

# Informe de Progrés I

## Descripció del problema i objectius

La gran majoria de llengües del món es poden classificar segons el seu ritme lingüístic en tres grups: Mora -timed, Syllable-timed i Stress-timed. Mora és el grup amb un ritme més ràpid, síl·labes curtes i regularitat en la llargada d'aquestes, mentre Stress té una gran variància de llargada de les síl·labes i Syllable es troba al mig dels dos grups. És demostrat, que l'activitat neuronal de la cortesa auditiva, que sincronitza amb el ritme de la parla, manté una major sintonia amb els idiomes del grup Mora-timed, independentment de la llengua materna de la persona[1][2].

Aquest treball assumeix com a objectius la reducció de dimensionalitat de les dades EEG i la classificació de les mateixes dades entre grups de ritme lingüístic mitjançant un model de Machine learning. Així doncs, el primer objectiu és reduir el nombre de canals usats, mitjançant la creació de comunitats de canals semblants i creant nous canals amb la mínima pèrdua d'informació. Més endavant es busca la creació i ajustament d'un model de Machine learning capaç de diferenciar les dades d'activitat neuronal segons el ritme lingüístic que el participant escoltava.

## Avenços durant la primera fase

Les dades obtingudes en aquesta fase del treball són dades on s'ha col·lapsat els trials i s'ha guardat el valor mitja de cada trial agrupat per grups de ritme lingüístic. Així doncs obtenim les següent dimensionalitat: 48 subjects \* 3 grups de ritme \* 60 canals \* 90 punts de temps. L'objectiu principal en la reducció de dimensionalitat són els canals, d'aquests 60 se'n eliminen els 23 més exteriors abans de fer qualsevol càlcul, obviat així els canals amb més soroll, tal com es fa durant la recerca abans mencionada.

Per tal d'assolir una millor comprensió de les dades amb les que es treballen, les seves dimensions i significat s'ha realitzat el següent esquema (fig1).

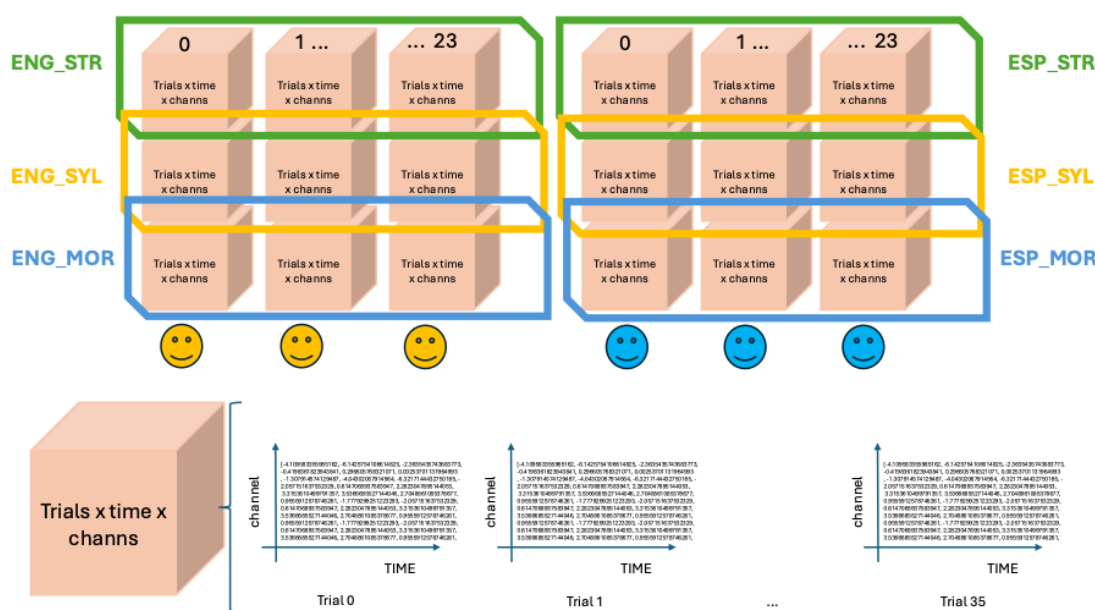


Figura 1

Per assegurar una bona pràctica a l'hora de programar, es crea un arxiu on trobem diferents funcions personalitzades per a mostrar les dades en les que treballem sense necessitat d'executar el codi cada vegada. Aquestes funcions permeten visualitzar els valors de TF per segon agrupant per, canals, subjects, grups de ritme i grups segons la llengua nativa. També s'ha creat una funció per a facilitar la impressió de matrius de correlació i una per a veure els canals o grups de canals desitjats pintats en un topoplot. Les imatges que apareixeran al llarg de l'informe són resultat de l'ús d'aquestes.

En el primer pas cap a la reducció dels canals, s'ha fet una matriu de correlació entre canals per a cada subjecte. S'ha creat una matriu amb la mitjana de tots aquest valors i aplicat l'algorisme de detecció de comunitats Louvain a aquesta matriu. Els resultats mostren dues grans comunitats, una situada als canals superiors i una altra per als inferiors. Entre aquestes en destaquen els canals 'FC1' i 'P1' (fig2). Mostrem com es poden notar algunes diferències entre els canals veient la mitjana dels valors per a cada canal al llarg del temps, (fig 3 i 4) per als canals FC1 i P1 respectivament.

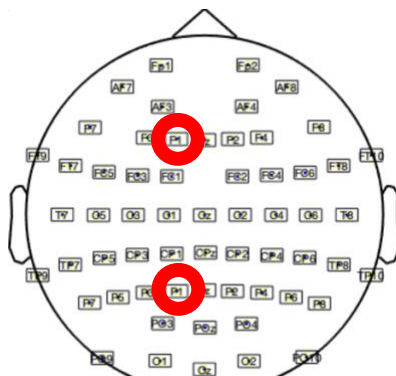


Figura 2

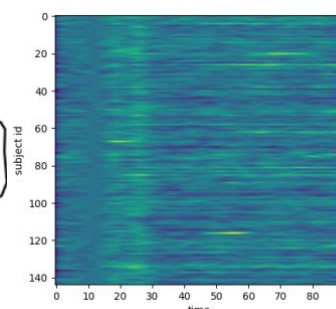


Figura 3

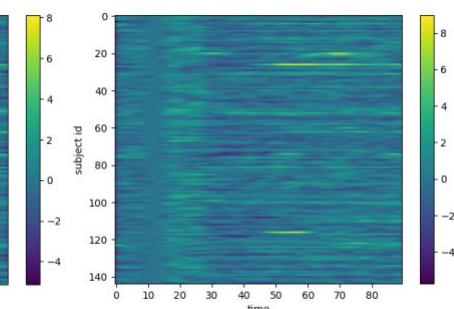


Figura 4

Tot i que si ampliem i mostrem només certs subjects, es pot apreciar diferència entre canals aquesta no és molt notòria, el que ens fa predir uns mals resultats a la classificació. Tot i així, es fa una primera classificació, com a punt de partida, usant aquests dos canals.

La primera prova en classificació ha estat un classificador SVM, one versus one i one versus all. S'han usat coma features la mitjana i la variància calculades dues vegades, per a subjects amb llengua materna anglesa, i per a subjects amb llengua materna espanyola. Tot i el fine-tuning i la compensació del nombre de dades, els resultats no milloren l'aleatorietat en cap dels casos. Per tant es decideix que cal millorar la detecció de comunitats en els canals

El següent pas en la detecció de comunitats ha estat l'ús de la tècnica PCA. Aquesta tècnica ens permet saber quins canals són els que expliquen en major part el comportament global. En el següent histograma (fig 5) trobem les vegades que cada canal ha estat seleccionat com un dels 4 més importants, després d'executar PCA per a cadascun dels subjects(144).

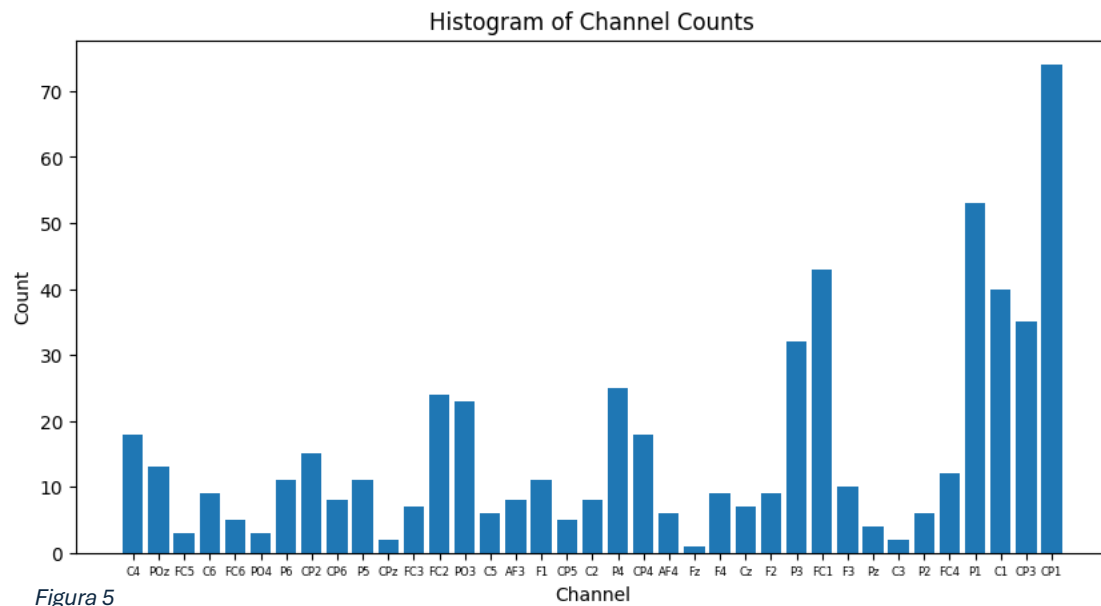


Figura 5

Aquesta informació ens indica quins canals són importants, però no els separa en comunitats, seguint els passos de la investigació feta sobre aquestes dades, buscarem trobar diferències entre tres grups de canals: canals frontals, canals a l'esquerra i canals a la dreta des de la visió. Per tant en els següents intents per a detectar comunitats s'intentarà trobar una detecció similar a aquesta (fig 6).

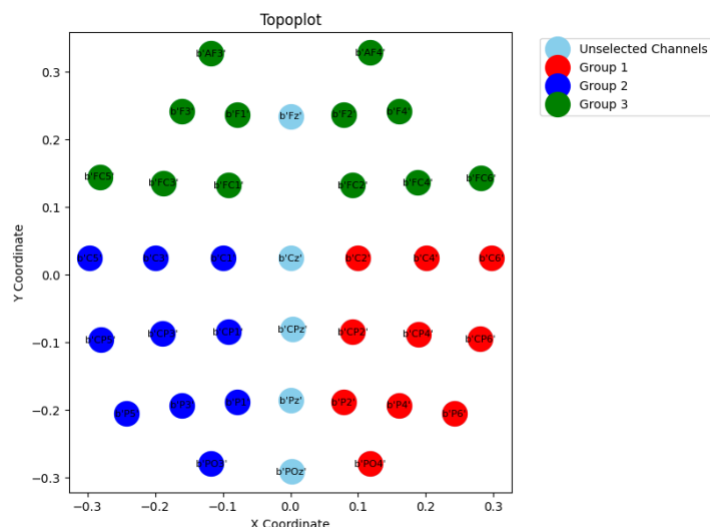


Figura 6

En la següent figura (fig 7), vegem el comportament dels canals frontals, esquerres i drets segons el grup de ritme lingüístic.

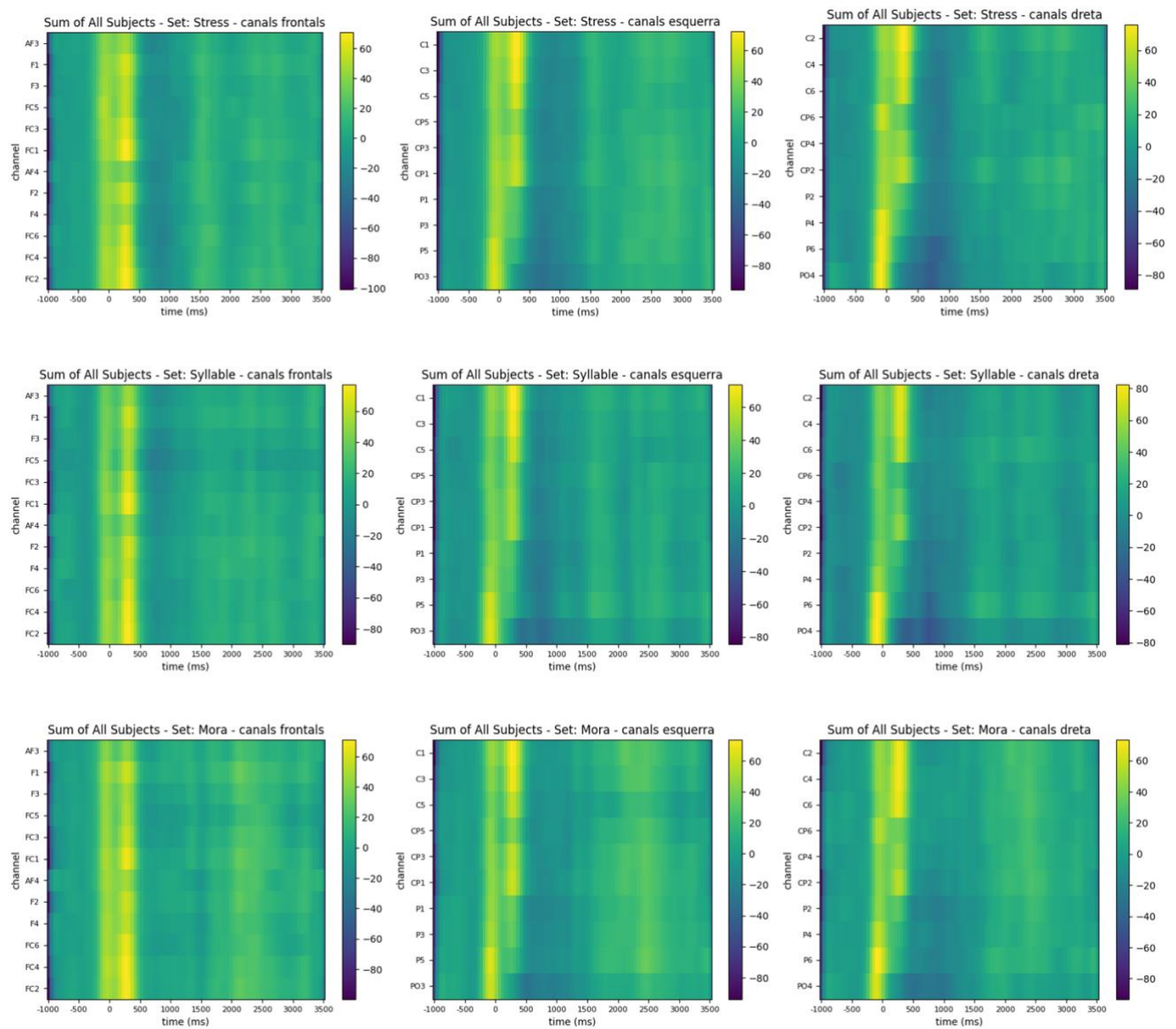


Figura7

I en un gràfic de línies (fig 8).

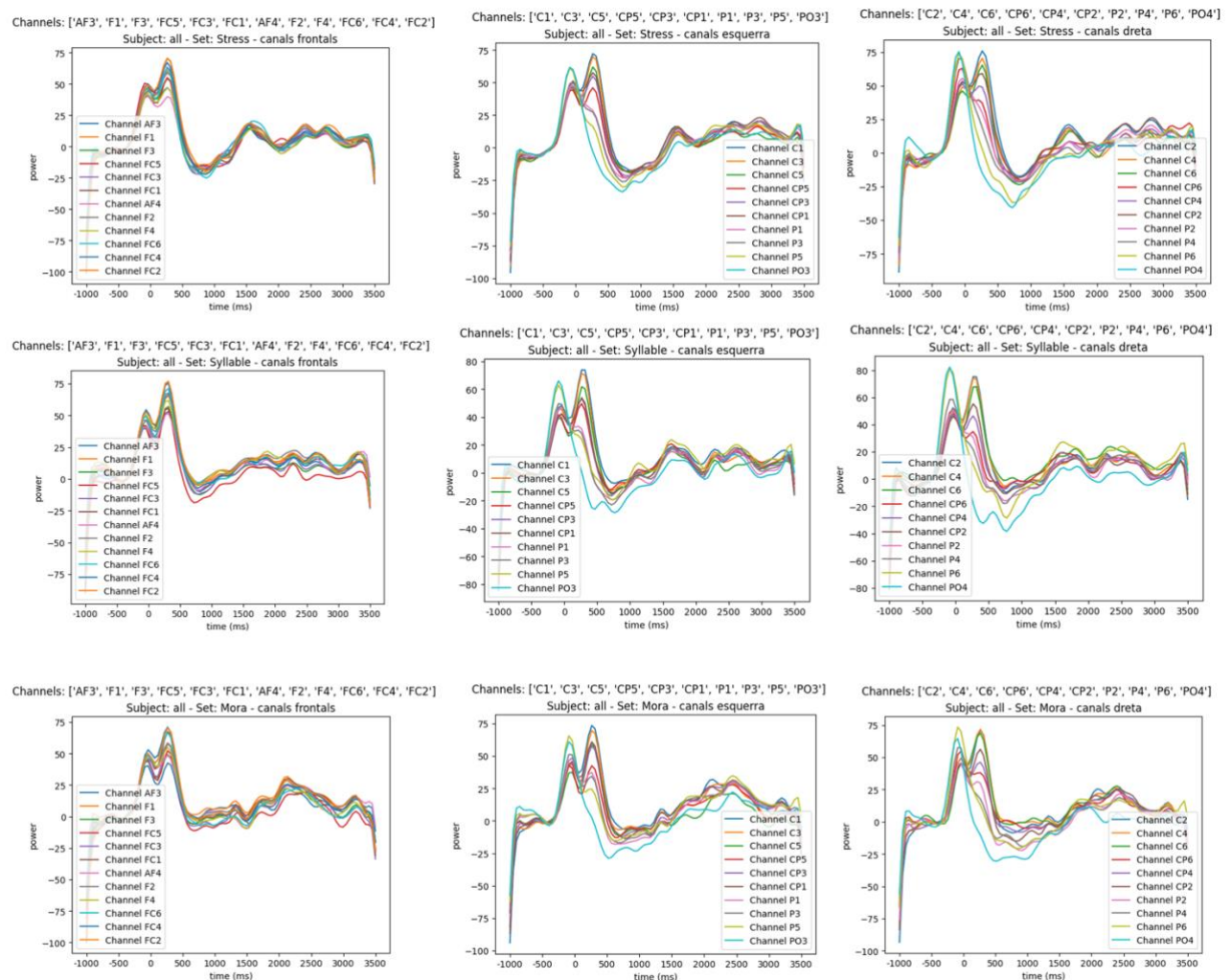


Figura 8

Com es pot observar, hi ha una lleugera diferència entre les columnes, una per cada grup de canals segons la posició.

El següent pas ha estat ja l'ús de les dades sense agrupar per trial ni freqüència. Per a realitzar aquest pas s'han canviat detalls a les funcions i alguna nomenclatura en el codi. El primer pas abans d'usar les dades per a la detecció de comunitats a estat el seu tractament. Per tal de poder continuar treballant sense perdre coherència hem seguit el mateix tractament en la freqüència que s'havia realitzat en les dades avg en anteriors recerques[3][4]. S'ha guardat només els valors per a freqüències entre 5 i 8 Hz, i s'ha fet la mitjana d'aquestes. També s'ha realitzat un slicing en el temps per tal d'eliminar el primer segon i mig on les senyals encara no han estat afectades per el so emès en l'experiment.

Després d'aplicar l'algorisme de Louvain a nivell de trial i subject, s'ha creat una matriu quadrada on per cada parella, s'han sumat les vegades ne les que han coincidit en la mateixa comunitat. D'aquesta matriu en surt un graf del que s'han anat eliminant arestes de menys a més pes (el pes ve determinat pel valor a la matriu) fins que han

quedat només 3 comunitats connectades al graf. Usant aquesta metodologia, ens assegurem de guardar les relacions més comuns entre canals. El resultat ha estat la formació de tres comunitats de la següent forma (fig 9).

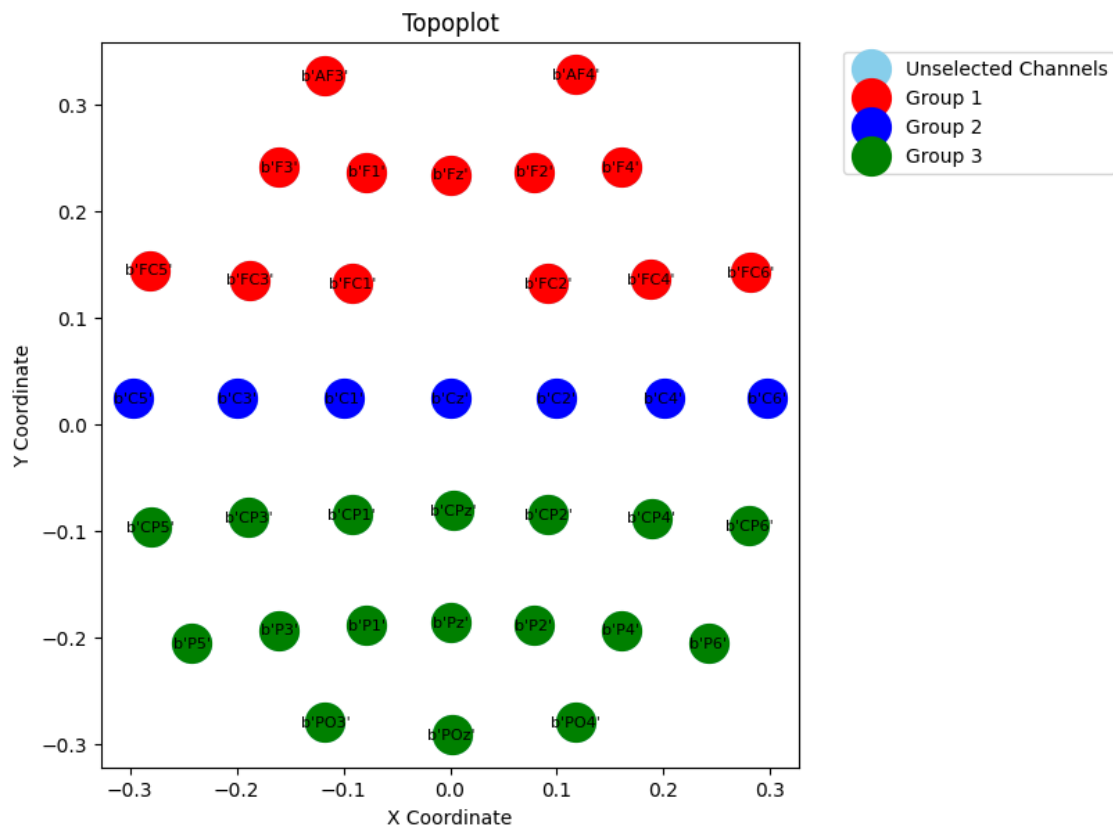


Figura 9

## Planificació de les fases restants

La planificació de la resta de treball es centra en la creació d'un model capaç de diferenciar entre el tres grups segons el ritme lingüístic, les dades proporcionades.

Una de les passes a seguir és la binarització del senyal. Aquest es farà medint si cada valor supera o no la desviació mitjana del conjunt, calculada individualment per a cada subject i trial. Un vector binari, obre la porta a calcular diferents estadístiques com la complexitat LZ, que poden ser features importants en la confecció d'un model de ML. També es contempla l'ús de finestres temporals per a mantenir la lògica temporal en les dades entrades al model.

Així doncs queden en segon pla, de moment, objectius secundaris proposats com trobar diferències en la freqüència de pics per a cada tipus de estímul, així com relacionar els talls de síl·laba amb la resposta EEG que obtenim. Vegem la planificació (fig 10).

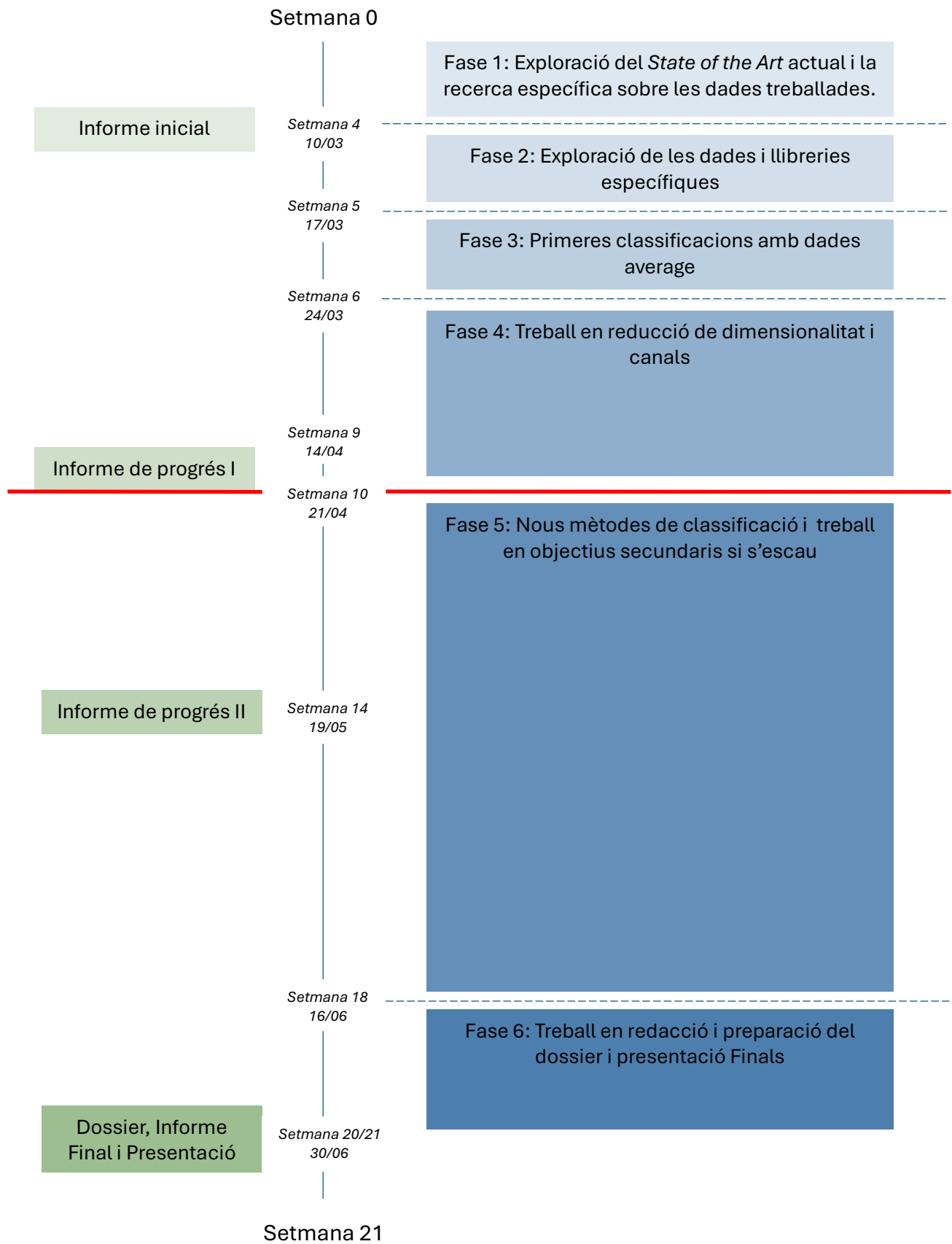


Figura 10



## Bibliografia

- [1] S. Silva, «Complexity of STG signals and linguistic rhythm: a methodological study for EEG data,» *Cerebral Cortex*, vol. 34, pp. 1-13, 2024.
- [2] E. Ekin, «Neural entrainment in theta range is affected by speech properties but not by the native language of the listeners». *CBC*.
- [3] A. Perez, «Differential oscillatory encoding of foreign speech,» *Brain & Language*, vol. 147, pp. 51-57, 2015.
- [4] V. Peter, «Language specificity in cortical tracking of speech rhythm at the mora, syllable, and foot levels,» *Nature*, 2022.



Informe de progrés I. L'objectiu principal d'aquest informe és el de consignar els avenços efectuats en el desenvolupament del TFG.

Ahora, ha de ratificar la planificació efectuada al final de la fase inicial, o, si escau, proposar els canvis a introduir per a una adequada conclusió del TFG en el període acadèmic com a mínim previst. Haurà d'incloure, :

Indicació del nivell de seguiment de la planificació prevista pel desenvolupament del TFG, i dels ajustos efectuats i/o previstos, si es considera pertinent, juntament amb

La seva justificació en aquest darrer cas.

Si cal, indicació de canvis introduïts en els objectius fixats i/o en la metodologia de treball  
4

Si cal, indicació de canvis introduïts en els objectius fixats i/o en la metodologia de treball prevista, tots dos justificats adequadament.

Explicació general de la metodologia que s'està seguint per aconseguir els objectius.

Bibliografia de referència consultada i fonts complementàries

1. Recordatori dels objectius i explicació del treball breument
2. Explicació de la feina feta pas a pas mirant el diari de treball (incloure el gràfic que vaig fer)
3. Explicació de com s'enfoca la part que queda del treball, timings i si es descarta alguna cosa
4. Gràfic actualitzat de timings
5. Bibliografia