tik molekulių vizualizacija. Stengiamasi, kad ugdymo procesas būtų kuo efektyvesnis ir ugdytiniai turėtų aiškesnį supratimą apie chemiją. Tai taikytina ne tik mokiniams, bet ir studentams bei chemijos specialistams, nes tobulėjanti vizualizacija nuolat perteikia vis sudėtingesnius procesus, kurių iki tol nebuvo regėję.

## Išvados

- Daugumą vizualizavimo priemonių galima suskirstyti į dvi kategorijas: kompiuterines programas ir internetines programas.
- Visos kompiuterinės vizualizacijos priemonės reikšmingos dėl aiškios vizualizacijos, galimybės regėti labai mažus objektus. **Kompiuterinės programos** skirtos konkrečioms temoms, todėl jas galima taikyti derinant su chemijos ugdymo planais, joms būdingas interaktyvumas, jas galima užsisakyti ar parsisiųsti internetu. Jas būtina instaliuoti į kompiuterį. **Internetinės programos** reikšmingos dėl galimybės jas laisvai naudoti turint interneto ryšį ir instaliavus konkrečiai programai reikalingą programinę įrangą. Beveik visos programos yra verbalizuojamos anglų kalba, todėl joms naudoti mokykloje reikia gerų pedagogo užsienio kalbos žinių. Mokiniai, mokydamiesi chemijos, jas gali naudoti savišvietai, bendro pobūdžio žinioms gilinti.
- Molekulės ir jų struktūros yra dažniausiai vizualizuojami objektai mokant chemijos; tai reiškia, kad mokiniams molekulės yra viena iš sunkiausiai suvokiamų sąvokų; mokant jų rekomenduotina pasitelkti vizualizacijos priemones.

## Literatūra

- Appling, J. R., Peake, L. C. (2004). Instructional Technology and Molecular Visualization. *Journal of Science Education and Technology*. Vol. 13, Nr. 3, p. 361-365
- Aumann, K., Muyskens, K. J.C., Sinniah, K. (2003). Visualizing Atoms, Molecules, and Surfaces by Scanning Probe Microscopy. *Journal of Chemical Education*. Vol. 80, Issue 2, p. 187

- Badal, R., Soonho K., Owens, J., Beck, H. (2006). An Integrated Database Approach for Managing Educational Resources in Agricultural and Biological Engineering. *International Journal of Engineering Education*. Vol. 22 Issue 6, p. 1210-1218.
- Bilbokaitė R. (2007). Computer Based Visualization Technology In Science Education: Processes of Information Conveyance and Realization. *Information and Communication Technology in Natural Science Education*. P.23-29.
- Barak, P., Nater, E. A. (2005). The Virtual Museum of Minerals and Molecules: Molecular Visualization in a Virtual Hands-On Museum. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*. Vol. 34 p. 67-71
- Booth, D., Bateman, J., Robert C., Sirochman, R., Richardson, D. C., Richardson, J. S., Weiner, S. W., Fcirwell, M., Putnam-Evans, C. (2005). Assessment of Molecular Construction in Undergraduate Biochemistry. *Journal of Chemical Education*. Vol. 82, Issue 12, p. 1854-1858
- Coleman, W. F., Fedosky, E. W. (2006). Used Jmol to Help Students Better Understand Fluxional Processes. *Journal of Chemical Education*. Vol. 83, Nr.2, p. 336.
- Coleman, W. F., Fedosky, E. W., Charistos, N. D., Tsipis, C. A., Sigalas, M. P. (2005). 3D Molecular Symmetry Shockwave: A Web Application for Interactive Visualization and Three-Dimensional-Perception of Molecular Symmetry. *Journal of Chemical Education*. Vol. 82 Issue 11, p. 1741-1742.
- Cox, J. R. (2006). Screen Capture on the Fly. *Biochemistry & Molecular Biology Education*. Vol. 34, Issue 1, p. 12-16.
- Cherif, A. A., Adams, G. E., Cannon, Ch. E. (1997). Nonconventional Methods in Teaching Matter, Atoms, Molecules and the Periodic Table for Nonmajor Students. *American Biology Teacher*. Vol. 59, Nr. 7, p. 428-38
- Clark, D., Jorde, D. (2004). Helping Students Revise Disruptive Experientially Supported Ideas about Thermodynamics: Computer Visualizations and Tactile Models. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol.41, Nr.1, p. 1-23
- DeLoughry, T. J. (1993). Teaching with technology: Chemists form consortium on technology in instruction. *Chronicle of Higher Education*. Vol. 39, Issue 22
- Eun-mi Yang A., Thomas Greenbowe, Thomas J. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*. Vol. 25, Issue 3, p. 329
- Ferk, V., Vrtacnik, M., Blejec, A., Gril, A. (2003). Students' understanding of molecular structure representations. *International Journal of Science Education*. Vol. 25, Issue 10, p. 1227-1245
- Finnan, J., Taylor-Papp, K., Duran, M. (2004). Seeing the Unseen: Molecular Visualization in Biology. *Learning and Leading with Technology*. Vol. 32, Nr. 4, p. 24-27
- Herman, C., Casiday, R. E., Deppe, R. K., Gilbertson, M., Spees, W. M., Holten, D., Frey, R. F. (2005). Interdisciplinary, Application-Oriented Tutorials: Design, Implementation, and Evaluation. *Journal of Chemical Education*. Vol. 82, Issue 12, p. 1871-1879
- Herráe, A. (2006). Biomolecules in the Computer. *Biochemistry & Molecular Biology Education*. Vol. 34, Issue 4, p. 255-261.
- Johnson, J. L. (2004). Visualization of Wavefunctions of the Ionized Hydrogen Molecule. *Journal of Chemical Education*. Vol. 81, Issue 10, p. 1535-1535
- José, T. J., Williamson, V. M. (2005). Molecular Visualization in Science Education: An Evaluation of an NSF-Sponsored Workshop. *Journal of Chemical Education*. Vol. 82, Issue 6, p. 937-943
- Hamilton, T. M. (2003). Thermodynamics for Visual Learners. *Journal of Chemical Education*. Vol. 80, Issue 12, p. 1425-1427
- Honey, D. W., Cox, J. R. (2003). Lesson Plan for Protein Exploration in a Large Biochemistry Class. *Biochemistry & Molecular Biology Education*. Vol. 31, Issue 5, p. 356
- Kallow, W., Pavela-Vrancic, M., Dieckmann, R., von Döhren, H. (2002). Nonribosomal peptide synthetases-evidence for a second ATP-binding site. *BBA - Proteins & Proteomics*. Vol. 1601, Issue 1, p. 93
- Keiter, R. L., Puzey, Wh. L. (2006). Density Visualization. *Journal of Chemical Education*. Vol. 83, Issue 11, p. 1629-1632
- Kohorst, K., Cox, J. R. (2007). Virtual Office Hours Using a Tablet PC: E-Illuminating Biochemistry in an Online Environment. *Biochemistry & Molecular Biology Education*. Vol. 35, Issue 3, p. 193-197.

Lamanauskas V., Vilkonis R., Klangauskas R. (2006). Informacinės ir komunikacinės technologijos mokantis gamtamokslinių dalykų: kai kurie mokinių vertinimai. *Informacinės komunikacinės technologijos gamtamoksliniame ugdyme*. P. 58-65.

McKay, S. E., Boone, S. R. (2001). An Early Emphasis on Symmetry and a Three-Dimensional Perspective in the Chemistry Curriculum. *Journal of Chemical Education*. Vol. 78, Issue 11, p. 1487

Milne, R. W. (1999). Animating Reactions: A Low-Cost Activity for Particle Conceptualization at the Secondary Level. *Journal of Chemical Education*. Vol. 76, Nr. 1, p. 50-51

Montes, I., Chunqiu L., Sanabria, D. (2003). Like Dissolves Like: A Classroom Demonstration and a Guided-Inquiry Experiment for Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*. Vol. 80, Issue 4, p. 447

Qian X., Tinker, R. (2006). Molecular Dynamics Simulations of Chemical Reactions for Use in Education. *Journal of Chemical Education*. Vol. 83, Nr.1, p.77

Railienė L. (2006). Informacinės komunikacinės technologijos – priemonė moksleivių motyvacijai skatinti. *Informacinės komunikacinės technologijos gamtamoksliniame ugdyme*. P. 77-81.

Roberts, J. R., Hagedorn, E., Dillenburg, P., Patrick, M., Herman, T. (2005). Physical Models Enhance Molecular Three-dimensional Literacy in an Introductory Biochemistry Course. *Biochemistry & Molecular Biology Education*. Vol. 33, Issue 2, p. 105-110

Robblee, K. M., Garik, P., Abegg, G., L., Faux, R., Horwitz, P. (2000). Using Computer Visualization Models in High School Chemistry: The Role of Teacher Beliefs.

Roy, U., Luck, L. A. (2007). Molecular Modeling of Estrogen Receptor Using Molecular Operating Environment. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. Vol. 35, Nr. 4, p. 238-243.

Sandvoss, L. M., Harwood, W.S., Korkmaz, A., Bollinger, J. C., Huffman, J. C., Huffman, J. N. (2003). Common Molecules: Bringing Research and Teaching Together through an Online Collection. *Journal of Science Education and Technology*. Vol. 12, Nr. 3, p. 277-84

Saul H., Kikas E. (2003). Difficulties Acquiring Theoretical Concepts: a case of High-School Chemistry. *Trames*. Vol. 7 (57/52), Issue 2, p. 99-119.

Stieff, M., Wilensky, U. (2003). Connected Chemistry--Incorporating Interactive Simulations into the Chemistry Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 12, Nr. 3, p. 285-302.

Stokes-Huby, H., Vitale, D. E. (2007). Coupling Molecular Modeling to the Traditional 'IR-ID' Exercise in the Introductory Organic Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*. Vol. 84, Issue 9, p. 1486-1487

Šaparnytė E. (2007). Vaikų kompiuterinės kultūros edukacinis diskursas socialinės realybės konstravimo kontekste [Rankraštis] : daktaro disertacija. Šiauliai.

Schmuker M., Schwarte F., Brück A., Proschak E., Tanrikulu Y., Givehchi A., Scheiffle K., Schneider G. (2007). SOMMER: self-organising maps for education and research. *Journal of Molecular Modeling*. Vol. 13, Issue 1, p. 225-228.

Yeziarski, E. J., Birk, J. P. (2006). Misconceptions about the Particulate Nature of Matter. *Journal of Chemical Education*. Vol. 83, Issue 6, p. 954-960

Yeung, Yau-Yuen (2004). A Learner-Centered Approach for Training Science Teachers through Virtual Reality and 3D Visualization Technologies: Practical Experience for Sharing. Online Submission. *Paper presented at the International Forum on Education Reform*

Takaki, M., Itoh, T. (1999). Synthesis of Colored Superabsorbant Polymer and Its Use to Demonstrate Convection Currents in Water by Heating. *Journal of Chemical Education*. Vol. 76, Nr. 1, p. 62-63

Vekker, L.M. (1976). Mental Processes: Thinking and the Intellect. Vol. 2, Leningrad University Press.

Vilkonienė M.V. (2006). Informacinių ir komunikacinių technologijų panaudojimas gamtamoksliniame ugdyme: situacijos analizė. *Informacinės komunikacinės technologijos gamtamoksliniame ugdyme*. Šiauliai. P. 91-97.

## Summary

## COMPUTER BASED VISUALIZATION TEACHING CHEMISTRY: ANALYTICAL REVIEW OF VISUALIZATION TOOLS AND OBJECTS

**Renata Bilbokaitė**

### Background

There are lot of books that teachers use in teaching process, but books are still unable to represent difficult view and to enclose 3D features of object. To reduce this lack of information proceeding there can be used computer visualisation in the classrooms. Computer technologies can be essential tools for scientific teachers because of the extensive possibilities to show 3D representations. The teachers do not feel competent in knowledge of modern technology that is why they rarely use them in teaching processes. Clear computer based visualization helps students to understand difficult concepts and this leads to comprehension in science education. The more concepts and laws of nature they will now the more qualitative scientific education will be. The article is grounded on visual thinking and genetic structural model of intellect theories. According to these theories all things, if it is possible, should be visualised, because later it helps to create right mental models and perfect comprehension of objects. This research pretends to enclose computer based visualization tools and the mostly visualised objects in chemistry for the reason teachers could use them in chemistry lessons.

**The subject of research** – the practice of possibilities of computer based visualization tools and objects in chemistry

**Aim** – to enclose practice of possibilities of computer based visualization tools and objects in chemistry

### The research tasks:

- To categorize tools of computer based visualization;
- To analyze the practice of possibilities of categorized computer based visualization tools teaching chemistry;
- To analyze - which objects are the mostly visualized teaching chemistry

**Methods.** Scientific literature analysis, systemic structural analysis, reflection

### Results and conclusion:

- All computer based visualization tools are important because of clear visualization and possibility to see very small objects.
- **Computer programs** are designed for concrete theme; it may be proportion to plans of chemistry education. They are interactive; there are possibilities to subscribe them by internet. It must be installed to the personal computer. **Internet programs** are significant because of possibility to use them free having internet and installing needful software. Mostly all programs are verbalized in English language; this circumstances the good chemistry teachers' knowledge of English language. Pupils can use them independently for self – education, to deepen general knowledge of chemistry.
- **Molecules** and their structures are the most visualized objects in chemistry education; it means that molecules are one of the most difficultly perceivable concepts. It is recommended to use visualization tools teaching about molecules.

**Key words:** computer based visualization, visualization tools, visualization objects, teaching chemistry

*Received 22 June 2008; accepted 29 August 2008*



**Renata Bilbokaitė,**

Researcher at Science Education Research Centre, Siauliai University, Lithuania.

P.Visinskio Street 25-119, LT-76351 Siauliai, Lithuania

E-mail: renata.bilbokaite@inbox.lt

Website: <http://www.gutc.su.lt>