

## Vizualizacija, znanost in znanje\*

JOŽEF MUHOVIČ

"Die Entdeckung der geistigen Dimension des Körpers führt immer mehr zu der Überzeugung, daß weder Empfindungen noch Begriffe, sondern Bilder die fundamentale Schicht der Kognition ausmachen."

(Ferdinand Fellmann, Innere Bilder im Licht des imagic turn)

"Visual thinking is the ability of the mind to unite observing and reasoning in every field of learning."

(Rudolf Arnheim, The Split and the Structure)

### POVZETEK

*Brez pretiravanja je mogoče reči, da so - gledano kvantitativno - slikovne informacije dandanes že prevzele primat verbalnojezikovnim. Na ta informacijski premik se je odzvala tudi znanost, zlasti kognitivna, v kateri je tema slikovnosti zavzela tako pomembno mesto, da znanstveniki namesto o t.i. lingvističnem obratu, ki je bil za znanost značilen do nekako sedemdesetih let našega stoletja, čedalje bolj pogosto in s čedalje večjim poudarkom govorijo o t.i. slikovnem obratu (o imagic- oz. pictorial turn), ki naj bi ga nasledil. Razlog za ta obrat pa ni samo kvantitativni porast vizualnih informacij, ampak predvsem spremenjeno pojmovanja vloge slik v človekovi kogniciji. Raziskave kognitivnih psihologov in filozofov v okviru t.i. "imagery debate" namreč z vedno večjim poudarkom kažejo na to, da temeljnega sloja človekove kognicije ne tvorijo niti občutki niti pojmi, ampak slike. Spoznanje, da so slike naravni most med čutno nazornostjo in abstraktnim mišljenjem, je po zaslugi gestalt psihologov (Ehrenfels, Arnheim) in likovnih teoretikov (Britsch, Butina) znano že razmeroma dolgo, vendar se je - vsaj v teoriji - vse do sedaj zdelo, da nima niti univerzalnega niti neposredno operativnega značaja. Dejstvo je sicer, da slike že od nekdej v velikem obsegu in na najrazličnejših področjih spremljajo posredovanje človeških informacij, dejstvo pa je tudi, da je na vseh teh področjih - vsaj zdi se tako - vizualizacija informacij zgolj spremljava informacijskega prometa, ki "že gotovo" informacijo napravi nazornejšo in predvsem privlačnejšo. Toda, ali res?*

*Spodbujen z najnovejšimi odkritji kognitivne psihologije in filozofije, skuša avtor*

\* Razprava je razširjeno predavanje, ki ga je imel avtor 10. junija 1997 v okviru delavnice "Visualisation in University Teaching" v Sindikalnem izobraževalnem centru v Radovljici.

pričujoče razprave natančneje raziskati vlogo slik v človekovi kogniciji in - posledično - vlogo vizualizacije v produkciji in posredovanju (znanstvenih) informacij. Pri tem pride do naslednjih ugotovitev:

1. Vizualizacija je eno od zelo priročnih orodij postopanja z izkustvom in eno od orodij za strukturalno in logično diferenciacijo informacijskega prostora, ki po eni strani bistveno olajšuje, po drugi pa tudi bistveno kompleksificira promet med stvarnostjo in mišljenjem. Značilno zanjo je namreč, da po svoji (psihološki in logični) naravi tako rekoč kongenitalno omogoča in podpira transformacijo čutno-nazornega v pojmovno in pojmovnega v čutno-nazorno.

2. Vizualizacija s tem v znanosti in izobraževanju na mnogo različnih načinov pospešuje pretok med empirijo in teorijo, se pravi, povečuje fleksibilnost človekovega vzpenjanja z empirične na konceptualno raven in njegovega sestopanja z ravni teorije v konkretnost problemske situacije. V tem oziru ni zgolj ilustrator že izgotovljenih pojmovnih vsebin oz. informacij, ampak aktivni sodelavec pri njihovem nastanku in razvijanju, tako rekoč njihov katalizator.

3. Ker zmore predstaviti to, kar trenutno ni prisotno, na čutno-nazoren način in ker lahko tisto, kar samo po sebi ni vidno, napravi vidno, vizualizacija bistveno pripomore k učinkovitosti spoznavanja in učenja, saj nazoren stik z abstraktnim stabilizira predstave in olajšuje operiranje z njimi.

4. Ker zaradi nediskurzivne narave slikovnega medija vizualizacija človeka spontano navaja na relacijski način mišljenja, veliko pripomore k razkrivanju funkcionalnih soodvisnosti med elementi problemske situacije. S tem po eni strani odpira vrata za v vsaki stroki kreativno zelo dragoceno konstruiranje mnogoštevilnih relacijskih alternativ med temi elementi, po drugi pa nič manj pomembno verifikacijo konsistentnosti njihovih strukturnih odnosov v oblikovanih teorijah.

5. Najpomembneje pa je, da vizualizacija človeka nenehno aktivno vključuje v (re)konstrukcijo in sooblikovanje informacij oziroma v prevajanje informacij, ki so mu dane v eni obliki, v alternativne oblike, s čimer širi področje človekove fleksibilnosti v operiranju z izkustvom.

Že zaradi vsega naštetega bi zato po avtorjevem mnenju veljalo vizualizacijo kot orodje v produkciji in posredovanju informacij načrtneje raziskati, načrtneje operacionalizirati in načrtneje vključevati v raziskovalne in pedagoške procese.

## ABSTRACT

### VISUALISATION, SCIENCE AND KNOWLEDGE

It may be said, without exaggeration, that - in terms of quantity - pictorial information has today taken priority over verbal-linguistic information. This information shift has not remained unnoticed by science, particularly cognitive science, which has attributed such an important role to pictoriality that, instead of the so-called linguistic turn that was characteristic of science up to the seventies, scientists are ever more frequently and with growing emphasis speaking of the so-called *imagic or pictorial turn* which has supposedly taken its place. The reason for this turn is not only the quantitative growth of visual information, but above all the changed understanding of the role of images in human cognition. The studies of cognitive psychologists and philosophers within the scope of the so-called *"imagery debate"* point more and more to the fact that neither feelings nor concepts, but images, are the fundamental layer of human cognition. Owing to the discoveries of the *"gestalt"* psychologists (Ehrenfels, Arnheim) and art theorists (Britsch, Butina), it has been known for quite some time that images are a natural

bridge between sensory cognition and abstract thinking, but until now - at least in theory - this discovery was not recognized as having either a universal or a directly operational character. Although pictures have long accompanied the exchange of human information on a large scale and in various fields, it is also true that in all these fields - or so it seems - the visualization of information is merely an accompaniment in the exchange of information which makes an "already made" piece of information more perceivable and in particular more attractive. But does it really?

Encouraged by the latest findings of cognitive psychology and philosophy, the author of this paper is attempting to explore in greater detail the role of images in human cognition and - consequently - the role of visualization in the production and exchange of (scientific) information, and has arrived at the following conclusions:

1. Visualization is a very handy tool for dealing with experience as well as for the structuring and logical differentiation of information space, which, on the one hand, highly facilitates communication between reality and thought and, on the other, makes it considerably more complex. Characteristically, because of its (psychological and logical) nature, visualization congenitally, so to speak, allows and supports the transformation of the sensory-perceptible into the conceptual and the conceptual into the sensory-perceptible.
  2. In science and education, visualization enhances, in many different ways, the flow between empirical findings and theory, and consequently broadens the flexibility of man's ascent from the empirical to the conceptual level and his descent from the level of theory to a concrete problem situation. In this respect it is not merely an illustrator of ready-made conceptual contents or information, but an active participant in its creation and development - its catalyst, so to speak.
  3. Because of its ability to present what is not momentarily present in a sensory-perceivable way, and because it can make visible that which in itself is not visible, visualization essentially contributes to the effectiveness of comprehension and learning, since visual contact with the abstract stabilizes perceptions and facilitates manipulation with them.
  4. Due to the nondiscursive nature of the pictorial medium, visualization spontaneously accustoms man to an relational way of thinking, and consequently contributes substantially to unveiling functional interdependence among the elements of a problem situation. In this way it opens the doors, on the one hand, to the very valuable (in every profession) creative construction of numerous alternative associations of such elements, and on the other to the none the less relevant verification of the consistency of their structural relations in the created theories.
  5. Most important of all, visualization actively and continuously involves man in the (re)construction and co-creation of information or in the transformation of information communicated to him in one form, into alternative forms, thus expanding the scope of man's flexibility in operating with experience.
- For all the above reasons, the author believes that visualization, as a tool in the production and exchange of information, should be systematically explored, made operational and included in research and educational processes.

## 1. Konstatacija: *Imagic turn*

Ko skušamo okarakterizirati čas, v katerem živimo, čas, ki ga sami imenujemo *postmoderni* in *informacijski*, tej karakterizaciji že dolgo ne more več manjkati ugotovitev, da živimo v *stoletju vizualnih komunikacij*, še več, da živimo v času prave poplave slik, s katerimi nas dnevno zalagajo stari in novi slikovni mediji. Slikovni tok, ki smo mu izpostavljeni, je tako gost in tako zajeden v vse pore življenja, da se mu praktično nihče ne more izogniti, in dozdevno tako "naraven" ter hiter, da v njem samo še z največjo težavo razlikujemo med "*Sein und Schein*".

Brez pretiravanja je mogoče reči, da so - kvantitativno gledano - slikovne informacije dandanes že prevzele primat verbalnojezikovnim. Ta informacijski premik se na zunaj izraža tudi v znanosti, zlasti v kognitivni, v kateri je tema *slikovnosti* zavzela tako pomembno mesto, da znanstveniki namesto o t.i. lingvističnem obratu (*linguistic turn*), ki je - vsaj humanistično - znanost zavezujoče opredeljeval do nekako sedemdesetih let našega stoletja, čedalje bolj pogosto in s čedalje večjim poudarkom govorijo o t.i. slikovnem obratu (o *imagic- oz. pictorial turn*), ki naj bi ga nasledil.

Zunanji povod za tak raziskovalni (pre)obrat je brez dvoma mogoče videti v nujnem odzivanju znanosti na aktualna dogajanja, narobe bi pa bilo, če bi v tem znanstvenem "aktualizmu", pravi filozof *F. Fellmann*,<sup>1</sup> ne prepoznali še nekega globljega vzroka, namreč spremembe v človekovem pogledu na samega sebe (*im Wandel des Menschenbildes*). Za razliko od racionalističnega pojmovanja človeka kot zavestnega bitja, ki je v človeku poudarjalo predvsem *logocentrični mentalizem*, se danes - tudi zaradi izkustev, ki so jih prinesle računalniške virtualne tehnologije - vedno bolj uveljavlja spoznanje, da so človekove duševne funkcije dejansko funkcije človekove psihosomatske interakcije z okoljem in da jih zato nikakor ni več dovolj korektno obravnavati zunaj in neoziraje se na človekovo telesno organizacijo. Odkritje konstruktivne vloge telesnosti v funkcioniranju človekove duševnosti, pravi Fellmann, pa vodi k prepričanju, da *temeljnega sloja človekove kognicije ne tvorijo niti občutki niti pojmi, ampak slike*<sup>2</sup> (kurziva JM). S poudarjanjem slikovnosti pa se je v temelju spremenilo tudi pojmovanje kognitivnih sistemov. Ne več trdni simbolni sistemi, ampak *relacijske strukture* so tiste, ki lahko teoriji kognicije odslej nudijo ustrezen temelj. Nič čudnega torej, da je raziskovanje slikovnosti postalo zelo pomemben dejavnik, celo tako zelo, da se na obzorju kažejo že obrisi nove znanosti o slikah (*Bildwissenschaft, sciences of images*).<sup>3</sup>

Taka umestitev fenomena slikovnosti v kognitivni prostor nedvomno meče posebno luč na problematiko vizualizacije, ki se je na tem mestu lotevam, vendar pa ni tako nova, kot bi se utegnilo zdeti na prvi pogled. V teoriji likovne umetnosti, zlasti v tistem njenem delu, ki se imenuje likovna teorija, je namreč že dolgo znano, da so slike ne le del kognicije, ampak nič več in nič manj kot *naravni most med čutno nazornostjo in abstraktnim mišljenjem* in s tem zelo priročno operacionalno sredstvo za

<sup>1</sup> Fredinand Fellmann, *Innere Bilder im Licht des imagic turn*, v: Klaus Sachs-Hombach (ur.), *Bilder im Geiste. Zur kognitiven und erkenntnistheoretischen Funktion piktorialer Repräsentationen*, Amsterdam-Atlanta, Ga: Rodopi B. V., 1995, str. 22.

<sup>2</sup> Ibidem.

<sup>3</sup> Cf. npr. informativno brušuro za postdiplomski kolokvij iz "znanosti o slikah" (*Bildwissenschaftliches Kolloquium*; v slovenščini še ni uradno klasificiranega in kodificiranega naziva za to področje raziskovanja) Fakultete za informatiko Univerze Otto-von-Guericke iz Magdeburga (*Bildwissenschaftliches Kolloquium*, Magdeburg: Fakultät Informatik, Otto-von-Guericke-Universität, dodan je tudi - sicer kratek, vendar bazičen - izbor bibliografije za področje; 1995; E-mail: bwk@uni-magdeburg.de). Univerza v Magdeburgu za področje znanosti o slikah razpisuje letno tudi doktorske štipendije (Promotionsstipendien im Bereich der Bildwissenschaften).

transformacijo čutno-nazornega v pojmovno in pojmovnega v čutno-nazorno.<sup>4</sup> Na to likovnoteoretsko spoznanje se bom v nadaljevanju tudi naslonil.

## 2. Vedenje in znanje

Že pri posredovanju čisto običajnega znanja opazimo, da znanje, ki ni bilo samostojno pridobljeno, ampak "prinešeno na krožniku", kot pravimo, nima ne prave globine ne prave teže. Pravzaprav, če smo natančni, sploh ni znanje v polnem pomenu besede, ampak *poznavanje, vedenje*, ki ga sicer razmeroma zlahka osvojimo, z veliko težavo pa se ga *zavimo*, tj. vzamemo zares in za svoje.<sup>5</sup> Strogo vzeto znanja - tj. *akta oz. stanja uvidenja funkcionalnih odnosov med fakti in akta oz. stanja zavedanja operativne vrednosti in logične obligatoričnosti vedenja* - sploh ne moremo posredovati, ampak je, kot pravi Platon, lahko edinole "samoporojeno" iz kompleksnega individualnega stika s stvarnostjo.<sup>6</sup> Znanje je hevristična kategorija *par excellence*. Veliki misleci so se tega vedno dobro zavedali, zato vsebine znanja praviloma niso izrekli direktno,<sup>7</sup> ampak so znanju vedno pripravljali zgolj ugodne pogoje, tj. *čim bolj kompleksno konceptualno, epistemično in logično okolje*, iz katerega bi se znanje - podobno kot kristali iz prenasičene raztopine - lahko samo izločilo, emergiralo oz. porodilo.

Če natančno premislimo, se izkaže, da tudi danes v tem oziru ne moremo storiti nič bistveno boljšega. *Pripravljajmo torej ugodne pogoje, da se bo znanje samo porodilo*. Žal pa je to veliko lažje reči kot storiti. Ko razmišljamo o operativni plati tega, bi rekel, nekoliko spornega načela, se nam v hipu zastavi kopica vprašanj. Med njimi dve temeljni: 1. Kako naj to storimo? in 2. Ali tega pravzaprav že ne delamo? Na drugo vprašanje je mogoče odgovoriti pritrdilno, saj bi sicer znanja danes sploh ne bilo več. Z lahkoto pa si predstavljamo, da bi mogli znanju pripravljati pot še učinkovitej, kot to že počnemo. Tako se iz obeh navedenih vprašanj izoblikuje tretje: *Kako naj znanju pripravljamo ugodno konceptualno, epistemično in logično okolje učinkoviteje?* In to *hic et nunc*, v tem postmodernem in informacijskem času.

<sup>4</sup> Odkritje tega dejstva vsaj v temelju dolgujemo psihologom *gestaltistom*. Več o tem cf. v: Rudolf Arnheim, *Anschauliches Denken. Zur Einheit von Bild und Begriff*, Köln: DuMont, <sup>7</sup>1996, str. 99-150; Milan Butina, *Slikarsko mišljenje. Od vizualnega k likovnemu*, Ljubljana: Cankarjeva založba, <sup>2</sup>1995, str. 267-278; Jožef Muhovič, *Linguistic, Pictorial, and Metapictorial Competence*, v: Leonardo 3, Vol. 30 (1997), str. 221-227.

<sup>5</sup> Za moje pojme zelo domiselno in nazorno o razliki med *vedenjem in zavedanjem oz. znanjem* piše Anthony de Mello v drobni knjižici *Zavedanje* (Ljubljana: ŽU Dravljje, 1991, str. 32-36 in 126-139; (orig. izd.: *Awareness. A. de Mello Spirituality Conference in his own Words*, New York, 1990). Za ilustracijo naslednja anekdota: "Moj prijatelj, ki je preveč kadil, mi je rekel: 'O kajenju obstajajo najrazličnejše šale. Pripovedujejo nam, da nas tobak ubija, toda kar poglej stare Egipčane, vsi so mrtvi, pa nihče izmed njih ni kadil.' Nekega dne pa je začutil težave v pljučih in odšel na onkološki inštitut, kjer mu je zdravnik dejal: 'Pater, na pljučih imate dve senci, kar lahko pomeni raka. Spet boste morali priti naslednji mesec.' Po tem dnevu ni več segel po cigareti. Prej je sicer *vedel*, da bi ga utegnilo kajenje ubiti, sedaj se je tega *zavedel*. V tem je razlika." (str. 140).

<sup>6</sup> Platon, *7. pismo*, 341 CD. Cf. T. A. Szalok, *Platon und die Schriftlichkeit der Philosophie. Interpretationen zu den frühen und mittleren Dialogen*, Berlin/New York: De Gruyter, 1985 in J. Wipern (izd.), *Das Problem der ungeschriebenen Lehre Platons. Beiträge zum Verständnis der Platonischen Philosophie* (Wege der Forschung CLXXXVI), Darmstadt, 1972.

<sup>7</sup> Priročna oblika takega *indirektnega* izrekanja je bil dialog, katerega temelj je konkurenčna konfrontacija različnih stališč, brez (do)končne sodbe. Oblike dialoga so se pogosto posluževali stari grški filozofi, čedalje bolj priljubljena pa je, vsaj zdi se tako, tudi danes.

### 3. Nekatere komunikacijske značilnosti postmoderne časa

V tem delu bi rad na kratko predstavil okoliščine, na katere je pripravljanje ugodnih pogojev za *emergenco* znanja danes takorekoč obsojeno. Za čas v katerem živimo, sta karakteristična dva dejavnika, ki se ju eksplicitno le redko zares radikalno zavemo, čeprav neogibno krojita naše življenje in vrednote, posebej odločilno pa vplivata na ustvarjanje novega. Ta dejavnika sta: *podatkovna hiperprodukcija* in *otežena informacijska orientacija* s svojimi posledicami.

#### a. Podatkovna hiperprodukcija

Ena najbolj opaznih značilnosti našega časa je nedvomno izjemen porast novih podatkov, informacij in znanj na vseh področjih, porast, ki je tolikšen, da nekatere ocenjevalce nagiblje celo v tako pustolovske ocene, kot je ta, da stroke dandanes v nekaj letih podvojijo količino zbranega znanja. Čeprav je to dokazljivo pretiravanje,<sup>8</sup> ki niti za kopičenje podatkov ne drži, je vendarle res, da danes človek bolj kot kdaj koli v svoji zgodovini živi v času epistemične hipertrofije.

Prva logična posledica take epistemične hipertrofije je *dvig percepcijskega praga*. V izjemni informacijski gostoti sodobnega vsakdanjika samo še kaj izrednega, atraktivnega, provokativnega, senzacionalnega *zares* pritegne našo pozornost. In še to vedno težje.<sup>9</sup> "Občinstvu, ki mu moraš najprej pokazati medveda, da sploh pride," piše publicist Ošlak, "ne bi imel kaj povedati."<sup>10</sup> In vendar je pedagog danes na táko, *informacijsko hiposenzibilizirano* občinstvo takorekoč obsojen. Izobraževanje mora človeka nagovoriti tudi v času, ko sprožajo reakcije zgolj potencirani dražljaji in provokativne teme. Še posebej učinkovito zato, ker znanje ne temelji v prvi vrsti na *kvantiteti*, ampak na *kvaliteti* (tj. na selekciji in logični hierarhizaciji) informacij.

Druga posledica podatkovno-informacijske hiperprodukcije pa je tisto, kar bi pogojno imenoval *informacijska defenzivnost*. Ta ima dve temeljni, na videz izključujoči se obliki: namerno zapiranje pred novimi informacijami in hlastanje za njimi. - Sodobni človek podatkom in informacijam ni tako apriorno in spontano odprt, kot jim je bil človek nekdanj. Njegova pozornost ne izvira več (zlasti pa ne v celoti) iz nenasitne vedoželjnosti, iz njegovega avtohtonega informacijskega interesa, na kar je (lahko) samoumevno računala tradicionalna pedagogika, ampak je v veliki meri izzvana od zunaj. Ni zgolj namerna, ampak v dobršni meri kondicionirana. Njen izključni cilj ni več pridobivanje informacij, ampak tudi in celo predvsem njihovo inhibiranje in pozabljanje, torej obramba pred dražljajsko in informacijsko preobremenjenostjo.<sup>11</sup> - Druga, tej na videz povsem nasprotna oblika informacijske defenzivnosti je *hlastanje za novostmi in njihovo "fast food" absolviranje*. Sodobni človek - na to je v šestdesetih letih s poudarkom opozoril sociolog *H. Marcuse* - za razliko od svojih prednikov novostim ne nasprotuje in se jim ne upira. Novosti ga privlačijo in jih zato išče. Toda, ko jih najde, ga praviloma ne zadovoljijo. Na hitro in zato nujno površno jih absolvira, take sprejme ... in že ga ne zanimajo več. Poiskati mora nove, vedno znova nove v tej hitropotezni informacijski simultanki.

<sup>8</sup> O tem cf. Mathias Senoner, *Die Springflut der Daten. Der sprunghafte Anstieg des Wissens ist nur ein Gerücht*, v: *Die Zeit* 21 (16. maj 1997), str. 38.

<sup>9</sup> V posebni obliki se ta vedno težje dosegljivi "senzacionalizem" kaže tudi v čedalje bolj atraktivnih in veliko obljubljalajočih naslovih znanstvenih del.

<sup>10</sup> Cf. Vinko Ošlak, *Saj ni bilo nikoli drugače*, Celovec: Mohorjeva družba, 1991, str. 9.

<sup>11</sup> Cf. Paul Virillio, *Verhaltensdesign: Vom Übermenschen zum überreizten Menschen - die technologische Ausrüstung des Körpers*, v: Arnic-Verena Langenmeier (ur.), *Das Verschwinden der Dinge. Neue Technologien und Design*, München, 1993, str. 73-95.

## b. Otežena informacijska orientacija

Čas, v katerem živimo, pa ni samo čas hiperprodukcije podatkov in informacij, ampak tudi čas njihove izjemne dostopnosti. Moderne računalniške tehnologije so omogočile, da nam je fizično dostopna prej nepredstavljiva množina podatkov in informacij - in to v neverjetno kratkem času. Koliko stvari lahko srečamo že v zgolj nekajminutnem "surfanju" po Internetu. Vsak osebni računalnik je splav, ki nas ponese na nepredstavljivi informacijski ocean. Kakšna fantastična obzorja, kakšne informacijske perspektive, kakšne epistemološke globine... Toda kaj, ko lahko človek, to točkovno informacijsko razgledišče, po tem brezbrežju tudi samo blodi in se v njem izgubi? Kaj če se človek v tem morju podatkov ne zna in ne more orientirati?

Izkaže se, da je fizična dostopnost podatkov in informacij eno, njihova konceptualna in operativna dostopnost pa nekaj drugega. Seveda je nekoristno, če imaš ideje, nimaš pa široke informacijske baze, s pomočjo katere bi jih lahko verificiral in uresničil. Prav tako nekoristno pa je, če so ti tehnično dostopni vsi razpoložljivi podatki, pa v njih ne znaš in ne zmoreš poiskati tistih, ki so ti potrebni, se pravi, če epistemične baze podatkov ne znaš smiselno "obdelati". Pogosta iluzija današnjega časa je, da je "obdelava podatkov" zgolj tehnološko vprašanje. Nemogoče je sicer zanikati pomembno vlogo računalniških tehnologij pri tem opravilu, prav tako nemogoče pa je misliti, da bo tehnološki napredek v tej smeri uspel sam po sebi, tj. tudi če ne bo kibernetiziran z ustreznimi kognitivnimi informacijskimi strategijami, ki bodo tehnološko olajšano manipuliranje s podatki znale izkoristiti za usmerjanje naše pozornosti na tiste informacije, ki so nam v danem trenutku potrebne, še posebej pa na tiste, ki po svoji naravi omogočajo izpeljavo nadaljnjih informacij, ki jih rabimo. Praktično operiranje s podatki namreč zahteva dvojce: 1. ciljno selekcijo in 2. logično stratifikacijo informacijskega prostora.

## 4. Operacionalna narava informacijskega prostora

S tehnološkega stališča je informacijski prostor homogen. V njem koeksistirajo neenakovredni informacijski fenomeni na enakovreden način, se pravi tako, da so vsi enako dostopni. Vse je mogoče enako hitro priklicati in na najrazličnejše načine enako voljno grupirati. Nasprotno pa z operativnega, problemskega stališča informacijski prostor ni homogen. V njem eksistirajo logično pomembnejši in manj pomembni, z ozirom na cilj potrebnejši in manj potrebni informacijski fenomeni. Pravzaprav bi bilo najboljšo pravilno reči, da postane informacijski prostor operativen šele tedaj, ko ga človeku uspe napraviti nehomogenega, tj. logično in informacijsko diferenciranega.

Zdi se, pravi E. de Bono,<sup>12</sup> kot da smo danes postavljeni pred naslednjo dilemo: ali naj glede na dejstvo, da v danem trenutku nimamo - praviloma pa tudi ne moremo imeti, ker jih enostavno še ni - vseh potrebnih informacij za rešitev določenega problema, več časa porabimo za pridobivanje novih informacij ali za razvijanje kognitivnih veščin in konceptualnih orodij za čim bolj kompleksno "percepcijo" problemske situacije (način, kako situacijo dojamemo, bistveno določa, kaj lahko v zvezi z njo storimo) in za čim bolj logično prilagoditev informacijskega prostora tej situaciji (pomembno je, da se v razpoložljivem epistemičnem fondu naslonimo na tiste informacije, ki omogočajo izpeljavo čim večjega števila novih potrebnih informacij). Ni težko uvideti, da bi bila idealna rešitev napredek v obeh smereh, tj. v smeri vedno širše, lažje in hitrejša fizične dostopnosti podatkov in v smeri kognitivno vedno bolj kompleksne

<sup>12</sup> Cf. Edward de Bono, *Tečaj mišljenja*, Ljubljana: Ganeš, 1992 (izvirnik: *De Bono's Thinking Course*, London: BBC Books, <sup>3</sup>1986), str. 39-42 in 71-73.

problemske operacionalizacije informacijskega prostora. Žal smo v tem oziru še vedno v naravnost paradoksnih situacijah: računalniške tehnologije čedalje bolj učinkovito odpirajo vedno bolj astronomsko dimenzionirane informacijske prostore, kognitivne metode za obvladovanje teh epistemskih dimenzij pa so v glavnem še vedno enake kot takrat, ko je bil (recimo pred petdeset ali sto leti) podatkovno-informacijski prostor neprimerljivo bolj omejen in pregleden.<sup>13</sup> Še več. Razvijanje in refleksija teh metod je pretežno še vedno stvar individualne iniciative in nadarjenosti, ne pa načrtnega teamskega raziskovanja in sistematičnega učenja. Lahko rečem, da kvantitativni vidik informacijske ekspanzije zaenkrat daleč nadvladuje kvalitativnega.

Pogoj za operacionalizacijo informacijskega prostora, je bilo rečeno zgoraj, je njegova nehomogenost, tj. njegova logična strukturiranost, ki omogoča problemsko orientacijo v njem. Kaj to natančno pomeni?

S tehnološkega stališča je informacijski prostor *izotropen*, se pravi tak, da ima v vseh smereh enake lastnosti in da nima nikakršnega "naravnega" središča, če smem tako reči. Prav zato se lahko človek v tem prostoru tako prosto in neomejeno giblje, kar je velika prednost tega prostora. Toda kam naj se giblje v tem brezbrežju, katerega središče je ves čas on sam? Po čem naj se orientira, če ga obdajajo same enakovredne destinacije? Kako naj ve, da bo ravno v smeri, v katero se je po lastnem premisleku napotil, našel, kar je bil prišel iskat? Človek potrebuje nek zunanji orientir. Da bi bil uporaben, mora informacijski prostor zanj postati *anizotropen*, diferenciran. Iz sicer polnega, a relacijsko indiferentnega informacijskega miljeja mora postati *pokrajina z določenim reliefom*, z določeno informacijsko hierarhijo. Šele ko se to zgodi, se lahko človek v informacijskem prostoru orientira ne le z ozirom na svojo trenutno in *subjektivno* pozicijo v njem, ampak tudi *objektivno*.

Človek, ki se nahaja v monotoni pokrajini (npr. v puščavi), je sicer nenehno percepcijsko središče te pokrajine, vendar pa o njenem realnem središču, o njeni dejanski oblikovanosti in razsežnostih malo ve. Njegov pogled je omejen in parcialen. Posledica tega je, da človek po tej pokrajini praviloma zgolj blodi in se v njej izgubi. Čisto drugače pa je, ko se človek znajde v pokrajini z izrazitejšim reliefom. Takrat je mogoče, da se po naključju, največkrat pa namenoma znajde na kaki naravno privilegirani točki reliefa (npr. na nekem hribu, na sotočju rek ali na cestnem križišču), s katere se ne razjasni samo njegov pogled, ampak se pred njim razgrne tudi samo stanje stvari. V tem primeru se človekovo subjektivno gledišče ujame, uskladi in pokrije z objektivno strukturalno razporeditvijo stvari, kar ima za posledico, da se lahko v polnosti razvije tudi človeško omejena percepcija. Pokrajina se razsvetli. In vidimo. V tem, piše antropolog *Teilhard de Chardin*, je ves privilegij človeškega spoznanja.<sup>14</sup>

Nauk te metafore velja tudi v informacijskem prostoru. Če si človek prizadeva za tem, da bi pokrajino informacijskih fenomenov videl in dojel v njeni čim bolj izraziti reliefnosti, in če je pri tem zavestno pozoren na ključne, strateške točke njenega reliefa, uspe svoje subjektivno gledišče uskladiti z bistveno objektivno informacijsko mrežo, v kateri se mu pojavi nehajo kazati zgolj kot enakovredni fakti, ampak mu razodenejo tudi svoje diskretne strukturalne, tj. informativne povezave (cf. razdelek *Odnos podatke - informacija*).

Da bi bil čim lažje in čim bolj široko dostopen, mora informacijski prostor v tehnološkem oziru biti čim bolj homogen. Da bi bil problemsko uporaben, pa mora postati - topološko in logično - čim bolj natančno in smiselno diferenciran. Topološki del

<sup>13</sup> Cf. Uvod dr. Vida Pečjaka v knjigo Tonyja Buzana *Delaj z glavo* (Ljubljana: DDU Univerzum, 1980), str. 8.

<sup>14</sup> Cf. Pierre Teilhard de Chardin, *Le phénomène humain*, Paris: Éditions du Seuil, 1965, str. 26-27.



te diferenciacije omogočajo že same *iskalne strategije* (npr. tehnologija podatkovnih skladišč - *data warehouse*), ki so sestavni del informacijske opreme in dovoljujejo poljubna selekcioniranja in povezovanja shranjenih podatkov (simulirani informacijski relief). Logična in funkcionalna diferenciacija med vskladiščenimi informacijami, ki po eni stani usmerja pozornost k tistim informacijam, iz katerih je mogoče izpeljati čim več novih, po drugi pa dopušča, da informacije, ki jih prejemamo v eni obliki, transformiramo v alternativne oblike in jih s tem kompleksneje spoznavamo in izkoriščamo, pa je stvar kognitivnih strategij, ki jih mora človek nenehno razvijati z *raziskovanjem* funkcionalnih odnosov med informacijskimi fenomeni.

## 5. Odnos podatek - informacija

Teorija informacij pravi, da je **informacija** (iz lat. *informatio, onis* = pojem, predstava, razlaga, pojasnitev) vsebina tistega, kar si izmenjamo z zunanjim svetom, medtem ko se mu prilagajamo in s tem prilagajanjem tudi sami vplivamo nanj. Informacija nastane takrat, kadar se zgodi kak pojav, ki ni pričakovan oz. katerega izid ni že vnaprej znan. Dobiti informacijo pomeni, izvedeti nekaj, česar prej nismo vedeli, izvedeti več o tem, o čemer smo prej vedeli malo, ali izvedeti nekaj na nov način. Informacija torej nastaja kot produkt aktivnega odnosa med sistemom, ki je sposoben komunicirati, in dražljajskimi podatki okolja. Je količina nepričakovanega, novega, originalnega v tem odnosu.

Latinska beseda *in-forma-re*, v-obliko-spraviti, oblikovati nazorno pove, zakaj pri informaciji gre. Informacija dejansko nastane takrat, kadar nekaj oblikujemo ali preoblikujemo, kadar spreminjamo nek že dani red ali iz nereda ustvarjamo red. Ravno ta razlika med redom in neredom oz. med staro in novo urejenostjo nosi informacijo. Ali drugače: informacija je *način dojetja odnosov* med fakti določene situacije. Natančno rečeno: informacija *ni*, informacija *nastane*.<sup>15</sup>

Element, na katerem informacija temelji, je **fakt** (lat. *factum, i* = dejanje, dogodek), dejstvo, se pravi "to, kar se dogodi" (Wittgenstein: "*was der Fall ist*".) Fakt sam na sebi ni informacija, je dogodek ali podatek o dogodku. Informacija pa je poseben način odnosov med fakti, še točneje, informacija je *fakt v kontekstu oz. inkontekstualizacija* faktov. V tem oziru velja omeniti dvoje: 1. *Wienerjevo* definicijo informacije, ki pravi, da informacija ni niti snov niti energija, ampak *struktura odnosov* med materialno in energetsko pogojenimi dražljaji,<sup>16</sup> in 2. lucidno opažanje psihologa *J. J. Gibsona*, da energija fizikalnega dražljaja variira vzdolž preprostih dimenzij, da pa se informacija, ki na takih dražljajih temelji, spreminja vzdolž mnogih kompleksnih dimenzij, ki niso vse fizikalno merljive; opažanje in izkoriščanje teh dimenzij je odvisno od sposobnosti individua, da odkriva invariante v organizaciji fizikalnih energetskih vzorcev, na katere v običajnem življenju sploh ni pozoren.<sup>17</sup>

Če stvari poenostavim, lahko rečem, da je informacija dojetje določenega tipa invariantnih povezav med dejstvi ali podatki. Seveda pa je pri tem potrebno poudariti, da teh invariantnih povezav v dejstvih in podatkih v direktni obliki ni, ampak jih je v njih potrebno (iz)najti. V tem oziru je informacija produkt ustvarjalnosti oziroma, kot sem zapisal zgoraj, *hevristična kategorija*, osnovana na epistemičnem materialu.

<sup>15</sup> Cf. Milan Butina, *Likovna umetnost in teorija komunikacij*, v: Likovne besede 14-15-16 (1990), str. 14-15.

<sup>16</sup> Cf. Norbert Wiener (Wiener), *Kibernetika*, Beograd: Nolit, 1973.

<sup>17</sup> Cf. James J. Gibson, *The senses considered as Perceptual Systems*, Boston: Houghton Mifflin Co., 1966, str. 2-3.

Termin "epistemičen" pri tem označuje strukturo že vskladiščenega znanja, termin "hevrističen" pa strukturo iskanja novega, tj. nove načine operiranja s podatki, ki pripeljejo do novih pogledov na stvari, do novih rešitev, ki jih ne moremo najti z že znanimi strategijami in za katere ne zadošča spominsko osvojeno znanje, ker zahtevajo pravo preusmeritev dotedaj znanih načinov gledanja in mišljenja.<sup>18</sup>

V tem smislu vsaka informacija, ko je enkrat osvojena in vskladiščena v spominu, naravno preide v podatek, iz hevrističnega se preseli v epistemično področje, od koder se kot gradivo lahko znova vključuje v produkcijo informacij višjega reda.

Odnos med podatkom in informacijo lahko torej opišem kot odnos med materialom in obliko. Podatek je vskladiščen v (psihološkem, kulturnem, elektronskem) spominu, informacija pa predstavlja posebno obliko odnosov med podatki oz. *vzpostavitev posebne oblike odnosov med njimi*. Zaradi dejstva, da kodiranje podatkov v informacije, ki predstavlja elementarno obliko diferenciacije informacijskega prostora, producira nova znanja, so načini in metode ustvarjalnega izkoriščanja podatkov izjemnega pomena. Danes morda bolj kot kdaj koli doslej.

## 6. Izobraževanje in znanje

V prvem približku bi lahko izobraževanje nekoliko metaforično definirali kot "prodajalno sistematiziranega preteklega izkustva". Vsi pa vemo, da je napredek v vsaki stroki predvsem stvar prihodnosti. Vsa naša dejanja, načrti, odločitve in izbire bodo realizirane v prihodnosti. Naj torej našo strokovno prihodnost zaupamo preteklosti? Vsekakor ne.

Če bi izobraževanje lahko posredovalo samo že znane in uporabljene *izkustvene vzorce*, bi bilo celo v primeru njihove praktične učinkovitosti docela neustrezno. Navažalo bi namreč k temu, da bi se z novim spoprijemali na star, šablonski način in s tem ostajali v preteklem času. Na srečo pa izobraževanje nima samo te možnosti. V svojem smiselnem dometu izobraževanje ni zgolj skrbno in sistematično skladiščenje v preteklosti pridobljenih dejstev in formul, ampak, če parafraziram kulturologa Lesliea A. Whitea,<sup>19</sup> predvsem *način postopanja s tako pridobljenim izkustvom*. Ena njegovih najpomembnejših nalog je *posploševanje pogojev pretekle uspešnosti in refleksija načinov postopanja s tako konceptualiziranim izkustvom*.

Če bi na nekem ustvarjalnem področju v določeni problemski situaciji lahko imeli vse potrebne informacije oziroma če bi jih lahko kje zgolj poiskali, bi ne potrebovali kreativnosti. Ker, kot vemo, to ni mogoče, postane toliko pomembnejše, da pozornost reflektirano usmerjamo k tistim že pridobljenim informacijam, iz katerih lahko izvlečemo čim več *novih*, takih, ki jih v dani situaciji potrebujemo.<sup>20</sup>

Če želi izobraževanje na področju neke stroke biti uspešno, mora torej študenta (na)učiti najmanj dvoje: 1. kako lahko iz informacij (dejstev, formul, operacionalnih strategij), ki jih je stroka že pridobila, izpeljuje take, ki jih potrebuje v soočenju z nikoli docela predvidljivo problemsko realnostjo te stroke, in 2. kako naj med že pridobljenimi informacijami prepozna in odkriva tiste, ki to izpeljevanje omogočajo. To pa predpostavlja logično hierarhiziranje preteklega izkustva, ločevanje bistvenega od nebistvenega, ustvarjalno povezovanje podatkov, obvladovanje informacijske korelativnosti,

<sup>18</sup> Cf. Anton Trstenjak, *Vertikalnost in lateralnost mišljenja v dilemah ustvarjalnosti*, v: *Anthropos* 4-5 (1980), str. 170-171.

<sup>19</sup> Cf. Leslie A. White, *The Science of Culture*, New York & London: Columbia University Press, 1952, str. 15.

<sup>20</sup> Cf. Edvard de Bono, *Tečaj mišljenja*, str. 71-73.

osvetlitev dogajanj z različnih strani, skratka, veliko *fleksibilnost v postopanju z izkustvom* stroke.

## 7. Pojem in narava vizualizacije

Na tej točki pa lahko vstopi v našo razpravo vizualizacija. Vizualizacijo bi lahko v prvem približku opisali kot *eno od orodij postopanja z izkustvom* in kot *eno od orodij za strukturalno diferenciacijo informacijskega prostora*. Poglejmo, kakšno je to orodje in kaj nam omogoča.

Iz psihologije vemo, da celotno človeško življenje zaznamuje iskanje smisla. Človek skuša množico dogajanj, ki se v življenjski realnosti gnetejo, prehitevajo, izpodrivajo, obvladati na ta način, da jih uredi in poveže v nekem enotnem miselnem dejanju, ki ga lahko razume in v skladu z njim načrtuje svoje aktivnosti. Psiholog *George W. Miller* v svojem delu *The Psychology of Communication* pravi: "Po mojem mnenju je poseben dar človeka (...) njegova sposobnost, da iznajde nove načine spreminjanja ali rekodiranja informacij, ki jih sprejema. Zdi se mi, da nas je dejstvo, da so naše sposobnosti predelovanja informacij omejene, prisililo k odkrivanju pametnih načinov abstrahiranja bistvenih lastnosti našega veselja in k izražanju teh lastnosti v obliki preprostih zakonov, ki jih lahko razumemo v enem samem miselnem dejanju. Stalno sprejemamo informacije, ki so dane v eni obliki, in jih prevajamo v alternativne oblike, pri tem pa skušamo tuje in nove pojave opisati z bolj enostavnimi in znanimi. To iskanje je tisto, kar imenujemo 'mišljenje'; če smo pri tem uspešni, ga imenujemo 'razumevanje'."<sup>21</sup>

Za človeško mišljenje je torej bistvenega pomena, da lahko informacije, ki jih dobiva v eni obliki, prevaja v alternativne oblike in s tem izkustvo osvetljuje z mnogih različnih strani ter ga tako kompleksificira. Osnova za to rekodiranje informacij pa so znaki, ki so materialne narave.

Običajno si sicer predstavljamo, da je proces znakovne artikulacije misli nek mehaničen proces, v katerem je *že izgotovljeno* misel potrebno le še zapisati, znakovno konzervirati, da bi jo lahko ohranili ali posredovali. Žal je to, kot je s poudarkom pokazal lingvist *F. de Saussure*,<sup>22</sup> iluzija. Če abstrahiramo njen znakovni izraz, je, pravi de Saussure, naša misel kot "meglica", v kateri ni nič nujno in natančno definirano. Materija, s katero misel označujemo (npr. zvok, barvna snov ipd.), sama na sebi sicer tudi ni nič bolj določna in precizno definirana. Ni kalup, ki bi se ga misel lahko kar avtomatično oprijela in se v njem izrazila, vendar pa ima neko posebno lastnost. Je plastična snov s prostorsko-časovnim značajem, ki *zahteva oblikovanje*, tj. členitev, organizacijo in reorganizacijo, da bi lahko nastal misli adekvaten izraz. Nujnost te materialne, prostorske in časovne členitve, ki jo nadzoruje misel, pa povzroči, da misel sama sebe ustrezno artikulira, se torej tudi sama razčleni v logično povezane funkcionalne dele, se s tem precizira, stabilizira, predvsem pa verificira in operacionalizira.

*Značilna vloga znakovne artikulacije v odnosu do misli torej ni v tem, da misel ilustrira, ampak v tem, da služi kot katalizator, kot aktivni faktor pri njenem razvijanju.*

Vizualizacijo kot eno od sredstev artikulacije misli in rekodiranja informacij je mogoče v polnem obsegu razumeti samo v luči pravkar povedanega. Vizualizacija ni ilustrator misli (čeprav je mogoče izkoristiti tudi njene ilustracijske možnosti), ampak njen katalizator.

<sup>21</sup> George W. Miller, *The Psychology of Communication*, Harmondsworth: Penguin Books, 1974, str. 155.

<sup>22</sup> Ferdinand de Saussure, *Cours de linguistique générale*, Paris: Payot, 1967, str. 155-156.

### a. Znanost - imaginacija - vizualizacija

Temelj neke znanosti je področje stvarnosti, ki si ga je znanost izbrala za svoj "predmet raziskovanja", kot pravimo. Znanost to področje opazuje, preiskuje, eksperimentira s pojavi v njem, vse to analizira itn. - in sicer samo zato, da bi izkustva s tega področja lahko izrazila v obliki *pojmov, zakonitosti in teorij*, ki bi jih bilo potem spet mogoče praktično uporabiti. Če odmislim vse posebnosti, ki znanstvene discipline ločijo med seboj, lahko rečem, da je temeljna narava vsake znanosti določena z njeno razprtostjo med svetom čutne konkretности in empirije in svetom abstraktnega mišljenja in pojmovnosti. Ni težko uvideti, da je uspešnost neke znanstvene discipline bistveno odvisna od tega, kako kompleksno in fleksibilno ima urejen *promet* med sebi lastnim področjem stvarnosti in sebi lastnim načinom mišljenja, toraj kako učinkovito se je z ravni empirije sposobna vzpenjati na konceptualno raven in z nje spet sestopati v konkretne problemske situacije (sl. 1).

### ABSTRAKTNO MIŠLJENJE - TEORIJA



### PODROČJE STVARNOSTI - EMPIRIJA

Sl. 1: Temeljna razprtost znanosti med svetom čutne konkretности (empirija) in svetom abstraktnega mišljenja (teorija).

Pri običajnem, rutinskem delovanju v stroki prepad med njeno empirijo in konceptualnostjo ni zelo občuten, saj ga veda premošča z že preizkušeni konceptualnimi in operacionalnimi sredstvi. Radikalno poglubi in razširi pa se to brezno takrat, ko gre v znanosti za nova odkritja, ko je torej mnogim novim empiričnim izkustvom potrebno poiskati nove oblike integracij na konceptualnem planu. Vsi poznamo literarno skorajda že prototipizirane reakcije znanstvenikov, ko se znajdejo v situaciji, ki zahteva odkritje novega načina komunikacije med empirijo in pojmovnostjo v stroki. In tudi poznamo sredstvo, ki jim pri tem velikokrat odločilno pomaga.

Naj navedem nekaj ilustrativnih primerov.

Prvi, skorajda prototipičen primer je primer kemika *Kekuléja*, ki je raziskoval kemijsko strukturo benzena. Ideja strukture benzena se mu je porodila v nemirnem polspanju, in sicer v podobi v krogu plesočih atomov, v katerem so večji atomi sestavljali krožno verigo, ki je vlekla manjše atome. O istem dogodku obstaja še različica o sanjski podobi kače, ki se grize v rep. V obeh primerih je podoba povzročila predstavo krožne molekularne strukture, kar je nadaljnje raziskovanje potrdilo.<sup>23</sup>

Nadaljnji primer je lahko Newtonovo odkritje zakona splošne gravitacije. *Newton* v svojem času ni imel ne denarnih sredstev ne znanstvenih pripomočkov, kot jih imajo fiziki danes. Imel pa je Luno. Z njeno pomočjo je izvedel svoj namišljeni eksperiment. Rekel si je: seveda ne morem zagnati jabolka okoli Zemlje, lahko pa si zamislim, da je tisto jabolko Luna. Ko je Newton "videl" Luno kot jabolko, ki je "vrženo" okoli Zemlje, je napravil velikansko metaforo. Ko pa je končal s formulacijo v matematični obliki, je postal fiktivni eksperiment algoritem, se pravi formula, s katero je mogoče računati. To je pot, pravi J. Bronowsky, ki vodi od metafore do algoritma, pot, ki jo mora prehoditi vsaka znanstvena teorija, ker je vsaka teorija le izrez, vzet iz celotnega izkustva, in zato vedno izloča nekatere povezave iz celote.<sup>24</sup>

Tretji primer je primer *Rutherford-Bohrovega* modela atoma. Ko sta Rutherford in Bohr s sodelavci empirično raziskovala lastnosti atomov, sta prišla do kopice empiričnih dejstev, ki jih je bilo potrebno souskladiti in integrirati. To sta napravila s pomočjo predstave o planetih, ki krožijo okrog sonca. Pri tem sta se jasno zavedala, da model ni slika stvarnosti, ki sta jo preučevala, ampak slika njunega spoznanja o njej.

Četrti in zadnji primer, ki sem ga izbral iz morja obstoječih primerov, pa je primer sodobnega ameriškega fizika *Chuja*. *Chu* je z lasersko svetlobo analiziral nek izmikajoči se atom. Pri tem delu je zajel majhno število atomov in jih zgoštil v vroč in gost plin, nekakšno past za atome, ki ga je imenoval "optični sirup". Uporabil je torej opisno metaforo. V intervjuju je povedal, da takrat, ko razmišlja o nekem problemu, ta problem navadno skrči na najbolj osnovne izraze, ki jih lahko razume. S takšnimi izrazi lahko v svojem umu fleksibilno operira in se z njimi igra. Zanj začetek s formulo ni zelo ploden. Formulo mora prevesti v bolj enostavne in bolj primarne izraze, s katerimi um lažje dela. Na ta način lažje oblikuje delovne modele, lažje jih spreminja, poleg tega pa jih tudi lažje razloži sodelavcem in študentom.<sup>25</sup>

Iz navedenih primerov lahko potegnemo nekaj za nadaljevanje pomembnih zaključkov.

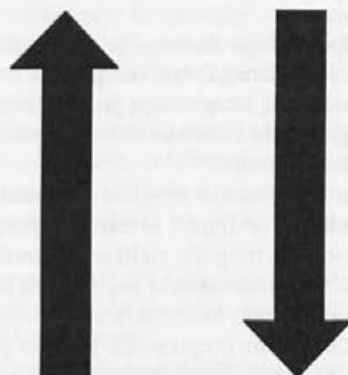
1. Komunikacija med empirijo in pojmovnostjo v znanosti ni neposredna, ampak posredovana, zelo pogosto s pomočjo na slikah oziroma podobah temelječih metafor, ki jih omogoča *imaginacija* (sl. 2). (Torej imajo tudi v tej zvezi prav kognitivni psihologi, ki pravijo, da temelj kognicije niso niti občutki niti pojmi, ampak slike, in likovni teoretiki, ki so dokazali, da so slike naravni most med čutno-nazornostjo in abstraktnim mišljenjem.)

<sup>23</sup> Cf. Dolf Rieser, *Art and Science*, New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1972, str. 10.

<sup>24</sup> Jakob Bronowsky, *Le origini della conoscenza e del immaginazione*, Newton Compton, 1980, str. 31 (cit. po Milan Butina, *O slikarstvu*, Ljubljana: Debora, 1997, str. 56).

<sup>25</sup> Butina, *O slikarstvu*, str. 56.

ABSTRAKTNO MIŠLJENJE - TEORIJA



IMAGINACIJA - SLIKA - TEHNIKA

PODROČJE STVARNOSTI - EMPIRIJA

Sl. 2: Komunikacija med empirijo in teorijo je zelo pogosto posredovana s podobami oz. slikami, ki jih generira imaginacija.

2. Da je imaginacija za produkcijo znanstvenih spoznanj *konstruktiven* faktor. (Po mnenju fizika Jakoba Bronowskega sta spoznanje in imaginacija neločljiva vidika in sovprežena faktorja intelektualnega izkustva. Bronowsky vidi v imaginaciji tisti element, ki poenoti različne intelektualne dejavnosti in pomaga izoblikovati nove pojmovne integracije izkustvenih dejstev, se pravi, nove oblike teh integracij.<sup>26</sup>)

3. Da s tega vidika tudi vizualizacija kot generator in artikulator imaginacije ni zgolj sredstvo nazorne ilustracije videza objektov (stanj, pojavov), ki v danem trenutku niso prisotni, ampak *orodje znanstvenega spoznavanja* - in sicer tako v razvijanju kot v pridobivanju novega znanja.

#### b. Nazorni pojem - fundament imaginacije

Primer Kekuléjevega kóla atomov, njegove kače, ki se grize v rep, primer Rutherfordovega in Bohrovega atomskega osončja, primer Newtonove lunarne rulete in primer Chujevega optičnega sirupa, vsi po vrsti kažejo, da "slike", ki jih prinaša imaginacija,

<sup>26</sup> Ibid. (str. 8 / 54).

niso niti fotografije videza pojavov, za katere gre, niti podobe predstav nečesa že videnega. Kaj pa potem so?

"Posebnost imaginacije," piše Milan Butina, "je prav v tem, da nam kaže podobe, ki niso zgolj predstave nečesa že videnega, temveč podobe nečesa šele zamišljenega, nečesa, kar biva samo v teh podobah. Imaginacija je torej izrazita ustvarjalna sposobnost našega uma in naših možganov, ki bistveno določa vsakršno - tako umetniško kot znanstveno - ustvarjanje novega spoznanja."<sup>27</sup>

Z mojega stališča bi bilo imaginacijo mogoče definirati kot tvorbo **form operiranja z izkustvom**, ki se praviloma javljajo v obliki zelo posplošenih vidnih podob (s katerimi je zaradi njihove nazornosti mogoče zlahka operirati) in so zaradi svoje posplošenosti in nezavezanosti zdravorazumskemu realizmu izjemno primerne za **koordinacijo** in **integracijo** mnogoterih zelo raznolikih izkustvenih dejstev. Imaginativne podobe so - kljub včasih že kar naivni preprostosti in celo pravljličnosti - neke vrste formalni modeli, logična jedra, ki zaradi svoje strukturalne izrazitosti omogočajo, da se čutna izkustva in empirični podatki kristalizirajo okoli njih in zaustavijo tok čutnih vtisov in empiričnih faktov v zaznavi **stabilnih oblik** izkustva. Imaginativne podobe nam v raztreščenosti oz. divergentnosti izkustva pomagajo **uzreti** invariantne povezave, ki jih sicer ne vidimo. To pa je še toliko bolj pomembno, ker se moramo danes, kot opozarja Bronowsky,<sup>28</sup> vedno bolj zavedati dejstva, da tisto, kar mislimo o svetu, ni tisto, kar svet je, ampak tisto, kar smo v svetu sposobni miselno uzreti.

Naše spoznanje o svetu je torej odvisno tudi od načinov zaznavanja, ki jih imamo na voljo. Med njimi je čut vida izjemen, saj nam posreduje okoli 80 do 90 odstotkov informacij o svetu. Zato čut vida prevladuje v sodbah, ki jih dajemo o zunanjem svetu. Bronowsky opozarja, da v (naravoslovni) znanosti v polnosti prevladuje čut vida. Poizkusite si, pravi, predstavljati, da se je Newton rodil slep in da so odtlej vso znanost vodili slepi: ali bi potem naše spoznanje sploh bilo podobno temu, ki ga imamo danes?<sup>29</sup> Še posebej, če bi človek ne imel tudi čudovite sposobnosti notranjega zrenja podob,<sup>30</sup> ki utemeljuje svet simbolizma in s tem vsake teorije.

V čem pa je bistvo tega notranjega "zrenja" in "uziranja"?

To je mogoče pojasniti, če pogledamo notranje zakonitosti, ki utemeljujejo procese zaznavanja, tako zunanjega kot notranjega. *Gestalt* psiholog *Koffka* te zakonitosti pojasnjuje na naslednji način: pod navzkrižnim ognjem dražljajev, ki trčijo na očesno mrežnico, ustvarja živčni sistem organizacijske procese na tak način, da je dobljeni rezultat v danih pogojih optimalen. Zaznave težijo k ravnovesju in simetriji. Ali drugače: ravnovesje in simetrija sta značilnosti zaznavanja in se uresničita, kadar to dopuščajo zunanji pogoji. Simetrija in ravnovesje pa sta tudi glavni značilnosti zakonov, ki vladajo materiji, od atomov do zapletenih organskih spojin. Težnja po urejenosti in ravnovesju je zato biološka in psihološka potreba človeka. Že način občutenja okolja ima v sebi nekaj, kar bi lahko označili kot *estetski dejavnik* v zaznavanju.<sup>31</sup>

<sup>27</sup> Butina, *O slikarstvu*, str. 54.

<sup>28</sup> Bronowsky, str. 17.

<sup>29</sup> Ibidem.

<sup>30</sup> Mimogrede: Skoraj vse besede, ki jih uporabljamo pri opisovanju tistega izkustva, ki se pokaže v podobah ali vizijah, so povezane s čutom vida: vizualno, vizija, vizionarstvo; podoba (= imago), imaginacija, imaginarno. V slovenskem jeziku za imaginacijo pravzaprav nimamo ustreznega izraza, saj izraz domišljija, ki ga velikokrat uporabljamo kot nadomestek za imaginacijo, kaže bolj na misli kot na podobe, označuje torej bolj abstraktno sposobnost mišljenja, sposobnost operiranja s pojmovnimi vsebinami, ne pa toliko sposobnosti notranjega zrenja podob in sposobnosti operiranja z nazornimi imaginativnimi modeli, čeprav sta tudi ti dve sposobnosti abstraktni in miselni (cf. Butina, *O slikarstvu*, str. 54).

<sup>31</sup> Cit. po ibidem (cf. K. Koffka, *Principles of Gestalt Psychology*, London/New York, 1935).

Na to estetsko komponento, ki je lastna (zunanjemu in notranjemu) zaznavanju, v svojem početju zelo velikokrat in z zelo velikim poudarkom opozarjajo tudi znanstveniki. Znanstveniki svoje teorije radi opisujejo kot "lepe". Ali še natančneje: v dejstvu, da so njihove teorije lahko "lepe" oz. "skladne", vidijo posebno verifikacijo teorij. "Lepota je prvi preizkus, ni prostora za grdo matematiko," je nekoč dejal *Einstein*. Poincaré pa pravi, da znanstvenike motivira užitek pri študiju, ki izvira iz zavesti, da je narava lepa. Lepota izvira iz skladnosti med deli, ki jo intelekt - umetnika in znanstvenika - lahko uzre; zelo velikokrat s pomočjo imaginacije. *Paul Dirac* je bil prepričan, da je lepota varna vodnica na poti iskanja resnice in da so zelo uspešna pravila tudi zelo lepa.<sup>32</sup>

Če torej pravkar povedano, ki prihaja tako rekoč iz prve roke, vzamemo zares, je mogoče brez pretiravanja reči, da je eden od osrednjih problemov znanosti njena odvisnost od sposobnosti imaginacije.

Biolog *Julian Huxley* piše, da so znanstveni zakoni in pojmi organizirane stvaritve človeškega uma, s katerimi neurejeno snov naravnih pojavov, kakor se nam kažejo v surovi in neposredni izkušnji, spremenimo v urejeno in uporabno obliko. Primer take urejene in uporabne oblike je kemična formula. Po Huxleyevem mnenju med metodami znanstvenega izražanja v formulah in umetniškimi poetičnim izražanjem ni bistvene razlike. Ko znanstveniki in umetniki sintetizirajo neko splošno izkustvo v zgoščen izraz, ki pove veliko več, kot dozdevno kaže, in ki velja za množico posamičnih primerov, pravzaprav uporabljajo enaka sredstva, metafore (prisposodbe) in metonimije (zamenjave). *Shakespeareova* tragedija *Machbeth* je model človeških odnosov v družbi, kot je kemična formula model odnosov med atomi določene snovi.<sup>33</sup>

Vse rečeno nazorno kaže, kakšno nepogrešljivo organizatorično vlogo igra imaginacija v znanstvenem spoznanju in kakšno (metaforično, metonimično oz. modelno) naravo imajo podobe, ki jih prinaša.

Odperto pa še vedno ostaja vprašanje, od kod se *rekruirajo* imaginativni modeli in na čem temeljijo.

Že same besede "metafora", "metonimija", "model", s katerimi sem pravkar okarakteriziral naravo imaginacijskih podob, kažejo, da so te podobe kljub primarni vizualni konkretnosti (kólo; kača, ki se grize v rep), dejansko nekaj posplošenega, abstraktnega. Po eni strani so zakoreninjene v vizualni izkušnji, po drugi strani pa so iz nje abstrahirane, tako da ohranjajo zgolj njeno *relacijsko strukturo*. Z ontološkega stališča so torej nekakšne nazorno-abstraktne dvoživke, ki prav zaradi te "dvoživke" narave lahko posredujejo med nazornostjo in mislijo.

Iz take njihove narave pa izhaja, da imaginativne podobe pravzaprav niso nič drugega kot modalitete tega, kar *Rudolf Arnheim* imenuje "nazorni pojem" (*Anschauungsbegriff, perceptual concept*).<sup>34</sup>

Kaj pa je pravzaprav *nazorni pojem*?

Če skušam človekovo povezavo z vizualnim in prostorskim okoljem opisati na zelo poenostavljen način, lahko rečem, da je njen najbolj opazni rezultat zaznava predmetov in pojavov v njej. Vidim hišo, drevo, človeka, pokrajino... In to se mi zdi

<sup>32</sup> Cf. Dolf Rieser, *Art and Science*, New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1979, str. 17-18.

<sup>33</sup> Julian Huxley, *Essays of a Humanist*, London: Penguin Books & Chatto and Windus, 1964, str. 105.

<sup>34</sup> Cf. Rudolf Arnheim, *Art and Visual Perception. A Psychology of the Creative Eye*, Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1965, str. 34-37; R. Arnheim, *Anschauliches Denken. Zur Einheit von Bild und Begriff*, Köln: Du Mont Verlag, 1996, str. 37-38; R. Arnheim, *Towards a Psychology of Art. Collected Papers*, London: Faber and Faber, 1966, str. 27-51 in R. Arnheim, *A Plea for Visual Thinking*, v: W. J. T. Mitchell (izd.), *The Language of Images*, Chicago-London: University of Chicago Press, 1980.



nekaj samoumevnega, nekaj, na kar običajno sploh ne mislim, ker je preprosto tu, samo po sebi dano. Kako pa se moj "jaz" oz. moji možgani lahko dokopljejo do te samoumevne danosti, brez katere si življenje ne znam predstavljati?

Na začetku vsega (ob)čutenja, pravi biolog *Hoimar von Ditfurth*,<sup>35</sup> stojijo dražljaji, ki jih oblikujejo določene lastnosti sveta. Ti dražljaji so energije, ki jih sprejemajo čutila, in njihove modalitete ter intenzitete posredujejo možganskim centrom, kjer se čutni podatki o stanju okolja na poseben način obdelajo in povežejo v smiselno predstavo zaznanega. Naši možgani, piše kemik in biolog *Carsten Bresch*,<sup>36</sup> nenehno analizirajo čutne podatke okolja in iz njih destilirajo *značilne lastnosti sveta* in to sortirajo. Informacija o zunanjem svetu se pri tem zreducira na tisto, kar je zares pomembno. Čutni organi delujejo kot filtri, ki iz obilja zunanjega dogajanja izberejo zelo malo in to spravijo v možgane. Možganom pošiljajo vzorce dražljajev, ki zunanji svet opisujejo zelo poenostavljeno. Predelava dražljajev pa se ne omejuje samo na dražljaje iz zunanjega sveta, marveč upošteva tudi druge, v možganih že shranjene informacije, saj je možganska skorja z možnostjo spomina premagala oviro časa in povezala sedanost s preteklostjo in celo prihodnostjo. Njena temeljna lastnost je namreč v tem, da lahko v njej nastajajo področja, ki jih je mogoče urediti v vzorce povezane živčne aktivnosti (nevronske mreže). Ta področja nevronske povezave so do določene mere plastična in jih je mogoče urediti "v formo" - jih skratka *in-formirati*.<sup>37</sup>

Ta poenostavljeni opis pove, da zaznavanje predmetov in pojavov nikakor ni le pasivno odzivanje na dražljaje, pač pa sočasno tudi abstrahiranje in selekcija bistvenega. Ali, kot pravi Rudolf Arnheim: zaznavanje oblik vsebuje začetke oblikovanja pojmov, saj so njegov rezultat dejansko *zaznavne posplošitve*. V tem smislu se vizualno zaznavanje naravno pretaka v mišljenje in ustvarja most med stvarnostjo in abstraktnim mišljenjem. Pravzaprav so ta most prav te zaznavne posplošitve same, ki jih Arnheim imenuje tudi *nazorni pojmi*.

Naj to konkretiziram.

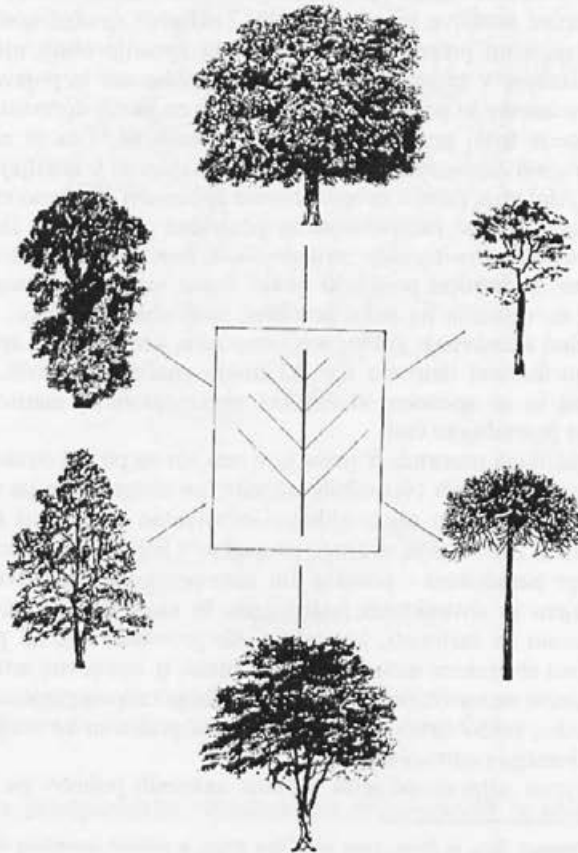
Če slišim ali pomislim na besedo "drevo", se mi v zavest dvigne miselna podoba, ki vsebuje posplošeno vizualno strukturo vseh dreves, ki sem jih kdaj videl. To ni vizualna predstava, kajti predstava je vedno pred našimi notranjimi očmi lebdeča podoba nekega posamičnega predmeta ali pojava. Predstava bi nastala, če bi na primer slišal besedno zvezo drevo-pred-domačo-hišo, torej določeno drevo, ki pa vendarle

<sup>35</sup> Hoimar von Ditfurth, *Der Geist fiel nicht vom Himmel*, Hamburg: Hoffmann und Campe Verlag, 1976, str. 108.

<sup>36</sup> Carsten Bresch, *Zwischenstufe Leben*, Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch Verlag, 1979, str. 171-172.

<sup>37</sup> Cf. *Ibidem*, str. 178 in 209-210. - Če bi hoteli odgovoriti na vprašanje, na čem temelji možnost teh možganskih vzorcev in povezav, bi lahko rekli takole: Odgovor na to vprašanje še ni v celoti znan, vendar večina psihofiziologov meni, da poteka odločilni proces v *sinapsah*, tj. v povezavah med posameznimi nevroni. Menijo, da sinapse, ki so velikokrat vzdružene, pridobijo vedno večjo sposobnost prenašanja živčnih signalov. Tako nastanejo izhrojene poti v živčni mreži možganov, ki tvorijo posebne dražljajske vzorce. Tak dražljajski vzorec nevronov je odslikava zunanjega sveta. Seveda pa ta "slika" - npr. hiše, drevesa itn. - ni tej stvari prav nič podobna. Živčni vzorec nima podobe hiše ali drevesa, ampak je posebna povezava nevronov, ki nastane zaradi vedno istega vzorca, ki ga razodeva struktura hiš in dreves v okolju. V vsakdanjem življenju vedno doživljamo podobne prizore. Dojenček doživlja npr. svojo mater, vedno znova vidi njen obraz, sliši njen glas, občuti toploto njene kože itn. Vse to vodi k analiziranju prizorov, ki se pogosto pojavljajo. Ta analiza je sicer vedno obložena z motnjami, ker so zaznave od primera do primera nekoliko drugačne, vendar pa se določene sestavine analiziranega vzorca stalno ponavljajo. Te stalno ponavljajoče se, *invariantne* sestavine so tisto bistveno za določni predmet oz. razred predmetov. Možgani si sčasoma vtisnejo to bistveno kombinacijo sestavin. Nastane *vzorec*, ki je vtirjena in trdno povezana mreža živčne dejavnosti. Kadarkoli se vzdraži en del mreže, je nagovorjena vsa mreža.

vsebuje enako osnovno vizualno strukturo kot vsa drevesa. Beseda kot jezikovni znak priključuje predstave, če je usmerjena na nek določen predmet misli, sicer pa priključuje tisto, kar imenujemo nazorni vizualni pojem, se pravi neko splošno (invariantno) vizualno strukturo, ki jo vsebujejo *podobe* vseh nam že znanih predmetov ali pojavov iste vrste. V našem primeru beseda "drevo" priključuje v spomin invariantni strukturni vzorec videzov vseh dreves, katerega konkretna oblika je elementarni *vizualno-prostorski strukturni model* drevesa: drevo = deblo + veje + listi (cf. sl. 3).<sup>38</sup>



Sl. 3: Nazorni pojem "drevo".

Zelo direkten in spontan izraz takih nazornih pojmov so otroške risbe prostorskih objektov v predšolski in zgodnji šolski dobi. V našem vizualnem spominu obstajajo nazorni pojmi za vse vidne predmete in pojave, ki jih poznamo, saj bi teh predmetov in pojavov sicer ne mogli prepoznati, ker bi jih preprosto ne znali izločiti iz prostorskega kontinuuma in jih doživeti kot celote z lastnim ustrojem, funkcijo in pomenom.<sup>39</sup>

<sup>38</sup> Prirejeno po Butina, *Slikarsko mišljenje*, str. 268.

<sup>39</sup> R. Arnheim, *Anschauliches Denken*, str. 38: "Alles Erkennen setzt also eine erkennbare Form voraus; und ebenso kann man ein Ding nicht als bekannt wiedererkennen oder Ausschau nach ihm halten oder auf es reagieren, wenn sein Aussehen nicht klar definiert ist."

V pogojih ambientne razsvetljave se pojavlja veliko slučajnosti, ki za informacijo, zaobseženo v strukturi te razsvetljave, nimajo nobene vrednosti. Ker se v prostoru navadno gibljemo in ker se mnogo vizualnih vzorcev ponavlja, vizualne podatke preverjamo z različnih zornih kotov in ob različnih priložnostih, zaradi česar lahko obliko predmeta jasno dojamemo. Vendar ne po njegovih slučajnih vidnih lastnostih, ampak po tistih, ki se z vseh strani in v vseh razsvetljavah kažejo kot njegove stalne lastnosti, torej po *invariantnih* lastnostih. Na primer: sence na predmetu se spreminjajo, odnosi med sestavnimi deli oblike pa ne. Ker je oblika stalna, (lahko) njeno strukturo uredimo v obči vzorec ureditve njenih sestavin. Taki *obči strukturalni vzorci* omogočajo, da se s slučajnostmi preprede čutni podatki zgostijo okoli njih in s tem tok čutnih vtisov kanalizirajo v zaznave oblik stabilnih predmetov in pojavov. Brez njih bi stabilnega sveta predmetov in pojavov okoli nas sploh ne mogli doživeti.<sup>40</sup>

Upravičeno se je tedaj mogoče strinjati z Arnheimom,<sup>41</sup> da je zaznavanje oblik *dojemanje strukturalnih lastnosti in odnosov*, ki jih najdemo v dražljajskem materialu. Zaznavanje, pravi Arnheim, priredi svoje surovine *šablonam* relativno enostavnih oblik, ki izvirajo iz ponavljajoče se individualne in generične perceptivne izkušnje in imajo značaj *skupnih vizualno-prostorskih strukturalnih imenovalcev* določenega razreda pojavov. Te šablone so nazorni pojmi, ki imajo status zaznavnih kategorij. Konkretna zaznava se nikoli ne naslanja na neko posebno, individualno obliko, ampak na oblikovni tip.<sup>42</sup> Vizualno zaznavanje je mogoče samo zato, ker zaznavni aparat razpolaga s *strukturalnimi invariantami* oziroma *tipi*, ki imajo značaj splošnosti, jih je mogoče zlahka identificirati in so sposobni služiti kot organizatorične matrice za dražljajski material, ki nam ga posredujejo čuti.

Temeljna značilnost nazornih pojmov je v tem, da so po eni strani tesno povezani z določenimi lastnostmi čutnih (vizualnih) zaznav, po drugi strani pa so hkrati iz njih abstrahirani, tako da ohranjajo samo njihovo invariantno (vizualno) strukturo. Z eno nogo stojijo v čutnem zaznavanju, z drugo pa segajo v smer abstraktnega mišljenja. Ta vmesni - za mnoge paradoksn - položaj jim zato omogoča, da ustvarjajo most med čutnim zaznavanjem in abstraktnim mišljenjem. In sicer tako tedaj, ko je potrebno čutne podatke zaznati in razumeti, kot takrat, ko je - tako kot na primer v likovni umetnosti - potrebno abstraktne miselne vsebine čutno, tj. znakovno artikulirati.

Druga značilnost nazornih pojmov je v tem, da je razpolaganje z njimi, kot pravi Arnheim,<sup>43</sup> spontano, pridobljeno v naravni vizualni praksi in za svoje funkcioniranje ne zahteva reflektiranega razumevanja.

Tretja, kreativno najpomembnejša lastnost nazornih pojmov pa je v tem, da so

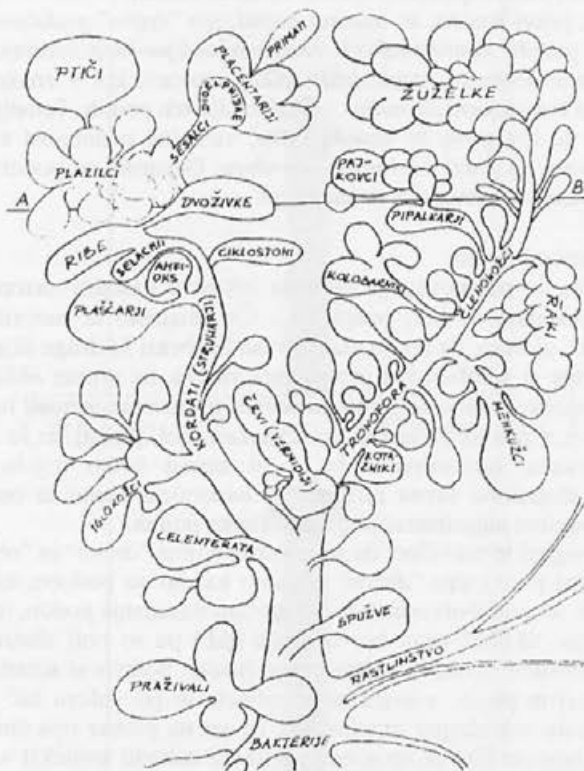
<sup>40</sup> "When we see a human face, is there, even as a first stage, a passive recording of all or some of the specific contours, sizes, shades of color? Does not seeing a face mean producing a pattern of such general qualities as the slimness of the whole, the straightness of the eyebrows, the forward sweep of the nose, the blueness of the eyes? There is a fitting of perceptual characteristics to the structure suggested by the stimulus material rather than a reception of raw material itself. Are not these whole patterns or categories of shape, size, proportion, color all we get and use when we see, recognize, remember? Are not these categories the indispensable prerequisites that permit us to understand perceptually?" (*Art and Visual Perception*, str. 35-36.)

<sup>41</sup> "... Die Wahrnehmung paßt ihrem Rohmaterial Schablonen von relativ einfacher Form an, und diese nenne ich Anschauungsbegriffe oder Wahrnehmungskategorien. (...) Worauf es hier ankommt, ist, daß ein Gegenstand nur insofern wahrgenommen wird, als sein Wahrnehmungsbild einer organisierten Form einpaßbar ist." (ibidem, str. 37.)

<sup>42</sup> Cf. R. Arnheim, *Art and Visual Perception*, str. 36.

<sup>43</sup> "Tätigkeitsreaktionen auf Formen aber setzen nicht notwendig eine entsprechende bewußte Wahrnehmung voraus. (...) Sehformen dieser Art haben nun zwei Eigenschaften, dies es ihnen möglich macht, als Anschauungsbegriffe zu fungieren: sie haben Allgemeinscharakter und sie lassen sich leicht identifizieren." (*Anschauliches Denken*, str. 38.)

nazorni pojmi potencialne vidne oblike, ki jih je mogoče realizirati na različne načine in zato zelo *fleksibilno uporabljati*. Na primer: iz nazornega pojma "drevo" lahko izvedemo metaforo "drevo življenja", ki jo uporabljajo biologi (sl. 3a).



Sl. 3a: "Drevo življenja" po C. Cuénotu (cit. po: Pierre Teilhard de Chardin, *Le phénomène humain*, Paris: Éditions du Seuil, str. 146; slov. verzija: *Pojav Človeka*, Celje: MD, 1978, str. 103).

## 8. Konceptualne predpostavke vizualizacije: *podobotvorni* in *oblikotvorni* nazorni pojmi

Ko je likovni teoretik Milan Butina<sup>44</sup> v letih 1980-1984 podrobneje preučeval naravo Arnheimovih nazornih pojmov, je v praktičnem operiranju z vizualnim izkustvom identificiral dve osnovni, v temelju različni vrsti teh pojmov -*podobotvorne* in *oblikotvorne* nazorne vizualne pojme, kakor jih je poimenoval.

### a. *Podobotvorni nazorni pojmi*

Če bi v smislu, kakor sem zgoraj napravil z besedo "drevo", raziskali še druge besede, ki označujejo vidne predmete in pojave, npr. besede obraz, stol, jabolko,

<sup>44</sup> Cf. Milan Butina, *Slikarsko mišljenje*, str. 267-278; cf. tudi Jožef Muhovič, *Likovno mišljenje in likovna pojmovnost*, v: *Anthropos* 1-2 (1992), str. 32-51 in Jožef Muhovič, *Linguistic, Pictorial, and Meta-pictorial Competence*, v: *Leonardo* 3, vol. 30 (1997), str. 221-227.

človeško telo, trikotnik, kocka ipd., bi v zvezi z njimi vsakokrat doživeli enako: zavestno videnje njihovih nazornih pojmov, tj. njihovih karakterističnih vizualno-prostorskih strukturnih shem/modelov, ki jih je na temelju mnogokratne in mnogovrstne izkušnje z njihovimi videzi spontano izluščil vizualni sistem.<sup>45</sup>

V tem oziru, pravi Butina, so nazorni pojmi tipa "drevo" *podobotvorni*, ker omogočajo nastajanje podob: in sicer tako v zaznavanju, kjer funkcionirajo kot modeli za referencialno ovrednotenje strukture dražljajskih vzorcev, kot v znakovni artikulaciji podob, kjer služijo kot *nazorni prototipi* za realizacijo teh podob. Temelj podobotvornih nazornih pojmov je, kot pove že beseda sama, vizualna podobnost s predmetom ali pojavom v stvarnosti, se pravi *analogija po videzu*. Dejansko so podobotvorni nazorni pojmi minimalni skupni imenovalci te analogije.

#### b. Oblikotvorni nazorni pojmi

Poleg takšnih, iz neposrednega čutnega izkustva nastalih nazornih pojmov pa, pravi Butina,<sup>46</sup> obstajajo še bolj posplošeni. Če izhajamo iz nazornih pojmov tipa "drevo" ali "obraz", vidimo, da imajo vsa drevesa in obrazi še druge skupne lastnosti, ki so še bolj abstraktne in splošne, kot je struktura videza, na primer *oblika*. Oblika je že zelo splošen pojem, ki se ne veže samo na obraze in drevesa, ampak tudi na vse druge predmete in pojave v prostoru. Še več, tudi vsaka misel, pa naj bo še tako abstraktna, mora biti oblikovana, formulirana, da bi jo zavest lahko dojela. Takšni pojmi povezujejo čisto abstraktno raven mišljenja z nazornimi pojmi in omogočajo, da se abstraktna misel oprime najprimernejšega nazornega pojma.

Že na prvi pogled je razvidno, da se nazorna pojma "drevo" in "oblika" med seboj razlikujeta. Nazorni pojmi tipa "drevo" določno kažejo na podobe, ki izhajajo iz doživljene stvarnosti, so podobotvorni, ker omogočajo nastajanje podob, torej imaginacije. Nazorni pojmi tipa "oblika" (npr. barva, linija ipd.) pa so bolj abstraktni in splošni. Dejansko so posplošitve prvin, ki konstituirajo fizično pojavnost stvarnosti. Avtomobil in svinčnik, s katerim pišem, nimata kot predmeta in po videzu nič skupnega, kljub temu pa lahko imata nek skupni imenovalce, če sta na primer oba enake rdeče barve. Ko se tega zave, postane človek sposoben razstaviti celoviti kontekst vizualne realnosti na njegove konstitutivne prvine in jih opazovati ter preučevati ločeno od podob in videzov, iz katerih jih je izločil.

V vizualnem zaznavanju so vse te prvine povzete v celovitosti doživljanja, zaradi česar se jih ne zavedamo. Mišljenje pa jih iz te naravne celote izloči, abstrahira, kar povzroči, da se teh diskretnih aspektov oz. pogojev vizualne percepcije zavemo. Da jih razumemo in jih znamo uporabljati. Proces analize povzroči dvoje: prvič, da diskretni aspekti vizualnega sveta človeku jasno razkrijejo svoje posebnosti, ki so sicer vtoplejene v celovitosti doživljanja, in drugič, da se ob tem človek zave, da mu z analizo izluščenih aspektov oz. elementov vizualne realnosti v lastnem ustvarjalnem početju ni vedno nujno združevati na enak način, na kakršnega so bili ti elementi povezani v naravi, ampak da lahko svobodno odkriva še nove možnosti.

Naloga te modalitete nazornih pojmov je v tem, da dajejo vsebinam obliko, da urejajo vsebinam lastne formalne odnose.<sup>47</sup>

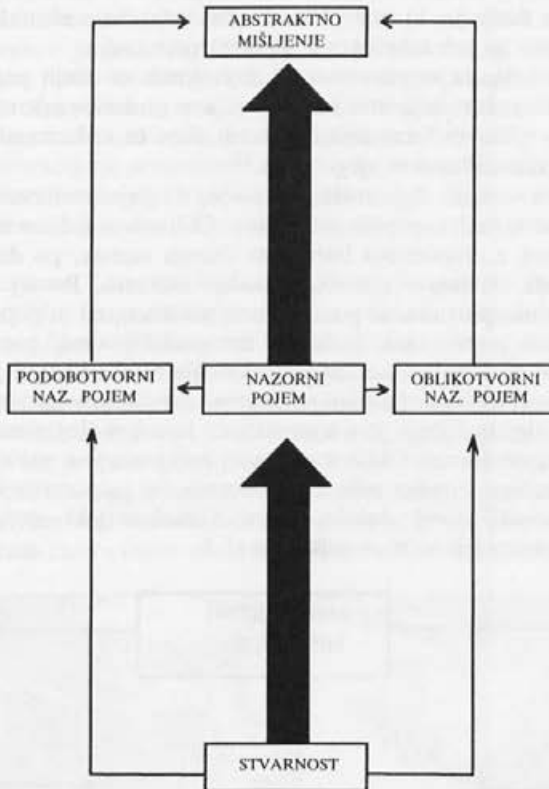
V miselni in pojmovni svet se torej (vidna) prostorska stvarnost steka po dveh

<sup>45</sup> R. Arnhem, *Anschauliches Denken*, str. 38: "Alles Erkennen setzt also eine erkennbare Form voraus; und ebenso kann man ein Ding nicht als bekannt wiedererkennen oder Ausschau nach ihm halten oder auf es reagieren, wenn sein Aussehen nicht klar definiert ist".

<sup>46</sup> Butina, *Slikarsko mišljenje*, str. 269.

<sup>47</sup> *Ibidem*, str. 271.

poteh, od katerih ena privede do *strukturnih modelov podob* predmetov in pojavov ter po nadaljnjem abstrahiranju do abstraktnih pojmov predmetov in pojavov, druga pa do nazornih *oblikotvornih kategorij* in prek njih do abstraktnih pojmov likovnih izraznih prvin (cf. sl. 4).



Sl. 4: Funkcionalni topos nazornega pojma in dve bazični modaliteti nazornih pojmov.

#### c. Operacionalna narava *podobotvornih* in *oblikotvornih* nazornih pojmov

Zgoraj je že bilo omenjeno, da se nazorni pojmi po svojem statusu nahajajo z eno nogo v čisti čutni nazornosti, z drugo pa v čisti pojmovnosti, kar jim omogoča posredniško vlogo med čutno nazornostjo in abstraktnim mišljenjem. Po eni strani omogočajo dvig čutno-nazornih dogajanj na miselno raven, po drugi - ki je za vizualizacijo še posebej odločilna - pa sestop čisto abstraktnih misli v čutno konkretnost. Kako poteka ta sestop?

Podobotvorni nazorni pojmi omogočajo nastajanje imaginacije, ki je, kot rečeno, bistvena za vse umetniško in znanstveno ustvarjanje, ker omogoča, da se miselno spoznanje oprime dovolj posplošenih podob, ki že obstajajo v našem izkustvu. Glavna ustvarjalna metoda tega sloja je analogija, kakor se pojavlja v *metafori* in *metonimiji*.

Metafora (iz. gr.: *metapherein* = prenesti) je govorna figura, v kateri uporabimo nek izraz ali frazo tako, da z njo označimo nekaj, za kar sicer ni dobesedno primerna, z namenom, da bi pokazali na podobnost med dvema fenomenoma oziroma pomenoma, npr. kamnito srce, žareča barva, slikovita pokrajina.

Metonimija (iz. gr.: *meto* = oznaka za spremembo in *onoma* = ime) pa je govorna figura, v kateri eno besedo zamenjamo z drugo zaradi neke dejanske zveze med označenimi predmeti ali pojavi, npr. berem Platona, se pravi njegove spise.

Oba postopka omogočata, da z že pridobljenimi izkustvi izrazimo nova, še ne izražena. Njun miselni lok gre torej od že znanega k novemu. Predvsem pa je pomembna tista njuna funkcija, ki omogoča, da postanejo čisto abstraktna miselna spoznanja čutno dostopna na nek zelo inventiven in nazoren način.

Zelo jasno je tudi, da se povezovanje abstraktnih miselnih pojmov in nazornih pojmov v podobotvornem sloju mišljenja dogaja s posredovanjem njihovih vsebin, pomenov, ne pa po njihovih formalnih lastnostih. Srce ni iz kamna, barva ne žari kot ogenj, pokrajina ni slika, Platon ni njegov spis.<sup>48</sup>

Naloga oblikotvornega sloja mišljenja pa je, da daje vsebinam obliko. V vizualizaciji so ti odnosi vizualno-prostorske narave. Oblikotvorni likovni pojmi so po eni strani tesno povezani z določenimi lastnostmi čutnih zaznav, po drugi pa so iz njih abstrahirani tako, da ohranjajo njihovo vizualno stukturo. Po tej strukturi ostajajo povezani z določenimi splošnimi in posamičnimi predmetnimi in pojavnimi vsebinami. Oblikotvorni nazorni pojmi zato, podobno kot podobotvorni, povezujejo čisto abstraktne miselne pojme z njihovimi čutnimi ekvivalenti. *Razlika pa je v tem, da tukaj nimamo opraviti z vsebinskimi analogijami, marveč s formalnimi ekvivalenti odnosov.*

Oblikotvorni sloj mišljenja je s tega stališča temeljni sloj vizualizacije, ker daje vsebini mišljenja njeno formo. Oblikotvorni sloj mišljenja je z vsebino povezan na ta način, da vsaka vsebina zahteva sebi lastno formo, ne pa katerekoli forme. Vsebina (pojmovanje stvarnosti) torej določa izbiro vizualizacijski sredstev in načinov. Shematično predstavitev teh načinov prikazuje sl. 5.



Sl. 5: Bazične podobotvorne in oblikotvorne strategije posredovanja med abstraktnim mišljenjem (tj. pojmovanjem stvarnosti) in stvarnostjo vizualiziranega produkta.

Med elementi sheme vladajo dialektični odnosi, ki zahtevajo razrešitve v sintezah.

<sup>48</sup> Ibidem.

Abstraktna spoznanja, ki po definiciji nimajo čutnih sestavin, se oprimejo podob, ki so posplošene vsebine izkustev in jih je mogoče izraziti na različne formalne načine. To pa opravi oblikotvorno mišljenje, ki je zato pravi semiotični sloj in kot tako omogoči realizacijo vsebine v snovi. *Oblikotvorni pojmi imajo svoje minimalne semantične vrednosti, ki omogočajo povezavo s podobotvornimi pojmi.* Primer: rdeča barva ima na človeka izrazito stimulativen psihofiziološki učinek, zato je primerna za artikulacijo vseh vsebin, katerih intenca je podobno stimulativen psihofiziološki angažma, lahko npr. simbolizira ljubezen, upor, revolucijo ipd. Ta pot je najpogostejša, ne pa edina. Možna je tudi pot, ki izpušča podobotvorni sloj in se v njej abstraktno miselno spoznanje naseljuje neposredno v oblikotvornih nazornih pojmih, kakor priča moderna abstraktna umetnost. Za vizualizacijo je pomembno dejstvo, da prehajanje abstraktnega miselnega spoznanja v (s)likovni izraz zgolj prek podobotvornega sloja ne privede do preoblikovanja stvarnosti, ampak le do njene ilustracije, ki pa je za znanost lahko prav tako koristna.

Naj konkretiziram. Leta 1937 je slikar Pablo Picasso od španske vlade v izgnanstvu dobil naročilo, da za svetovno razstavo v Parizu naslika veliko stensko sliko (sl. 6),<sup>49</sup> na kateri naj upodobí "dramo svoje domovine pod navalom fašistov", kot pravi pogodbeni diktiraj.<sup>50</sup> Vsebinska zahteva, ki jo je postavil naročnik, je bila torej izjemno abstraktna. Celo takšna, da je imela več zvez z aktualnimi političnimi, zgodovinskimi in sociološkimi okoliščinami, kot pa z likovnimi izraznimi sredstvi, v katerih naj bi bila realizirana. Vsebovala je čiste pojmovne opredelitve na visoki ravni splošnosti. Za pogoje likovnega oblikovanja je bilo to precej neprikladno, saj ne morete naslikati niti "drame" niti "domovine" niti "navala fašistov", ker so to pojmi, ki nimajo nobenih ali pa vsaj nobenih določnih zvez s čutno nazornostjo likovnih izraznih sredstev.



Sl. 6: Pablo Picasso, *Guernica*, tempera na platnu, 351 x 782, 5 cm, Madrid, Prado.

Kako si je pri tem pomagal slikar? Preprosto tako, da je to pojmovno in abstraktno gradivo najprej pripravil na to, da je lahko vstopilo v pogoje likovne artikulacije. S pomočjo podobotvornih nazornih pojmov, ki omogočajo, da čisto abstraktna spoznanja po poti imaginacije postanejo dostopna na tisti enkratni poetični način, ki ga razodevajo

<sup>49</sup> Gre za eno najbolj znanih slik tega stoletja, za sliko *Guernica* (tempera na platnu, 351 X 782,5 cm), ki je bila dolga leta v *Museum of Modern Art* v New Yorku, sedaj pa se nahaja v muzeju *Prado* v Madridu.  
<sup>50</sup> Cf. Rudolf Arheim, *Picassos Guernica*, München, Rütten & Loening, 1964, str. 22.



umetniške *metafore* in *metonimije*, je abstraktno gradivo preoblikoval v vrsto pomenljivih *simboličnih figur*, kot so npr.: bik kot simbol "brutalnosti in mraka" (Picasso), konj v smrtnem boju, žena, ki nosi luč, mati z mrtvim otrokom, bojevnik, žena, ki pada itn. Prednost teh figur je najprej v tem, da jih je v nasprotju z abstraktno pojmovno vsebino mogoče naslikati, saj so naravnost obrnjene v vidni svet. Obenem pa je pri njih dobrodošlo tudi to, da so po poti asociacij sposobne aktivirati oz. zanihati veliko bogastvo najrazličnejših doživljajskih odtenkov, ki so jih gledalčeve življenjske izkušnje navezale na njihove podobe.

Te simbolne figure, v katerih so se konkretizirala in obenem poetizirala začetna abstraktna vsebinska izhodišča, so metafore, ki povezujejo čisto abstraktne miselne pojme z njihovimi čutnimi ekvivalenti na vsebinski ravni, tj. *na ravni vsebinskih analogij*. Te vsebinske analogije pa potrebujejo še učinkovito prostorsko **obliko**, da bi lahko likovno delovale. To pa lahko priskrbi oblikotvorni sloj mišljenja, katerega naloga je, da *daje vsebinam obliko*. Oblikotvorni nazorni pojmi, podobno kot oblikotvorni, povezujejo čisto abstraktne miselne pojme z njihovimi čutnimi ekvivalenti, vendar pa tu nimamo opraviti z vsebinskimi analogijami, marveč s *formalnimi ekvivalenti odnosov*. V likovnem oblikovanju so ti odnosi predvsem vizualno-prostorske narave. Picasso je torej moral nazornim podobam, ki so jih nudile simbolične figure, poiskati še ustrezne prostorske oz. formalne ekvivalente. Moral se je odločati o *načinu upodobitve* simboličnih figur, tj. o izraznih sredstvih, ki naj jih izbere, da bi v teh figurah izpostavljeni vsebini kar najbolj podčrtal njen posebni značaj, in o strategijah, ki mu bodo omogočile vzpostavitev takih formalnih odnosov, v katerih načrtovana vsebina ne bo le podčrtana oz. ilustrirana, marveč artikulirana na način spoznanja o *povsem originalni formi bivanja* te vsebine.

Da bi torej vsebini ohranil in podčrtal njeno dramatičnost, grozljivost, razbitost in da bi obenem poudaril imanentno nasprotovanje med agresijo in uporom, med smrtjo in življenjem, ki ga implicitno narekuje naročilo, se je Picasso oblikotvorno odrekal vsem pisanim bogatijam barv in izbral zgolj diskretne obarvane sivine, ki se srečujejo v velikih in dinamičnih svetlostnih kontrastih. Prav tako in iz istega razloga se je na morfološkem planu zatekel k pretežno ostrim in močno členjenim oblikam, ki vrejo pred našimi očmi kot neugnan in nepregleden vrtnec, ki ga šele na globinsko-strukturnem nivoju disciplinira in soukladi diskretna strukturna povezava. Vsebinske analogije torej v teku ustvarjalnega procesa postopoma pridobivajo tudi vedno bolj ustrezne in učinkovite formalne ekvivalente, ki omogočajo ne le nazornejšo doživetje vsebine, pač pa tudi novo spoznanje o artikulaciji vsebin.

Abstraktni pojmi, kot so drama, domovina, agresija, vojna, tragičnost, smrt itn., se s posredovanjem podobotvornega sloja (simbolične figure) naselijo v oblikotvorne odnose oblik, svetlosti, tekstur, ritmov itn. V tem premiku določene telesne lastnosti figur s poudarjanjem in deformiranjem (abstrahiranjem in posplošenjem) oblik, barv in njihovih odnosov tvorijo (dobijo) pomen, ki ga sicer v podobah in odnosih teh figur ni. Oblikovno močno razčlenjena, mestoma že kar razpadajoča, pretežno iz ostrih trikotniških oblik zgrajena, dramatično vzpenjajoča se in groteskno transformirana figura konja postane metafora propada, zaostrenega smrtnega boja in poslednjega življenjskega napona, čeprav bi figura konja v drugačnih morfoloških okoliščinah lahko simbolizirala tudi marsikaj drugega, npr. moč, vitalnost, eleganco ipd. Podobno se z likovno artikulacijo pomensko razpirajo tudi druge upodobljene figure in njihovi odnosi v celovit in kompleksen sistem likovnih izjav. V tem smislu oblikotvorni sloj ustvarjalnega mišljenja precizira in daje dokončni pomen vsebini, ki jo podobotvorni sloj v temelju nastavi. Razkrije se kot sloj oblikovne in prostorske gramatike oz. sintaktike. Ta

oblikovna in prostorska sintaktika temelji na minimalnih semantičnih vrednostih orisnih prvin - trikotne oblike delujejo ostro, glede na postavitev pa tudi stabilno oz. nestabilno; svetlostni kontrasti omogočajo členitve in stopnjujejo napetosti; pasivne linije obračajo pozornost na ustroj oblik, aktivne jih členijo in precizirajo itd. Čustveno-afektivne vrednosti teh prvin (ostre oblike izražajo agresijo, razbitost, veliki svetlostni kontrasti dramatičnost, odsotnost čistih barv tragičnost itn.) se vraščajo v podobotvorne prvine in učvrščujejo v njih vsebinske in simbolične pomene abstraktnih pojmov, ki so jedro izrazne vsebine (agresija, vojna, tragičnost, smrt ipd.). V tem procesu se en sloj mišljenja naseljuje v drugega in tretjega, tako da se ti sloji vzajemno osmišljajo in podpirajo. To je lepo vidno v posameznih razvojnih fazah dela, v katerih se kaže nenehno medsebojno prilagajanje oblik in vsebine, tj. prilagajanje oblik vsebinskim zahtevam zamisli in prilagajanje vsebinskih zahtev mediju artikulacije.<sup>51</sup>

## 9. Vizualizacijske strategije in možnosti

Iz dosedanje obravnave je mogoče potegniti neko Ariadnino nit.

Temeljni pogoj znanstvene uspešnosti, sem zapisal zgoraj, je dober pretok empirije v abstraktno mišljenje in sočasni dober pretok konceptualiziranih spoznanj v prakso. Ta pretok velikokrat učinkovito omogoča imaginacija, ki ustvari prostor za integracijo empiričnega in intelektualnega izkustva. Element oz. agens imaginacije so nazorni pojmi, ki nastopajo v dveh karakterističnih oblikah: v podobotvorni, ki služi nastajanju posplošenih podob, na katere se lahko veže abstraktno spoznanje, in oblikotvorni, ki služi znakovni artikulaciji imaginativnih in konceptualnih modelov.

Logični sklep, ki ga iz tega lahko potegnemo, je, da so vse vizualizacijske strategije *funkcije podobotvornih in oblikotvornih analogij med signifikantom in signifikantom*, pri čemer podobotvorne analogije, kot rečeno, bazirajo na *analogiji po podobnosti* oziroma na *analogiji po vsebinski sorodnosti*, oblikotvorne pa na oblikovno-prostorski *ekvivalentnosti relacij* med elementi izkustva in elementi vizualizirane forme. Še več: so funkcije sodelovanja teh dveh nazornopojmovnih modalitet.

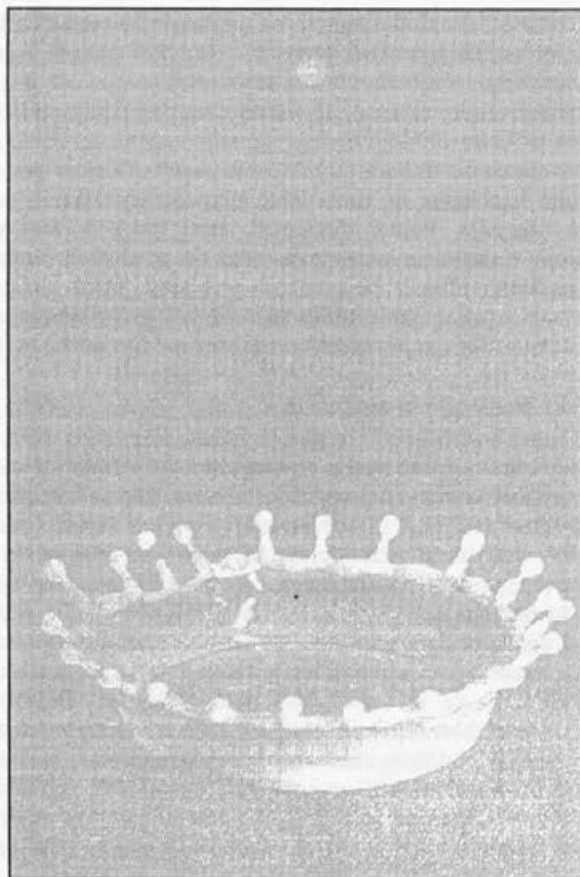
Poglejmo si konkretne oblike teh funkcionalnih sodelovanj.

### A. Podobotvorne analogije

1. Najbolj znana in najbolj neposredna oblika podobotvornih analogij v vizualizaciji so najrazličnejše, s pomočjo različnih foto- in računalniških tehnik izpeljane *odslikave in simulacije videza* predmetov in pojavov, zlasti odslikave in simulacije tistih videzov, ki jih s prostim očesom sicer ni mogoče zaznati.<sup>52</sup> Sem spadajo fotoposnetki predmetov in pojavov v razponu od mikro- do makrodimenzij, virtualne in tridimenzionalne simulacije njihovih videzov, filmske in video pospešitve (rast rastlin) ali upočasnitve (fotofiniš) evolutivnih in prostorskih dogajanj, sekvenčni prikazi gibanj, sekvenčni prikazi prereзов, kot npr. pri računalniški tomografiji (CT) ipd. (sl. 7).

<sup>51</sup> Podrobneje cf. ibidem.

<sup>52</sup> V bistvu gre za ponovitve oz. replike videzov. Primer za to so (foto)reprodukcija, imitacija, faksimile, odtis, odlitek. Skupna poteza teh modalitet podobotvornih analogij je v tem, da vsaka od njih reproducira zgolj nekatere od fizikalnih značilnosti objekta oziroma procesa. Primer: fotografija letala v letu ni replika, ker je letalo tridimenzionalen kovinski predmet, fotografija pa je zgolj dvodimenzionalna in snovi letala sploh ne reproducira. Mnogo lepih in nazornih primerov odslikav in simulacij videza pojavov in procesov je mogoče videti v: Walter Herdeg (izd.), *The Artist in the Service of the Science - Der Künstler im Dienst der Wissenschaft - L'artiste au service de la science*, Zürich: The Graphis Press, 1973.

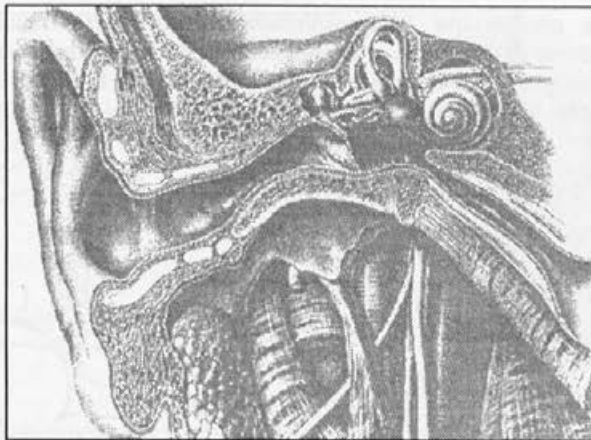


Sl. 7: Posnetek, ki je bil napravljen pri ekstremno kratki osvetlitvi, kaže pljuski mleka, ki ga je povzročila vanj vržena kroglica. Videti je kroglaste mlečne kapljice, ki se v obliki krone dvigujejo iz mlečne površine, preden težnost in druge sile povzročijo razpad nastalega vzorca (repr. po: K. F. Smith, *Moleküle - Bausteine der Natur*, München: Humboldt- Taschenbuchverlag, 1972, str. 14).

Ta oblika vizualizacije se zdi najpogostejša in za mnoge najbolj atraktivna.

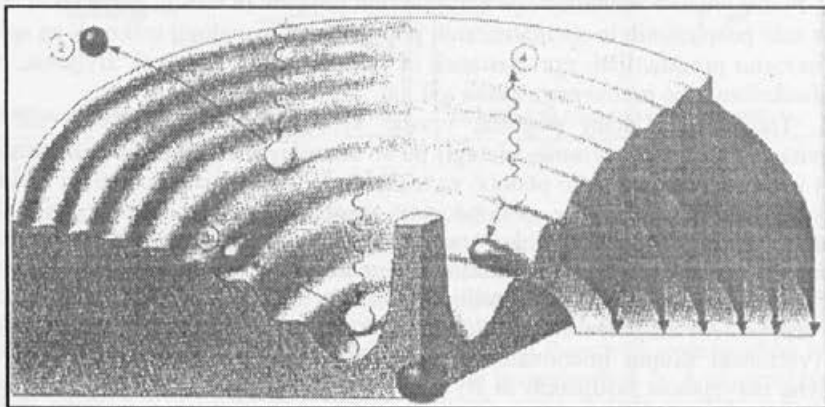
2. Druga oblika so *podobotvorne rekonstrukcije videza*, v vsem razponu od imaginativne (*re*)*konstrukcije* videzov in stanj, ki jih zaradi njihove narave ni mogoče - ali pa vsaj ne dovolj nazorno - fotografirati, do *konstrukcije* videzov fenomenov, ki jih človeku načelno ni mogoče vizualno zaznati:

*a. Nazorne podobe*: imaginativna ponazoritev stanj in dogajanj, ki jih realno ni mogoče opazovati oz. fotografirati, jih je pa z vizualizacijskimi (npr. likovnimi) sredstvi mogoče ponazoriti v prečiščeni in detajlirani obliki. To niso podobe realnih stanj in dogajanj, ampak že podobe našega vedenja o njih. Sem spadajo rekonstruirani prerezi in povečave stanj in dogajanj (npr. v anatomiji, biologiji, geografiji), kartografske rekonstrukcije reliefa (fizične, tematske karte) ipd. (sl. 8).



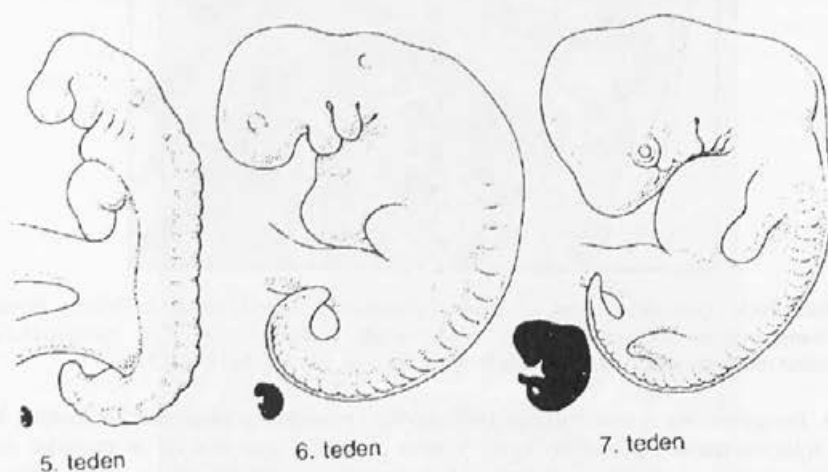
Sl. 8: Paul Peck, *Anatomija ušesa*, v: *Medical Profiles*; © Merck Sharp & Dohme, november 1961; transparentne vodene barve na grundiranem kartonu, USA. Cilj rekonstrukcije je maksimalno nazorna anatomsko informacija (repr. po: W. Herdeg 1973, str. 51).

*b. Imaginativne rekonstrukcije* (pojmovnih) predstav o dogodkih in stanjih, ki jih zaradi njihove narave poznamo zgolj v zelo posred(ova)ni obliki, in nazorne rekonstrukcije pojavov, katerih velikostni red in kompleksnost sta takšna, da ju človeška percepcija v direktni obliki ne more obvladati: 1. predstavitve astronomskih pojavov in (ko)relacij, predstavitve atomskih in subatomskih fenomenov, strukturne (re)konstrukcije celice, dogajanj v krvnem obtoku, "črnih luknjah" ipd., 2. nazorne rekonstrukcije naravnih in kulturnih fenomenov v geografiji, topologiji, prometu (npr. zemljevidi prog podzemne železnice v nekem mestu) ipd. (sl. 9).



Sl. 9: Slika vizualizira 20 - 25 let stare pojmovne predstave o nastanku svetlobe. Svetloba nastaja pri pospešenem gibanju nabitih delcev oz. pri prehodih elektronov z ene na drugo energetske raven. Stanje atoma je odvisno od tega, po kakšnih tirih krožijo elektroni okrog jedra (1). Atom lahko energijo sprejme ali oddaja, pri čemer preide elektron iz enega tira v drugi tir (3) ali iz atoma celo uide (2). Pri prehodu iz stanja z višjo v stanje z nižjo energijo lahko atom energijo izseva v obliki vidne (4) ali nevidne svetlobe (repr. po *Razvoj znanosti* /Velika ilustrirana enciklopedija/, Ljubljana: MK, 1983, str. 94; ©Mitchel Beazley Publishers Limited, 1977).

c. *Simultane predstavitve fenomenoloških transformacij*: vizualne ponazoritve prostorsko in časovno dislociranih, a funkcionalno povezanih dogajanj (npr. fenomenološke transformacije v genezi pojavov: razvojne faze v biologiji in embriologiji, diahrona spremembe v geologiji, geografiji in meteorologiji, funkcionalno zaporedje akcij v neki realni oz. eksperimentalni operaciji ipd.) (sl. 10).



Sl. 10: Razvoj zarodka med 5. in 7. tednom nosečnosti. Majhne silhete na levi predstavljajo približno naravno velikost zarodka, če je višina slike 5,5 cm (repr. po Miriam Stoppard, *The Pregnancy and Birth Book*, London: Dorling Kindersley Limited, 1985, str. 72).

d. *Podobotvorne shematizacije* kompleksnih pojavov in relacij, zlasti takih, ki bi si jih brez zelo posplošenih in shematiziranih podobotvornih analogij težko ali pa sploh ne mogli nazorno predstavljati: npr. nastanek in razvoj vesolja, nastanek življenja, biokemično funkcioniranje prebavnega trakta ipd. (sl. 11).

3. Tretja, sicer manj pogosta, vendar kreativno intenzivnejša in nič manj učinkovita oblika podobotvornih analogij pa so *vizualne metafore*, katerih bistvo je v tem, da v njih uporabimo neko podobo za to, da z njo označimo fenomen, ki z videzom te podobe sicer nima nobene podobnostne zveze, vendar pa vsebuje neki dovolj posplošen vsebinski aspekt, ki lahko - ravno zaradi presenetljive tujosti med podobo in označevanim fenomenom - zelo učinkovito usmeri našo misel k neki bistveni vsebini označevanega pojava. Metafore temeljijo na nekem imaginativno odkritem in posplošenem *vsebinskem skupnem imenovalcu* signifikanta in signifikata. Primer: drevo življenja (vsebinski skupni imenovalec je tu *razvejanost*, razvejanost drevesnih vej in evolutivna razvejanost rastlinskih in živalskih vrst v naravi, ki jo želi opisati biološka sistematika; cf. sl. 3a); prebavni trakt kot rečna pokrajina (vsebinski skupni imenovalec je *potovanje*, potovanje vodnih mas po rečni strugi in potovanje hrane po različnih postajah prebavnega trakta); fotosintetična tovarna (vsebinski skupni imenovalec je *proizvajanje*; cf. sl. 12) ipd.

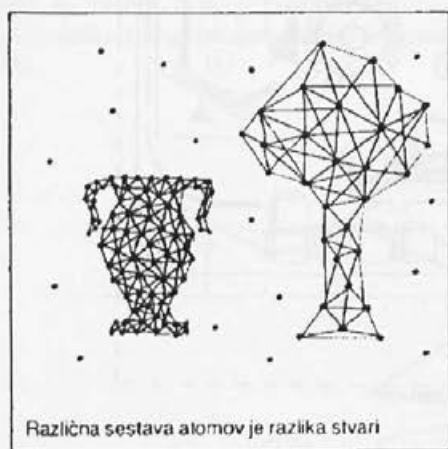
B. *Oblikotvorne analogije*, ki temeljijo na *oblikovno-strukturni ekvivalentnosti relacij* med elementi označevanega izkustva in elementi vizualizirane forme, tj. na sorodnosti strukturalnih modelov njihovih odnosov.



Tales



Anaksimenes



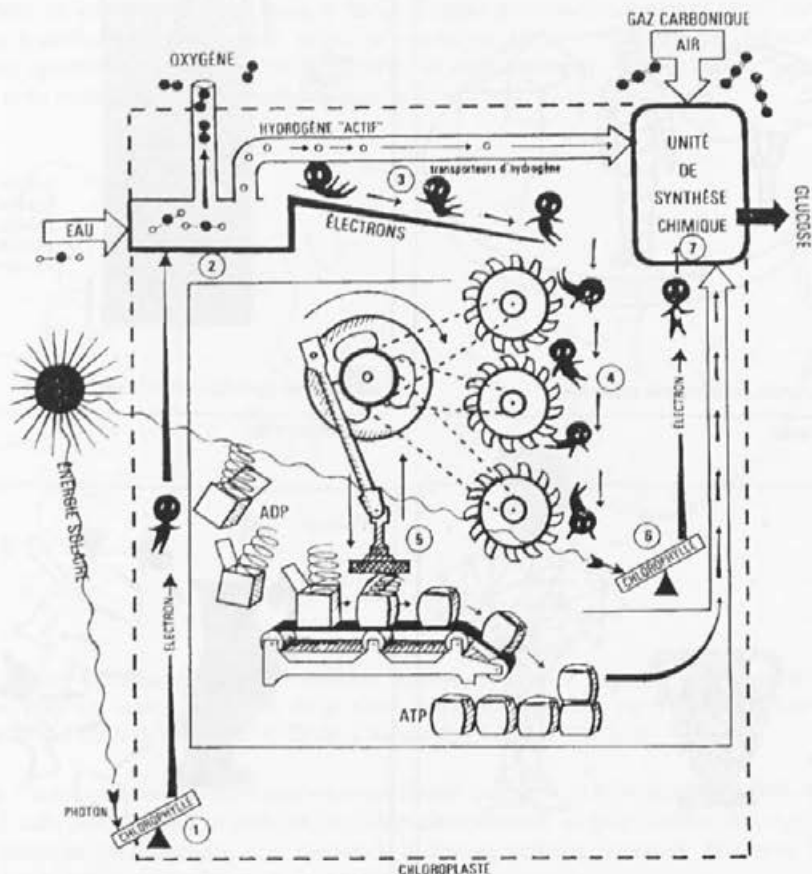
Leukipos in Demokritos



Anaksagoras

Sl. 11: Shema s pomočjo zelo posplošenih in nazornih podobotvornih analogij prikazuje pojmovanje skrajno abstraktne in težko predstavljljive filozofske kategorije "podstat" pri starogrških filozofih Talesu, Anaksimenesu, Demokritosu in Anaksagorasu. Prve filozofske teorije temeljijo na hipotezi, da ima vse bivajoče skupni pratemelj (archè), ki leži kot enotna prasnov v osnovi množstva stvari in je pravzrok izkušnji dostopnih sprememb. Po *Talesu iz Mileta* je ta prasnov **voda**, po *Anaksimenu* pa **zrak**, po Levkipu in Demokritu so to nedeljivi (*á-tomos*) delci, **atomi**, ki se med seboj razlikujejo po obliki, legi in razporeditvi, po Anaksagori pa podstat sestoji iz **neskončno mnogih, kvalitativno različnih prvin**, katerih značilna razmerja konstituirajo stvari (repr. po: Peter Kunzman, Franz-Peter Burkard, Franz Wiedmann, *DTV atlas filozofije*, Ljubljana: DZS, 1997, str. 30, detajl /orig. izd. Deutscher taschenbuch Verlag, München, 1991/; © Axel Weiss).

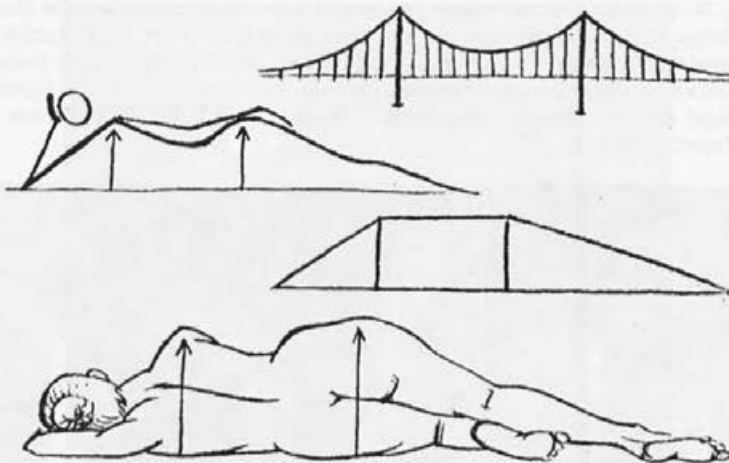
## LE CHLOROPLASTE : USINE À PHOTOSYNTHESE.



Sl. 12: Vizualna metafora, ki prikazuje nastajanje kemičnih spojin pri fotosintezi kot proces tovarniške produkcije. Fotoni sončne svetlobe dvigajo elektrone klorofila na višjo energetska raven (1). Energija teh akcijsko vzpodbujenih elektronov pa služi za to, da razbije molekule vode (2). Rezultat je sproščanje kisika v atmosfero. Elektrone in "aktivni" vodik zbirajo kemijski prenosniki (transporteurs chimiques) (3). Tok elektronov se kaskadično spušča na nižjo energetska raven in energijo postopoma oddaja (z lopatastim kolesom simbolizirani) verigi kemijskih prenosnikov (4). Ta energija služi temu, da aktivira (razvidno imaginarni) stroj za pretvorbo z energijo bogatih molekul difosfatnega denosina (ADP) v molekule trifosfatnega denosina (ATP) (5). Končno pa so ti energetska ponovno obogateni elektroni - obogateni verjetno s posredovanjem neke druge molekule klorofila (6) - uporabljeni za to, da z "aktivnim" vodikom in ATP tvorijo sintetične kemijske enote (7). Te služijo za to, da iz ogljikovega plina pridobivajo konstruktivne elemente za sintetiziranje molekule glukoze (repr. po Joël de Rosnay, *Les origines de la vie*, Paris: Éditions du Seuil, 1966, str. 57).

1. Od podobotvornih analogij najmanj oddaljeni primer oblikotvorne hemisfere so **vizualne metonimije**, katerih bistvo je v tem, da sicer še vedno temeljijo na podobah, da pa so podobe v njih uporabljene zgolj zato, ker kažejo na lastnosti označevanega fenomena z izrazitostjo svoje oblike (NB!), se pravi zato, ker je iz njihove oblike mogoče

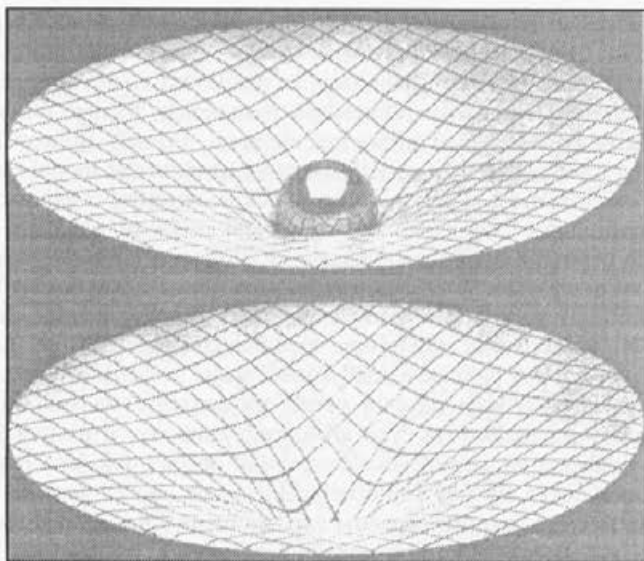
(imaginativno) izpeljati **strukturalni** model odnosov med elementi, ki ga lahko splošimo in z njim označimo po videzu sicer povsem tuje, a strukturno sorodne fenomene oziroma izkustva. Vizualne metonimije za razliko od vizualnih metafor temeljijo na oblikovno-strukturni sorodnosti referenčnih fenomenov, točneje na **realni** ekvivalentnosti formalnih odnosov med njihovimi elementi. Primer: Bohrov model atoma (oblikovni skupni imenovalec je tu *osredinjenost* oz. strukturalni model *centrične organizacije celote*; osredinjenost planetov okrog Sonca in centrična organizacija Sončnega sistema ter osredinjenost energetskih nivojev, na katerih se nahajajo elektroni, na atomsko jedro in centrična organizacija atoma); Kekuléjevo "atomsko kólo" v benzenu (oblikovni skupni imenovalec je *krožna verižna povezanost*<sup>53</sup> plesalcev v kolu, atomov v benzenu in simbolov v strukturalni kemijski formuli). Poseben primer vizualnih metonimij so vizualni *indeksikalni znaki* (npr. medicinski simptomi), pri katerih gre za realno vzročno-posledično povezavo med označencem in označevalcem (posledica s svojo podobo neposredno kaže na svoj vzrok, ga označuje) in simboli v estetskem smislu, pri katerih - za razliko od čisto arbitrarnih simbolov v formaliziranih jezikih znanosti - med označencem in označevalcem vedno obstaja določena realna povezava (primer: ker rdeča barva na naš psihofiziološki sistem vpliva izrazito stimulativno, lahko na temelju te svoje lastnosti označuje vse fenomene s podobno stimulativnim psihofiziološkim angažmajem; lahko je simbol ljubezni, upora, trpljenja ipd.) (sl. 13 in sl. 13a).



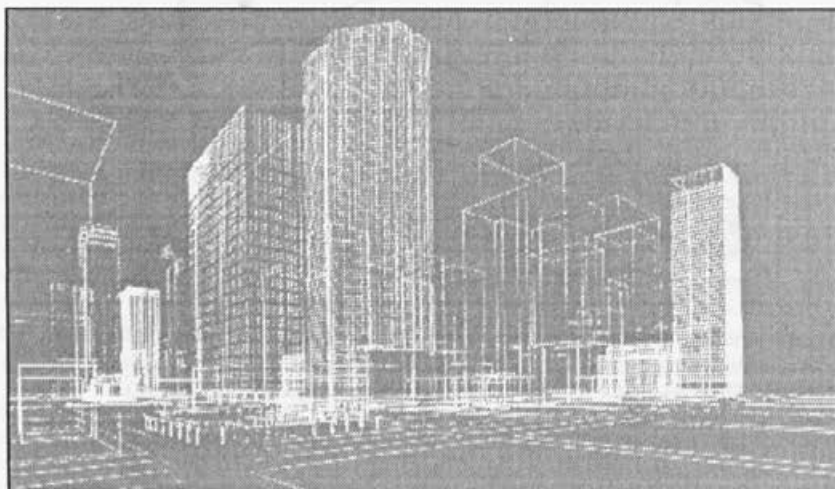
Sl. 13: Slika je nazoren primer vizualne metonimije, ki temelji na **realni strukturalni** (statični) **analognosti** sicer povsem tujih fenomenov, visečega mostu in ležeče ženske figure (repr. po Tone Rački, *Veščina risanja. Človeška figura*, Ljubljana: ZKOS, str. 52, detajl).

<sup>53</sup> Poimenovanje tu še posebej jasno kaže na **oblikovno naravo** sorodnosti med označencem in označevalcem.





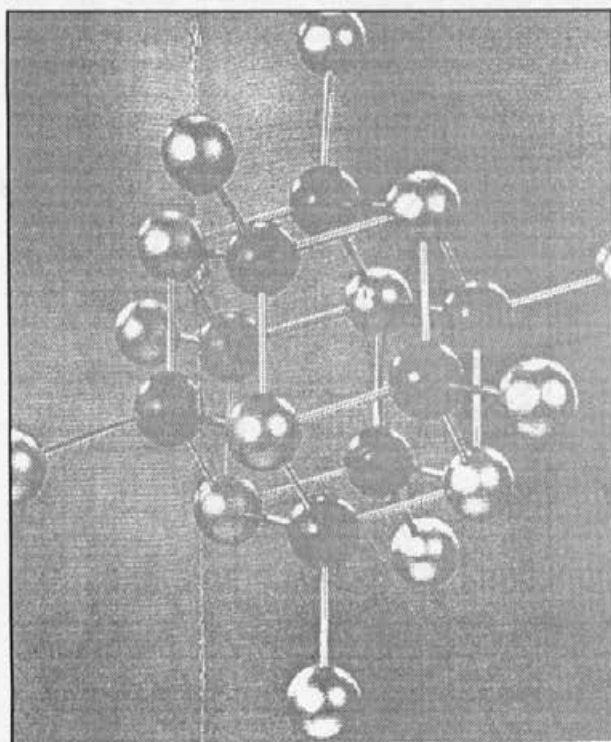
Sl. 13a: Vizualna metonimija prikazuje *ukrivljenost oz. popačenje* prostora in časa v okolici t.i. črnih lukenj. Na modelu te metonimije je prostor prikazan s kvadrati na elastični tkanini. Težka kroglica iz ležaja krivi obliko prostora okrog sebe in prikazuje delovanje gravitacijske sile blizu masivnega predmeta (zgoraj). Če je v enaki krogli zbrana še večja masa, lahko postane lokalno območje prostora (spodaj) tako izkrivljeno, da osrednji del v obliki črne luknje izgine iz vesolja (repr. po: Nigel Henbest, *Vesolje v eksploziji*, Ljubljana: ČGP Delo-TOZD Globus /Izdavaška djelatnost, Zagreb/, 1983, str. 157).



Sl. 14: Skidmore, Owings & Merrill, *875 Third Avenue New York*, 1981, © Skidmore, Owings & Merrill. Računalniška rekonstrukcija in simulacija arhitekturnega ambienta, ki je arhitektom v veliko pomoč pri načrtovanju posegov v urbani kontekst in pri finalizaciji arhitekturne zunanjsčine. Uporabljen je bil CAD (computer-aided design) računalniški program (repr. po: Cynthia Goodman, *Digital Visions. Computers and Art*, New York: Harry N. Abrams Inc., 1987).

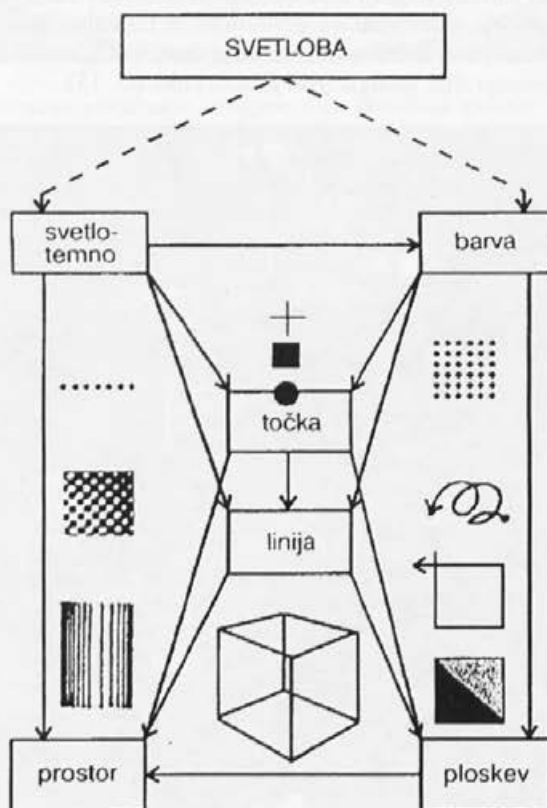
2. Druga zelo široka oblika oblikotvornih analogij so najrazličnejše *strukturne rekonstrukcije* predmetov in pojavov, ki skušajo na temelju morfološke analize, sinteze in ekstrapolacije predstaviti strukturo obstoječih, zgolj fragmentarno ohranjenih ali čisto virtualnih objektov: strukturne analize, rekonstrukcije, simulacije in komparacije v kristalografiji, antropologiji (npr. primerjalne strukturne analize obrazne anatomije hominidov, kiparske rekonstrukcije pračlovečnjakov), arheologiji, arhitekturi (računalniške simulacije arhitekturnih posegov v urbano okolje), urbanizmu ipd. (sl. 14).

3. Tretja, po modalitetah ravno tako široka oblika oblikotvornih analogij so *prostorsko pogojeni formalni modeli*. Formalni model nima nobene fizične značilnosti originala. V formalnem sistemu so tako komponente modeliranega sistema kot tudi njihovi medsebojni odnosi predstavljeni s simboli, s katerimi je mogoče manipulirati po predpisih neke strogo definirane formalne discipline, ki je običajno veja logike ali matematike. Uporabnost formalnega modela je v tem, da lahko probleme razrešimo z znanimi formalnimi tehnikami, ker z njimi lahko zagotovimo kontrolo nad medsebojnimi interakcijami med variablami, medtem ko v resničnem procesu, ki ga zastopa model, nad interakcijami variabel kontrole ne moremo zagotoviti. Primer: modeli strukturnih kemijskih formul, modeli molekulskih prostorskih odnosov v celični in molekularni biologiji, modeli, generirani z algoritmčno in fraktalno geometrijo (npr. simulacijski modeli populacijske distribucije, tržnih gibanj ipd.), različni grafi, notacijski sistemi v glasbi in koreografiji, navigacijski prostori ipd. (sl. 15).



Sl. 15: Strukturni model molekule (repr. po: K. F. Smith, *Moleküle - Bausteine der Natur*, München: Humboldt-Taschenbuchverlag, 1972, str. 30-31).

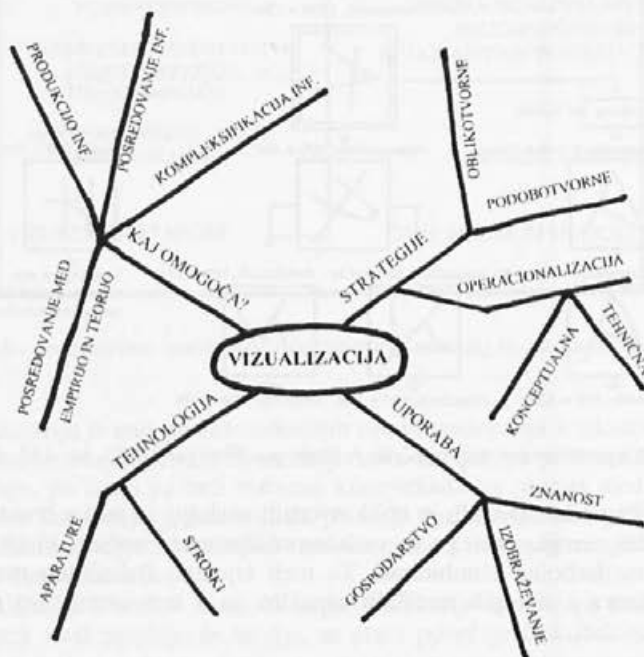
4. Četrta oblika so *shematični prikazi hierarhičnih in invariantnih povezav* med elementi nekega sistema. Gre za shematično ponazoritev *narave* strukturnih relacij med dogodki, ki jih po eni strani omogoča simultana (= nediskurzivna) narava prostora, po drugi pa jasna doživljajska in zato pomenska diferenciranost različnih prostorskih položajev (cf. možnosti semantične diferenciacije, ki jih kažejo že naslednji, povsem elementarni primeri prostorsko pogojene simbolizacije: 2H, H<sup>2</sup>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>). Primer: prostorske shematizacije fenomenov, izkustev in spoznanj najrazličnejših vrst, ki jih uporabljajo praktično vsa področja človekovih ustvarjalnih dejavnosti, od obrti, prek znanosti, do filozofij in religij. Posebno dobrodošla lastnost tovrstnih shematičnih ponazoritev je poleg njihove (na bistveno osredotočene) nazornosti tudi izrazit korektivni moment, ki ga imajo za pravilnost oz. jasnost človeškega spoznanja in mišljenja. Nejasna, nekonsistentna shema je samo zunanji obraz ne dovolj velike jasnosti in konsistentnosti spoznanja in mišljenja, seveda pa tudi nazoren orientir nadaljnemu iskanju večje miselne jasnosti in konsistentnosti (cf. sl 16). V tem oziru je shematična artikulacija spozna(va)nj, če seveda ne zapade v rutinski shematizem, lahko izjemno orodje raziskovalne in pedagoške prakse.



Sl. 16: Generativna shema temeljnih likovnih prvin, ki simultano prikazuje tako izvor elementov kot njihove hierarhične in invariantne povezave. Kratak in zato nujno nepopoln komentar: *conditio sine qua non* likovne ustvarjalnosti je **svetloba**. Svetloba je elektromagnetno valovanje in ima kot vsako valovanje dva bazična in karakteristična parametra - moč in valovno dolžino.

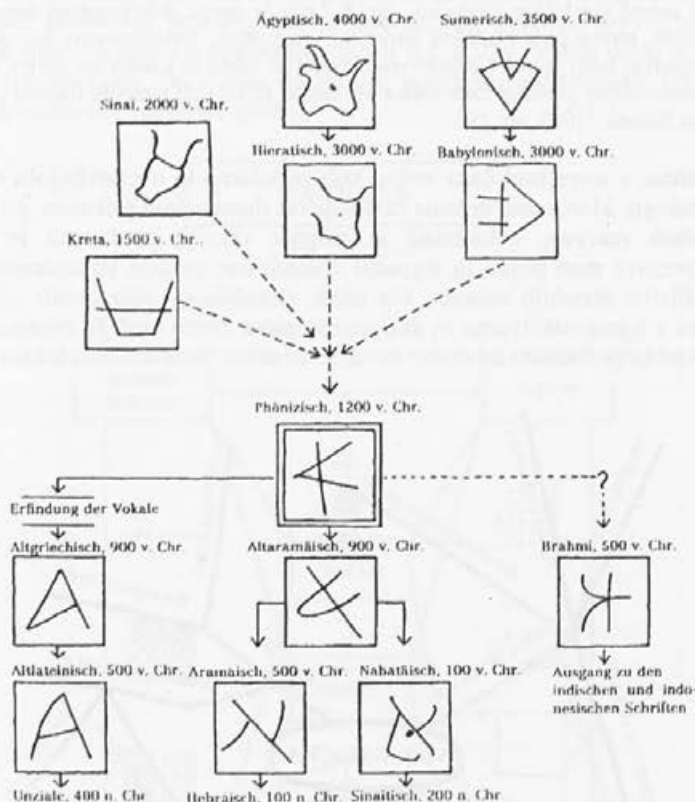
Diferenciacijo moči svetlobe, tj. diferenciacijo količine svetlobnega toka na enoto površine zaznamo kot različne svetlostne vrednosti. Konceptualizirana in sistematizirana celovitost svetlostnih vrednosti je likovna kategorija oz. likovni element **svetlo-temno**. Za svetlo-temno je ang. slikar *J. Constable* dejal, da je sila, ki oblikuje prostor. Z razlikami v svetlosti v slikarstvu na najenostavnejši način opišemo *prostor* in predstavimo njegovo globino. Elektromagnetna valovanja vidnega spektra z različnimi valovnimi dolžinami doživljamo kot različne barvne občutke. Njihovo konceptualizirano in sistematizirano dojetje predstavlja likovni element **barva**. Barve so po svoji vizualni in likovni naravi ploskovite, saj jih sence, ki nastopajo na prostorskih objektih, umažejo s črtno in jim s tem odvzamejo njihovo čistost. Barva in ploskev se ujema v svojih zahtevah, zaradi česar je ploskovita raba barv likovno najbolj upravičena. To pa seveda ne pomeni, da z barvami ni mogoče oblikovati prostora. Pri tem lahko izkoriščamo možnosti njihovega svetljenja ali temnenja (modelacija) in njihovo specifičnost, lastnost toplosti in hladnosti. Ugotovljeno je bilo, da se tople barve psihofiziološko obnašajo podobno kot svetle, hladne pa kot temne svetlostne vrednosti, zaradi česar je svetle dele prostora mogoče likovno označiti s toplimi, temne pa s hladnimi barvnimi vrednostmi. Svetlo-temno, barva, ploskev in prostor so kategorije, torej pojmi. Likovno realiziramo jih lahko le v določeni obliki, za kar pa sta v likovnem smislu nujno potrebni tako **točka** kot **linija**, ki sta tudi temeljni likovni izrazni prvini (repr. po Milan Butina, <sup>2</sup>1995, str. 191).

5. Posebna, v novejšem času vedno bolj popularna in uveljavljajoča oblika oblikovnih analogij, ki se samo deloma razlikuje od shematičnih prikazov, pa so **različne oblike miselnih vzorcev**, s katerimi je mogoče razviti, predstaviti in verificirati relacijske povezave med pojmi in izgraditi alternativne modele konsistentnih povezav med njimi. Bistvo miselnih vzorcev kot oblik vizualizacije pojmovnih spoznanj je v tem, da lahko z njimi odkrivamo in aktiviramo **nove zveze** med že znanimi pojmi, da torej z že pridobljeni izkustvi izrazimo nova, še neznana in neizražena izkustva (sl. 17).



Sl. 17: Miselni vzorec osnovne strukture pričujoče razprave.

6. Za konec pa so tu še t.i. *čisti vizual(izira)ni simboli*, kakor se javljajo v zapuščinah starih kultur oziroma religij, dandanes pa v najrazličnejših signalnih sistemih, zaščitnih znakih, ki jih za čim lažje in čim boljše prepoznavanje na tržišču uporabljajo današnje firme ipd. Ti čisti vizualizirani simboli imajo v temelju dva izvora: s postopkom likovnega abstrahiranja so bodisi izpeljani iz podobe kakega predmeta ali pojava (v starejših kulturah običajno prek razvoja t.i. ideografskih pisav) bodisi razviti iz potreb in invencij v najrazličnejših situacijah ornamentalnega okraševanja (običajno z detajliranjem in kompleksifikacijo strukture enostavnih geometrijskih likov).<sup>54</sup> Njihovo bistvo je v tem, da se jih je zaradi velike stopnje abstraktnosti in (kulturne) kodificiranosti potrebno učiti, bodisi zavestno bodisi s pogojevanjem, ki temelji na pogostem stiku z njimi (sl. 18).



Sl. 18: Shematska predstavitev razvoja črke A (repr. po: Frutiger<sup>3</sup>1991, str. 145, detajl).

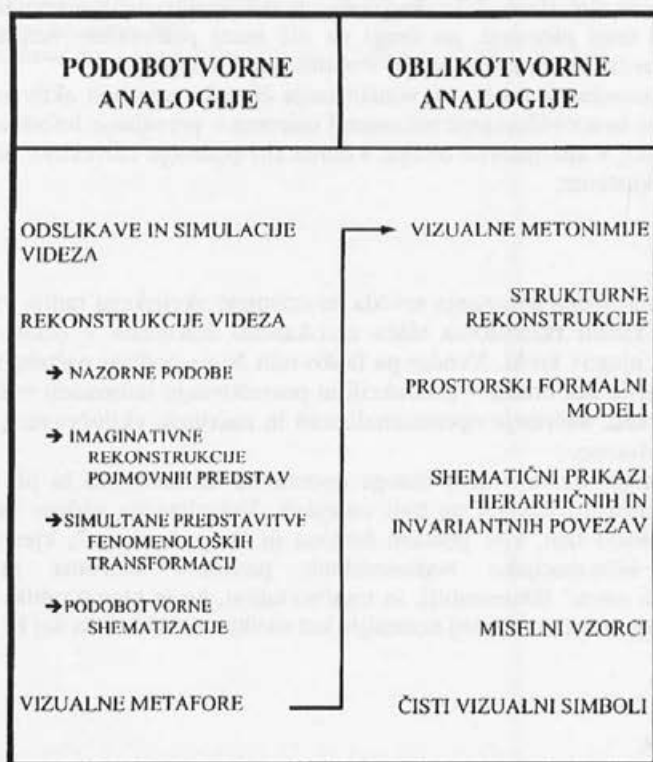
Vse oblike podobotvornih in oblikotvornih analogij so lahko izvedene v dvo- ali tridimenzionalni verziji, zlasti pa na različne oblikotvorne načine, ki jih je poleg tega mogoče tudi medsebojno kombinirati. To nudi izjemno fleksibilno osnovo za predstavljanje izkustva z mnogih različnih aspektov in s tem osnovo za njegovo kompleksifikacijo.

<sup>54</sup> Cf. Adrian Frutiger, *Der Mensch und seine Zeichen. Schriften, Symbole, Signete, Signale*, Wiesbaden: Fourier Verlag, <sup>3</sup>1991.

## 10. Akcijski radij vizualizacije

Inventurna črta (cf. sl. 19) pod to dolgo obravnavo pokaže, kakšen je realni akcijski radij in rating vizualizacije v znanosti in izobraževanju.

### SHEMA VIZUALIZACIJSKIH STRATEGIJ IN MOŽNOSTI



Sl. 19: Shematska predstavitev bazičnih vizualizacijskih strategij in možnosti, kakor jih razume avtor razprave.

1. Vizualizacija je eno od zelo priročnih orodij postopanja z izkustvom in eno od orodij za strukturalno in logično diferenciacijo informacijskega prostora, ki po eni strani bistveno olajšuje, po drugi pa tudi bistveno kompleksificira promet med stvarnostjo in mišljenjem. Značilno zanjo je namreč, da po svoji (psihološki in logični) naravi tako rekoč kongenitalno omogoča in podpira transformacijo čutno-nazornega v pojmovno in pojmovnega v čutno-nazorno.

2. Vizualizacija s tem v znanosti in izobraževanju na mnogo različnih načinov pospešuje pretok med empirijo in teorijo, se pravi povečuje fleksibilnost človekovega vzpenjanja z empirične na konceptualno raven in njegovega sestopanja z ravni teorije v konkretnost problemske situacije. V tem oziru ni zgolj ilustrator že izgotovljenih poj-

movnih vsebin oz. informacij, ampak aktivni sodelavec pri njihovem nastanku in razvijanju, tako rekoč njihov katalizator.

3. Ker zmore predstaviti to, kar trenutno ni prisotno, na čutno-nazoren način, in ker lahko tisto, kar samo po sebi ni vidno, napravi vidno, vizualizacija bistveno pripomore k učinkovitosti spoznavanja in učenja, saj nazoren stik z abstraktnim stabilizira predstave in olajšuje operiranje z njimi.

4. Ker zaradi nediskurzivne narave slikovnega medija vizualizacija človeka spontano navaja na relacijski način mišljenja, veliko pripomore k razkrivanju funkcionalnih soodvisnosti med elementi problemske situacije. S tem po eni strani odpira vrata za v vsaki stroki kreativno zelo dragoceno konstruiranje mnogoštevilnih relacijskih alternativ med temi elementi, po drugi pa nič manj pomembno verifikacijo konsistentnosti njihovih strukturnih odnosov v oblikovanih teorijah.

5. Najpomembneje pa je, da vizualizacija človeka nenehno aktivno vključuje v (re)konstrukcijo in sooblikovanje informacij oziroma v prevajanje informacij, ki so mu dane v eni obliki, v alternativne oblike, s čimer širi področje človekove fleksibilnosti v operiranju z izkustvom.

## 11. Zaključek

Pravkar navedena spoznanja seveda ne orisujejo akcijskega radija vizualizacije v celoti, saj ga zaradi razmeroma slabe raziskanosti fenomena v celoti ne poznamo. Podajajo zgolj njegov kroki. Vendar pa lahko tudi že na podlagi naštetega zaključimo, da bi vizualizacijo kot orodje v produkciji in posredovanju informacij vsekakor veljalo načrtneje raziskati, načrtneje operacionalizirati in načrtneje vključevati v raziskovalne in pedagoške procese.

Vizualizacija skriva v sebi mnoge operativne možnosti, ki bi jih bilo koristno odkriti in preizkusiti. Seveda pa tudi omejitve. Vizualizacija zadene na mejo svoje smiselnosti povsod tam, kjer postane šablona in "Iarpurlartizem", kjer torej podleže "estetizaciji" informacijsko nepomembnih podatkov oziroma promociji t.i. "informacijskih smeti" (Datenmüll), in logično takrat, ko je njen produkt strukturno in kognitivno manj nazoren in manj razumljiv kot struktura vsebine, ki naj bi jo ponazoril.

## LITERATURA

- Arnheim, Rudolf, *Art and Visual Perception. A Psychology of the Creative Eye*, Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1965.
- Arnheim, Rudolf, *Visual Thinking*, London: Faber and Faber Ltd., 1970 (nem. verzija: *Anschauliches Denken. Zur Einheit von Bild und Begriff*, Köln: Du Mont Verlag, 1996).
- Arnheim, Rudolf, *A Plea for Visual Thinking*, v: W. J. T. Mitchell (ed.), *The Language of Images*, Chicago-London: University of Chicago Press, 1980.
- Brisson, Henriette E., *Visualisation in Art and Science*, v: Leonardo (The M.I.T. Press) 3-4, vol. 25 (1992), str. 257-262.
- Butina, Milan, *O slikarstvu*, Ljubljana: Debora, 1997.
- Frutiger, Adrian, *Der Mensch und seine Zeichen. Schriften, Symbole, Signete, Signale*, Wiesbaden: Fourier Verlag, 1991.
- Goodman, Nelson, *Languages of Art. An Approach to a Theory of Symbols*, Indianapolis, Indiana: Hackett Publishing Co., 1988.
- Herdeg, Walter (izd.), *The Artist in the Service of the Science - Der Künstler im Dienst der Wissenschaft - L'artiste au service de la science*, Zürich: The Graphis Press, 1973.
- Kirkhoff, Morgens, *Mind-Mapping. Die Synthese von sprachlichem und bildhaftem Denken*, Berlin: FU, 1988.

- Krueger, T. H., *Visual Imagery in Problem Solving and Scientific Creativity*, Derby (Conn.): Seal Press, 1976.
- Muhovič, Jožef, *Linguistic, Pictorial, and Metapictorial Competence*, v: *Leonardo* 3, vol. 30 (1997), str. 221-227.
- Roth, Gerhard, *Das konstruktive Gehirn: Neurobiologische Grundlagen von Wahrnehmung und Erkenntnis*, v: S. J. Schmidt (ed.), *Kognition und Gesellschaft. Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus 2*, Frankfurt am Main, str. 277-326.
- Sachs-Hombach, Klaus (ed.), *Bilder im Geiste. Zur kognitiven erkenntnistheoretisch-en Funktion piktorialer Repräsentationen*, Amsterdam-Atlanta, GA: Rodopi B. V., 1995.
- Schapiro, Meyer, *Words and Pictures. On the Literal and the Symbolic in the Illustration of a Text*, The Hague-Paris: Mouton, 1973.
- Stry, Joachim, *Lehren und Lernen durch Visualisieren 1-2*, Berlin: FU (Arbeitsstelle Hochschuldidaktische Fortbildung und Beratung), 1994.
- Wenger, Robert, *Visual Art. Archeology and Gestalt*, v: *Leonardo* 1 (1997), str. 35-46.