

PRIDOBIVANJE ZNANJA IZ BESEDIL IN SLIK

Vizjak Pavšič Mojca
Ljubljana, Slovenija

As numerous empirical studies consistently prove, the addition of a suitable picture to a text greatly speeds up learning and improves retention of material (Mayer 2005; Salomon 1994). As Weidenmann (1989) shows on the basis of a review of 48 experimental studies, illustrated texts have an advantage from the point of view of learning and retention. Test subjects who were presented with an illustrated text achieved scores that were on average 36 % higher than test subjects who had merely read or listened to a text. This effect appears with a wide variety of texts, pictures and tasks and with different types of learners. The advantages of illustrations for the acquisition of knowledge are based either on the simplification of the complex or on the presentation of the abstract in a more concrete manner; the two principles are not however equally suitable for the tackling of various tasks such as identification, classification, remembering sequences and patterns, problem solving, construction of mental models, structuring the content of a text, etc. This paper deals with the functions of pictures and the use of various types of pictorial presentation in different tasks.

Na področju učenja in poučevanja potekajo v zadnjih letih pomembne spremembe, ki jih med drugim spodbuja tehnološki napredek. Nove tehnologije omogočajo konstrukcijo učnega okolja, v katerem lahko predstavimo učno gradivo z računalniki, informacijskimi omrežji in elektronskimi zasloni v različnih oblikah in na zelo fleksibilen način. Ob tehnološkem vidiku, ki je osnoven za delovanje teh učnih okolij, pa se z vidika psihologije učenja in poučevanja zastavlja vprašanje ustrezne predstavitve učnega gradiva, ki naj bi temeljila na poznavanju zaznavnih, kakor tudi višjih kognitivnih procesov, ki se pojavljajo, ko so učenci v interakciji z učnim okoljem (Mayer 2001, 2005; Schnotz 2001).

Kot dokazujejo številne empirične raziskave, lahko dodatek ustreznega slikovnega gradiva k besedilu zelo pospeši učenje in izboljša retencijo gradiva (Mayer 2005; Salomon 1994). Kot navaja Weidenmann (1989) na podlagi pregleda 48 eksperimentalnih raziskav, imajo z vidika učenja in retencije prednost ilustrirana besedila. Poskusne osebe, ki so jim prezentirali ilustrirano besedilo so dosegale v povprečju 36 % višje točkovne vrednosti kot poskusne osebe, ki so zgolj brale ali poslušale besedilo. Ta učinek se pojavlja pri zelo različnih besedilih, slikah, nalogah in pri različnih učencih.

Večina raziskav, ki ugotavljajo vpliv slikovnega gradiva na procesiranje besedila, uporablja iz metodoloških razlogov zgolj različice, ki obsegajo le enega ali nekaj stavkov, ne pa daljših besedil s številnimi slikami (kar otežkoča nadzorovanje relevantnih spremenljivk). Kot primer bomo navedli psiholingvistične eksperimente, ki sta jih izvajala Bock in Milz (1977), na podlagi katerih sta proučevala pomnjenje pronominalnih stavkov z in brez slike. Testno gradivo je vsebovalo stavke, kot npr. (1) in (2), ki so jih prikazali skupaj z risbami:

1. Mož je opral svoj avto.
2. Opral ga je.

Risbe so shematično predstavljale trditve v stavkih. Npr. na risbi, ki je ustrezala tema stavkoma, je bil mož z vedrom, ki stoji pred avtom. Kontrolni skupini so prezentirali stavke brez slik. Kot so pokazali rezultati eksperimentov, slike niso imele pomembnega vpliva na retencijo stavkov, ki so vsebovali ustrezne samostalnice, medtem ko so bistveno izboljšale retencijo pronominalnih stavkov.

Avtorja razlagata učinek, ki ga imajo ilustracije na pronominalne stavke s "semantičnim gradientom", ki obstaja med stavkom in ilustracijo. V nasprotju s stavki, ki vsebujejo ustrezne

samostalnike, vsebujejo pronominalni stavki "semantične prepade", ki jih zapolnijo slike. Samo z opazovanjem slike oseba izve, kdo je mišljen z "on" in kaj je mišljeno z "ga". Semantična diskrepanca med stavkom in sliko je močnejša vzpodbuda za podrobno proučevanje slike kot stavek s samostalnikom, ki vsebuje isto informacijo kot slika. Vendar izboljšani priklic stavkov s samostalniki, ko sta stavek in slika prikazana sekvenčno, dokazuje, da diskrepantnost v vsebini sama po sebi ni dovolj za razlago učinkov slike. Hipoteza o *semantični diskrepanci* in *učinek sekvence* usmerita pozornost na pomembne vidike interakcije med sliko in besedilom; pri čemer ne smemo prezreti dejstva, da so bili v omenjenem eksperimentu uporabljeni zelo enostavni primeri. V daljšem in bolj kompleksnem besedilu, ki vsebuje veliko križnih referenc in običajno več kot eno sliko, lahko postane vzpostavljanje odnosov med semantičnimi vrzeli v besedilu in ustreznimi elementi v sliki vse bolj zahtevno in tako bralec težko natančno ugotavlja semantične diskrepančnosti.

Raziskave so torej razkrile učinke slik na predelovanje besedil z več vidikov (Levie, Lentz 1982; Schnotz, Bannert 2003; Schnotz 2005). Za besedila, kjer predstavljajo slike zahtevani kontekst razumevanja, služijo aktivaciji shem, ki so za interpretacijo besedila relevantne. V tej funkciji lahko slike izboljšajo razumevanje in retencijo tako, da vplivajo na tip in globino semantičnega procesiranja.

Drugi učinek pa temelji na zaporedju besedila in slike: t. i. učinek sekvence je posledica dejstva, da informacija, ki je prikazana v sliki, vpliva na analitične strategije, ki se uporabijo pri procesiranju besedila, ki sledi. Slike učinkujejo kot naslovi oz. prevzamejo funkcijo, ki jo je Bock (1983) označil kot *kriterij analize*, kar pomeni, da vsebina slike determinira selektivnost procesiranja informacije v besedilu, ki ji sledi.

Funkcije slik

Slike torej izboljšajo procese razumevanja besedila tudi v primerih, ko je tekst razumljiv brez slike. Levin (Levin 1981; Levin, Anglin, Carney 1987) je razvrstil učinke slik na procesiranje besedila v pet kategorij, glede na glavne funkcije slik, ki grobo (razen pete) ustrezajo štirim procesom pridobivanja znanja (reprezentacija, organizacija, interpretacija in transformacija):

1. *Reprezentacijska funkcija*. V tem primeru slika prekriva določeno vsebino besedila oz. jo ponavlja. Slika se lahko uporablja kot redundanten vir informacij za preverjanje razumevanja besedila, kakor tudi drugo priložnost za učenje istega gradiva.

2. *Organizacijska funkcija*. Diagrami, sheme, skice, karikature, risbe predstavljajo pogosto organizirano, koherentno, reducirano makrostrukturo vsebine besedila. Takšne ilustracije podpirajo procese predstavljenosti in razjasnijo strukturo področja učenja ali naloge reševanja problema.

3. *Interpretacijska funkcija*. S pomočjo analogij, vizualnih metafor ipd. lahko slika ilustrira besedilo, ki je težko razumljivo. Tekst postane bolj razumljiv, v kolikor se poda konkreten primer.

4. *Transformacijska funkcija*. Slika lahko predstavlja tudi mnemonično sredstvo, način rekodiranja informacije. To funkcijo imajo slike pogosto v mnemoničnih tehnikah, kjer učinkujejo kot ključi za priklic informacije.

5. *Dekoratívna funkcija*. Slike so lahko namenjene tudi zgolj za okras besedila in nimajo primarno spoznavnih ciljev. Kot na podlagi empiričnih raziskav ugotavlja Levin, vplivajo prvi štirje tipi slik na retencijo in razumevanje besedila vselej (sicer v različnih stopnjah od primera do primera) na pozitiven način, medtem ko dekoracijska funkcija slike nima pozitivnih učinkov, v nekaterih primerih celo nekoliko negativnega.

Duchastel (1978) pa opredeljuje glavne funkcije slik s treh vidikov, ki jih implicitno vsebuje tudi predhodna kategorizacija:

1. *Funkcija pritegnitve pozornosti*. Slike lahko pritegnejo in usmerjajo pozornost bralca.

2. *Eksplikativna funkcija*. Ilustracija lahko bralcu pomaga razumeti informacijo, ki jo je v verbalnih pojmi težko opisati.

3. *Retencijska funkcija*. Ilustracije lahko zmanjšajo verjetnost, da bo pridobljena informacija pozabljena, po teoriji Paivia (1971) zaradi dodatnega vkodiranja v vizualnem spominu (Vizjak Pavšič, Musek, Rajkovič 1996).

Winn (1989) funkcije ilustracij za izobraževalne namene razdeli v dve glavni skupini:

1. *Funkcija poenostavitve kompleksnega*. Realistične slike, kot so fotografije, vsebujejo pogosto preveč informacij za učinkovito pridobivanje znanja. Npr. zemljevid, ki zavrže številne realistične podrobnosti ali pa jih nadomesti z relativno arbitrarnimi konvencionalnimi znaki za ceste, mostove, cerkve itd., veliko jasneje prikaže značilnosti lokacij in vzorcev, ki jih formirajo, kot fotografija iz zraka. V kolikor vsebuje slika preveč informacij za učinkovito pridobivanje znanja, bodo učenci, še zlasti manj sposobni, preplavljeni z nepomembnimi podrobnostmi, še zlasti, če gre za spoznavanje funkcije ali strukture predmeta.

2. *Funkcija predstavitve abstraktnega na bolj konkreten način*. Medtem ko je nekatere pojme, kot npr. "prenos energije", težko razložiti zgolj verbalno, je možno take koncepte uspešno pojasniti z uporabo grafičnih simbolov in prostorskim razvrščanjem. Puščice lahko označujejo smer, v kateri se prenaša energija. Ta tip grafične predstavitve imenuje Waller (1981) *vizualni argument*. Tovrstne tehnike se bistveno razlikujejo od tehnik, ki se uporabljajo za poenostavitve konkretnih, realističnih slik, temeljijo pa na konvencijah, na podlagi katerih lahko zaporedja in vzorci elementov v diagramu učinkovito prikazujejo abstraktne ideje.

Te principe bomo na kratko obravnavali (po Winn, 1989):

1. *Grupiranje*. Koncepti, ki se pojavljajo "bliže skupaj" na strani ali na zaslonu, so tesneje povezani kot koncepti, ki so bolj oddaljeni. Konceptualno bližino lahko poudari krog ali okvir, kar je še posebej učinkovito, v kolikor želimo poudariti, katere pripadnike obsega določena konceptualna kategorija.

2. *Elementi*. Tudi način predstavitve posameznih elementov učinkuje na pomen celotnega grafa. Elementi so lahko označeni verbalno, z majhnimi realističnimi risbami ali z arbitrarnimi simboli. V kolikor so elementi npr. prikazani kot risbe, opazovalec pridobiva znanje o pomembnih površinskih značilnostih konceptov na podoben način kot iz realističnih slik. Način razvrstitve konceptov pa lahko prikaže tudi njihove medsebojne odnose, kot npr. diagram, ki predstavlja evolucijo dinosavrov v časovnem zaporedju.

3. *Grafi*. Grafi temeljijo na pravilu, da vrednosti spremenljivke na osi y naraščajo od spodaj navzgor, vrednosti na osi x pa naraščajo od leve proti desni. Če učenec to pravilo pozna, lahko dobi vtis o vsebini grafa, tudi, če ne bere posameznih števil na obeh oseh. Iz obrisa funkcijske črte lahko razbere odnos med obema spremenljivkama. Tudi histogram lahko s stolpci uspešno ponazori gibanja in stopnje variacije ene spremenljivke v odvisnosti od druge.

4. *Sekvence*. Zaporedja se običajno bere od leve proti desni in od zgoraj navzdol. Te konvencije pa je možno zlahka spremeniti z različnimi tehnikami kompozicije, s puščicami itd., kar opazovalcem večinoma ne povzroča težav.

5. *Hierarhije*. Za spoznavanje hierarhij so zelo primerni drevesni diagrami. Na isti ravni prikazujejo elemente, ki so pripadniki nadredne kategorije označene z elementom na višji črti. Kot so pokazali eksperimenti, za razumevanje drevesnih diagramov večinoma niti ni potrebno, da bi se opazovalci teh pravil posebej učili. Posebej uporabni so za predstavitev kompleksnih odnosov v okviru nekega konceptualnega področja, kjer so določeni pojmi nadredni oz. podredni drugim.

6. *Primerjave*. V kolikor sta dve podobni sliki predstavljeni druga poleg druge na isti strani oz. na zaslonu, se opazovalcu predlaga strategijo komparacije, pri čemer išče razlike in podobnosti v na videz skoraj identičnih prikazih.

7. *Puščice*. Uporaba puščic je lahko zelo učinkovit način prenosa informacije ali spreminjanja pomena. Razveljavijo lahko npr. običajno zaporedje od leve proti desni, ponazorijo

biološke cikle itd. Njihova debelina lahko označuje pomembnost oz. moč pretoka, ki ga ponazarjajo. Če je puščica, ki ilustrira število turistov, ki potujejo v Nemčijo iz ZDA debelejša kot puščica, ki ponazarja pretok turistov iz Velike Britanije v Nemčijo, pomeni, da obišče Nemčijo več turistov iz ZDA kot iz Velike Britanije.

S preišljeno uporabo prostora, na katerem so elementi slike razmeščeni in grupirani ter s pomočjo okvirjev, črt in puščic, je torej možno učinkovito predstaviti abstraktne ideje, kot so konceptualna struktura, nadrednost - podrednost, predhodni – naslednji, vzrok – posledica itd. Vendar je ob tem potrebno opozoriti:

1. Opazovalci morajo jasno poznati pravila, na katerih temelji ilustracija. V kolikor niso "grafično pismeni", se teh pravil lahko naučijo.

2. Ta pravila delujejo kot "vgrajene strategije razumevanja", na podlagi katerih opazovalec obdeluje informacije na način, kot je gradivo predstavljeno.

Prednosti slik za reševanje različnih nalog

Kot smo pokazali, prednosti ilustracij za pridobivanje znanja temeljijo bodisi na poenostavitvi kompleksnega, bodisi na predstavitvi abstraktnega na bolj konkreten način; vendar oba principa nista enako ustrezna za reševanje različnih nalog, kot so identifikacija, klasifikacija, pomnjenje zaporedij in vzorcev, reševanje problemov, konstrukcija mentalnih modelov, strukturiranje vsebine besedila ipd. V nadaljevanju bomo obravnavali uporabo različnih slikovnih predstavitev v različnih nalogah.

1. *Identifikacija.* Kot so pokazale Winnove (1989) empirične raziskave, morajo biti v nalogah, ki zahtevajo od opazovalca, da identificira koncepte, elementi v sliki predstavljeni realistično. Holliday, Brunner in Donais (1977) so ugotovili, da se je razumevanje diagrama krogotoka kisika, vode in dušika bistveno izboljšalo še zlasti pri učencih s slabše razvitimi verbalnimi sposobnostmi, ko so v diagram dodali konkretne risbe.

2. *Klasifikacija.* Za naloge klasifikacije so primerne ilustracije (npr. tabele, diagrami), ki poenostavijo kompleksno, pri čemer se izločijo nepomembne lastnosti in jasno pokažejo relacije med koncepti.

3. *Učenje sekvenc in vzorcev.* Ilustracije lahko vsebujejo informacije tako o zaporedju, v katerem se elementi pojavljajo, kot tudi o vzorcih, ki jih oblikujejo. Tema sintaktičnima značilnostma ilustracij ustrezata dva različna kognitivna procesa. Ko zahteva naloga od opazovalca, da usmeri pozornost na zaporedje, v katerem se elementi v sliki pojavljajo, zelo verjetno procesira elemente serijsko (linearno) enega za drugim (npr. zaporedje razvoja živalskih vrst). In nasprotno, ko naloga zahteva, da usmerijo učenci pozornost na vzorce, ki se formirajo s prostorskim razvrščanjem elementov, zelo verjetno procesirajo elemente paralelno (npr. prikaz grupiranja živali v vrste).

4. *Reševanje problemov.* Bartram (1980) je proučeval uporabnost različnih tipov zemljevidov in besedil pri reševanju prostorskih problemov. Raziskava je pokazala, da so za reševanje prostorskih problemov najbolj uporabni shematični zemljevidi, ki vsebujejo minimalno, le najbolj potrebno količino informacije. Številne raziskave so pokazale uspešnost grafičnih reprezentacij tudi pri reševanju matematičnih problemov. Carrier, Post in Heck (1985) so npr. pri majhnih otrocih uspešno uporabili računalniško grafiko za učenje osnovnih matematičnih konceptov; Moyer Sowder, Threadgill-Sowder in Moyer (1984) pa so ugotovili, da uporaba risb za ilustracijo besednih problemov olajša reševanje še zlasti učencem, ki imajo slabše razvite sposobnosti branja. V kolikor so problemi prevedeni v bolj konkretne, manj kompleksne grafične oblike, jih je torej pogosto lažje rešiti, rešitev postane "vidna", "transparentna".

Za reševanje problemov je zelo pomembno analogno sklepanje, ki velja za eno bistvenih sestavin inteligentnosti in ustvarjalnosti. Ko se soočimo z novimi problemi, jih pogosto rešimo s pomočjo analognih problemov, katerih rešitev že poznamo. Vendar se lahko zgodi, da

analognega odnosa ne prepoznamo, že sta problema predstavljena v različnih kontekstih ali v različnih semantičnih domenah. M. L. Gick (1989) je v sodelovanju s K. J. Holyoakom eksperimentalno proučevala uporabo diagrama kot pripomočka za reševanje problemov na podlagi analogije, ko sta problema na zelo različnih semantičnih področjih. V tej zvezi sta pokazala dve pomembni funkciji diagramov in sicer (a) diagram pomaga vkodirati strukturo problema in (b) služi kot ključ za priklic relevantne predhodne informacije iz spomina. V eksperimentalne namene sta uporabila Dunckerjev problem radiacije, ki zahteva, da reševalec ugotovi način, kako naj bi se uporabili žarki za uničenje trebušnega tumorja, ne da bi uničili zdravo tkivo v okolici. Visoka intenziteta žarkov bi uničila tumor, vendar tudi sosednje tkivo; prenizka intenziteta pa ne bi uničila niti zdravega niti bolnega tkiva. Predhodna zgodba, katere rešitev naj bi poskusne osebe uporabile za analogno sklepanje, opisuje vojaško situacijo, ko želi general s celotno vojsko napasti diktatorja, ki se je utaboril sredi gozda. General ne more poslati svojih čet kar po poteh, ki vodijo do utrdbe, saj bi naletele na mine, temveč uspe zavzeti utrdbo tako, da majhne vojaške enote vpadejo v gozd hkrati iz več smeri. Približno 75 % poskusnih oseb je sklepalo na podlagi analogije (se pravi, uničiti tumor tako, da se usmeri nizkointenzitetne žarke na bolno tkivo hkrati iz različnih smeri), če so dobile navodilo "uporabi predhodno zgodbo". Približno 30 % poskusnih oseb je izvedlo transfer spontano. V kontrolni skupini, kjer bodisi niso prebrali nobene zgodbe ali pa za rešitev irelevantno besedilo, je le 10 % oseb rešilo problem radiacije.

5. *Mentalni modeli.* V okviru kognitivno orientirane pedagoške psihologije je bilo izvedenih več raziskav, na podlagi katerih so proučevali načine, kako učenci in strokovnjaki reprezentirajo naravne pojave v svojih modelih sveta (Seel, Strittmatter 1989). Nekateri izsledki teh raziskav so relevantni tudi za načrtovanje slik kot učnih pripomočkov. Raziskave so pokazale, da ko študent prehaja od stopnje novinca proti stopnji eksperta na svojem področju, se narava modela razvija od konkretnega, pogosto nepopolnega in napačnega k bolj abstraktnemu in končno do visoko abstraktnega, matematičnega. Te modele kognitivna psihologija pogosto predstavlja kot mrežne diagrame, v katerih so koncepti na različne načine povezani drug z drugim, podobni pa so semantičnim mrežam, za katere obstaja prepričanje, da reprezentirajo strukturo informacije v semantičnem spominu (Vizjak Pavšič 2006).

Winn (1989) je eksperimentalno pokazal, da ustrezna grafika lahko razvije dobre mentalne modele različnih konceptualnih področij. Uporabil je diagram, ki je predstavljal tipično živalsko prehranjevalno verigo, da bi izboljšal predstavo, ki so jo imeli učenci o tej vsebini. Test besednih asociacij je pokazal, da so imeli učenci, ki so se učili s pomočjo diagramov, koncepte v spominu ustrežnejše in bolj točno organizirane, kot učenci, ki so besedilo samo prebrali.

6. *Strukturiranje vsebine besedila.* Armbruster, Anderson in Ostertag (1989) so razvili grafično tehniko "strukturiranja idej" za izboljšanje razumevanja besedil, s pomočjo katere se besedilo predstavi kot diagram z uporabo različnih simbolov. Medsebojne povezave teh simbolov označujejo, da je ena ideja primer druge, povzroča drugo, omogoča tretjo itd. To tehniko so uspešno uporabili za analize različnih vsebin besedil in pokazali, da se razumevanje pomembno izboljša, kar razlagajo kot posledico bolj eksplicitnih in jasno razvidnih povezav med stavki v diagramu.

Individualne razlike

Obravnavane naloge zahtevajo uporabo različnih kognitivnih procesov, kot so linearno in paralelno procesiranje, rekognicijo, priklic relevantnih informacij iz dolgoročnega spomina, konstruiranje mentalnih predstav za retencijo in priklic zemljevidov ali diagramov, serijsko obnovo list, spacialno mišljenje za reševanje matematičnih problemov itd. Sposobnosti in način pridobivanja znanja variirajo od človeka do človeka, od učenca do učenca. Ob posamezni slikovni reprezentaciji znanja se zastavlja vprašanje, ali ima človek ustrezne sposobnosti

obdelovanja vsebovanih informacij, ali razpolaga z ustreznimi strategijami razumevanja slike oz. ali mu jih je treba posebej razložiti. Uporabo slik z vidika individualnih razlik lahko obravnavamo s treh vidikov, to so: nadomeščanje, aktivacija in modeliranje.

Uporaba ilustracij se je pokazala kot uspešna pri učencih s slabše razvitimi verbalnimi sposobnostmi; v tem primeru slika nadomesti razumevanje besedila. Ilustracije pa so pomembne tudi kot napotilo učencem, da uporabljajo oz. aktivirajo določene sposobnosti, ki jih imajo. Že omenjena Winnova raziskava (1989) je pokazala, da je dodatek diagrama, ki je predstavljal značilno živalsko prehranjevalno verigo, v večjem obsegu izboljšal testne dosežke pri bolj sposobnih kot pri manj sposobnih učencih.

Kot kažejo raziskave, bolj sposobni učenci večinoma tudi bolje procesirajo informacije na splošno. Boljše npr. razumejo informacijsko zgoščena navodila, bodisi ker bolj ustrezno izbirajo, kaj je relevantno, bodisi zato, ker imajo večjo kapaciteto hkratnega predelovanja informacij. Ti učenci so bolj zmožni obvladovati velike informacijske obremenitve kot manj sposobni učenci. Ilustracije torej, ki preobremenijo učence z določenimi deficiti, lahko pri bolj sposobnih aktivirajo ustrezne strategije. Vprašanje pa je, ali bodo ti učenci grafične predstavitve tudi dejansko uporabili. To je odvisno med drugim od učenčevih metakognitivnih strategij (Flavell 1979), ki - ko so pridobljene - omogočajo učencu izbiro najboljše učne strategije, da lahko bodisi zavrne nepotrebno bodisi uporabi strategijo, ki jo predlaga učno gradivo. Če je namreč učenec zmožen opazovati lastne uspehe ob uporabi različnih učnih strategij, se lahko odloči, da bo v določenem trenutku uporabil bolj učinkovito strategijo. V takem primeru lahko postane predložena ilustracija nepotrebna ali celo ovira.

Pri načrtovanju slikovnega gradiva kot dodatka besedilu je torej potrebno upoštevati značilnosti različnih nalog kot tudi različne sposobnosti ter predznanje učencev in še zlasti preiščeno obravnavati način, kako slike prenašajo pomen.

Literatura

- Armbruster B.B. et al.* Teaching text structure to improve reading and writing / B.B. Armbruster, T.H. Anderson, J. Ostertag // *The Reading Teacher*. 1989. 43. P. 130-137.
- Bartram D.J.* Comprehending spatial information: The relative efficiency of different methods of presenting information about bus routes / D.J. Bartram // *Journal of Applied Psychology*. 1980. 65. P. 103-110.
- Bock M. et al.* Pictorial Context and the Recall of Pronoun Sentences / M. Bock, B. Milz // *Psychological Research*. 1977. 39. P. 203-220.
- Bock M.* The influence of pictures on the processing of texts: Reading time, intelligibility, recall, aesthetic effect, need for rereading / M. Bock // G. Rickheit, M. Bock (eds.) *Psycholinguistic Studies in Language Processing*. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 1983. P. 218-236.
- Carrier C. et al.* Using microcomputers with fourth-grade students to reinforce arithmetic skills / C. Carrier, T.R. Post, W. Heck // *Journal for Research in Mathematics Education*. 1985. 16. P. 45-51.
- Duchastel P.* Illustrating instructional texts / P. Duchastel // *Educational Technology*. 1978. 18. P. 36-39.
- Flavell J.H.* Metacognition and cognitive monitoring. A new area of cognitive-developmental inquiry / J.H. Flavell // *American Psychologist*. 1979. 34. P. 906-911.
- Gick M. L.* Two functions of diagrams in problem solving by analogy / M.L. Gick // Mandl H., Levin J.R. (eds.) *Knowledge Acquisition from Text and Pictures*. Amsterdam: Elsevier (North-Holland), 1989.

- Holliday W.G. et al.* Differential cognitive and affective responses to flow diagrams in science / W.G. Holliday, L.L. Brunner, E.L. Donais // *Journal of Research in Science Teaching*. 1977. 14. P. 129-138.
- Levie H.W. et al.* Effects of text illustration: A review of research / H.W. Levie, R. Lentz // *Educational Communication and Technology Journal*. 1982. 30. P. 195-232.
- Levin J.R.* On Functions of Pictures in Prose / J.R. Levin // Pirozzolo F.J., Wittrock M.C. (eds.) *Neuropsychological and Cognitive Processes in Reading*. New York: Academic Press, 1981.
- Levin J.R. et al.* On empirically validating functions of pictures in prose / J.R. Levin, G.J. Anglin, R.N. Carney // Willows D.M., Houghton H.A. (eds.) *The psychology of illustration (51-85)*. New York: Springer, 1987.
- Mayer R.E.* *Multimedia learning* / R.E. Mayer. New York: Cambridge University Press, 2001.
- Mayer R.E.* *The Cambridge handbook of multimedia learning* / R.E. Mayer. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- Molitor S. et al.* Problems in knowledge acquisition from text and pictures / S. Molitor, S.-P. Ballstaedt, H. Mandl // Mandl H., Levin J.R. (eds.) *Knowledge Acquisition from Text and Pictures*. Amsterdam: Elsevier (North-Holland), 1989.
- Moyer J.C. et al.* Story problem formats: Drawn versus verbal versus telegraphic / J.C. Moyer, L. Sowder, J. Threadgill-Sowder, M.B. Moyer // *Journal for Research in Mathematics Education*. 1984. 15. P. 342-351.
- Paivio A.* *Imagery and Verbal Processes* / A. Paivio. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1971.
- Salomon G.* *Interaction of media, cognition, and learning* / G. Salomon. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1994.
- Schnotz W.* Sign systems, technologies, and the acquisition of knowledge / W. Schnotz // Rouet J.F., Levonen J., Biardeau A. (eds.) *Multimedia learning – cognitive and instructional issues*. Amsterdam: Elsevier, 2001.
- Schnotz W.* An integrated model of multimedia learning / W. Schnotz // Mayer R.E. (ed.) *The Cambridge handbook of multimedia learning (49-69)*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- Schnotz W. et al.* Construction and interference in learning from multiple representation / W. Schnotz, M. Bannert // *Learning and Instruction*. 2003. 13. P. 141-156.
- Seel N.M. et al.* Presentation of information by media and its effect on mental models / N.M. Seel, P. Strittmatter // Mandl H., Levin J.R. (eds.) *Knowledge Acquisition from Text and Pictures*. Amsterdam: Elsevier (North-Holland), 1989.
- Vizjak Pavšič M. i dr.* Oko duha: značilnosti in procesiranje mentalnih predstav / M. Vizjak Pavšič, J. Musek, V. Rajkovič // *Anthropos*. 1996. 3-4. S. 183-194.
- Vizjak Pavšič M.* Razumevanje in reprezentacija znanja / M. Vizjak Pavšič // *Filologiškieske zametki: Mežvuzovskij sbornik naučnyh trudov* / ur. T. Jerofejeva J. Mojsieva-Guševa, Ž. Knap. Perm-Skopje-Ljubljana, 2006. T. I. Vyp. 4. S. 50-59.
- Waller R.* Understanding network diagrams / R. Waller // Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association. Los Angeles, 1981.
- Weidenmann B.* When good pictures fail: an information-processing approach to the effect of illustrations / B. Weidenmann // Mandl H., Levin J.R. (eds.) *Knowledge Acquisition from Text and Pictures*. Amsterdam: Elsevier (North-Holland), 1989.
- Winn W.* The design and use of instructional graphics / W. Winn // Mandl H., Levin J.R. (eds.) *Knowledge Acquisition from Text and Pictures*. Amsterdam: Elsevier (North-Holland), 1989.