

Gimnazija Kranj
Korška cesta 13
4000 Kranj

Univerzalna pravila globoke strukture

Avtorici: Špela Zavrl, Zala Peternel,
Mentor: dr. Jure Žalohar, prof. fiz.

2011

Uvod

V zadnjih letih smo fotomikrografsko raziskali več tisoč drobnih kremenovih kristalov iz dveh slovenskih nahajališč; Crngroba in Bezuljaka. Kristale navadno občudujemo od zunaj in se čudimo njihovi pravilni obliki in presenetljivi barvi. Pravilna zunanja oblika kristalov je posledica pravilne notranje zgradbe, kjer se atomi ali molekule porazdelijo v pravilno kristalno mrežo. Vendar natančna mikroskopska analiza kristalov kaže, da v kristalih obstajajo številne nepravilnosti v obliki razpok, negativnih kristalov, različnih drugih kristalov, zemeljskega olja itd. V zadnjih letih se je izkazalo, da so podobe v kristalih velikokrat zelo podobne abstraktnim slikam, ki so jih v začetku 20. stoletja risali slikarji v modernizmu, denimo Miro, Kandinski, Malevič, Klee, Braque, Picasso, Dali, Pollock in drugi. Nastane vprašanje, kako to razumeti. V osnovi imamo dve možnosti. Prvič. Predpostavimo lahko, da je takšno ujemanje zgolj naključno. Drugič. Predpostavimo, da v ozadju človekovega vizualnega aparata delujejo podobne zakonitosti, s kakršnimi lahko opišemo procese kristalizacije in rekristalizacije.

V tej raziskovalni nalogi sva podrobno raziskali podobnosti in razlike v delovanju človekovega vizualnega aparata z procesi kristalizacije. Izdvojili sva nekaj možnih mehanizmov in z anketo (empirični del) analizirali delovanje teh mehanizmov na populaciji dijakov Gimnazije Kranj. Z najino raziskavo seveda ne moreva pojasniti vseh mehanizmov v ozadju delovanja vizualne percepcije, so pa najini rezultati zelo uporabni za nadaljne raziskave.

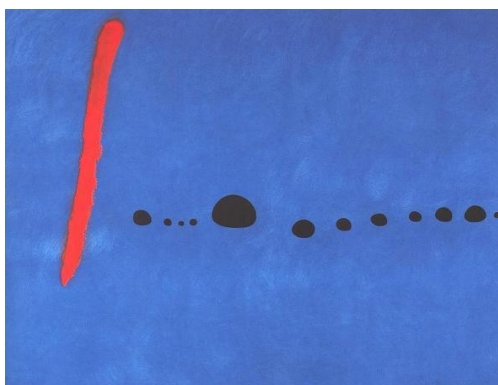
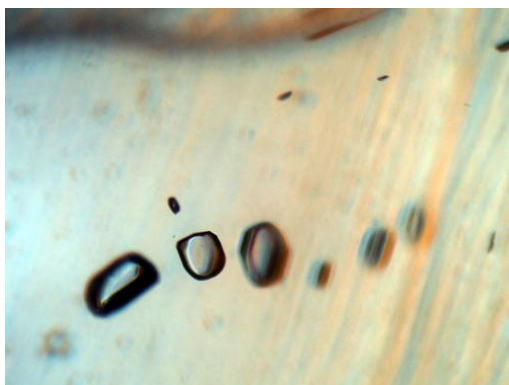
Kazalo

Uvod	1
Teoretični del.....	3
Modernizem in globoka struktura možganov	3
Hipoteza	7
Mehanizmi globoke strukture možganov in zakoni estetske izkušnje	7
Peak shift effect.....	7
Isolation of a single Module and Allocating Attention	7
»Aha« Effect	8
Plateaujev problem.....	8
Grupiranje	9
Simetrija.....	9
Kontrast.....	9
Generičnost reprezentacije in Bayesova logika percepcije.....	10
Metaforičnost umetnosti.....	10
Deterministični kaos in globoke strukture možganov	11
Empirični del	12
ANKETA	12
Analiza ankete	15
Diskusija, zaključki in interpretacija.....	20
Viri in literatura	22

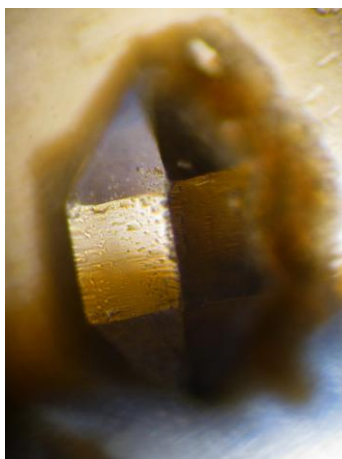
Teoretični del

Modernizem in globoka struktura možganov

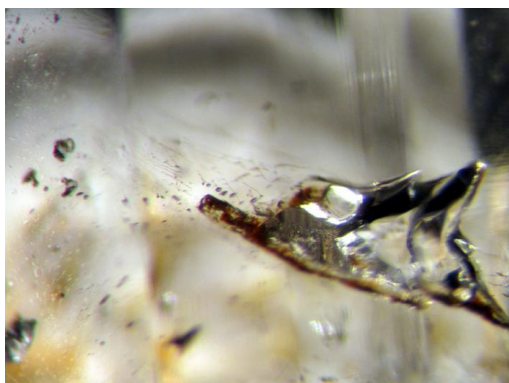
Kot sva povedali v uvodu, pri opazovanju mikroskopskih lastnosti kristalov naletimo na strukture, ki so osupljivo podobne vzorcem in podobam abstraktnega slikarstva iz začetka 20. stoletja (modernizem). Naj že takoj na začetku naštejemo nekaj primerov.



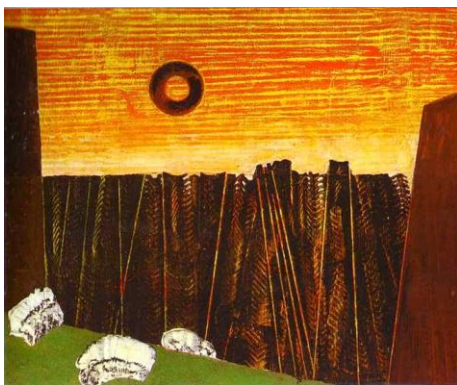
Mirojeva slika »The Blue 2« in verižice negativnih kristalov v kristalih kremenca.



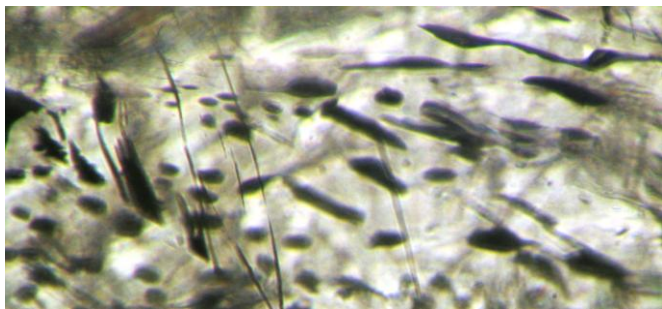
Kubizem (Georg Braque) in pozitivni kristali v kremenovih kristalih



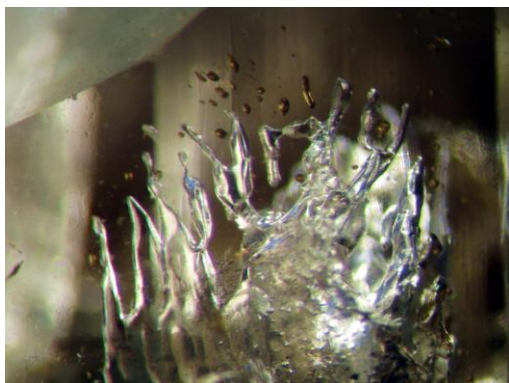
Potovanje tekočinskih vključkov in futurizem (Luigi Russolo)



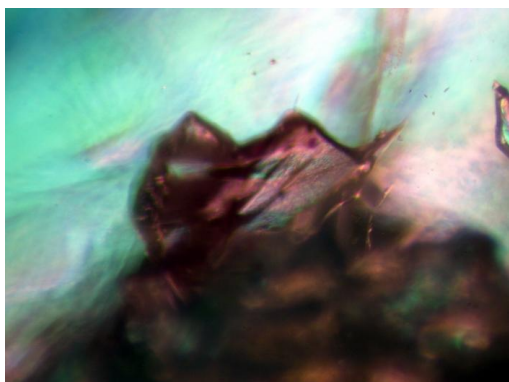
Abstraktni svetovi v kristalih in v absolutnem nadrealizmu Maxa Ernsta



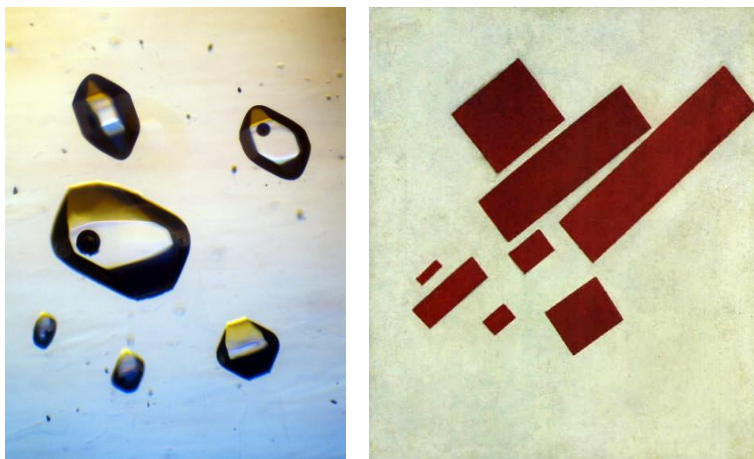
Razpadanje tekočinskih razpok v kristalih in vzorci na Dalijevi sliki »Eksplodirajoča glava Rafaela«



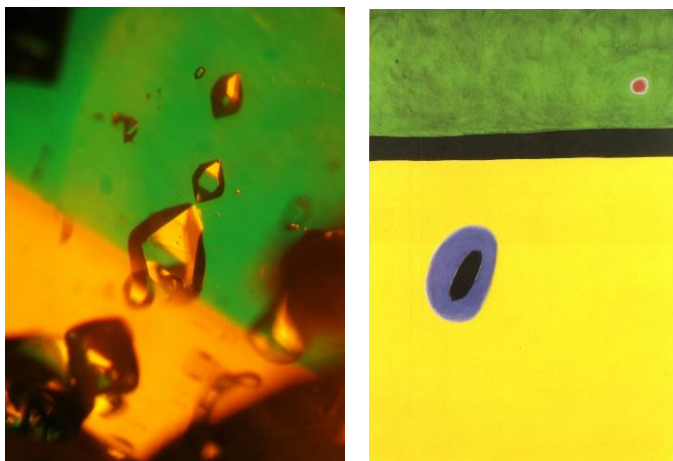
Razpadanje tekočinskih vključkov v kristalih in podoba na sliki Joana Miroja (Roka ki ujame ptico)



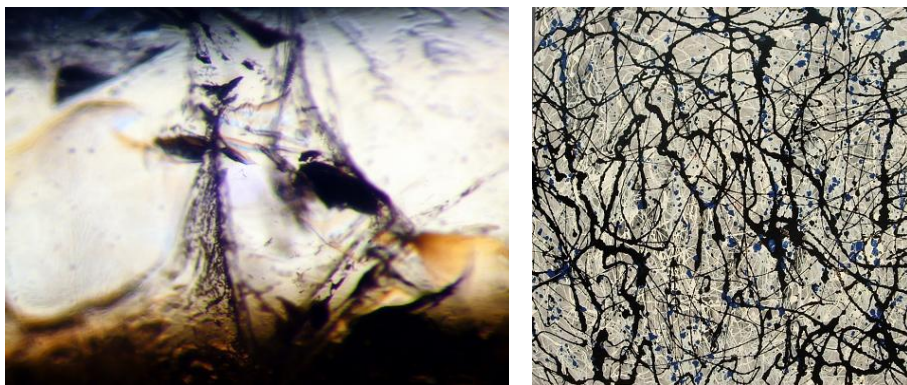
Abstraktne pokrajine v kristalih in na slikah Maxa Ernsta



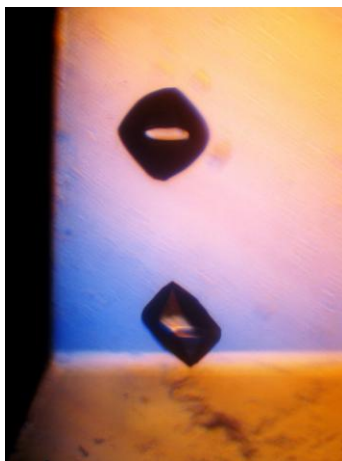
Mreže negativnih kristalov in abstraktne supramatistične kompozicije Kazimirja Maleviča



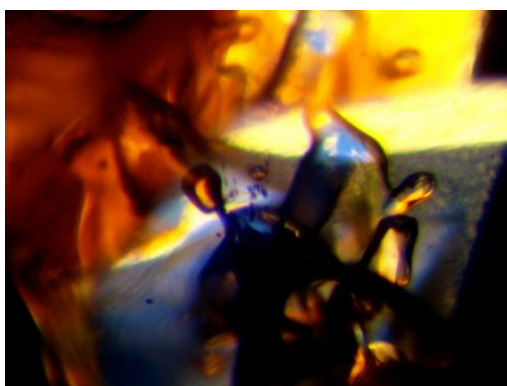
Negativni kristali v kremenu in absolutni nadrealizem Joana Miroja



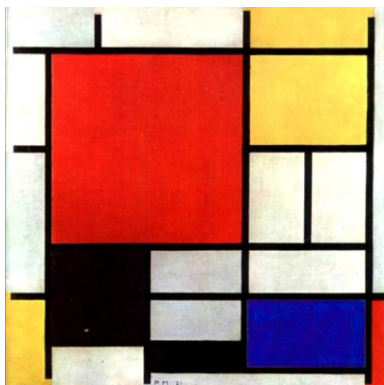
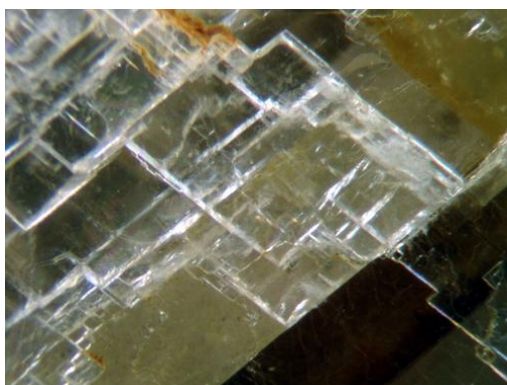
Kaotični svet bitumenskih vključkov in abstrakcije Jacka Pollocka



Plavajoči negativni kristali in plavajoče oko na Dalijevi sliki



Abstraktni notranji svet kristalov in abstraktna improvizacija Kandinskega



Linije in polja v kalcitnih kristalih in na abstraktnih slikah Mondriana

Hipoteza

Zgoraj sva našli le nekaj primerov, lahko bi jih namreč navedli še več. Dvomiva, da je tako osupljiva podobnost med vzorci v kristalih in na slikarjih modernističnega slikarstva naključna. Najina hipoteza je zato sledeča. **Domnevava, da v ozadju vizualnega aparata delujejo podobne zakonitosti kot pri procesu kristalizacije in rekristalizacije.**

Mehanizmi globoke strukture možganov in zakoni estetske izkušnje

V psihologiji, psihoanalizi in nevrologiji so opravili izjemno obsežne študije o delovanju človekovega in živalskega vizualnega aparata. Navedimo monumentalno delo Rudolfa Arnheima »Art and Visual Perception« iz leta 1954, kjer avtor na več sto straneh navaja številne zakonitosti estetske izkušnje. Izjemno pomembno za interpretacijo kibernetičnih struktur (kakršnen je tudi vizualni aparat) je delo Valentina Turchina (1977). Pred desetletjem sta na področju razumevanja vizualnega aparata pomemben korak naredila tudi Ramachandran in Hirstein (1999), ki razpravljata o osmih zakonitostih globoke strukture možganov. Po Arnheimu in Ramachandranu & Hirsteinu navedimo naslednje:

Peak shift effect

Že hindujski umetniki so z umetnostjo želeli izraziti bistvo in obuditi v opazovalcu posebno razpoloženje. Vprašamo pa se lahko, kaj pomeni ujeti bistvo in neposreden čustven odziv? Odgovor je ključ za razumevanje vprašanja, kaj umetnost v resnici je.

Kar umetniki zavestno ali nezavedno poskušajo narediti, ni le ujeti bistvo nečesa, vendar stvari tudi spraviti v red in s tem se poveča aktivacija možganov. Zmožnost umetnika je, da abstraktno upodobi bistvene značilnosti na sliki.

Peak shift effect dobro poznamo v živalski diskriminaciji. Podgana tako razlikuje kvadrat od trikotnika, ki je vedno bolj dolg in ozek.

Odziv človeka na peak shift effect pa lahko opazimo v karikaturah. Karikaturist vzame nek obraz (denimo Nixonov obraz) in analizira razlike tega obraza nasproti nekemu »povprečnemu obrazu«. V karikaturi te razlike dodatno pudari in tako dobi obraz, ki je še celo bolj Nixonov kot je »Nixonov obraz Nixonov« v resnici.

Naši možgani so specializirani za zaznavanje barv, globine, senčenja in gibanja. Obstajajo pa tudi nevroni, ki razlikujejo moško držo od ženske. Mogoče si bolj zapomnimo barvo, ne pa toliko slike in kar je na njej upodobljeno.

Tudi glasba vpliva na peak shift effect, saj so odzivi nanjo lahko različni zvoki (jok).

Isolation of a single Module and Allocating Attention

Pomemben princip delovanja vizualnega aparata je tudi potreba po izolaciji posameznih vizualnih modalnosti, predno se signal namenjen tej modalnosti ojača. Kot primer lahko navedemo večjo učinkovitost risbe pri definiranju objektov, kot je to naprimer izvedljivo pri fotografiji. Obliko Nixonovega obraza denimo definira forma, medtem, ko so barva njegove kože in ostali detajli manj pomembni. S principom izolacije posamezne modalnosti je povezan nastanek roba kot samostojnega objekta slike. Ta fenomen najdemo že na prastarih jamskih slikarjih. Rob omogoča locirati objekt in določa njegovo esenco.

»Aha« Effect

Kot vsa narava, tudi možgani delujejo po principu najmanjše porabe energije (minimalni princip, princip minimalne proste energije, načelo ugodja). Kadar imamo npr. narisani dve skupini različnih pik, ki so prepletene med seboj, možgani to dojemajo kot celoto oz. skupino pik. Ko pa samo eno piko iz skupine postavimo drugam, možgani to takoj zaznajo in nam pošljejo signal, da sta to sedaj dve ločeni skupini pik (ena z več pikami prepletenimi med seboj in druga, ki vsebuje samo piko ločeno od ostalih).

Včasih na slikah dolgo časa ne vidimo objekta, ki ga slika predstavlja. Po dolgem času le-tega zaznamo in takrat se v možganih zgodi »aha efekt«. Ko predmet slike zaznamo in si ga možgani zapomnijo, ga bomo ob vsakem ponovnem gledanju slike znova zaznali, torej nikoli več ne bo »izgubljen«. Slikarji skušajo na slikah upodobiti čim več predmetov, ki bi povzročili »aha efekt«, saj je ob večji prisotnosti teh predmetov dokazano tudi večje ugajanje gledalcu.

Aha efekt kaže, da vizualna obdelava slike poteka dvosmerno, in sicer od spodaj navzgor in od zgoraj navzdol. Ko zavest ugotovi pomen vzorca, to vpliva na samo zaznavo na globljih možganskih strukturah, ki postane s tem bolj jasna.

Možgani stvari povezujejo med seboj in vedno težijo k tem, da najdejo neko skupno lastnost, povezavo. Zato »aha efekt« doživimo tudi pri oblačenju. To ve povedati vsak modni oblikovalec. Če npr. oblečemo moder šal z rdečim vzorcem in rdeče krilo, možgani takoj zaznajo povezavo med njima, torej rdečo barvo, to nam estetsko ugaja.

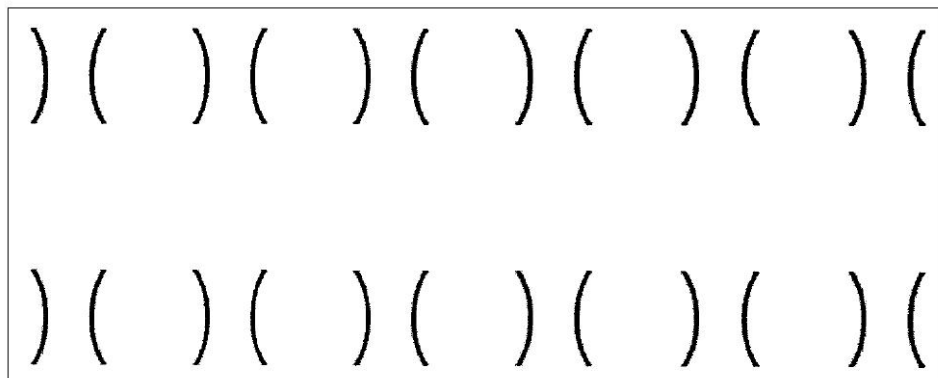
Plateaujev problem

Številni psihološki eksperimenti kažejo da v zvezi z delovanjem možganov naletimo na t.i. Plateaujev problem. V fiziki je Plateaujev problem znan kot problem minimalne površine. Primer je recimo obnašanje milnega mehurčka vpetega v obroč – igrica znana vsakemu otroku. Oblika milnega mehurčka teži k minimalni površinski energiji (površinka potencialna energija). V breztežnem prostoru je to kroglja, v bolj zapletenih situacijah pa lahko dobimo bolj zapletene minimalne oblike (kristali, oblika nekaterih rastlin).

Torej, če pogledamo vzorec, ki je narisani na spodnji sliki, bodo možgani najprej prepoznali debele oklepaje, ki bolj težijo h krogu kot ozki, saj s tem porabijo manj energije, kar pa je bistven proces delovanja možganov.

V vizualnem aparatu pa obstajata dve možni rešitvi Plateaujevega problema:

1. Objekt je tisto, kar se bolj prilega krogu (oklepaj in zaklepaj)
2. Objekt je tisto med navideznimi krogi (zaklepaj in oklepaj)



Grupiranje

Obstajajo znaki, ki namigujejo, da grupiranje objektov vodi k sinhronizaciji akcijskih potencialov nevronov, ki sodelujejo pri nastajanju reprezentacij v možganih. Ključna ideja je sledeča. Iz pomankljivih informacij o položaju in korelaciji objektov v prostoru ustvarjajo možgani kot učinek nezavednega t.i. high level hypotheses. Če se te hipoteze ujemajo z »low level ansambles«, nastopi že prej omenjeni aha-efekt, ki ga spremlja ugotovitev določenih konsistenc in korelacij med objekti. Problem grupiranja je povezan z procesom, kako možgani ugotovijo, kaj je objekt.

Simetrija

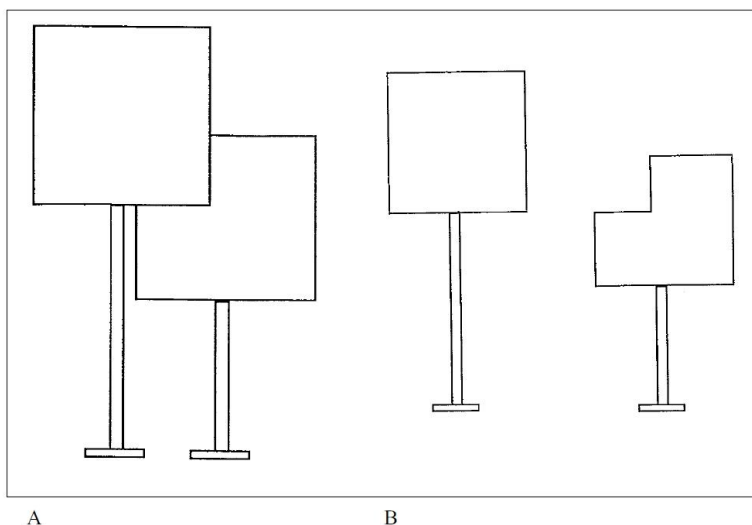
Simetrija je estetska prvina in se pojavlja povsod okoli nas. Risanje simetričnih vzorcev je popularna tematika islamskih umetnikov. Simetrični vzorci so znani tudi vsakemu otroku, ki je kdajkoli pogledal skozi kalejdoskop. Znanstveniki so o simetriji začeli razmišljati že zelo zgodaj. Med drugim so odkrili, da so celo biološko pomembne lastnosti simetrične (npr. oblika školjčne lupine). Zanimivo je, da živali in ljudje raje izberemo tistega partnerja, ki je približno simetričen, kot tistega, ki je zelo asimetričen (nedavno dokazano tudi z eksperimentom). Vzrok temu, kot pravijo evolucijski biologi, naj bi bila okužba s paraziti. Ta je velikokrat povzročila zanašanje telesa na eno stran in asimetrično rast, tako ni presenetljivo, da imamo vgrajeno estetsko preferenco simetrije, saj je ta pomenila zdravje. Vendar pa tudi popolna simetrija pri partnerjih ni zaželena. Človek s popolnoma simetričnim obrazom ni več estetski.

Kontrast

Kontrastiranje je izločanje ponavljajočih informacij, saj se celice v retini odzivajo predvsem na robove oz. na ostre prehode v osvetljenosti. Torej oko zaznava informacije na podlagi razlik. Kontrast je zelo prijeten tudi za oči opazovalca, zato so mnogi umetniki že v preteklosti raziskovali učinek med svetlostjo barve in teksture. Informacija je predvsem na območju sprememb (robovi in kontrasti). Skupaj z robovi torej kontrasti sodelujejo pri identifikaciji objekta (označevalca). V živalskem svetu sta mehanizma uporabljena pri procesu mimikrije (kamuflača). Na eni imamo korelacijo na daljavo (grupiranje, podobnost), na drugi strani pa kontraste, ki so po pomembni predvsem pri prepoznavanju bližnjih objektov.

Generičnost reprezentacije in Bayesova logika percepcije

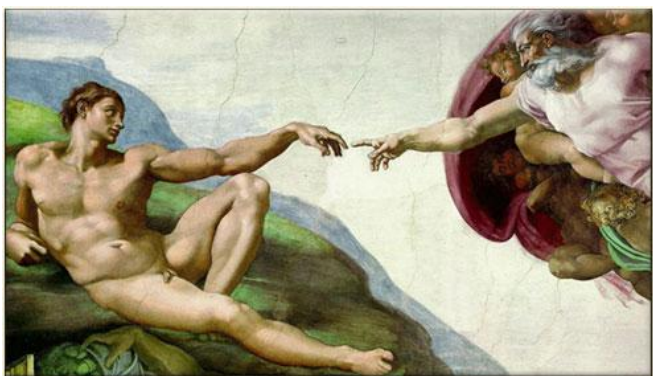
Ko možgani vzpostavljajo številne »high level hypotheses« in jih primerjajo z »low level ansambles« imajo na voljo številne možnosti. Pri tem uporabljajo Bayesovo logiko, torej ustvarjajo in ojačujejo tiste reprezentacije, ki se zdijo v naravi bolj možne. Vizualni sistem zavrača manj verjetne interpretacije in sprejema generične. Primer je na spodnji sliki. Omeniva, da pri tem procesu sodelujejo tudi višje strukture možganov, torej tisti aparat, ki sodeluje pri semantiki. Dokaze za to najdemo v nadrealizmu, ki ni neposredno povezan z realistično vizualno reprezentacijo, temveč z asociacijami, korelacijami in ostalimi atributi, ki so lahko skupni različnim objektom. Znano je, da so asociacijske mreže prisotne v t.i. atraktorskih nevronskih strukturah in sodelujejo v procesu mišljenja (višje funkcije).



Lažje si predstavljamo, da sliko generirata dva kvadrata, ki stojita eden za drugim (A). Težko bi si predstavljali, da sliko generira naključno ujemanje, kot v primeru (B).

Metaforičnost umetnosti

Metafora je mentalni tunel med dvema percepcijama ali konceptoma, ki sta si na prvi pogled zelo različna. Obstaja mnogo slik, ki zaradi metafor sprožijo čustveni odziv človeka ne da bi za to potreboval mnenje kritika. To dejstvo nakazuje, da metafora učinkuje še preden se je zavedamo.



Zgoraj je prikazana slika Michelangela Buonarrotija, ki je ponazoritev metafore v slikarstvu. Čeprav sta si bog in človek blizu, je bog še vedno nedosegljiv človeku. Lahko se spomnimo znane Goethejeve izjave o vprašanju, kaj je umetnost: »Umetnost človeku posreduje neizrekljivo«.

Deterministični kaos in globoke strukture možganov

Pred nekaj leti je Taylor (2002) odkril še eno dodatno in nadvse osupljivo dimenzijo v delovanju človekovega vizualnega aparata. Pri analizi slik Jacka Pollocka je ugotovil, da te slike predstavljajo popolnoma pravilne fraktale. Fraktal je vzorec, ki se ponavlja v neskončnost. Če od vzorca, ki je fraktal, vzamemo manjši del in ga povečamo, dobimo identično sliko. Fraktale pogosto srečujemo v naravi, med najbolj tipične primere pa spadajo drevesa in snežinke. Fraktale matematično opišemo s t. i. fraktalno dimenzijo. Jackson Pollock je bil ameriški slikar, rojen leta 1912. Je eden izmed najvplivnejših predstavnikov ameriškega abstraktnega ekspresionizma in začetnik tehnike »action painting«. S čopičem, palico ali celo injekcijsko brizgalko je polival tekočo barvo na platno. Govoril je, da ob ustvarjanju nove slike začuti ritem narave. Veliko umetnikov je posnemalo Pollockova dela, vendar je Taylorjeva študija pokazala, da ponaredki niso fraktali. Pollock je torej 25 let preden so matematiki odkrili fraktale nezavedno risal fraktale.

Očitno je, da procese v globokih strukturah možganov do neke mere določa determinističen kaos in fraktalnost. Videti je, da so percepcijski mehanizmi pod vplivom dveh sil. Na eni strani procesi urejanja, na drugi strani procesi razurejanja in povečevanja entropije. Eros in Tanatos.

Empirični del

V empiričnem delu sva sestavili anketo, s katero sva želeli raziskati delovanje zgoraj naštetih mehanizmov vizualne percepcije pri populaciji dijakov Gimnazije Kranj. Vanjo sva vključili 100 dijakov starih med 15 in 17 let. Anketa je sledeča:

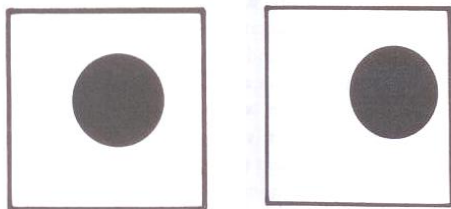
ANKETA

ANKETA

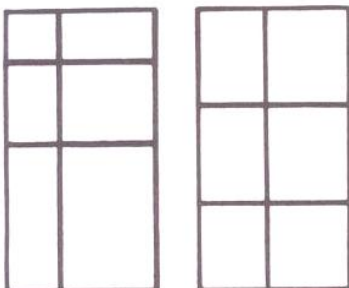
Sva dijakinji 3.E razreda. Pri pouku fizike izdelujeva projektno nalogo o delovanju vizualnega aparata človekovih možganov. Z rezultati te ankete bova analizirali način mišljenja naših možganov na vizualnem področju.

Prosiva, da rešujete naloge brez daljšega razmisleka!

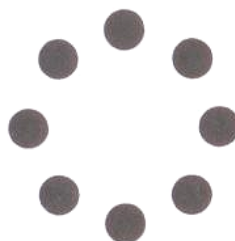
1. V katero smer sili krog?
(narišite puščico na obeh primerih)



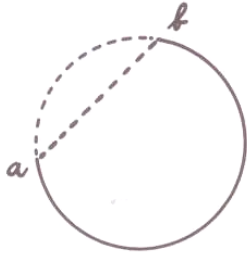
2. Katera od teh slik je bolj stabilna?
(obkroži črko)



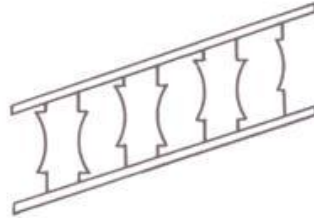
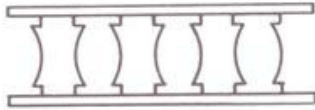
3. Kaj si lažje predstavljate:
a) 1 velik krog
b) 8 manjših krogov
c) kvadrat



4. Kateri lik si lažje predstavljate?
(dopolni lik po eni izmed črtkanih črt)



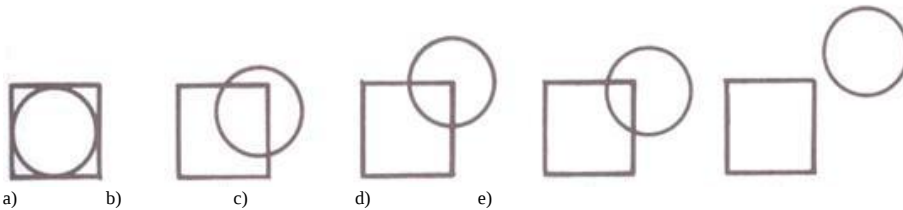
5. Kaj si lažje predstavljate kot prečko ograje?
(na vsaki sliki pobarvaj eno izmed prečk)



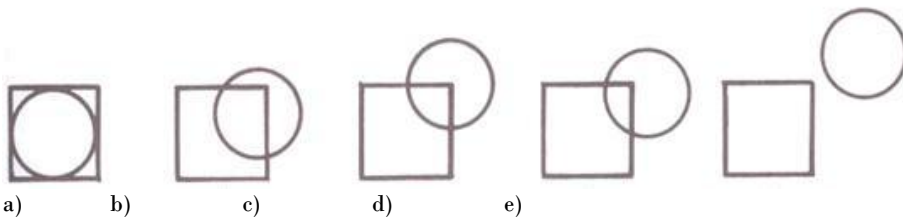
6. V katere smeri delujejo sile?
(nariši s puščico na obeh primerih)



7. V katerih primerih si kvadrat in krog predstavljate kot skupni lik?
(obkroži črke – možnih več rešitev)



8. V katerih primerih si kvadrat in krog predstavljate kot dva ločena lika?
(obkroži črke – možnih več rešitev)



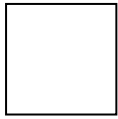
9. Na kateri od slik si lažje predstavljate kroglo?
(obkroži črko)



a)

b)

10. Kateri pravokotnik se ti zdi najlepši?
(obkroži črko)



a)



b)



c)

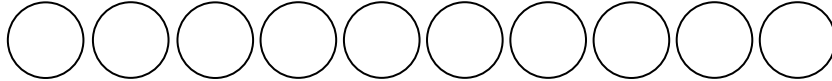


d)

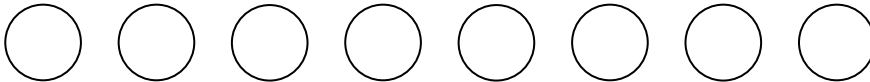


e)

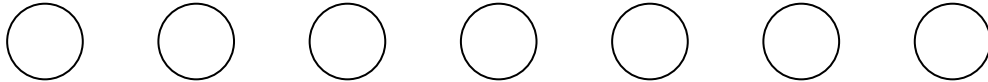
11. Katera slika se ti zdi najlepša?
(obkroži črko)



a)



b)

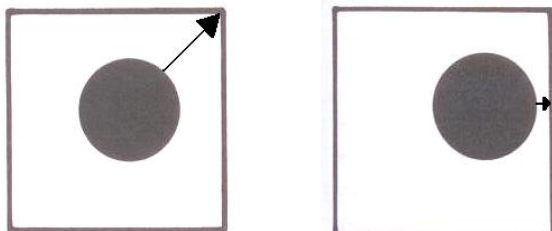


c)

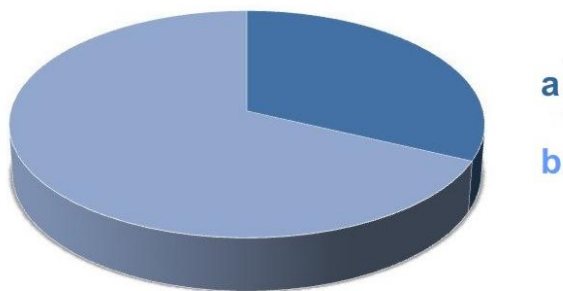
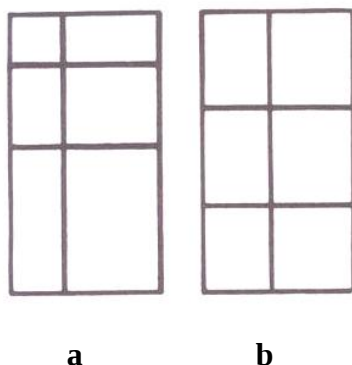
Analiza ankete

V spodnjih vrsticah opisujeva namen posameznih vprašanj ankete in podajava statistično analizo odgovorov.

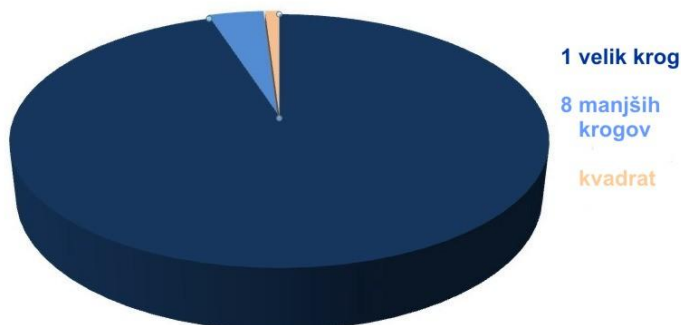
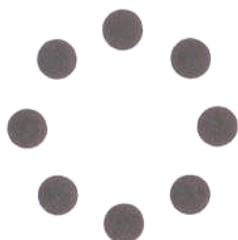
1. Pri spodnjih dveh slikah sva želeli vedeti, kam meri navidezna puščica oz. v katero smer sili krog (v katero smer delujejo sile, ki vlečejo krog na sliki). V tem primeru deluje v vizualnem aparatu princip nesimetričnosti. Če bi bil krog popolnoma na sredi, bi se nam zdela slika stabilna. Tako pa se zdi, da bi bilo ugodneje, če bi krog premaknili bodisi prosti robu ali pa proti enemu izmed stranic. Kot sva predvidevali, je večina dijakov narisala sliko podobno spodnjima primeroma:



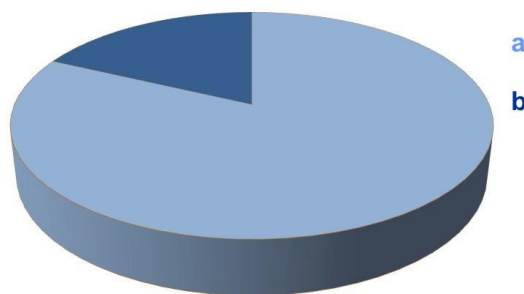
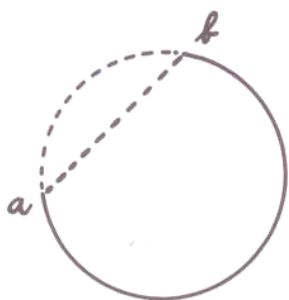
2. Izbrali sva dve sliki enakih pravokotnikov, zapolnjenih s pravokotniki različnih velikosti in različno postavitvijo. Zanimalo naju je katera od slik se anketirancem zdi bolj stabilna in dobili sva večinski odgovor B. Spet se izkaže, da je bolj stabilna tista postavitve, ki je bolj simetrična. Zanimivo pa je, da ta postavitve ni bolj estetska. Mondrian je na svojih abstraktnih kompozicijah upodobil prvo možnost! Odgovori anketirane populacije so v nasprotju z Mondrianovo izbiro.



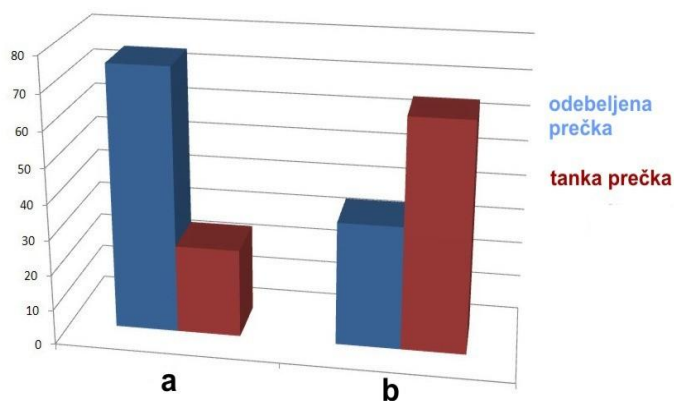
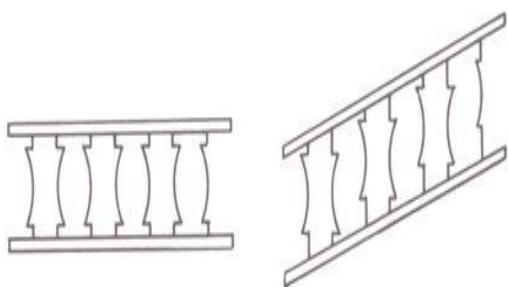
3. V primeru spodnje slike naju je zanimalo kaj si anketiranci lažje predstavljajo. Večina dijakov se je odločila za odgovor A, in sicer: *1 velik krog*. Rezultati so potrdili najino tezo, da si možgani lažje predstavljajo enostavnejši sistem likov, saj tako porabijo najmanj energije (plateaujev problem, načelo ugodja). V tem vprašanju v vizualnem deluje proces grupiranja. Posamezni ločeni krogi zastopajo fragmente večjega kroga (dveh kvadratov ali treh trikotnikov). Videti je, da grupiranje pri večini populacije poteka skladno z načelom ugodja.



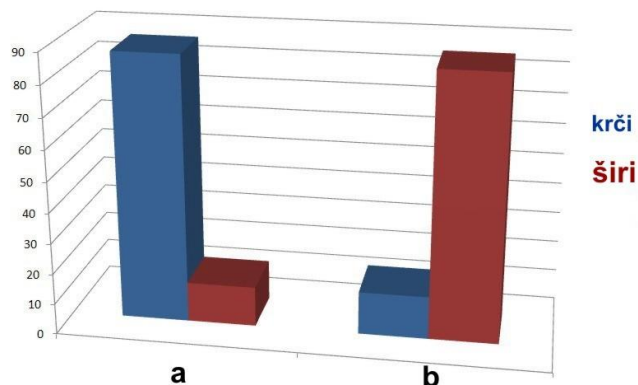
4. Vprašanje je bilo podobnega tipa kot pri prejšnji nalogi. Dokazovali sva, kateri lik naši možgani zaznajo najprej. Dobili sva predvidene rezultate. Večina si lažje predstavlja enostavnejši lik, torej popolni krog. Rezultati so prikazani v grafu pod točko *a*. Tu gre za sistem izločanja singularne modalnosti, torej za problem roba in identifikacije objekta. Kot je videti, poteka identifikacija skladno z Plateaujevim problemom, torej skladno s principom ugodja.



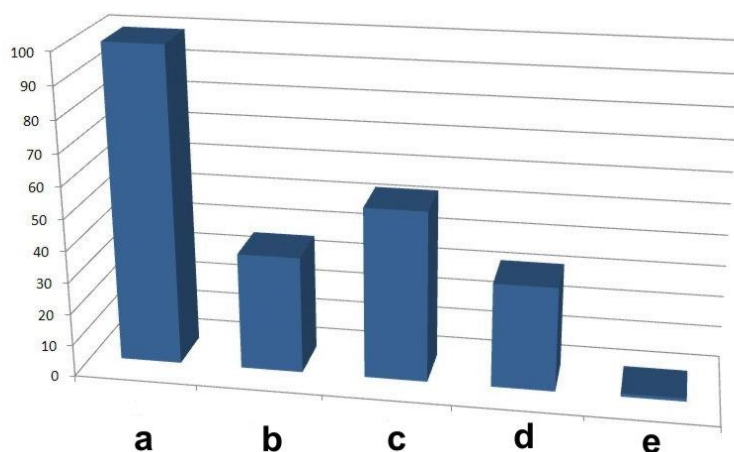
5. Pri spodnjih dveh slikah sva skušali ugotoviti, katero prečko si lažje predstavljamo. Dobili sva predvidene rezultate. Ko je slika postavljena horizontalno, bistveno hitreje opazimo *odebeljene prečke*, če pa sliko nekoliko nagnemo, hitreje opazimo *tanke prečke*. V prvem primeru gre spet za podobnost s krogom (Plateaujev problem), v drugem primeru pa za poenostavljanje (načelo minimalne porabe energije, načelo ugodja).



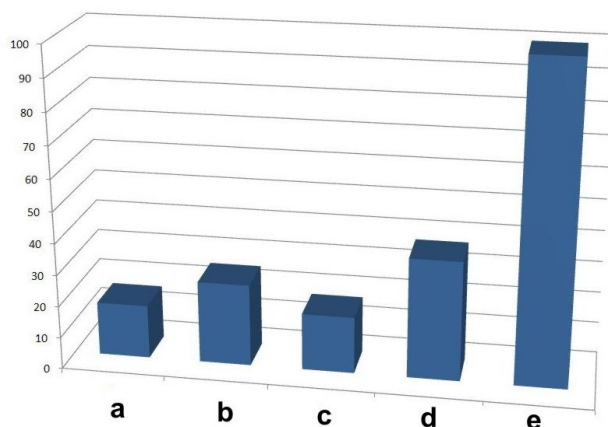
6. Zanimalo naju je, ali se lik širi ali krči oz. kako nanj delujejo sile. V *A* primeru so nama rezultati pokazali, da večina dijakov vidi lik, kjer ga sile krčijo, v *B* primeru pa izbočen lik, kjer sile delujejo navzven. To vprašanje se navezuje na sistem generične vizualne reprezentacije. Vizualni aparat sliko interpretira tako, da zanjo obstaja neka logična hipoteza. V najinem primeru so to sile, ki deformirajo like.



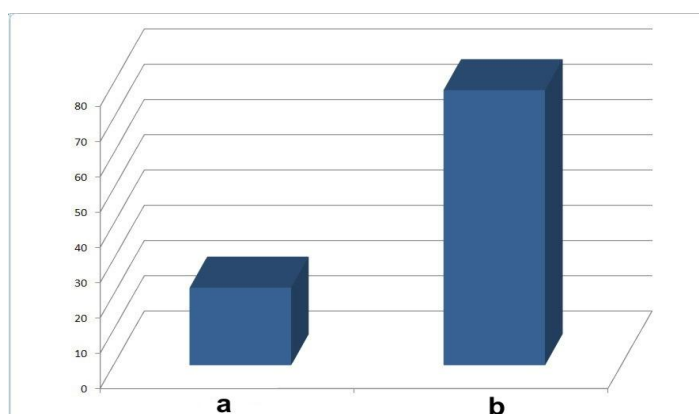
7. Vprašanje, v kateri sliki si predstavljajo kvadrat in krog kot skupen lik, nama je dalo zelo raznolike odgovore. Možno je bilo obkrožiti več odgovorov in kot predvideno, je večina obkrožila *A* primer. Predvidevali sva tudi, da bo veliko anketirancev obkrožilo odgovor *C* in skoraj nihče odgovora *E*. Presenetljivi pa so rezultati odgovorov *B* in *D*, saj sva pričakovali dokaj manjše število obkroženih odgovorov. Vprašanje se nanaša na sisteme simetrije, generičnosti in določanja singularne modalnosti (identifikacija objekta).



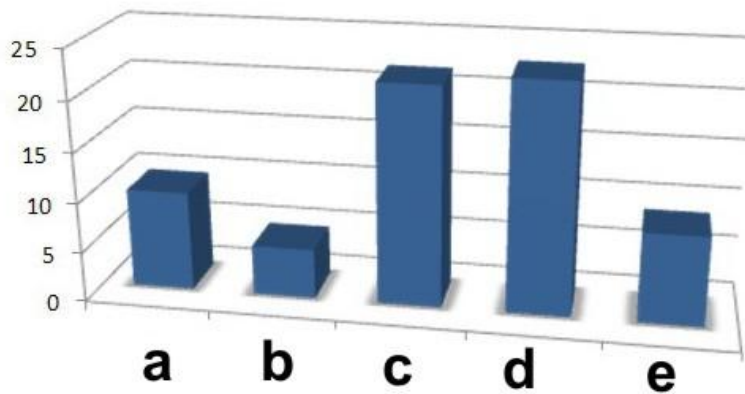
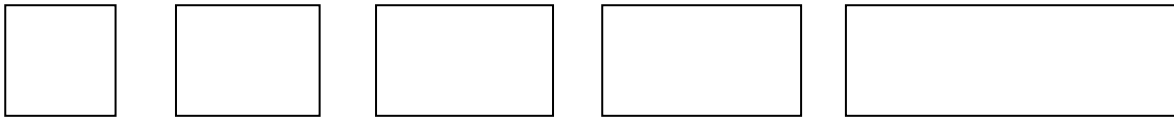
8. Zastavile sva nasprotno vprašanje prejšnjemu. Zanimalo naju je v katerih primerih si kvadrat in krog predstavljajo kot dva ločena lika. Možno je bilo obkrožiti več odgovorov in skoraj vsi izprašanci so odgovorili, da si ločeno predstavljajo lika na sliki E. Drugi najpogostejši odgovor je primer D, tretji pa primer B. S tem sva potrdili svojo tezo, čeprav sva pričakovali številčnejše odgovore (večjo potrditev teze). Vprašanje se nanaša na sisteme simetrije, generičnosti in določanja singularne modalnosti (identifikacija objekta).



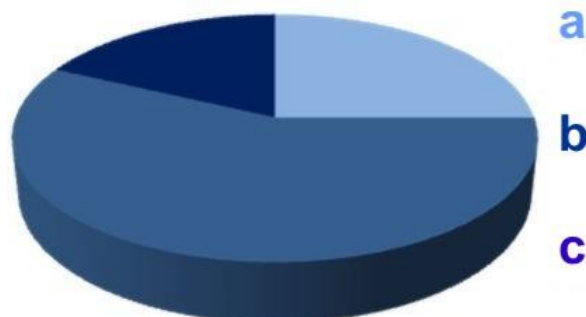
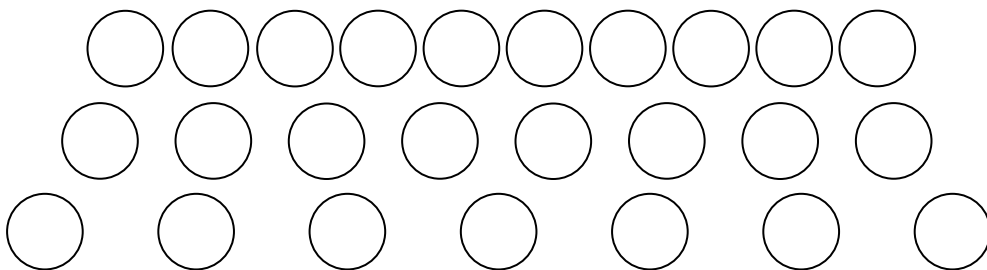
9. Zanimalo naju je, na kateri sliki si kroglo izprašanci lažje predstavljajo. V prvem primeru je narisani krog osenčen le z ene strani, v drugem pa je popolnoma osenčen z belo sredino. Rezultati niso bili predvideni, saj je večina obkrožila odgovor B. Najina teza je bila, da si možgani lažje predstavljajo kroglo, ki je zasenčena le ob enem robu, saj jo takšno dejansko vidimo v naravi. Zaradi nejasnega vzroka so anketiranci znotraj naše populacije torej nasprotovali načelu generičnosti reprezentacije.



10. Na spodnji sliki sva narisali 5 pravokotnikov s stranicami različnih razmerji. Dobili sva zelo raznolike odgovore. Predpostavljali sva, da bo največje število udeležencev ankete obkrožilo odgovor *C* (22 odgovorov), saj je pravokotnik narisani v zlatem rezu, vendar je *D* odgovor za malenkost prevladal (23 odgovorov). Odgovor *A* in *E* imata približno enako vrednost in sicer približno polovico odgovora *C*.

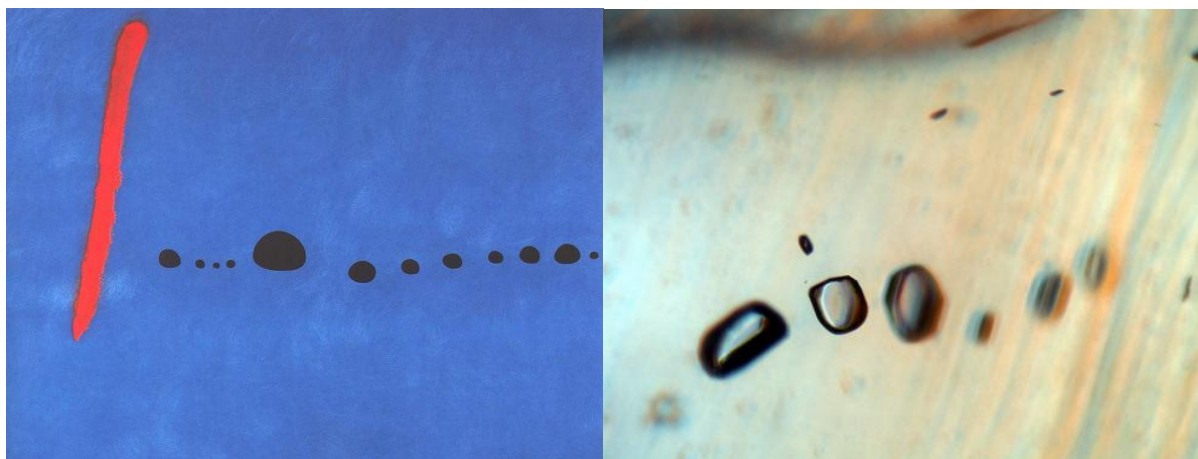


11. Najino zadnje vprašanje se je navezovalo na ugotovitve Ručigajeve (2011), ki je ugotovila, da se nastanek podobnosti med Mirojevo sliko »The Blue 2« in verižicami negativnih kristalov v kremenovih kristalih da v celoti pojasniti s Plateaujevim problemom in fraktalnostjo. Zanimalo naju je katera slika se jim zdi najlepša, najbolj stabilna. Predpostavili sva, da bo večinski odgovor *C*, saj je odmik med krogi enak velikost premera (kar je skladno z ugotovitvami Ručigajeve in z Mirojevo sliko). Dejansko se je največji del populacije odločil za tretji odgovor.



Diskusija, zaključki in interpretacija

Ko so v zadnjih letih fotomikrografsko pregledali več tisoč kremenovih kristalov iz nekaterih slovenskih nahajališč, denimo Crngrob in Bezuljak (Žalohar in Stare, 2009a, b), so presenečeni naleteli na osupljivo podobnost med mikroskopskimi vzorci v njih in podobami, kakršne so v prvi polovici 20. stoletja risali slikarji modernizma. Podobnost je tako očitna, da kljub zelo različnim stilom znanih slikarjev (Picasso, Braque, Dali, Kandinski, Mondrian, Miro, Ernst itd.) skoraj vedno lahko najdemo analogijo v mikrosvetu. Vsekakor se kot popolnoma nesprejemljiva zdi možnost, da je takšna podobnost zgolj naključje. Obširne študije na področju psihologije, psihoanalize, nevroznanosti, matematike, kibernetike in teoretične fizike nasprotno kažejo, da v ozadju človekovega vizualnega aparata delujejo podobni ali celo enaki zakoni, kakršni določajo urejanje mikrokozmosa. Za najino študijo so pomembni predsvem avtorji kot so Arenheim (1954), Turchin (1977), Taylor (2002) ter Ramachandran & Hirstein (1999), ki prepoznavajo številne zakonitosti globoke strukture možganov, torej delovanja vizualnega aparata na najnižjih nivojih. Takšne zakonitosti so naprimer Plateaujev problem oziroma načelo ugodja, Peak shift efekt, simetričnost, kontrastnost, generičnost, singularna modalnost, metaforičnost in drugi. Kot izjemno pomemben se je izkazal Plateaujev problem ali načelo ugodja. Vizualni aparat ustvarja reprezentacije, ki so kar se da enostavne in porabljajo minimalno količino energije. Šele pod vplivom drugih sistemov Plateaujev problem navidez ne učinkuje več. Delovanje posameznih sistemov vizualnega aparata lahko najlažje študiramo v primeru preprostih podob, ko so vznurjeni le nevronske ansamblji na najnižjem nivoju (globoke strukture). Tudi najina raziskava kaže, da mehanizmi globoke strukture dobro pojasnijo delovanje vizualnega sistema, ko gre za relativno enostavne primere, kakršne sva uporabili v naši prvi anketi. Delovanje vizualnega aparata postane bolj kompleksno pri bolj kompleksnih podobah, ko aparat uporablja tudi koncepte / reprezentacije na višjih metasistemskih nivojih. Princip metaforičnosti se denimo nanaša na najvišje intelektualne funkcije možganov, to je svobodnega asociiranja, ki ga najdemo le pri človeku in višje razvitih živalih (Turchin, 1977). Princip metaforičnosti kaže, da se umetnosti ne da razložiti zgolj z nekimi estetskimi prvinami, ki temeljijo na določenih geometričnih zakonitostih ali preprostih fizikalnih zakonih. Pri nadrealizmu Salvadorja Dalija denimo vidimo »stvore«, kakršni v naravi navadno ne obstajajo. Združeni so različni aspekti in lastnosti različnih pojavov, ki jih vizualni aparat prepozna, ne da bi jih kdaj videl v naravi. Kljub temu, da navidez kršijo vse fizikalne zakonitosti in so popolnoma nelogične (navidez), so Dalijeve slike izjemno estetske in celo umetniške.



Mirójeva slika »The Blue II« in podobnost s serijo negativnih kristalov

Zaznavanje umetnosti je torej izjemno kompleksno, preveč kompleksno, da bi se tak proces dalo opisati z nekaj zakonitostmi delovanja vizualnega aparata na nivoju globokih struktur. V zvezi s tem domnevava, da so v najini raziskavi pomembni predvsem tisti odgovori, ki se ne skladajo s pričakovanji ali z analiziranimi mehanizmi. Takšnih odgovorov sva vedno dobili vsaj nekaj. Po našem mnenju kažejo na vpliv višjih in bolj kompleksnih metasistemskih nivojev.

Za interpretacijo rezultatov podanih v tej nalogi je pomembna tudi raziskava Ručigajeve (2011), ki je natančno analizirala Mirojevo sliko »The Blue 2« in jo primerjala s podobnimi strukturami v kristalih. Njene raziskave kažejo, da sta v ozadju vzorca na Mirojevi sliki dva mehanizma. Prvi je Plateaujev problem, pod vplivom katerega nastajajo serije, verižice in mrežice negativnih kristalov. Drugi pa je deterministični kaos, saj tekom rekristalizacije negativni kristali tvorijo fraktalne vzorce. Da se delovanje vizualnega aparata nanaša na nek kaotičen proces, dokazuje tudi študija Taylorja (2002). Ta avtor je ugotovil, da so slike ameriškega slikarja Jacka Pollocka pravilni fraktali. Pollock je 25 let pred uradnim odkritjem fraktalov v matematiki nezavedno risal fraktale. Zanimiva pri tem je njegova trditev, da v transu pri slikanju čuti »ritem narave«. Kot vemo danes, je fraktalnost ena od najbolj razširjenih lastnosti narave! Pollock torej ni blefiral!

V fiziki so sistemi, ki so pod vplivom sil urejanja (zmanjševanje entropije) in sil razurejanja (naraščanje entropije, deterministični kaos) znani kot SOC sistemi, torej Self Organized Complex Systems. **Videti je torej, da se tudi človekov vizualni aparat nahaja v stanju samoorganizirane kompleksnosti (kritičnosti).** Če je tako, potem pri razumevanju delovanja možganov odpade klasičen Galilejevski pristop, ki pravi, da se da procese razumeti od spodaj navzgor, torej od najnižjih fizikalnih (v telesu je to organskih, genetskih) zakonitosti navzgor. Na najnižjih nivojih delovanja sistemov vsekakor najdemo neke zakonitosti in univerzalna pravila, ki pa ne zadostujejo za razumevanje funkcij višjih metasistemskih nivojev. Nasprotno! Kompleksni sistemi (kakršni so možgani) se vpisujejo v strukturne možnosti in logične funkcije in s tem te funkcije postanejo tudi funkcije telesa.

Viri in literatura

- Becks – Malorny, U., 2006: Paul Cezanne, Pioneer of Modernism. Taschen, 95 p.
- Warncke, C., 1997: Pablo Picasso, Taschen, 240 p.
- Rečnik, A., 2007: Nahajališča mineralov v Sloveniji. Institut Jožef Stefan, 383 str.
- Žalohar, J., Stare, F., 2009a: Fotomikrografija kristalov. Društvene novice 41, str. 18-20.
- Žalohar, J., Stare, F., 2009b: Kristali malo drugače. GEA XIX, str. 45.
- Arnheim, R., 1954: Art and Visual Perception. University of California Press, 508 p.
- Turchin, V., 1977: The Phenomenon of Science: a cybernetic approach to human evolution. New York, Columbia University Press.
- Ručigaj, S., 2011: Negativni kristali kot Plateaujev problem. Raziskovalna naloga za »Gibanje Znanost Mladini«, Gimnazija Kranj, 29 str.
- Taylor, R.P., 2002. Order in Pollock's Chaos. Scientific American, December 2002.
- Ramachandran, V.S., Hirstein, W., 1999. The science of art. Journal of Consciousness Studies 6/6-7, 15-51