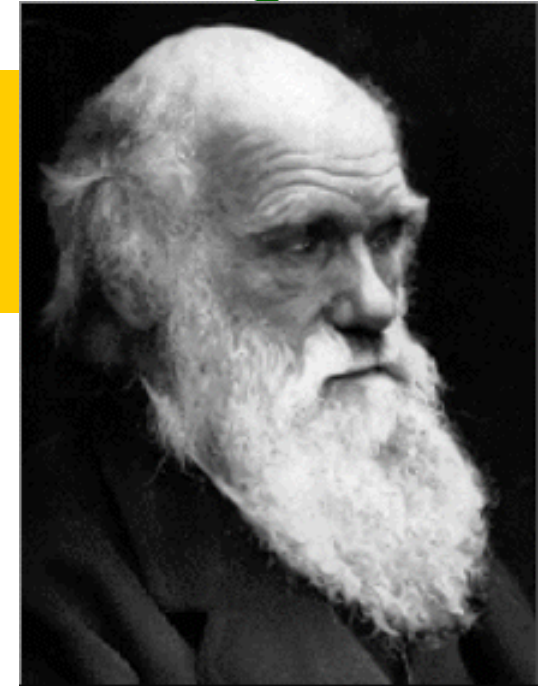


Teorija evolucije



# V. EVOLUCIJA PONAŠANJA

Prof dr Jelka Crnobrnja Isailović



Čarls Darwin

“Postanak vrsta”

“Poreklo čoveka”

“Izražavanje emocija kod čoveka i životinja”

The slide features a yellow horizontal banner at the top. To the left of the banner is a vertical strip with a repeating pattern of small, light-colored diagrams, possibly representing neural or behavioral models. A green curved line starts from the top right, loops over the banner, and ends at a small black circle with white dots on the left side of the banner. The word "ETOLOGIJA" is written in large, bold, black serif font on the yellow banner.

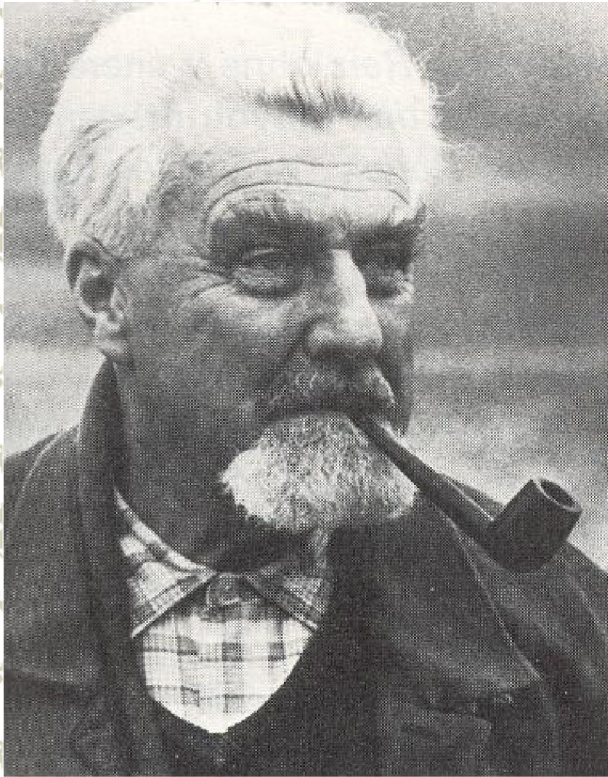
# ETOLOGIJA

Mehanizmi ponašanja

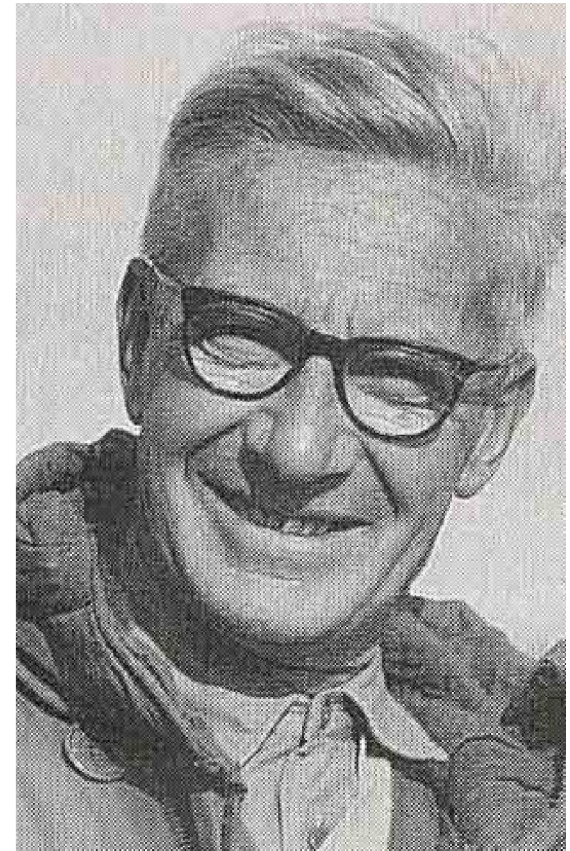
Adaptivna funkcija ponašanja

Filogenetski razvoj ponašanja

# ETOLOGIJA



Konrad Lorenz



Niko Tinbergen

# EKOLOGIJA PONAŠANJA



E. O. Wilson

## SOCIOBIOLOGIJA

Evolucioni modeli proučavanja delovanja prirodne selekcije na ponašanje uz proučavanje socijalnog ponašanja



# PONAŠANJE KAO FENOTIPSKA KARAKTERISTIKA

INSTINKTIVNO  
ili  
NAUČENO

INSTINKTI - funkcionalna ponašanja i genetički  
determinisana

UČENJE – modifikacija individualnog ponašanja  
kao odgovor na specifična iskustva  
(takođe i starost, fiziološko stanje, sredinski uslovi)



# PONAŠANJE KAO FENOTIPSKA KARAKTERISTIKA

Fenotipska varijansa karakteristike ponašanja

genetička komponenta

sredinska komponenta

# PONAŠANJE KAO FENOTIPSKA KARAKTERISTIKA

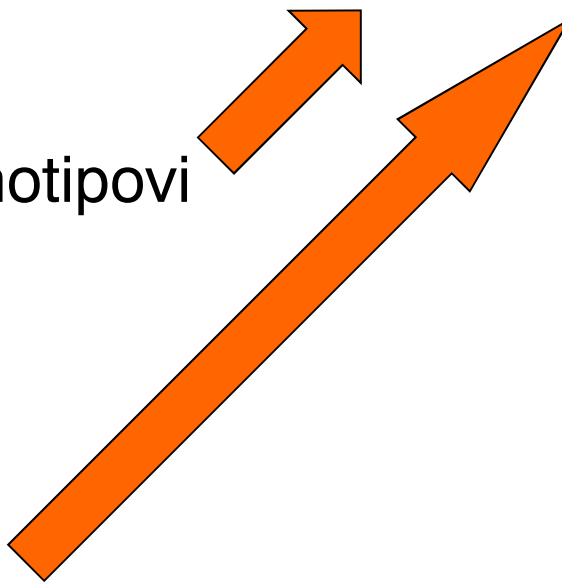
Varijansa ekspresije karakteristike ponašanja

Različiti genotipovi

ili

Isti genotip

← varijansa prethodnog iskustva (učenja)







# PONAŠANJE KAO FENOTIPSKA KARAKTERISTIKA

Evolucioni faktori određuju koji će genotipovi  
tj norme reakcije genotipova postojati u populaciji.

# PONAŠANJE KAO FENOTIPSKA KARAKTERISTIKA

## RAZLIKE IZMEĐU VRSTA

Malo ili nimalo mogućnosti za učenje



Leptir Monarh

# PONAŠANJE KAO FENOTIPSKA KARAKTERISTIKA

## RAZLIKE IZMEĐU VRSTA

Karakteristika ponašanja se širi u populaciji putem učenja

White-crowned Sparrow (immature)



Photo by Fred Hurteau, www.NCBirds.com

*Zonotrichia leucophrys*



# PONAŠANJE KAO FENOTIPSKA KARAKTERISTIKA

## RAZLIKE IZMEĐU VRSTA

Vrste se u velikoj meri razlikuju po tome koja ponašanja mogu biti modifikovana i u kom opsegu.



# PONAŠANJE KAO FENOTIPSKA KARAKTERISTIKA

## RAZLIKE IZMEĐU VRSTA

Ako je vrsta selekcionisana da uči samo one zadatke čija je sposobnost učenja korisna za vrstu, tada će sposobnost učenja biti veoma zavisna o kontekstu u kom je ta vrsta evoluirala.

# PONAŠANJE KAO FENOTIPSKA KARAKTERISTIKA

## RAZLIKE IZMEĐU VRSTA



*Nucifraga columbiana*



*Columba sp.*



# PROUČAVANJE ADAPTIVNE VREDNOSTI PONAŠANJA

## TELEOLOŠKA I ANTROPOMORFNA TUMAČENJA PONAŠANJA

“odluka” o izbivanju konflikta = “koji od alternativnih fizioloških procesa (izbivanje ili ne) postoji ili pretpostavljamo da postoji”.



# PROUČAVANJE ADAPTIVNE VREDNOSTI PONAŠANJA

## TELEOLOŠKA I ANTROPOMORFNA TUMAČENJA PONAŠANJA

“poznavanje” protivnikove snage = “obrada putem moždane aktivnosti onih senzornih stimulusa emitovanih od strane druge jedinice koji su korelisani sa njenom jačinom”.





# PROUČAVANJE ADAPTIVNE VREDNOSTI PONAŠANJA

## TELEOLOŠKA I ANTROPOMORFNA TUMAČENJA PONAŠANJA

“sebično ponašanje” = “akt ponašanja koji, u proseku, izaziva veću adaptivnu vrednost izvođača nego alternativna ponašanja, koja bi, u proseku, mogla povećati adaptivnu vrednost drugih jedinki.”



# TEORIJA OPTIMALNOG TRAŽENJA

Koji potencijalni izvor hrane očekujemo da će jedinka izabrati ?

Koliko je određeni izbor opterećen rizikom od predatora ili kompeticije?

Kada jedinka treba da prestane da istražuje jedan deo staništa i počne da traži isplativiji?



# TEORIJA OPTIMALNOG TRAŽENJA

## OPTIMALNI IZBOR HRANE

Pojedinačni predator

Nema kompetitora

Dva ili više tipa potencijalne hrane

# TEORIJA OPTIMALNOG TRAŽENJA

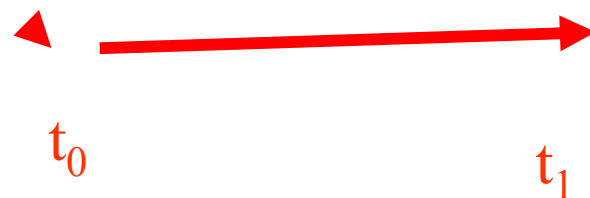
## OPTIMALNI IZBOR HRANE



$t_0$

# TEORIJA OPTIMALNOG TRAŽENJA

## OPTIMALNI IZBOR HRANE



# TEORIJA OPTIMALNOG TRAŽENJA

## OPTIMALNI IZBOR HRANE



# TEORIJA OPTIMALNOG TRAŽENJA

## OPTIMALNI IZBOR HRANE



PLEN 1.  $E_1$

$\lambda_1$

$h_1$



PLEN 2.  $E_2$

$\lambda_2$

$h_2$

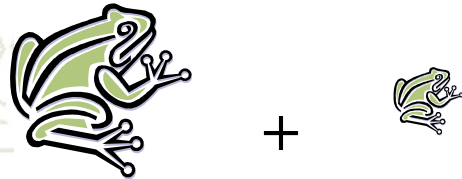
$E$ =unos kalorija;

$\lambda$ =verovatnoća sretanja/min;

$h$ =vreme potrošeno na “obradu” plena

# TEORIJA OPTIMALNOG TRAŽENJA

OPTIMALNI IZBOR HRANE  
-GENERALISTA-



TRAJANJE POTRAGE  $T_s$

$$E = \lambda_1 E_1 T_s + \lambda_2 E_2 T_s$$

$$T = (T_s) + (\lambda_1 h_1 T_s + \lambda_2 h_2 T_s)$$

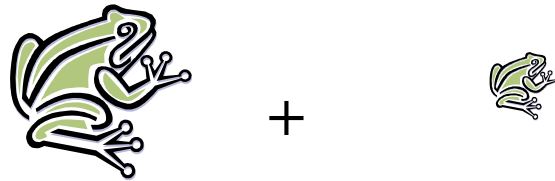
$$E/T = (\lambda_1 E_1 + \lambda_2 E_2) / (1 + \lambda_1 h_1 + \lambda_2 h_2) =$$



Prosečna brzina unosa



# TEORIJA OPTIMALNOG TRAŽENJA

## OPTIMALNI IZBOR HRANE -SPECIJALISTA-



Ako je  isplativiji od ,

$$E_1/h_1 > E_2/h_2$$

Onda će optimalni plen biti samo 

$(\lambda_1 E_1)/(1 + \lambda_1 h_1) > (\lambda_1 E_1 + \lambda_2 E_2)/(1 + \lambda_1 h_1 + \lambda_2 h_2)$  tj.

$(\lambda_1 E_1)/(1 + \lambda_1 h_1) > E_2 h_2$



# SEKSUALNA SELEKCIJA

Darvinov koncept:

Selekcija koja nastaje usled razlika u reproduktivnom uspehu (broj reproduktivnih događaja koji proizvode potomstvo tokom nekog standardizovanog vremenskog perioda).

# SEKSUALNA SELEKCIJA



Objašnjenje evolucije upadljivih osobina kao što su jarke boje, rogovi i ritualno ponašanje mužjaka mnogih vrsta.

# SEKSUALNA SELEKCIJA



Darvin je predložio sledeću podelu:

**INTRASEKSUALNA SELEKCIJA** – takmičenja između mužjaka za pridobijanje ženke;

**INTERSEKSUALNA SELEKCIJA** – izbor od strane ženke.



# SEKSUALNA SELEKCIJA

Seksualno dimorfni karakteri mogu evoluirati iz mnogo drugih razloga:

Sposobnost mužjaka moljca da nađe ženku prepoznajući njen feromon je verovatno evoluirala putem ekološke selekcije jer je za njegovo preživljavanje pa i reproduktivni uspeh neophodno da prepozna da li će se takmičiti sa drugim mužjacima ili ne.

Osobine evoluirale ekološkom selekcijom često bivaju modifikovane seksualnom selekcijom.



# SEKSUALNA SELEKCIJA

Seksualna selekcija je rezultat KONFLIKTA između dve reproduktivne strategije:

**MUŽJAK** može da oplodi mnoge ženke i malo smanjuje adaptivnu vrednost ako izabere jednu neodgovarajuću ženu;

**ŽENKA** tokom jednog reproduktivnog perioda biva oplodena samo od strane jednog mužjaka i njena adaptivna vrednost biće značajno umanjena ako odabere neodgovarajućeg mužjaka.




# SEKSUALNA SELEKCIJA

ŽENKE su OGRANIČAVAJUĆI RESURS za mužjake (mužjaci se bore za ženku);

MUŽJACI nisu ograničavajući resurs za ženke.

## **Bejtmanov princip:**

Varijansa reproduktivnog uspeha mužjaka je veća od varijanse reproduktivnog uspeha ženki.



ŽENKE su OGRANIČAVAJUĆI RESURS za mužjake  
(mužjaci se bore za ženku);

MUŽJACI nisu ograničavajući resurs za ženke.

ALI

mogu biti ograničavajući resurs za ženke kod onih  
vrsta gde mužjaci vode brigu o potomstvu.



# SEKSUALNA SELEKCIJA



# SEKSUALNA SELEKCIJA

PUTEM NADMETANJA



# SEKSUALNA SELEKCIJA



# SEKSUALNA SELEKCIJA

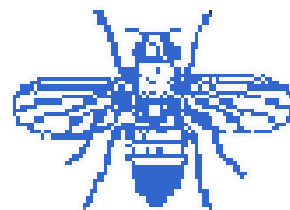


## SEKSUALNA SELEKCIJA

može biti ograničena ekološkom selekcijom ako je cena krupnijeg tela ili strukture za nadmetanje toliko velika da drastično smanjuje adaptivnu vrednost.

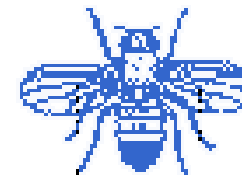
# SEKSUALNA SELEKCIJA

PUTEM KOMPETICIJE MEĐU SPERMATOZOIDIMA



e/e  
female

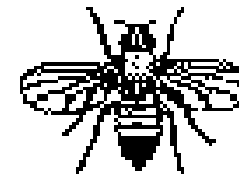
X



e/e male

1st

X



+/+ male

2nd



# SEKSUALNA SELEKCIJA

## PUTEM KOMPETICIJE MEĐU SPERMATOZOIDIMA

-proizvodnja većeg broja spermatozoida;  
-preimućstvo spermatozoida (većina jaja ženke biće oplodena spermom samo jednog od mužjaka sa kojima se parila – obično poslednjeg) – genetički determinisana sposobnost odstranjivanja spermatozoida prethodnog mužjaka i razvijena otpornost na odstranjivanje putem sperme mužjaka koji će se pariti posle). Kod *Drosophila* nema korelacije između ove dve osobine.



# SEKSUALNA SELEKCIJA

## PUTEM IZBORA PARTNERA

-Zašto ženke privlače mužjaci sa preuveličanim stanjima određenih karakteristika, naročito onih karakteristika koje čak predstavljaju balast za mužjake koji ih poseduju?



# SEKSUALNA SELEKCIJA

## PUTEM IZBORA PARTNERA

1. Direktna korist – prepoznavanje kvalitetnog muškaka putem karakteristike korelisane sa kvalitetom (mužjaci koji brinu o potomstvu).





# SEKSUALNA SELEKCIJA

## PUTEM IZBORA PARTNERA

2. Indirektna korist – prepoznavanje nosioca “kvalitetnih” gena.



# SEKSUALNA SELEKCIJA

## PUTEM IZBORA PARTNERA

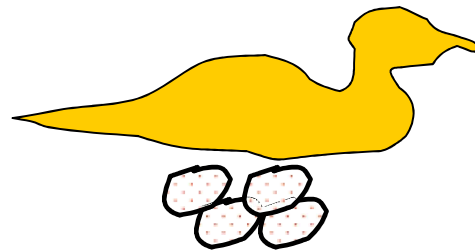
3. Vizuelna greška - ženke preferiraju određeno stanje karakteristike ili karakteristiku i pre nego što je evoluirala – zbog organizacije senzornog sistema ili zato što je adaptivna u nekom drugom kontekstu

Ili

Zbog uopštene preferencije životinja ka **SUPERNORMALNIM STIMULUSIMA**.

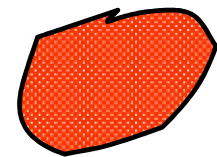
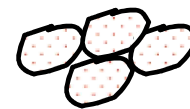
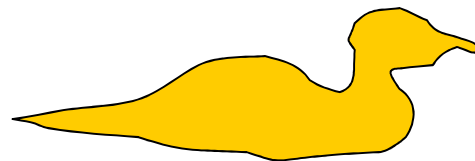
# SEKSUALNA SELEKCIJA

PUTEM IZBORA PARTNERA



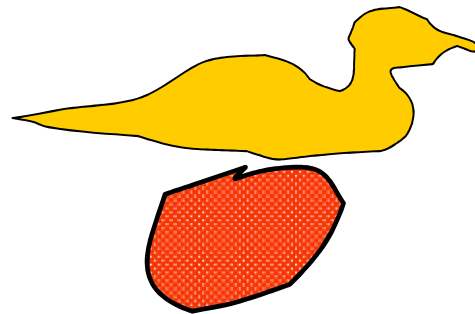
# SEKSUALNA SELEKCIJA

PUTEM IZBORA PARTNERA



# SEKSUALNA SELEKCIJA

PUTEM IZBORA PARTNERA



# SEKSUALNA SELEKCIJA



?

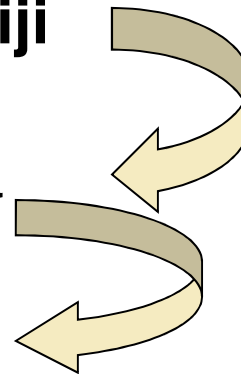


# ULOGA PONAŠANJA U EVOLUCIJI

**Sklonost ka disperziji**

Utiče na protok gena

Utiče na specijaciju



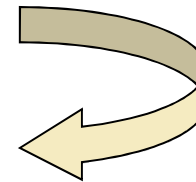
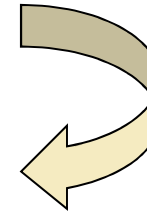


# ULOGA PONAŠANJA U EVOLUCIJI

## Reproduktivno ponašanje

Utiče na stvaranje prezigotnih  
izolacionih mehanizama

Utiče na specijaciju







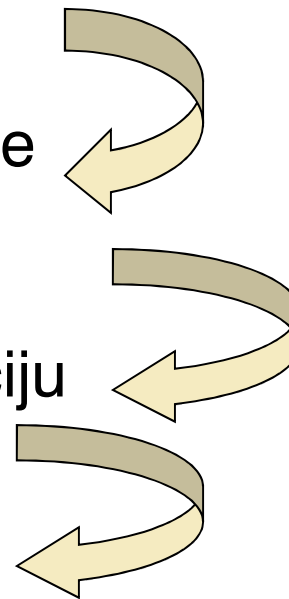
# ULOGA PONAŠANJA U EVOLUCIJI

## **Korišćenje resursa**

Utiče na brzinu genetičke  
i fenotipske divergencije

Utiče na ekološku izolaciju

Utiče na specijaciju





# ULOGA PONAŠANJA U EVOLUCIJI

Životinje putem ponašanja aktivno biraju sredinu

Dabrovi  
Pauci

bukvalno konstruišu povoljnu sredinu

Izbor staništa i hrane utiče na selekciju morfoloških i fizioloških karakteristika.



# ULOGA PONAŠANJA U EVOLUCIJI

Ponašanje može doprineti evolutivnoj stabilnosti drugih fenotipskih osobina, štiteći ih od selekcije.

Brze promene ponašanja kao odgovor na nagle sredinske promene omogućavaju jednkama da spreče fiziološki stres koji bi inače prouzrokovao smrt i, tako, delovanje selekcije.

To objašnjava morfološki i fiziološki konzervativizam u evoluciji.



# ULOGA PONAŠANJA U EVOLUCIJI

Ponašanje može proizvesti direkcionu selekciju za promenu drugih osobina,

odnosno,

može podstaknuti pomeranje ekološke niše.

Ernst Majr:

“Pomeranje u novu nišu ili adaptivnu zonu je, skoro bez izuzetka, inicirano promenom ponašanja.”