



Em sents? Taller de percepció auditiva

Objectius del taller

Objectius científics

Descobrir que:

- Per localitzar la procedència dels sons cal audició binaural
- La capacitat de localitzar els sons depèn de la distància que ha de recórrer el so que arriba a cada orella (a més distància menys intensitat de so i més retard, el nostre sistema auditiu pot aprofitar aquestes dues fonts d'informació però el nostre experiment no les distingeix).

Objectius procedimentals

- Aprendre a fer servir plantilles per recollir dades, i a resumir les dades recollides de manera que es faciliti la seva interpretació.
- Aprendre fonaments d'estadística (idea de variable aleatòria).
- Aprendre a graficar i interpretar una corba psicomètrica.
- Entendre la base (iterativa) del mètode científic: inducció (dades > teories) i deducció (teories > dades). (seria fantàstic arribar a això però no sé si podem. Veure discussió més avall)

Experiment inicial

Tots els nens en rotllana. Un nen surt al mig de la rotllana i se li embenen els ulls. El tallerista fa picar de mans a nens de la rotllana. El nen amb els ulls embenats ha d'indicar amb el braç d'on ve el so.

El mateix es repeteix amb un nou nen, que porta a les orelles el "casc" que "inverteix" les orelles. En principi ha de tenir moltes més dificultats per detectar d'on ve el so (si no les té, es pot provar amb una altra persona).

Es fa una reflexió inicial sobre el que acaben de veure:

Per què pensen que ho feien tan diferent els dos nens?

Pensen que si ho provem amb un gorro que ens tapi les orelles també ens costarà tant?

És per què duia les orelles tapades o pensen que és per alguna altra raó?

Què té d'especial aquest artefacte tan peculiar?

Hauríem d'acabar conclouent que per saber localitzar els sons en l'espai ens cal que a) les dues orelles rebin informació alhora, i b) cada orella rebi la informació del seu cantó. D'això se'n diu



escolta binaural (https://ca.wikipedia.org/wiki/Escolta_binaural) i ara l'estudiarem en un experiment.

Desenvolupament dels experiments que els nens fan sols

A l'aula hi ha 5 cadires. Hi ha 3 nens per taula (en total hi ha lloc per 15 nens). Darrera de cada cadira hi ha un tub enganxat al terra amb precinte. El terra té 5 marques fetes amb cel·lo.

Cadascun dels 3 nens té un rol diferent:

- Nen 1: assegut a la cadira, amb els ulls enbenats, haurà d'endevinar si el so ve de l'orella dreta o de l'esquerra.
- Nen 2: està dret darrere la cadira, aguantant els dos embuts sobre les orelles del nen assegut.
- Nen 3: està "pel terra", picant amb un bolígraf sobre les marques. Aquest nen va picant de manera aleatòria fins que omple tot un quadre de recollida de dades. Apunta D o E, segons que el nen assegut hagi dit dreta (D) o esquerra (E). El nen pica amb un únic cop sobre el tub. El nen assegut no pot demanar que se li repeteixi ni el nen que pica repetir-ho. Cal sempre marcar dreta o esquerra (no es pot dir "mig").

Discussió 1:

El "tallerista" explica el procediment i fa una demostració de com cal fer-ho.

Experiment 1.1:

Es fa una primera ronda seguint el procediment anterior. Un cop completat el full de recollida de dades, els nens canvien els seus rols.

Experiment 1.2:

Es fa una segona ronda omplint un nou quadre de recollida de dades. Nou canvi de rols

Experiment 1.3, versió 1: (grup lent)

Es fa una tercera ronda omplint un nou quadre de recollida de dades.

Experiment 1.3, versió 2: (grup àgil, no l'hem pogut fer mai)

Si es veu que el grup està anant bé de temps i la gent va seguint bé, farem la següent variant:

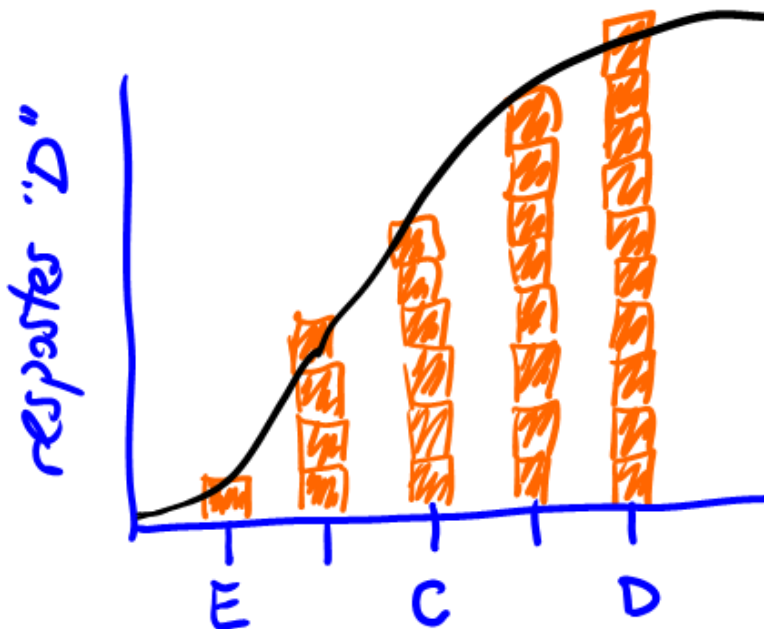
- Abans de fer la tercera ronda desplaçem el tub del terra lleugerament, centrant la marca central del terra en la posició marcada amb una cinta de color sobre el tub.
- L'experiment procedeix igual com fins ara, picant en els punts on hi ha les marques al terra.



Discussió 2:

Es demana a cada grup que compti el número de D (resposta "dreta") que té per fila a cada quadre del full de recollida de dades (es pot fer que sumin el total de les 3 taules i directament cada grup només diu aquest total). Se'ls va demanant el resultat grup a grup (si hem fet l'experiment 1.3, versió 2, recollirem en aquest punt només les dades dels experiments 1.1 i 1.2), i el tallerista va fent una gràfica dibuixant quadrats sobre la cartolina que estarà enganxada a la pissarra, fent un diagrama de barres. Al final, s'uneixen els punts finals aconseguits dibuixant la forma de la corba.

Alternativament, es pot fer que cada grup vagi a la pissarra i un dels nens del grup dibuixi els quadrats sobre la cartolina (aquesta versió és millor, perquè els nens entenen millor la gràfica que s'està fent).



Això és una **funció psicomètrica** (https://en.wikipedia.org/wiki/Psychometric_function) i és una eina molt important per a quantificar la nostra percepció. Amb els nens caldrà repassar el significat de la corba per assegurar-nos que l'entenen.

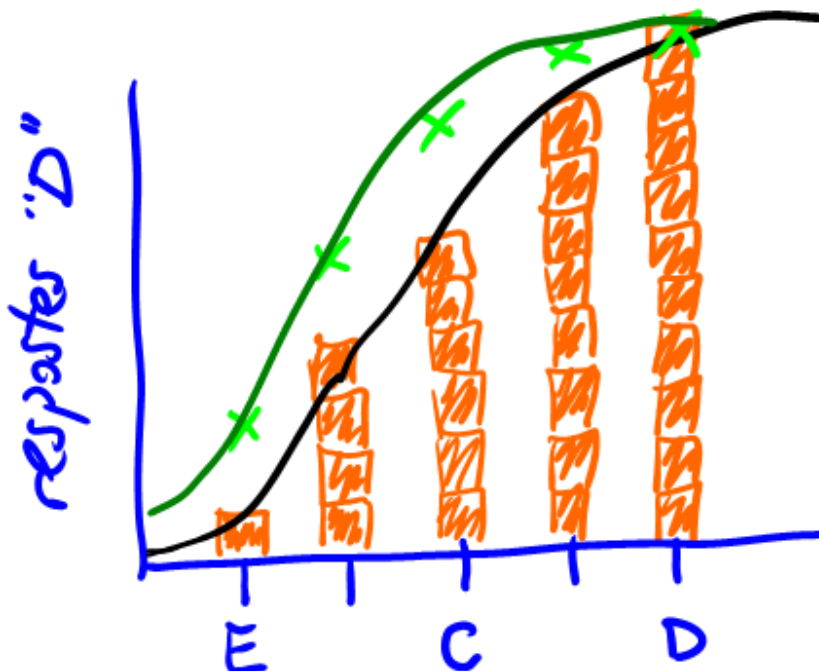
- 1) Si els participants en l'experiment estan realment col·laborant en l'experiment, aquesta funció ha de començar molt baixa per un costat (en el nostre cas, quan l'estímul estava clarament a l'esquerra, el participant quasi mai no deia dreta, D) i molt alta per l'altre (si l'estímul està clarament a la dreta, la resposta és sempre D).
- 2) Pregunta: com seria doncs la funció psicomètrica d'algú que no està col·laborant i respon D o E a l'atzar, sense escoltar el nostre estímul?



Em sents? Taller de percepció auditiva

- 3) Llavors si tenim la línia creixent de la figura, això vol dir que els participants de l'estudi realment han fet allò que els dèiem. Però aquesta funció a més, ens dóna més informació. Què pot significar que la línia tingui més o menys pendent al mig? El pendent màxim d'una funció psicomètrica ens explica quina és la precisió en la discriminació sensorial que mesurem (en aquest cas dreta-esquerra). Com que l'eix horitzontal del gràfic és distància, un pendent gran ens diu que per distàncies curtes del centre C, el participant ja és capaç de fer un bon percentatge de respostes correctes.
- 4) A més pot ser que no tinguem ben equilibrada l'audició en cada orella, i que per tant percebem un estímul en el centre C com a lateralitzat a un costat. Com veuríem això en la funció psicomètrica? Es veuria com un biaix cap a un costat de tota la corba.
- 5) La funció psicomètrica per tant és important per tres raons que hem vist: 1) ens permet comprovar que els participants fan l'experiment i no ens enganyen responant a l'atzar (important sobretot en experiments amb animals); 2) mesura la precisió d'una discriminació sensorial; 3) mesura el biaix en la nostra percepció

Si hem fet l'experiment 1.3, versió 2, arribats a aquest punt demanarem les dades d'aquest últim experiment i ho graficarem a la cartolina, multiplicant per 2 el número de respostes D obtingudes per a cada estímul. El resultat hauria de ser (nova corba en verd):



Veiem que la corba apareix desplaçada, demostrant un biaix en la localització dels sons que es segueixen presentant en les mateixes posicions espacials, marcades a terra. Per què passa



això? Què ens diu això sobre quins elements són importants en l'escolta binaural per a poder localitzar els sons?

El que això demostra és que la nostra capacitat de localitzar els sons depèn del trajecte que el so recorre per arribar a cada orella. Amb aquest experiment no hem aclarit si el nostre cervell fa servir la diferència de temps o bé la diferència d'intensitats del so. Ambdós paràmetres poden ser usats, segons els tipus de sons que escoltem (veure més informació abaix).

Si hem fet l'experiment 1.3, versió 1, no tindrem les dades per a graficar la corba desplaçada. Si veiem però que hi ha encara espai per a poder-la comentar, podem fer-los imaginar l'experiment i preguntar-los què s'esperarien observar en la corba i anar-los conduint cap al resultat i la discussió prèvies. Alternativament, si anem curts de temps, podem tancar el taller amb la discussió de la corba psicomètrica.

Informació addicional

Si surt en la discussió, podem proporcionar més informació sobre el procés de l'escolta binaural:

- El cervell fa servir dues fonts d'informació per localitzar sons:
 - diferències de temps interaural: els sons que vénen de l'esquerra arriben abans a l'orella esquerra que a l'orella dreta.
 - i diferències de volum interaural: els sons que vénen de l'esquerra tenen un volum més gran a l'orella esquerra que a l'orella dreta perquè el cap "fa ombra" acústicament sobre l'orella dreta.
- Per sons de freqüència per sota de 800 Hz el cervell fa servir principalment les diferències de temps interaural
- Per sons de freqüència superior a 1600 Hz el cervell interpreta sobretot les diferències de volum interaural.
- Com a referència, la freqüència màxima d'una veu femenina promig (la nota més aguda d'una soprano) és d'uns 1000 Hz, i la nota més aguda d'una flauta travessera és d'uns 2000 Hz, i la nota més aguda d'un piano de 88 tecles té 4000 Hz.
- La precisió en la localització de sons és d'un grau per a sons que ens arriben de front i de 15 graus per a sons que ens arriben per l'esquena
- Els humans podem discriminar diferències de temps interaural de 10 microsegons o menys!

Més informació: https://en.wikipedia.org/wiki/Sound_localization



Material i logística

Fem simultàniament 4 tallers de percepció auditiva (calen per tant 4 talleristes diferents). Cada taller el repetim 3 vegades. A cada grup hi ha uns 13-14 nens. Organitzem els nens en grups de 3 (4/5 grups per taller). Tindrem 5 taules disponibles a cada aula.

Material necessari

Del material a continuació caldrà fer fotocòpies:

- Plantilla per recollir les dades (1 per taula: 5 taules · 4 tallers simultanis · 3 vegades cada taller = 60 còpies)

Resta de material:

- tub de plàstic (total: 64 metres de tub):
 - 3 metres per cada taula (es reaprofitava de taller en taller) – 5 taules · 4 tallers simultanis · 3 metres de tub = 60 metres de tub
 - 1 metre per cada taller (per a l'artefacte de demostració) – 4 tallers · 1 metre de tub = 4 metres de tub
- embuts petits: 2 per a cada taula – 5 taules · 4 tallers simultanis · 2 per taula = 40 embuts (+ 8 embuts addicionals per fer l'artefacte inicial)
- cel·lo de color
- 12 cartolines (1 per cada vegada que es fa el taller).
- Gomets quadrats mitjans
- Cinta americana/precinte per a fixar els tubs al terra

Material que hi haurà a cada taula a l'inici del taller:

- 1 retolador
- 1 bolígraf o llapis
- 1 bena per als ulls (això vam dir que no calia?)

Tasques per fer el dia abans.

Caldrà posar bé les taules, enganxar els tubs amb precinte al terra, i posar les marques amb cel·lo al terra (separades 2 cm entre elles). A cada aula hi haurà només 5 taules i 5 cadires. No hi haurà més cadires (els nens estaran drets durant les explicacions o asseguts al terra)

Final del taller

- Cal guardar la cartolina on s'han enganxat els gomets, perquè al final les ajuntarem totes
- Cal col·locar de nou els tubs en la posició inicial si s'havien mogut.
- Cal posar un full de recollida de dades a cada cadira.