



MOKSLEIVIŲ IKIMOKSLINIŲ VAIZDINIŲ IR MOKSLINIŲ SĄVOKŲ APIE JUDĖJIMĄ IR JĖGAS ANALIZĖ

Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė

Šiaulių universitetas, Gamtos mokslų fakultetas

Anotacija

Straipsnyje analizuojamas sąryšis tarp moksleivių ikimokslinių vaizdinių ir mokslinių sąvokų. Tyrime dalyvavo 805 7 ir 9 klasių moksleiviai iš Šiaulių miesto, Kauno miesto, Telšių raj., Kelmės raj. mokyklų ir devintų klasių fotoniečiai iš įvairių Lietuvos mokyklų. Siekiant išsiaiškinti, kaip pakinta sąvokos suvokimas, kokių tipinių klaidų išlieka ir po sistemingo mokymo, visiems tyrime dalyvavusiems moksleiviams buvo pateiktos tos pačios užduotys, tik adaptuotos pagal amžių ir turimas žinias. Tyrimo metu išsiaiškinta nemažai netikslių moksleivių vaizdinių apie judėjimą ir jėgas. Daugeliu atveju šie vaizdiniai tipiniai ir moksleiviams savaip suprantami. Jie neretai išlieka ir po sistemingo mokymo. Nustatyta, kad moksleiviai nesunkiai atgamina sąvokos apibrėžimą, bet konkrečioje situacijoje, atlikdami konkrečių užduočių, jie remiasi atsitiktiniais požymiais, painioja esminius ryšius ir santykius.

Raktiniai žodžiai: sąvoka, ikimoksliniai vaizdiniai, judėjimas, jėga, tipinės klaidos.

Įvadas

Moksleivių žinių turinio pagrindą sudaro mokyklinio ugdymo procese formuojama sąvokų sistema. Nuo jos įsisavinimo kokybės žymia dalimi priklauso mokslinių žinių įsisavinimo lygis.

Sąvokų suvokimas glaudžiai susijęs su moksleivių aktyvia mąstymo veikla, tokiomis mąstymo operacijomis, kaip analizė ir sintezė, abstrahavimas, apibendrinimas, palyginimas ir sutapatinimas. Sąvokų supratimas turi lemiamą reikšmę mokykloje ir kasdieniame gyvenime, nes sąvokos leidžia žmonėms vieniems kitus suprasti, jos grindžia žodinių bendravimą (R. I. Arends, 1998). Kuo geriau moksleiviai įsisavina jiems formuojamas sąvokas, tuo lengviau jie formuluoja teiginius, išvadas, tuo tvirtesnis jų kūrybinio mąstymo pagrindas. Todėl mokymo procese labai svarbu laiduoti pagrindinių sąvokų įsisavinimo aukštą kokybę.

Moksleivių sąvokų formavimo teorijai skirti daugelio psichologų tyrimai (J. Piaget, B. Inelder, J. S. Bruner, E. H. Rosh, L. E. Bourne, V. Rassel, W. Thompson, L. S. Vygodskij, M. N. Šardakov, N. A. Menčinskaja, P. J. Galperin, N. F. Talyzina, V. V. Davydov ir kt.). Jų moksliniai tyrimai atskleidė, kaip rutuliojasi vaikų ir jaunuolių mąstymas sąvokomis ir kaip šiuos mokymosi procesus veikia tam tikri mokymo būdai.

Atlikti tyrimai (F. V. Usova, 1986) parodė, kad sąvokoms formuoti eikvojama labai daug laiko, bet jų įsisavinimo lygis neatitinka programos reikalavimų. Pastaruoju metu įvairiose šalyse, formuojant mokslines sąvokas, vis didesnis dėmesys skiriamas moksleivių patirčiai. Tyrimai (R. Osborne, P. Fryberg, 1991) parodė, kad moksleiviai į pamokas ateina savaip suprasdami vieno ar kito žodžio reikšmę, turėdami savitą, jiems suvokiamą ir priimtą požiūrį į supantį pasaulį. Šie požiūriai, dažnai neatitinkantys tikrovės, patiems moksleiviams atrodo aiškūs bei įtikinami ir įvairiais būdais paveikia mokymo / mokymosi procesą. Visi moksleiviai iš savo gyvenimiškos patirties, kasdinių stebėjimų, iš to, ką jie mato, girdi, panaudodami jau turimas sąvokas, formuoja taip vadinamus ikimokslinius vaizdinius – vaizdinius, atsirandančius iki kryptingo sąvokų formavimo mokymo procese vadovaujant mokytojui.

Šie vaizdiniai vaidina dvejopą vaidmenį mokymo procese.

- Kai moksleivių vaizdiniai neprieštaruja mokslinių sąvokų turiniui, jais reikia remtis mokymo procese formuojant mokslines sąvokas, aiškinant gamtoje vykstančius reiškinius ir pan. Tai sustiprina sąvokų formavimo efektyvumą.
- Kai moksleivių vaizdiniai prieštaruja mokslinių sąvokų turiniui ir mokytojas laiku neatkreipia į tai moksleivių dėmesio, šie vaizdiniai stabdo atitinkamų sąvokų bei reiškinių esmės suvokimo procesą.

Tais atvejais, kada gyvenimiškas patyrimas prieštarauja mokslinėms žinioms, esminėse žinių sistemos grandyse atsiranda spraga, t. y. įvyksta žinių skilimas: tas pats reiškinys traktuojamas skirtingai – moksliskai ir buitiskai. *Pavyzdžiui, neteisingo gyvenimiško supratimo apie svėrimą ilgalaikis gyvavimas: kasdienių stebėjimų pagrindu moksleiviams susiformavo vaizdinys, kad svarstyklėmis nustatomas kūno svoris, o fizikos pamokose jiems sakoma, kad svirtinėmis svarstyklėmis nustatoma kūnų masė. Dėl to jų sąmonėje vyksta sąvokų „svoris“ ir „masė“ sutapatinimas. Ši sąvokų sumaištis daugeliui moksleivių išlieka iki mokyklos baigimo.*

Vien pateikus naują informaciją, klaidingų sampratų negalima pakeisti. Tam reikia mokymo procesų, leidžiančių moksleiviams suvokti savo sampratas ir padedančių jiems susikurti naujas sąvokas bei pertvarkyti egzistuojančią mąstyseną.

Šiuo metu Lietuvos mokyklose vykstant ugdymo turinio kaitai, orientuotai į mokytojo ir moksleivio sąveiką, nepakankamai tyrinėjama vaiko asmeninė patirtis, jo turimi vaizdiniai ir jų įtaka moksleivių sąvokų sistemos susidarymui. Kadangi mokymas – tai procesas, kurio rezultatas – įsisavintos mokslinių žinių, t. y. mokslinių sąvokų, sistemos, svarbią reikšmę turi ikimokslinių vaizdinių ir mokslinių sąvokų sąryšio problema. Todėl, siekiant pakelti mokymo efektyvumą, kuriant ir taikant adekvačius mokymo metodus, būtina žinoti moksleivių turimų ikimokslinių vaizdinių struktūrą kiekviename mokomajame dalyke. Akivaizdu, kad tam būtina žinoti, su koku gyvenimišku bagažu moksleiviai pradeda mokytis vieno ar kito dalyko. Tai ypač aktualu tiems mokomiesiems dalykams, kurių turinys glaudžiai susijęs su kasdiene, nemokykline moksleivių praktika.

Šio tyrimo tikslas yra ištirti moksleivių tipinius vaizdinius įsisavinant ir taikant judėjimo ir jėgos sąvokas.

Tyrimo metodologija yra grindžiama konstruktyviuoju mokymu, kuris remiasi humanistinio ugdymo principais. Konstruktyvusis mokymas akcentuoja mąstymą ir pabrėžia, kad moksleivis pats aktyviai konstruoja ir vysto savo žinias priklausomai nuo jo sąveikos su objektais ir ugdytojais (Wellington J., 1996, R. Driver, 1989, B. Holding et al., 1990, E. von Glasersfeld, 1991). Pradedama nuo tiesioginės vaiko patirties, o vėliau atskleidžiami vis įvairesni kontekstai, einama prie platesnių apibendrinimų. Kartu ryškėja ir dalyko sisteminiai kontūrai. Konstruktyvizmo požiūriu, žinios nėra galutinės, nekintamos ir tokios, kurias galima perteikti; veikiau žinojimas iš dalies yra asmeniškasis (subjektyvus), o reikšmę konstruoja patys mokiniai, remdamiesi savo patirtimi (R. I. Arends, 1998). Von Glasersfeld (1991) pagrindinį konstruktyviojo mokymo principą apibūdina taip: „Bet kurį moksleivio teiginį reikia priimti kaip kažką aiškaus ir suprantamo jam pačiam.“

Tyrimo **metodai** – mokslinės literatūros analizė, apklausa raštu, apklausa žodžiu, lyginamoji analizė, statistinis duomenų apdorojimas.

Tyrimo **imtis ir tiriamieji**. 2004 m. rugsėjo–lapkričio mėn. atliktas tyrimas, kuriame dalyvavo 805 7 ir 9 klasių moksleiviai iš Šiaulių miesto, Kauno miesto, Telšių raj., Kelmės raj. mokyklų ir devintų klasių fotoniečiai iš įvairių Lietuvos mokyklų. Moksleiviai buvo suskirstyti į tris grupes. I grupę sudarė septintokai (265 moksleiviai), kurie tik tais mokslo metais pradėjo mokytis fizikos kaip atskiro dalyko, o pradinių fizikos žinių turėjo iš integruoto gamtos mokslų kurso „Gamta ir žmogus“. II – devintokai (253 moksleiviai), kurie fizikos mokosi jau trečius metus. III – devintokai (287 moksleiviai) – fotoniečiai, kurie fizikos dalyką papildomai studijuoja Šiaulių universiteto jaunųjų fizikų mokykloje „Fotonas“. Kiekvienai grupei buvo pateiktos tos pačios užduotys, tik adaptuotos pagal amžių ir turimas žinias. Užduotys buvo sudarytos taip, kad elementarių žinių apie tiriamą sąvoką turėtų abiejų amžiaus grupių moksleiviai, bet tiksliai ir teisingai galėtų atsakyti tik devintokai, kurie pagal programą jau išnaginę šią medžiagą. Tuo buvo siekiama įvertinti žinių prieaugį, išsiaiškinti, kaip pakinta sąvokos suvokimas, kokių tipinių klaidų išlieka ir po sistemingo mokymo. Be to, II ir III grupės moksleiviams buvo pateikti klausimai, reikalaujantys suformuluoti tiriamos sąvokos apibrėžimą ar dėsnį. Išryškėjusių tipinių klaidų pagrindu moksleivių mąstymo mechanizmas

buvo nustatomas pokalbio metodu. Gauti duomenys buvo apdorojami, taikant statistinio tyrimo metodus.

Tyrimo rezultatai. Statistinė duomenų analizė parodė, kad tiriamųjų lytis įtakos rezultatams neturėjo. Visas užduotis mergaitės ir berniukai atliko vienodai. Skirtumas tarp rezultatų vidurkių lygus 0,03 mergaičių naudai. Nulinė hipotezė H_0 apie šių grupių (berniukų ir mergaičių) užduočių santykinių įverčių vidurkių lygybę nėra atmetama, kadangi $t = 1,44 < t_{p=0,01} = 2,58$. Vadinasi, gautas skirtumas tarp mergaičių ir berniukų rezultatų nėra statistiškai reikšmingas. Statistiškai reikšmingo vidurkių skirtumo nebuvo ir tarp miesto ir kaimo mokyklų moksleivių rezultatų ($t = 1,6 < t_{p=0,05} = 1,95$). I grupės užduočių atlikimo rezultatų ir „Gamtos ir žmogaus“ trimestrinio pažymio koreliacijos koeficientas 0,43. II grupės užduočių atlikimo rezultatų ir fizikos trimestrinio pažymio koreliacijos koeficientas 0,60, III – 0,68. Užduočių parametrai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Užduočių parametrai

Užduotis	I grupė (7 kl.)		II grupė (9 kl.)		III grupė (Fotoniečiai)	
	Sunkumas	Koreliacija su testu	Sunkumas	Koreliacija su testu	Sunkumas	Koreliacija su testu
KŽ1	–	–	0,83	0,45	0,81	0,51
KŽ2	–	–	0,85	0,42	0,86	0,45
KŽ3	–	–	0,74	0,49	0,76	0,50
KŽ4	–	–	0,78	0,47	0,83	0,51
PŽ5	0,22	0,31	0,42	0,41	0,61	0,65
PŽ6	0,33	0,36	0,38	0,39	0,42	0,39
PŽ7	0,35	0,39	0,63	0,61	0,70	0,61
PŽ8	0,03	0,28	0,10	0,27	0,21	0,27
PŽ9	0,43	0,32	0,72	0,57	0,76	0,57
PŽ10	0,14	0,29	0,40	0,54	0,52	0,54
PŽ12	0,39	0,41	0,44	0,55	0,53	0,55
PŽ12	0,48	0,39	0,60	0,64	0,65	0,64

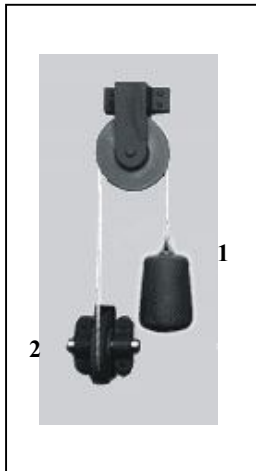
Lentelėje panaudoti žymėjimai: KŽ – sąvokų apibrėžimai, susiję su konstatuojamosiomis žiniomis; PŽ – sąvokų taikymo užduotys, susijusios su procedūrinėmis žiniomis. Užduoties sunkumas apskaičiuotas pagal formulę $p = N_g / N_v$, čia N_g – gerai užduotį atlikusių moksleivių skaičius, N_v – visų užduotį atlikusių moksleivių skaičius.

Užduočių koreliacija su testu nusakyta vienu iš užduočių grupės reliabilumo matų – Kronbacho alfa, apibūdinančiu testo homogeniškumą. Kronbacho alfa gali kisti nuo 0 iki 1. Kuo arčiau 1, tuo testas homogeniškesnis.

Iš užduočių parametrų lentelės matyti, kad geriausiai dešimtokams sekėsi atlikti užduotis (KŽ1, KŽ2, KŽ3, KŽ4), kurios tikrino konstatuojamąsias moksleivių žinias (sunkumo koeficientas p kito nuo 0,74 iki 0,86). Atsakant į šiuos klausimus, reikėjo prisiminti sąvokų apibrėžimus, jų esminius požymius, t. y. žinoti, koks fizikinis dydis nusako inertiškumą, kaip vadinamas vienu kūnų poveikį kitiems apibūdinantis dydis, kuris teiginys apie veikimo ir atoveikio jėgas yra teisingas. Daug sunkiau sekėsi atlikti sąvokų taikymo užduotis (sunkumo koeficientas p kito nuo 0,03 iki 0,76). Kokybinė užduočių atlikimo analizė parodė, kad moksleivių klaidimai daugeliu atveju tipiniai ir paaiškinami sveiku protu. 7 klasių moksleiviai iš savo asmeninės patirties turi susidarę tam tikrus vaizdinius, kurie dar nėra tikslūs ir neretai prieštarauja mokslinių sąvokų turiniui. Tie patys klaidingi vaizdiniai daugeliu atveju išlieka ir 10 klasėje. Moksleiviai nesunkiai atgamina sąvokos apibrėžimą, t. y. žino jos esminius požymius, bet konkrečioje situacijoje, atlikdami konkrečią užduotį, jie remiasi atsitiktiniais

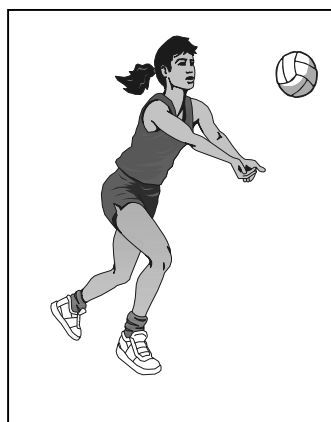
požymiais, painioja esminius ryšius ir santykius (PŽ6, PŽ7, PŽ8, PŽ9 ir t. t.). Buvo išsiaiškinta nemažai klaidingų moksleivių vaizdinių apie judėjimą ir jėgas.

Panagrinėkime kai kurias užduotis konkrečiau. Pavyzdžiui, matydami pavaizduotus per skridinį permesto nesvaraus siūlo galuose pririštus du nejudančius pasvarus (PŽ5) (1 pav.), didžioji dalis visų apklaustųjų moksleivių (78% I grupės, 58% II grupės ir 39% III grupės) atsakė, kad sunkesnis tas pasvaras, kuris pavaizduotas žemiau. Tik 22% septintokų, 42% devintokų ir 61% fotoniečių suprato, kad abiejų pasvarų svoriai turi būti vienodi. Geresnį fotoniečių užduoties atlikimo rezultatą galima paaiškinti jų mokymosi motyvacija ir papildomu fizikos studijavimu. Panašią užduotį analizuoja Suomijos mokslininkai O. Hakkarainen ir M. Ahtee straipsnyje „Pupils’ mental models of a pulley in balance“ (O. Hakkarainen, M. Ahtee, 2005). Autoriai nurodo, kad tik 15% penktų–devintų klasių moksleivių užduotį atliko teisingai. Net 70% teigia, kad žemiau esantis kūnas yra sunkesnis. Akivaizdu, kad Lietuvos ir Suomijos moksleiviams būdingi tie patys ikimoksliniai vaizdiniai.



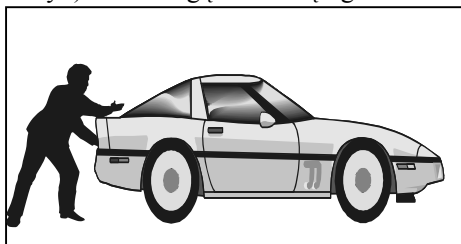
1 pav. Užduotis apie skridinį ir pasvarus

Analizuodami situaciją su skriejančiu kamuoliu (PŽ6), 67% I grupės, 66% II grupės ir 58% III grupės moksleivių pažymi „judėjimo jėgą“, nukreiptą judėjimo kryptimi (2 pav.).



2 pav. Užduotis apie skriejančią tinklinio kamuolį

I grupės būdingi atsakymai: „Kamuolį veikia rankų smūgio jėga, kuri lėtai lėtėja“, „Jėga nuo rankų veikia kamuolį“, „Kamuolį veikia tinklininkės smūgio jėga, kuri sumažės ir kamuolys nukris“. Žemesniųjų klasių moksleiviai tiesiog žino, kad, norint palaikyti bet kio daikto judėjimą, jį reikia stumti. Jie žino, kad greitai judant sunku sustoti. Jiems atrodo, kad turi būti kažkas viduje, kas verčia kūnus judėti. II grupės moksleiviai nurodo, kad be sunkio ir oro pasipriešinimo jėgos skriejančią kamuolį veikia „smūgio“ jėga. Akivaizdu, kad moksleiviams sunku atsiriboti nuo gyvenimiškos patirties suformuotų vaizdinių. Mokykloje jėga įvedama kaip kūnų greičio kitimo priežastis. Tai lyg ir atitinka jų turimą vaizdinį, kad jėga yra „kažkas įdėta į kūną“, verčiantis jį judėti ir neleidžiantis sustoti. Tik nėra pabrėžiama, kad tokiais atvejais jėga yra momentinė. Tokie neteisingi septintokų atsakymai rodo tipinių ikimokslinių vaizdinių, prieštaraujančių mokslinių sąvokų turiniui, egzistavimą. 9 klasės moksleivių neteisingi atsakymai susiję su formaliu išmokimu (sąvokų „jėga“, „masė“, „inercija“ esminių požymių neišskyrimu bei nemokėjimu jų taikyti) ir klaidingų vaizdinių ilgalaikiu išlikimu.



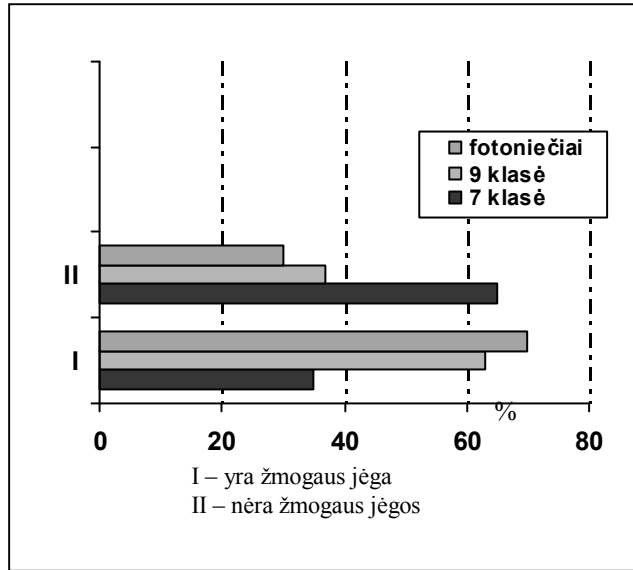
3 pav. Žmogus bando pastumti automobilį, bet šis nejuda

Kitas ryškus ikimokslinis vaizdinys pastebimas nagrinėjant trinties jėgą ir jos savybes.

Pavyzdžiui, PŽ7 užduotis: „Žmogus bando pastumti automobilį, bet šis nejuda“ (3 pav.). 7 klasių moksleivių buvo klausama „Ar veikia automobilį jėga?“, 9 klasių moksleivių buvo klausama „Ar veikia automobilį jėgos? Jei taip, rodyklėmis nurodykite jų dydį ir kryptį“.

Kad nejudančio automobilio neveikia žmogaus raumenų jėga, nurodė 65% septintokų, 37% II grupės ir 30% III grupės devintokų (4 pav.).

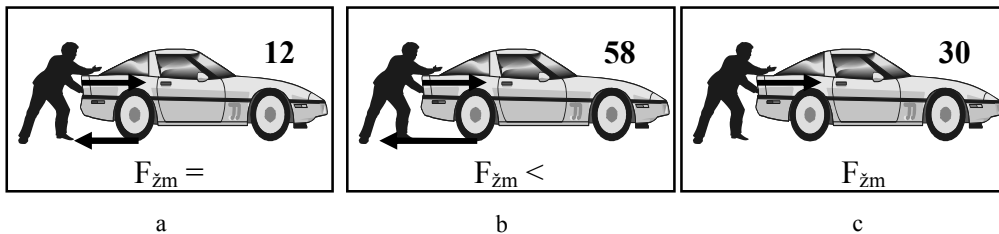
I grupės moksleiviai, pasirinkę šį atsakymą, nurodė tokias priežastis: „Neveikia, nes automobilis nejuda. Jis per sunkus“, „Žmogus tik stumia automobilį. Kai automobilis pradės judėti, jį veiks jėga“. Nors 62% devintokų suprato, kad ir stovintį automobilį veikia jėgos, tik 12% iš jų teisingai pažymėjo, jog trinties jėga skaitine verte lygi žmogaus jėgai (5a pav.). 58% nusprendė, kad jeigu automobilis nejuda, tai trinties jėga turi būti didesnė už žmogaus jėgą (5b pav.). 30% nurodė tik žmogaus veikimo jėgą, o trinties jėgos nepažymėjo (5c pav.). Jų supratimu, jei nėra judėjimo, tai nėra ir trinties, t. y. jie nesuvokia rimties trinties egzistavimo. Moksleivių atsakymai apie sunkio ir reakcijos jėgas čia nenagrinėjami.



4 pav. Moksleivių atsakymai į klausimą apie automobilį veikiančias jėgas

Pažymėdami, kad trinties jėga didesnė už žmogaus raumenų jėgą, moksleiviai negalvoja, kodėl automobilis nejudą atgal, jeigu į dešinę nukreipta jėga yra didesnė negu į kairę.

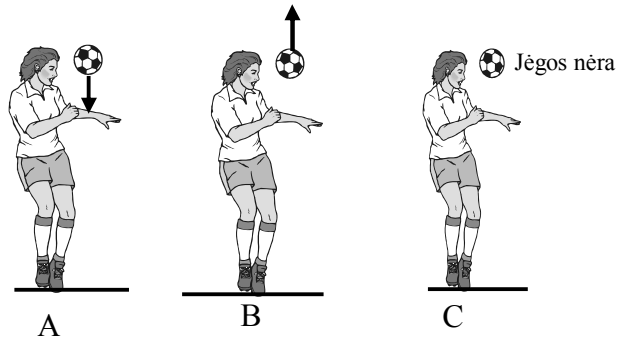
Arba jeigu nurodyta tik žmogaus raumenų jėga, kodėl automobilis nejudą, kas jam trukdo. Jie neišsako priežasčių, kodėl tas kūnas išlaiko rimtį. Tokie samprotavimai rodo, kad moksleiviai neišskiria „jėgos“ sąvokos esminių požymių, nemoka jų taikyti, nors Niutono dėsnijų apibrėžimus tie patys dešimtokai formuluoja gana tiksliai.



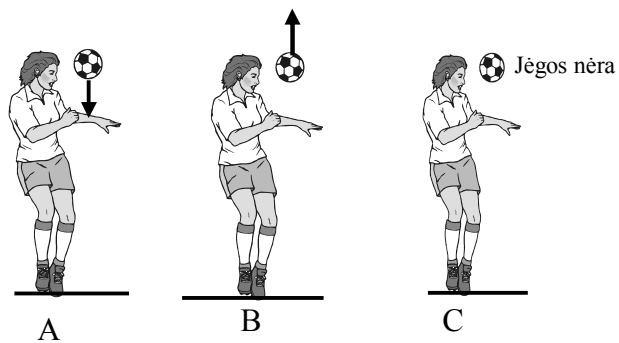
5 pav. Stovintį automobilį veikiančių jėgų devintokų žymėjimo pavyzdžiai

Kita užduotis apie judėjimą ir jėgas analizuoja klasikinę situaciją su į viršų išmestu kamuoliu (PŽ8, 6 pav.). Moksleivių atsakymai į klausimą apie atstojamąją jėgą, veikiančią stačiai aukštyn išmestą kamuolį, pateikti 7 pav. Teisingą atsakymą (AAA) pasirinko apie 3% apklaustų septintokų ir tik 10% II grupės ir 21% III grupės devintokų. Toks mažas teisingų atsakymų nuosimtis gali būti aiškinamas tuo, kad moksleivių gyvenimiškoji patirtis, jų turimi vaizdiniai neatitinka jėgos mokslinės sampratos. Jiems kyla klausimas, kaip į viršų judantį kūną gali veikti žemyn nukreipta jėga. Jie teigia, kad jėga veikia ta kryptimi, kuria juda kūnas. Mintis, kad jėga yra kūne ir veikia judėjimo kryptimi, vadinama Buridano požiūriu (XIV a. plačiai paplitęs fizikų požiūris).

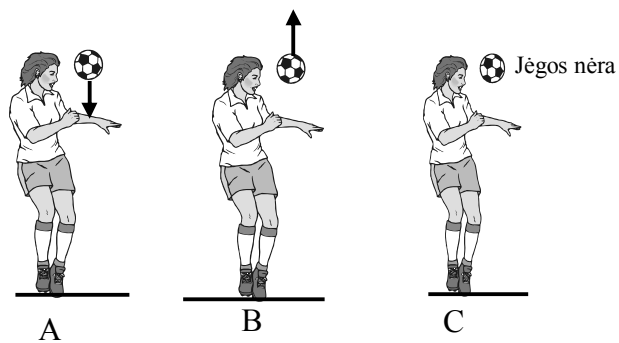
1. Kai kamuolys kyla aukštyn,
jėgos kryptis teisingai pavaizduota A, B, C paveikslėlyje:



2. Kai kamuolys yra aukščiausiam taške,
jėgos kryptis teisingai pavaizduota A, B, C paveikslėlyje:

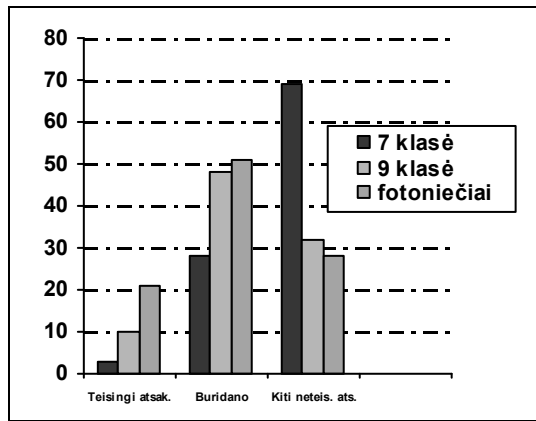


3. Kai kamuolys krinta žemyn,
jėgos kryptis teisingai pavaizduota A, B, C paveikslėlyje:

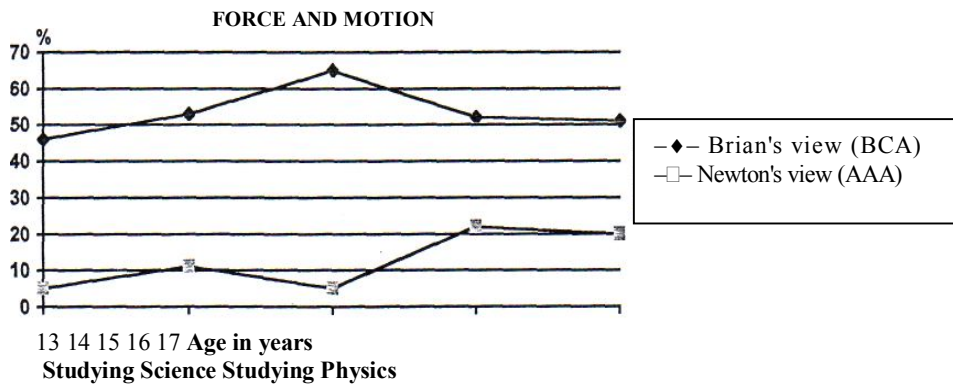


6 pav. Mokinys stačiai aukštyn išmetė futbolo kamuolį.
Kokia kamuolį veikianti atstojamoji jėga?

Iš 7 pav. matome, kad Buridano požiūris (BCA) išliko mūsų mokyklose iki šių laikų. 28% apklaustų septintokų pasirinko būtent šį atsakymą, nulemtą tokių nemokslinių vaizdinių. Buridano požiūriui pritaria net 51% apklaustų devintokų. Įdomu, kad pritariančių šiam požiūriui moksleivių skaičius su amžiumi didėja ir kad toks požiūris būdingas ne tik mūsų šalies moksleiviams. Tokia užduotis buvo pateikta Vaikato universiteto (Waikato University in New Zealand) organizuoto tarptautinio „Gamtos mokslų mokymo“ projekto metu. Ir kitų šalių moksleiviams būdingas panašus mąstymas (8 pav.).



7 pav. Moksleivių atsakymai į klausimą apie aukštyn išmestą kamuolį veikiančią atstojamąją jėgą



8 pav. Užduotis apie judėjimą ir jėgas (R. Osborne, P. Freyberg, 1991)

Apibendrinant galima teigti, kad:

- moksleiviai prieš pradėdami sistemingai mokytis fizikos dalyko turi tvirtai susiformavusius ikimokslineus vaizdinius. Išsiaiškinta nemažai netikslių moksleivių vaizdinių apie judėjimą ir jėgas;
- daugeliu atveju moksleivių vaizdiniai tipiniai ir savaip suprantami. Šie ikimoksliniai vaizdiniai būdingi ne tik Lietuvos, bet ir kitų šalių moksleiviams. Jie daro didelę įtaką mokslinių sąvokų formavimui. Tipiniai vaizdiniai neretai išlieka ir po sistemingo mokymo;
- moksleiviai nesunkiai atgamina sąvokos apibrėžimą, bet konkrečioje situacijoje, atlikdami konkrečią užduotį, jie remiasi atsitiktiniais požymiais, painioja esminius ryšius ir santykius.

Literatūra

Arends R. I. (1998). *Mokomės mokyti*. Vilnius.
 Driver R. (1989). Changing conceptions. In: Adey, P. (ed.), *Adolescent Development and School Science*. London: Falmer.
 Hakkarainen O., Ahtee M. (2005). Pupils' mental models of a pulley in balance. *Journal of Baltic Science Education*, 8, 26–34.

Holding B. et al. (1990). *Interactive Teaching in Science: Workshops for Training Courses, Workshop 9: Diagnostic teaching in science classrooms*, CLIS project. Hatfield: Association for Science Education.

Osborne R., Freyberg P. (1991). *Learning in Science. The Implications of Children's Science*. Auckland: Heinemann.

Von Glasersfeld E. (1991). Knowing without metaphysics: aspects of the radical constructivist position. In: *Steier, F. (ed), Research and Reflexivity*. London: Sage.

Wellington J. (1996). *Secondary Science. Contemporary Issues and Practical Approaches*. London and New York.

Усова Ф. В. (1986). *Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения*. Москва.

Summary

THE ANALYSIS OF PUPILS' PRE-SCIENTIFIC NOTIONS AND SCIENTIFIC CONCEPTS ABOUT MOTION AND FORCES

Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė

The issue of the study. Our precondition was that non-scientific notions formed by pupils affect concept teaching. If non-scientific notions are in conformity with the content of scientific concepts the teacher should rely on them forming new concepts, explaining natural phenomena, etc. It contributes to the concept comprehension efficacy. In case non-scientific notions are in collision with the content of scientific concepts they should be corrected as in that case they interfere with the formation of scientific concepts. **The goals of research.** The goals of the research were: 1) to clarify the interaction of pre-scientific notions and scientific concepts about motion and forces; 2) to evaluate the comprehension of concepts by those pupils who had studied physics and to clarify changes in concept understanding and typical errors that had remained after systematic study. **Methodology of research.** The research was carried out in year 2004. 700 pupils of 7th and 9th forms from the schools of Šiauliai, Kaunas, Telsiai district, Kelme district and young physicists' school "Fotonas" have been involved in the research. Group I included 7th formers (265 pupils), who had not studied physics as a separate subject but had elementary knowledge of physics from the course "World Science" (1st – 4th forms) and the integrated course of natural sciences "Nature and Man" (5th – 6th forms). Group II consisted of 9th form pupils (540), who have been studying physics for three years. The same questions and tasks adapted to the pupils' age and previous knowledge were given to each group. The concepts from the topics "Force" were included. The tasks included elementary knowledge of the researched concepts familiar to pupils from both groups, but exact and correct answers were given by the 9th formers who had already analysed the topics. Besides, aiming for better evaluation of knowledge in physics, pupils of Group II answering the questions had to formulate proper definitions of the concepts or laws. A discussion method was used to clarify pupils' thinking procedures. The received data was processed using statistical research methods. **Results of research.** It was stated during the research that before starting a systematic study of physics pupils had had pre-scientific notions. A number of incorrect notions on motion and force were revealed. In many cases pre-scientific notions were typical and in a way understandable for pupils. Pre-scientific notions often are retained even after purposeful teaching, and in some time or situations they turn out to be even more distinct and convincing than the scientific ones. It has been stated that pupils reproduce concept definitions without any efforts, but in a definite situation they base solutions of a definite task on misleading notions. Very often pupils understand the content of some concepts in a wrong way, do not make distinction between concepts and confuse functional relations of concepts. They are already able to indicate the features of a concept, but are not able to separate essential and inessential concepts.

Key words: concept, pre-scientific images, motion, force, and typical mistakes.

Received 26 January 2006; accepted 12 June 2006.



Violeta Šlekienė
Šiauliai University, Faculty of Nature Sciences
P. Visinskio Street 19, LT-77156 Šiauliai.
E-mail: violeta@fm. su. lt



Loreta Ragulienė
Šiauliai University, Faculty of Nature Sciences
P. Visinskio Street 19, LT-77156 Šiauliai.
E-mail: fotonas@fm. su. lt