



2. **Coroida** – situată sub sclerotică, este o tunică intens colorată (celule care conțin melanină) cu rolul de a reduce semnificativ reflexiile luminoase ce ar putea apărea în interiorul globului ocular. În partea anterioară a globului ocular coroida formează **irisul**, el fiind responsabil de “culoarea ochilor” și având rolul de a regla intensitatea luminii ce pătrunde în ochi. Deschiderea din mijlocul irisului, prin care lumina pătrunde în ochi, poartă numele de **pupilă**. Diametrul pupilar poate fi crescut (la întuneric, condiții de stres, administrare de atropină, etc.), situație numită **midriază**; sau, poate fi redus în condiții fiziologice (la lumină intensă) sau în condiții patologice (intoxicații cu inhibitori ai acetilcolinesterazei de tipul metation, paration, verde de Paris, etc.). Reducerea diametrului pupilar poartă numele de **mioză**.

3. **Retina** – receptorul propriu-zis al analizatorului vizual, este o structură nervoasă complexă ce conține celulele receptoare pentru stimuli luminoși. Conține în principal 2 tipuri de celule receptoare: **celulele cu conuri** (aprox. 7 milioane) și **celulele cu bastonașe** (aprox. 130 milioane).

Există 3 tipuri de celule cu conuri, diferite între ele prin pigmentii pe care îi conțin, pentru recepția celor 3 culori fundamentale: ROȘU, VERDE, ALBASTRU. Celulele cu conuri au o sensibilitate mai scăzută decât cele cu bastonașe, dar au densitate mare în centrul retinei, permițând obținerea unei imagini fine și colorate a obiectelor. Lipsa unuia dintre pigmenti generează **discromatopsii**, poate cea mai cunoscută fiind daltonismul.

Celulele cu bastonașe au rol în vederea crepusculară și nocturnă. Acest tip de celule este distribuit mai ales spre periferia retinei, sunt celule mult mai sensibile decât cele cu conuri, dar nu permit diferențierea culorilor și nici nu oferă detalii ale obiectelor.

La nivelul retinei, pe axul optic, se găsește o zonă denumită “macula lutea” sau “pata galbenă”, iar în mijlocul ei se află “fovea centrală”. Aceasta este zona de maximă sensibilitate a retinei, ea conține NUMAI celule cu conuri, la nivelul său formându-se imaginea cu cea mai bună rezoluție, diurnă, color.

În locul unde nervul optic pătrunde în globul ocular retina nu are structuri receptoare, această zonă numindu-se “pata oarbă”. Obiectele ale căror imagine cade în această zonă nu sunt percepute.

Sensibilitatea spectrală a retinei nu este egală pentru toate culorile din spectrul vizibil, retina umană este cel mai sensibilă la lumina verde (560 nm) și cel mai puțin sensibilă la nuanțe de albastru și roșu. Ea nu este stimulată deloc de radiația infraroșie și ultravioletă, dar poate fi distrusă ireversibil de acesta din urmă în doze mari (instalații de sterilizare UV, instalații de bronzare artificială, etc.). De asemenea, efect distructiv asupra retinei au și radiațiile Roentgen.

Descompunerea și refacerea pigmentilor vizuali sunt procese biochimice care necesită timp, astfel se explică fenomenele de **latență**, **persistență**, și **fuziune**. Timpul de latență este de circa 1/10 secunde și se referă la timpul scurs de la aplicarea unui stimul luminos până la apariția unui influx nervos în nervul optic. Fenomenul de persistență se referă la faptul că o senzație luminoasă rămâne circa 0,15 secunde după încetarea stimulării.

Fuziunea poate fi demonstrată foarte simplu, cu ajutorul unei lumini colorate care pâlpâie cu o frecvență variabilă. La o frecvență sub 15/sec senzația este neplăcută, de flash-uri rapide intermitente. Crescând frecvența fenomenul de licărire scade din ce în ce mai mult ajungând să fie greu de perceput la frecvențe de peste 40 /sec. Pe acest principiu se bazează obținerea scenelor în mișcare în cinematografie, prin proiectarea succesivă, înlănțuită, de imagini statice.

### **Sistemul optic al globului ocular.**

Din punct de vedere optic, globul ocular este comparat cel mai frecvent cu un aparat de fotografiat, cu următoarele componente:

1. **Corneea**, avasculară, transparentă, cu cea mai mare putere de refracție.
2. **Umoarea apoasă**, umple compartimentul anterior al ochiului, hrănind corneea și cristalinelul.
3. **Irisul**, partea anterioară a coroidelor, reglează cantitatea de lumină pătrunsă în ochi (echivalentul diafragmei aparatului de fotografiat)

4. **Cristalinul**, este o lentilă biconvexă elastică transparentă, alcătuită din fibre și substanță interfibrilară, învelite de o capsulă numită **cristaloidă**. Este similar obiectivului aparatului de fotografiat. Cristalinul, ca și corneea, este o formațiune avasculară, hrănindu-se prin imbiție din umoarea apoasă și din vitros. Rolul cristalinului este acela de a regla claritatea imaginii pe retină. Fiind elastic, el își poate modifica raza de curbură, adică, implicit, puterea de refracție. Când obiectul se află aproape, cristalinul își crește curbura □ crește puterea de refracție și imaginea este adusă pe retină. La persoanele în vârstă scade elasticitatea cristalinului, el nu se mai poate bomba, deci ochiul nu se mai poate **acomoda** la vederea de aproape, fenomen cunoscut sub numele de **prezbitism**. Există specii animale la care adaptarea nu se face prin bombarea cristalinului, ci prin deplasarea lui în interiorul globului ocular (la pești de ex.), ca și la aparatul de fotografiat, unde obiectivul se apropie sau se îndepărtează de film, până la obținerea unei imagini clare. Acumularea calciului în cristalin odată cu înaintarea în vârstă duce la opacifierea acestuia, afecțiunea numindu-se **cataractă**.

5. **Corpul vitros**, umple camera posterioară a globului ocular, are rol mecanic, de menținere a posturii globului ocular și rol nutritiv pentru cristalin.

6. **Retina**, cum am discutat mai sus, este o formațiune bine vascularizată, cu rol de “senzor luminos”, asemeni filmului din aparatul de fotografiat.

### Formarea imaginii.

Imaginea pe care sistemul optic al globului ocular o realizează este una REALĂ pentru că se formează la intersecția razelor luminoase ce trec prin lentilă și poate fi prinsă pe un ecran (retina), răsturnată și mai mică decât obiectul (evident, putem vedea clădiri de zeci de metri cu ajutorul unei retine de câțiva milimetri). Schematic, formarea imaginii este reprezentată în Figura 64.

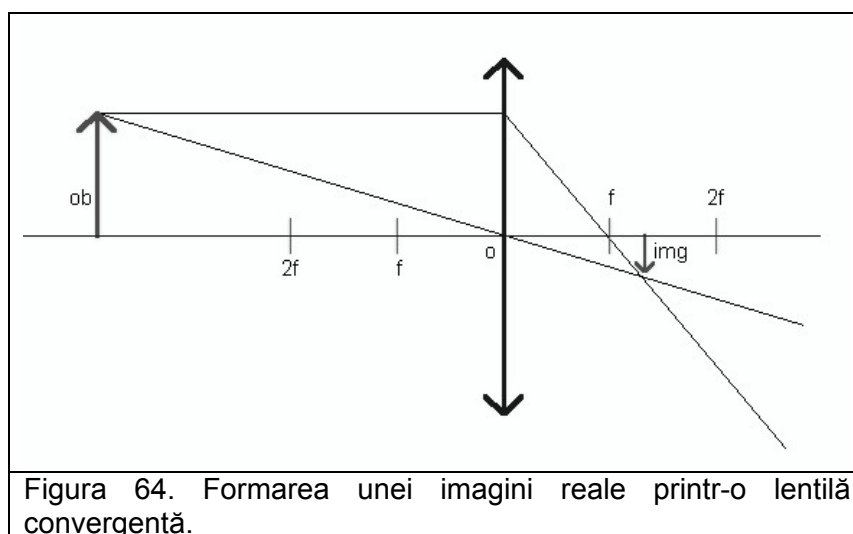


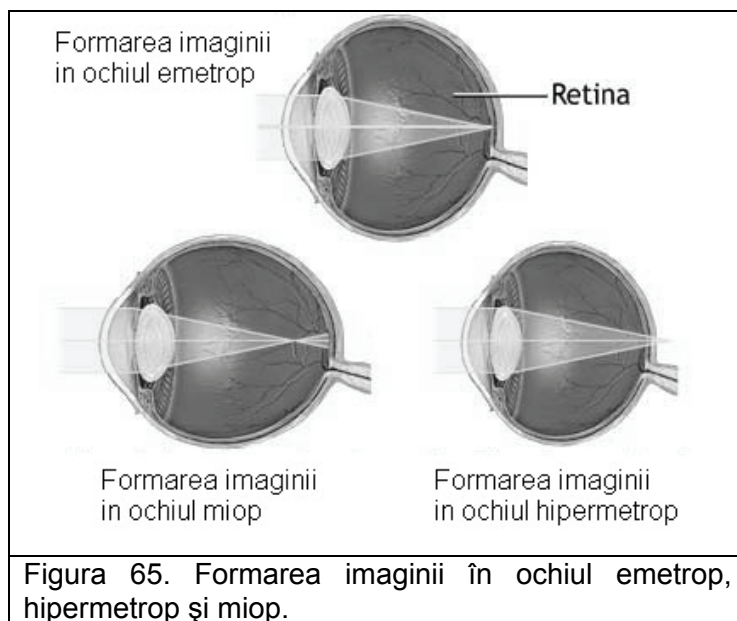
Figura 64. Formarea unei imagini reale printr-o lentilă convergentă.

La persoanele care au un diametru antero-posterior al globului ocular crescut, sau un cristalin prea bombat congenital sau dobândit, (la diabetici de exemplu prin hiperhidratare), imaginea se formează prea aproape de acesta, în fața retinei. Această anomalie poartă numele de **miopie**. Pentru a “împinge” imaginea mai departe de cristalin, până pe retină, trebuie să scădem puterea de refracție a sistemului optic. Acest lucru se face cu ajutorul unei **lentile biconcave** (Figura 65).

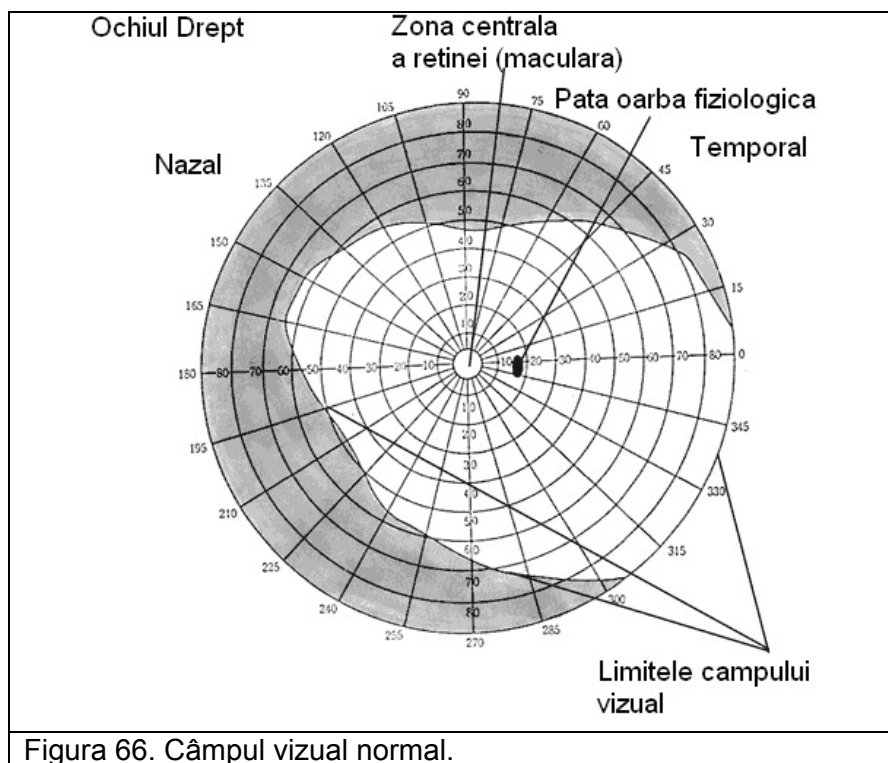
În cazul unui diametru antero-posterior scurtat sau a unui cristalin aplatizat, imaginea se formează în spatele retinei. Afecțiunea sus-menționată se numește **hipermetropie**. Pentru aducerea imaginii pe retină se folosesc **lentile biconvexe**, care cresc puterea de convergență a sistemului optic (Figura 65).

Un alt defect de formare a imaginilor îl reprezintă **astigmatismul**. Acesta presupune prezența unor denivelări pe suprafața corneei, astfel încât vor exista focare multiple. Corecția astigmatismului se face utilizând lentile cilindrice.

Acuitatea vizuală normală este determinată de densitatea celulelor receptoare din zona centrală a retinei. **Acuitatea vizuală normală este de 5/5.**



**Câmpul vizual** reprezintă aria care poate fi cuprinsă de ochi când acesta privește fix în față. Evident, câmpul vizual este limitat superior de arcada sprâncenoasă, medial de piramida nazală iar inferior de pomeții obrazilor. Lateral câmpul vizual este deschis, el putând trece de 110 grade. Datorită dispunerii diferite a celulelor cu conuri pe suprafața retinei, câmpul vizual este diferit pentru cele 3 culori fundamentale (Figura 66).



Câmpul vizual poate diferi fiziologic de la individ la individ, legat de particularitățile faciesului. Tulburările majore sunt reprezentate de **scotoame**, **hemianopsii** și **îngustări ale câmpului vizual**.

**Scotoamele** reprezintă “defecte” de câmp vizual, “zone oarbe” în care subiectul nu percepe lumina. De menționat că există un **scotom fiziologic** în câmpul vizual, dat de pata oarbă a retinei.

**Hemianopsiile** reprezintă lipsa unei jumătăți din câmpul vizual, sunt întotdeauna bilaterale și depind de localizarea leziunii.

**Îngustările câmpului vizual** reprezintă reduceri ale ariei câmpului vizual.

## REALIZAREA PRACTICĂ A LUCRĂRII

### A. DEMONSTRAREA FORMĂRII IMAGINII

Demonstrarea formării imaginii la nivelul ochiului uman necesită un banc optic simplu, care să conțină un ecran (hârtie de calc) și o lentilă convergentă de aproximativ 7 dioptrii. Ca obiect se poate folosi flacăra unei brichete, sau, dacă iluminarea exterioară este suficientă, se pot obține imagini ale obiectelor din jur (copaci, rama geamului, etc.). Se plasează lentila pe bancul optic și se apropie ecranul până când imaginea se formează clară pe hârtia de calc. Se notează distanța dintre ecran și lentilă (aprox 14 cm)(axul antero-posterior al acestui „ochi experimental”). Se înlocuiește lentila cu una de 12 dioptrii (cristalin prea bombat, ochi miop). Se observă formarea imaginii clare mai aproape de lentilă, la aprox. 8 cm, axul „normal” fiind de 14 cm, deci imaginea se formează clară în fața retinei. Pentru a „împinge” imaginea pe retină (ecran) se pune în fața lentilei convergente o lentilă divergentă de -5 dioptrii. Se observă că acest „ochelar” divergent corectează miopia, imaginea formându-se clară pe ecran.

Se montează pe banc o lentilă de +4 dioptrii în locul celei de 7 (cristalin prea aplatizat, ochi hipermetrop). Se observă formarea imaginii clare la aproximativ 25 cm, adică în spatele retinei. Se adaugă o lentilă de +3 dioptrii și se observă cum „ochelarul” determină formarea imaginii clare pe retină. Acesta este principiul corectării hipermetropiei cu lentile convergente.

### B. DETERMINAREA ACUITĂȚII VIZUALE.

Determinarea acuității vizuale se realizează cu ajutorul unui imprimat de dimensiune standard, numit optotip.

În mod normal, o persoană sănătoasă poate citi primul rând al optotipului de la 50 m, al doilea de la 40... 30, 25, 20, 15, 12, 10, 8, 6, iar ultimul de la 5m. Practic citirea se face la 5m, de unde, un subiect sănătos poate citi ultimul rând. Exprimarea se face printr-un raport dintre distanța de la care se face citirea (5m) și distanța la care ar trebui să poată fi citit ultimul rând pe care îl vede subiectul.

EXEMPLU: Pacientul vede de la 5 metri doar primul rând, pe care ar trebui să îl vadă de la 50m – acuitatea vizuală este de 5/50.



*Studentul va privi de la 5m optotipul cu un singur ochi. Se notează ultimul număr perceput corect. Se montează în rama ochelarului de test lentile de putere crescătoare până când se obține un optim de vedere, cât mai aproape de 5/5. Dacă se suspectează o miopie, se va începe prin montarea de lentile divergente. Dacă nu se constată îmbunătățirea acuității vizuale, se încearcă lentile convergente, în ideea unei hipermetropii. Rezultatele obținute pot fi mai puțin satisfăcătoare dacă persoana prezintă și astigmatism, situație în care corecția necesită lentile cilindrice.*

### C. DEMONSTRAREA MECANISMELOR ACOMODĂRII

Conform principiilor fizicii, o lentilă nu poate avea 2 distanțe focale diferite, din această cauză ea nu poate produce imagini absolut clare pentru obiecte situate la distanțe diferite. Cel mai simplu exemplu care susține această afirmație este cel al „perdelei”. Subiectul se află într-o încăpere și privește pe geam. El nu poate percepe clar simultan obiectele situate afară și ochiurile perdelei. Când își focalizează privirea asupra perdelei, claritatea imaginilor obiectelor exterioare se pierde, și invers.

Experimentul Purkinje-Sanson (Figura 67) se realizează într-o cameră obscură. Subiectul este rugat să privească flacăra unei lumânări situată la aproximativ 1m. Examinatorul privește reflexiile luminoase din ochiul subiectului. Va observa 3 imagini ale flăcării: 2 drepte și una răsturnată. Cele drepte sunt formate prin reflexia luminii pe suprafața corneei, respectiv pe fața anterioară a cristalinului. Imaginea răsturnată se formează pe fața posterioară a cristalinului, care se comportă ca o oglindă concavă. Privind aceste imagini, se cere subiectului să focalizeze un obiect situat dincolo de lumânare, menținând capul nemișcat și privirea fixată înainte. Se va observa cum imaginile drepte se mișcă, datorită mișcării suprafețelor cristalinului și corneei.

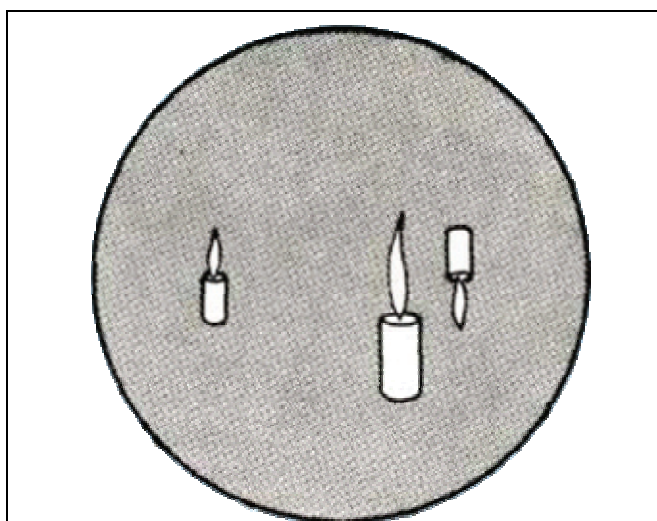


Figura 67. Experimentul Purkinje-Sanson.

#### D. DEMONSTRAREA ADAPTĂRII LA VARIATIILE DE LUMINOZITATE.

Evidențierea reflexului pupilar se poate face foarte simplu, cu ajutorul unei surse de lumină care este proiectată spre unul din ochii subiectului. În mod normal se produce o micșorare sincronă a ambelor diametre pupilare. Efectul este mai accentuat la ochiul în care se proiectează lumina, dar inegalitatea între cele 2 pupile nu depășește 2 mm în mod fiziologic, deci nu există criterii de anizocorie.

Timpul de recuperare al unui pigment retinian poate fi determinat cu ajutorul unui cronometru și al unei cutii întunecate în care subiectul privește. Se aprinde o lumină albă puternică, apoi aceasta se stinge și se aprinde o lumină colorată (una din cele 3 culori fundamentale) slabă. În momentul stingerii luminii albe se pornește cronometrul. Când subiectul vede lumina colorată, cronometrul se oprește și se citește timpul de recuperare al pigmentului respectiv. Timpul normal nu depășește 10 secunde.

Evidențierea fenomenului de persistență se poate face cu ajutorul unui LED colorat și a unui generator de impulsuri cu frecvență variabilă. La frecvențe mici se observă ca LED-ul luminează intermitent. Crescând treptat frecvența, la un moment dat impresia este de iluminare continuă, datorită fenomenului de persistență.



*Măsurați timpul de recuperare și determinați fenomenul de persistență. Completați Fișa de lucru!*



### E. DEMONSTRAREA ASTIGMATISMULUI

Se poate efectua cu ajutorul unui aparat numit "Keratoscopul Placido" (Figura 68). Acesta nu este altceva decât o planșă pe care sunt trasate cercuri întunecate și luminoase concentrice. Subiectul privește cercurile iar examinatorul privește reflexia acestor cercuri pe corneea subiectului. În mod normal reflexia pe corneea trebuie să fie tot cercuri concentrice. Dacă pacientul prezintă denivelări la nivelul corneei, cercurile vor apărea deformate.



Figura 68. Keratoscopul Placido

### F. DEMONSTRAREA PREZENȚEI PETEI OARBE

Se poate face cu ajutorul unei coli pe care sunt desenate un cerc și un pătrat:

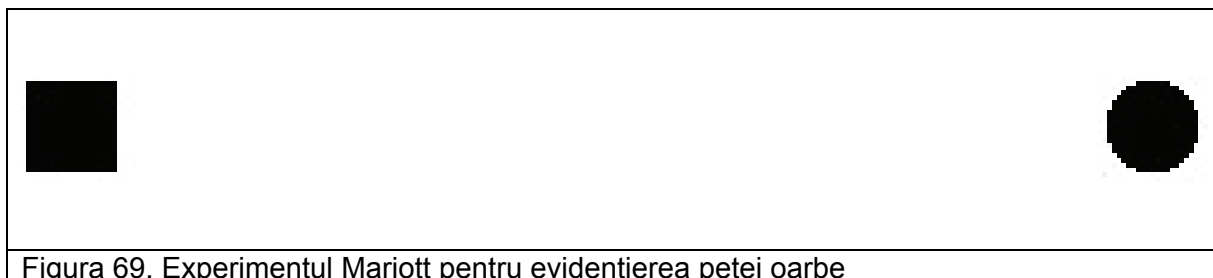


Figura 69. Experimentul Mariott pentru evidențierea petei oarbe

Închideți (sau acoperiți) ochiul drept, iar cu ochiul stâng priviți cercul de la circa 2m. Privirea trebuie să fie fixă asupra cercului, nu mișcați globul ocular! Veți vedea cercul, și, undeva în lateral pătratul. Apropiați-vă încet de coală (sau monitor). La un moment dat pătratul va dispărea din câmpul vizual, urmând ca el să apară din nou pe măsură ce ne apropiem. Pătratul nu a fost vizibil în acel interval de distanțe deoarece imaginea sa se proiecta în perimetrul petei oarbe. Pentru ochiul drept, se va închide ochiul stâng și se va privi pătratul. La un moment dat cercul va dispărea din câmpul vizual din același motiv.

### G. DETERMINAREA CÂMPULUI VIZUAL

Se efectuează cu ajutorul unui aparat numit perimetru. Subiectul fixează bărbia în suportul aparatului iar cu ochiul de examinat privește fix bila albă din centrul semicercului. Celălalt ochi va fi acoperit. Examinatorul aduce treptat, dinspre periferia semicercului spre centru, un obiect alb (sau colorat). În momentul în care subiectul vede bagheta, notează



unghiul pe un formular tipărit. Apoi semicercul se rotește cu 10 grade și operațiunea se repetă. La final, după ce semicercul a descris o rotație completă, vom obține un grafic cu totalitatea punctelor văzute de subiect = câmpul vizual.



*Determinați câmpul vizual separat pentru obiectul alb precum și cele trei colorate. Efectuați determinarea pentru ambii ochi. Completați Fișa de lucru! Efectuați proba la cel puțin trei studenți diferiți. Comparați rezultatele obținute la studenți diferiți.*

## H. EVIDENȚIEREA DISCROMATOPSIILOR

Poate fi făcută cu ajutorul unor imagini formate din nuanțe de roșu și verde, pe care subiectul nu le poate deosebi. Planșele speciale prezintă numere de culori din ce în ce mai intense, astfel încât se poate aprecia și gradul afectării.

## I. ILUZII OPTICE

Iluziile optice sunt percepții sau reprezentări eronate ale imaginilor unor obiecte reale. Imaginile preluate de retină sunt mixate la nivelul chiasmei optice și transmise ariilor corticale pentru a fi prelucrate și corelate. În anumite condiții procesele de interpretare și asociere pot avea ca rezultat reprezentări diferite față de mărimile fizice reale ale obiectelor. există în principiu 3 mari tipuri de iluzii optice:

**a.** Iluzii optice propriu-zise, în care imaginea obținută pe retină diferă față de obiectul real. Cele mai tipice sunt iluziile cauzate de perspectivă.

De exemplu imposibilitatea aprecierii distanței la care se află 2 surse luminoase în întuneric. Vom fi tentați să credem că cea mai apropiată este cea mai intensă.

Sau, o linie de cale ferată dreaptă privită în depărtare dă impresia că șinele se apropie la un moment dat.

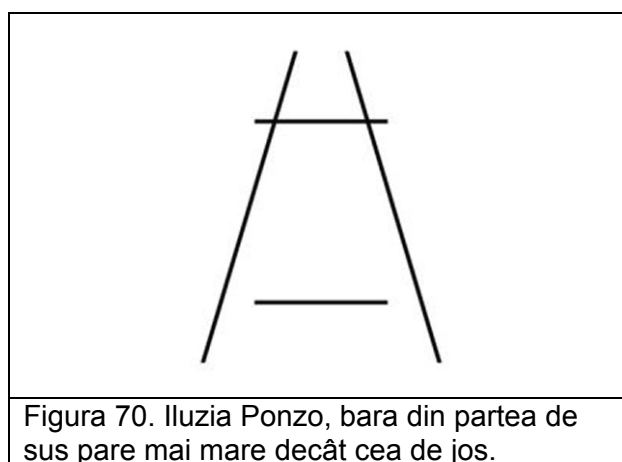


Figura 70. Iluzia Ponzo, bara din partea de sus pare mai mare decât cea de jos.

**b.** Iluzii optice fiziologice – datorată unor diferențe mari de stimulare la nivel cerebral (de exemplu diferențe mari de contraste dau impresia unor diferențe de dimensiuni)

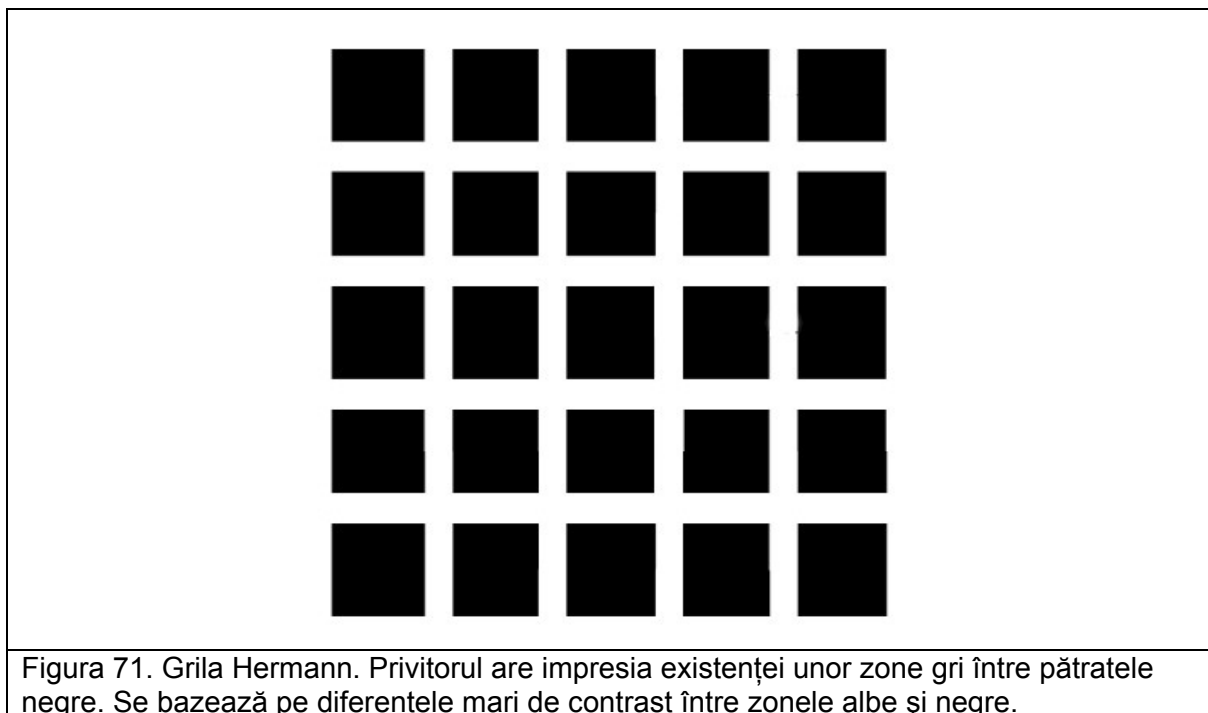


Figura 71. Grila Hermann. Privitorul are impresia existenței unor zone gri între pătratele negre. Se bazează pe diferențele mari de contrast între zonele albe și negre.

c. Iluziile cognitive – cele mai complexe, în care între informațiile furnizate de retină și interpretările oferite de creier apar asociații la nivelul subconștientului. Cel mai clasic exemplu îl reprezintă figurile Rubin:

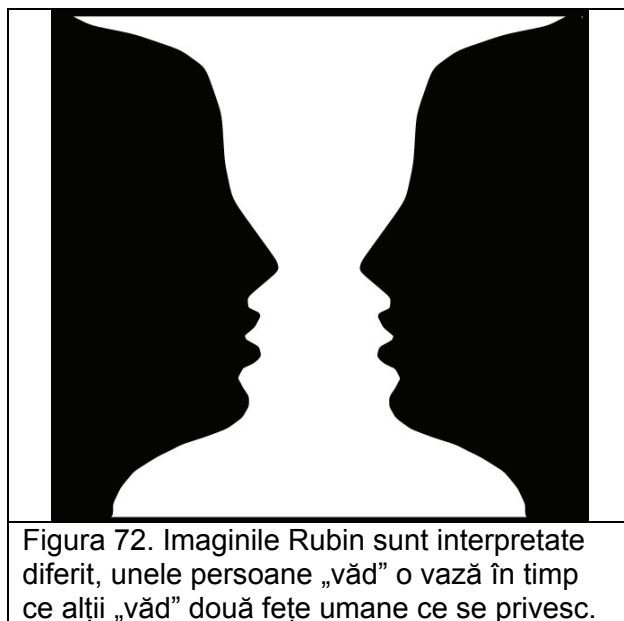


Figura 72. Imaginile Rubin sunt interpretate diferit, unele persoane „văd” o vază în timp ce alții „văd” două fețe umane ce se privesc.

Dar poate cel mai ilustrativ exemplu al iluziilor optice cognitive îl reprezintă „The spinning dancer” creată de Nobuyuki Kayahara, pe care însă nu îl putem reproduce deoarece reprezintă o dansatoare care se rotește. Uneori impresia este de rotire spre dreapta, alteori de rotire spre stânga. Există un mic procent de persoane care pot schimba voluntar direcția de rotire a dansatoarei. Imaginea este disponibilă ca fișier .gif animat pe Internet la adresa: [http://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Spinning\\_Dancer](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Spinning_Dancer).