ECOLOCALITZACIÓ: ESTUDI COMPARATIU ENTRE ODONTOCETS I QUIRÒPTERS

Mònica Monje Ruiz
Grau de Biologia Ambiental
UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

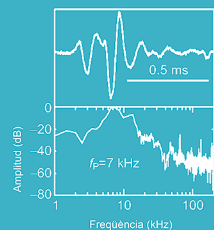
SENYALS

En funció del tipus de senyal d'ecolocalització trobem:

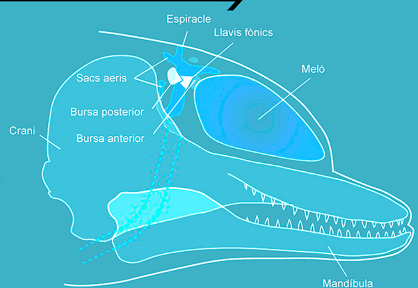
- **Xiuladors:** projecten trens de sons de curta durada i una gran amplada de banda.
- **No xiuladors:** projecten senyals de major durada i una amplada de banda estreta.

La **taxa de repetició** de sons ha de permetre que els ecos de retorn tornin a l'animal abans d'emetre el següent senyal, i augmenta a mida que s'apropa a l'objectiu. Poden modular la **amplada de banda** i **freqüència** de les senyals, establint que:

Senyals amb menor taxa de repetició i major amplitud es fan servir per **analitzar el medi**, i augmenta la taxa de repetició i disminueix l'amplitud del senyal un cop establert un **objectiu**.



PRODUCCIÓ SO

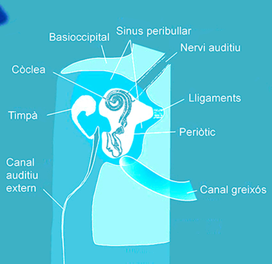


El so es genera a partir del pas forçat d'aire entre els **llavis fònics** i pels **sacs aeris**, causant la **vibració** de les **burses** associades. Hi ha dues burses anteriors i dues posteriors plenes de greix i incrustades als llavis fònics, en el complex nasal. Aquest mecanisme està associat al **meló**, que és una regió de teixit adipós ric en àcid isovalèric i teixit conjuntiu que actua com una lent acústica, amplificant el senyal sonor gràcies a la **diferent densitat** dels greixos del seu interior.

La **taxa d'emissions** de sons es controla mitjançant l'**obertura** i el **tancament** dels llavis fònics.

Asimetria cranial i facial amb una major especialització del costat dret en la **producció de so**, i de l'esquerre en la **respiració**. També podria ajudar a discriminar la **direcció del so** ja que tot i no tenir pavellons auriculars, tenen un **sistema auditiu direccional**

RECEPCIÓ SO



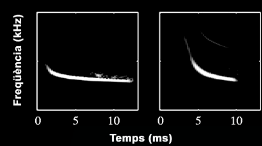
No tenen pavelló auricular, i l'oïda externa està molt reduïda, per això es creu que **el so es rep a través d'os i teixit tou**

El so entra al sistema auditiu a través del **greix intermandibular** de la part més prima de la mandíbula inferior, on es troba just al costat de la bulla timpànica, juntament amb el **meló**. L'energia sonora es transmet a través d'un canal ple de greix cap a l'os timpano-periòtic, on xoca contra la membrana timpànica. Aquesta energia es conduïda i amplificada a través dels ossos de l'orella mitjana (martell, enclusa i estrep) fins la fenestra oval de l'oïda interna, on les vibracions són transmeses fins la **membrana basilar de la còclea**. Dins es troba l'**òrgan de Corti** que té unes cèl•lules ciliades que transformen la vibració en energia nerviosa que anirà fins el **cervell**, on tenen un còrtex auditiu primari molt desenvolupat per analitzar els sons.

SENYALS

Els senyals que emeten estan relacionats amb el tipus d'hàbitat i l'estratègia de caça, però tots, per caçar, han de passar per una sèrie de fases:

- **Detecció**: distingir entre els ecos els procedents d'algun objectiu potencial, o bé olorar o escoltar a la presa directament.
- **Classificació**: mitjançant informació **característica** de l'eco poden caracteritzar l'objectiu (mida, forma, textura...).
- **Localització**: l'ecolocalització revela la posició de l'objectiu pel seu abast i pels angles espacials horitzontals i verticals.



Components del senyal d'ecolocalització

- Banda ample → Freqüència modulada (FM) — Útils per la localització exacte de l'objectiu, mesurant distància i angles.
- Banda estreta → Freqüència casi-constant (QCF), Freqüència constant llarga (CF) — Útils per detectar i classificar un objectiu.

Les senyals d'ecolocalització acostumen a ser **combinacions dels diferents components**

PRODUCCIÓ SO

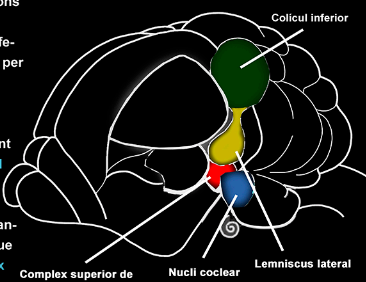
Es genera a través de la **laringe**, mitjançant la **vibració dels plecs ariepiglòtics**, i es canalitzat per la boca o el nas.

Per això trobem espècies amb **modificacions a la zona nasal**, per amplificar el senyal.

RECEPCIÓ SO

L'oïda dels ratpenats és **igual a la de la resta de mamífers**, l'encarregat de rebre el so és el **pavelló auricular**. Les ones sonores fan vibrar el timpà, aquesta vibració arriba a la **còclea** a través de la cadena d'ossos de l'orella mitjana (martell, enclusa i estrep) i estimula les **cèl•lules de ciliades** de la **membrana basilar**. Aquestes les transformen en energia elèctrica que anirà al cervell. Detecten la **freqüència del senyal** segons la zona de la membrana basilar que fa vibrar el senyal, i la **membrana tectorial**, que està per sobre de la basilar, està feblement enganxada a l'os. Això fa que la vibració causada per l'ona sonora es vegi molt **amplificada**.

Un cop transformat en senyals nerviosos el senyal auditiu segueix sent analitzat pel **sistema auditiu central** mitjançant un processament molt desenvolupat en que cada **regió del còrtex** auditiu té unes neurones especialitzades per analitzar una característica concreta del senyal. Algunes d'aquestes regions són el **nucli coclear**, que sintonitza una banda estreta de freqüències; el **nucli lateral del lemniscus**, que s'encarrega de la integració de les freqüències; el **complex de l'oliva** que s'encarrega del processament de patrons temporals; i un gran **colícul inferior** amb una **organització tonotròpica** de les neurones.



CONVERGÈNCIA ADAPTATIVA

Tot i ser espècies que habiten en medis molt diferents han arribat a un **mateix mecanisme**. El medi aquàtic el so viatja amb més facilitat, però trobem **casos comparables** al medi desordenat dels **ratpenats**.

Estudis genètics dels dos grups basats en la seqüenciació d'una proteïna que participa en el sistema auditiu no donen uns resultats clars, però al analitzar 3 **gens** diferents, també involucrats en l'**audició** d'aquests grups, van observar una evidència d'**evolució paral·lela** en les seves seqüències, **relacionant genèticament l'ecolocalització d'ambdós grups**.

Degut a la **gran utilitat** del sentit d'ecolocalització per **sobredetectar preses**, s'ha generat una pressió depredadora que ha fet que les preses pateixin **processos de coevolució** en front el depredador. En **odontocets** s'ha vist que alguns peixos com *Alosa alosa* poden sentir els ultrasons i fugir al sentir l'arribada del depredador.

En ratpenats, tenint en compte els **problemes de percepció** que es poden trobar, hi ha tres medis diferents: l'espai **ordenat**, l'espai amb un **fons de desordre** i l'espai **molt desordenat**. En funció d'això, variaran les senyals emeses (p.e. senyals CF/FM en medis molt sorollosos). L'espai desordenat es comparable al medi en que es troben alguns odontocets com les **marsopes** que viuen en la costa i els **dofins de riu**, que emeten **senyals similars** a les de ratpenats. Així doncs, els medis tampoc difereixen tant.

En quiròpters, els **insectes**, han desenvolupat una sèrie de **mecanismes d'evitació** a la **detecció o emissió d'ultrasons** i poden fer maniobres evasives. Com a resposta, els ratpenats han desenvolupat **tècniques de contraatac** com canviar el tipus de senyal d'ecolocalització a **freqüències no audibles** pels insectes.