

Un modelo de complejidad rítmica en el tiempo: hacia la inspección de sensaciones en respuesta a expectativas

Martin A. Miguel^{1,2} Mariano Sigman³ Diego Fernandez Slezak^{1,2}

¹Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Computación. Buenos Aires, Argentina ²CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigación en Ciencias de la Computación (ICC). Buenos Aires, Argentina ³Laboratorio de Neurociencia Integrativa. Universidad Torcuato Di Tella. Buenos Aires, Argentina.

Previamente en...

- Teorías de cómo la música genera **sensaciones** proponen que estas surgen con **expectativas no cumplidas** [Meyer, 1956, Huron, 2006].
- En ritmos, la primer expectativa es el pulso (o tactus) [Povel and Essens, 1985].
- La **claridad de pulso** y **complejidad rítmica** son medidas previamente relacionadas con sensación en musica [Witek et al., 2014, Trost et al., 2015].
- Las expectativas musicales se desarrollan en el tiempo. La mayoría de los modelos de complejidad rítmica no permiten ver su evolución en el tiempo.

Lo Nuevo

Nuestro objetivo:

- Tener un modelo de **claridad del pulso** que se desarrolle en el tiempo.
- Presentamos un modelo de **seguimiento del pulso** de un ritmo basado en agentes llamado **THT**.
 - El model funciona de forma **causal** y provee una métrica sobre la **certeza** del pulso inferido a lo largo del tiempo.
 - La métrica debería ser proxy de la **claridad del pulso** del estímulo.

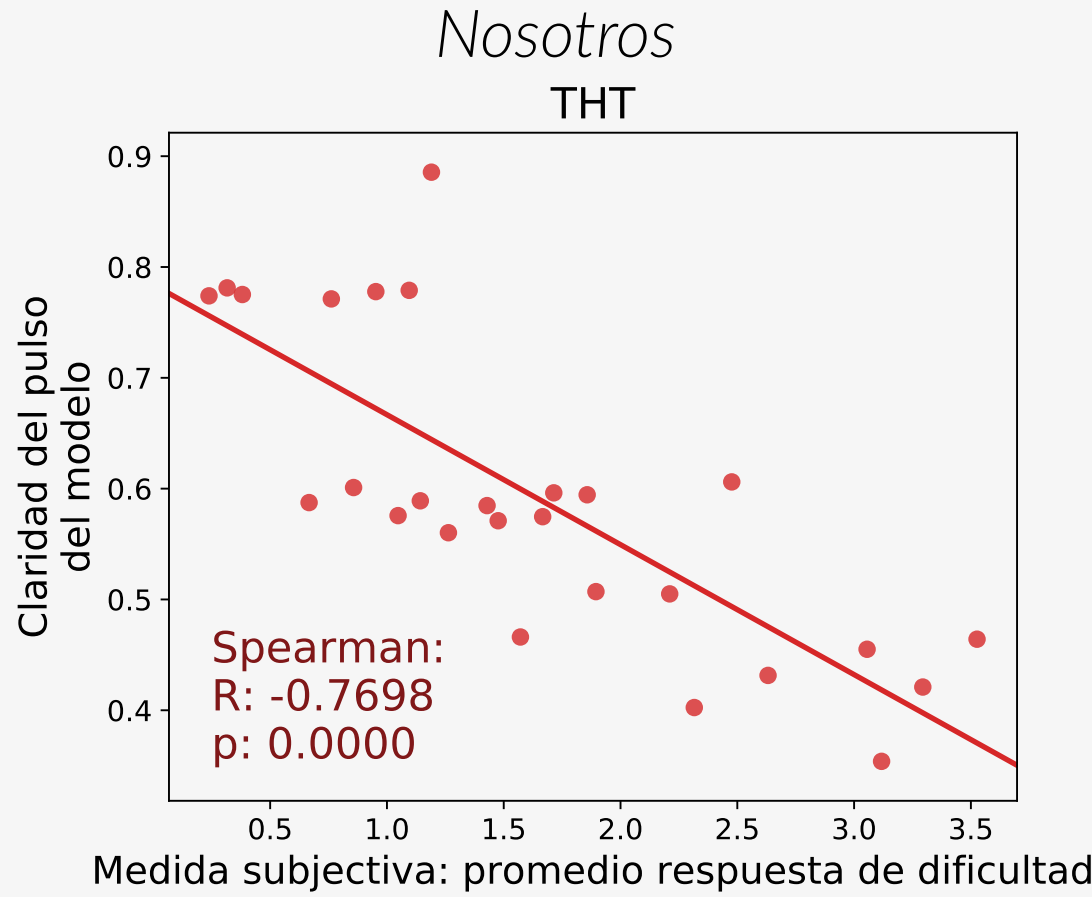
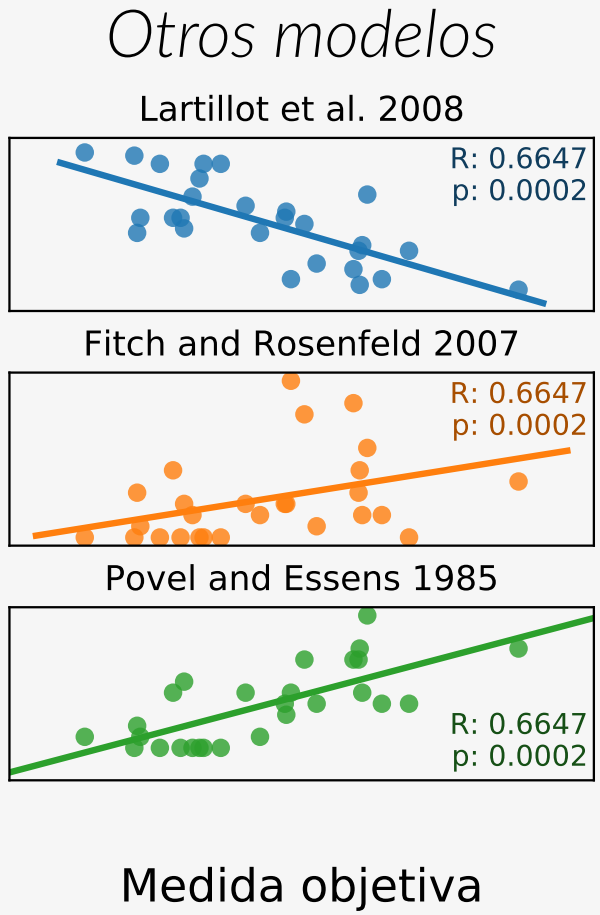
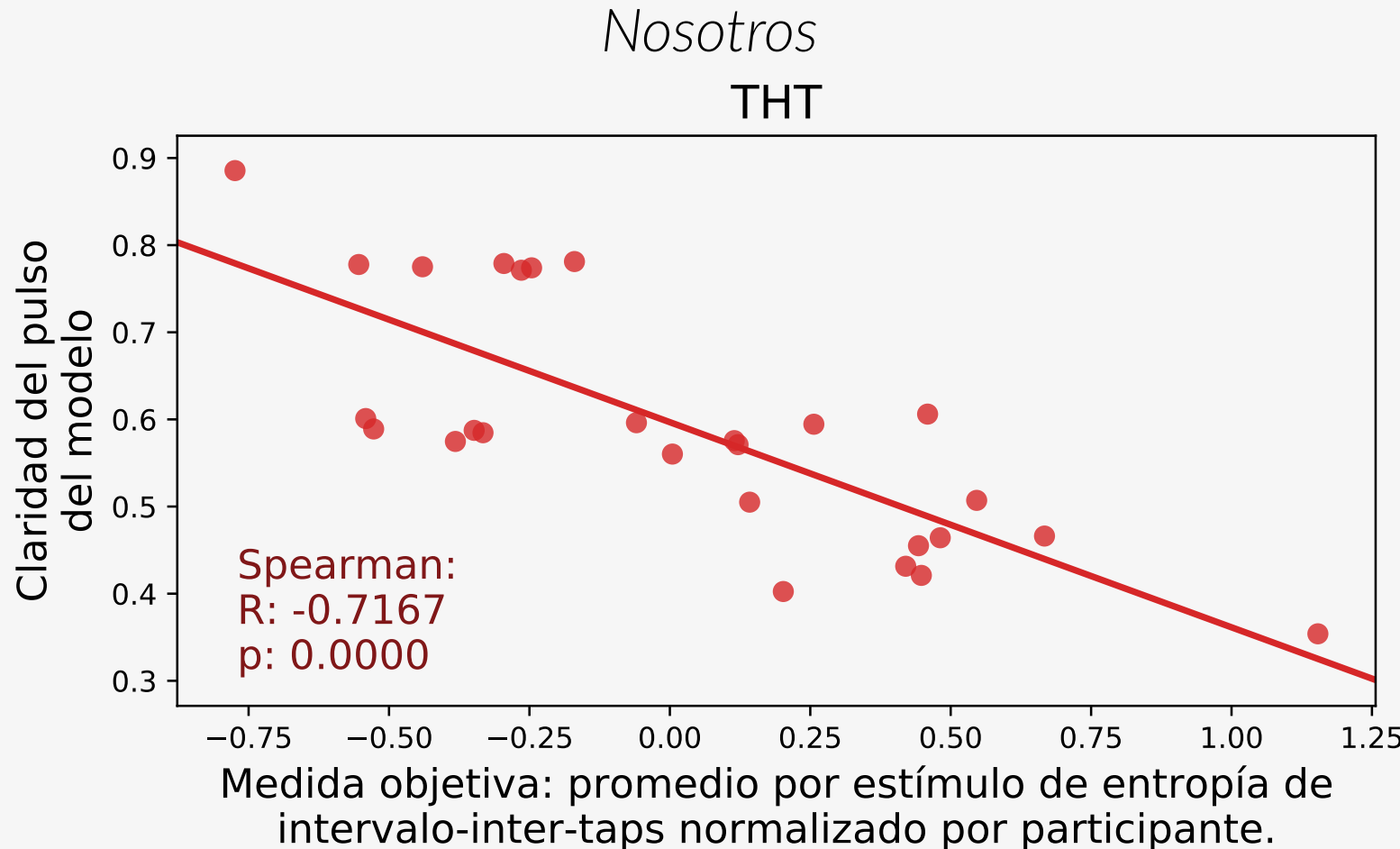
¿Anduvo?

- Realizamos un **experimento** donde participantes marcaban el pulso mientras escuchaban patrones rítmicos.
- Medimos la **dificultad de marcar el pulso** mediante una pregunta (medida **subjetiva**) y analizando la precisión del tapping (medida **objetiva**).
- Nuestra métrica de **claridad del pulso** correlacionó significativamente con los resultados experimentales.
- La métrica mostró una relación en **forma de U** con las respuestas respecto de la **musicalidad** de los ejemplos rítmicos.

La medida de claridad de THT correlaciona significativamente con la dificultad de tapping subjetiva.

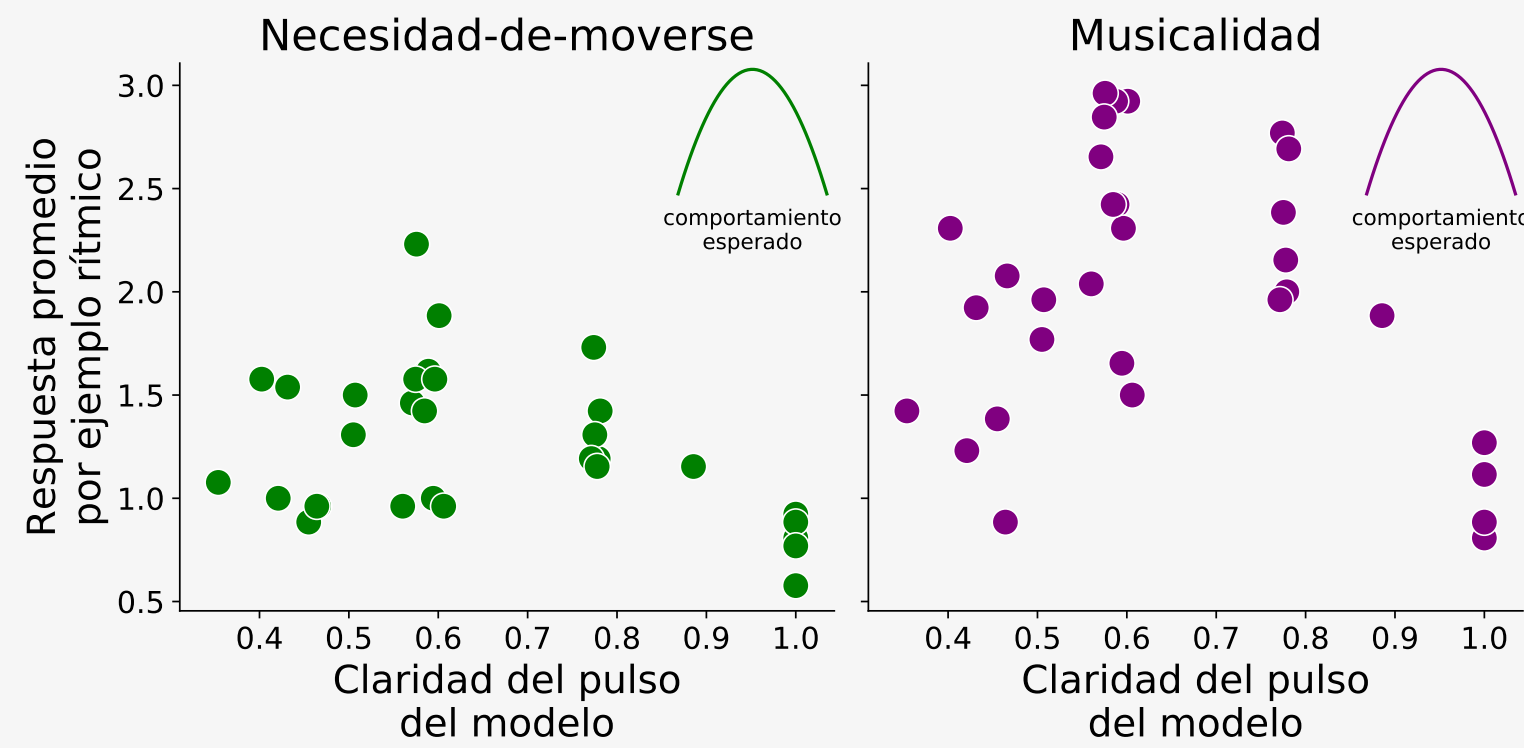
La medida de claridad de THT correlaciona significativamente con la dificultad de tapping objetiva.

La medida de claridad de THT muestra una relación en forma de U con los reportes de musicalidad y la necesidad-de-moverse de los participantes.



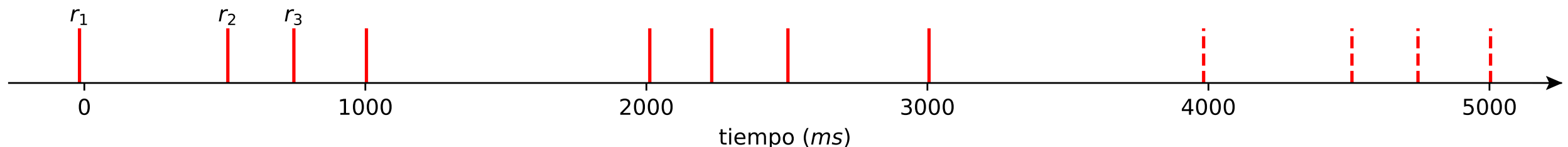
Otros modelos

- Fitch and Rosenfeld 2007
R: 0.7380 (p: 0.0000)
- Lartillot et al. 2008
R: -0.6625 (p: 0.0002)
- Povel and Essens 1985
R: 0.9198 (p: 0.0000)



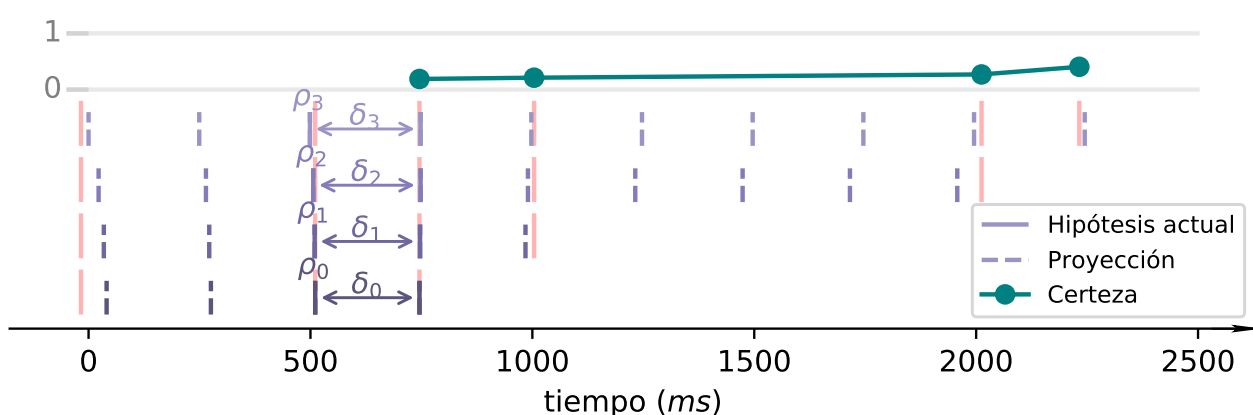
El Modelo

Entrada: $(r_{1..N})$ secuencia de eventos en *ms*



Salida: conjunto $H = ht_j$ de **hypothesis trackers**

$$ht_j = \left\{ \begin{array}{l} \text{hipótesis actual: } (\rho, \delta) \\ \text{hipótesis históricas: } (\rho_i, \delta_i) \\ \text{puntajes: } (s_i) \end{array} \right\}$$

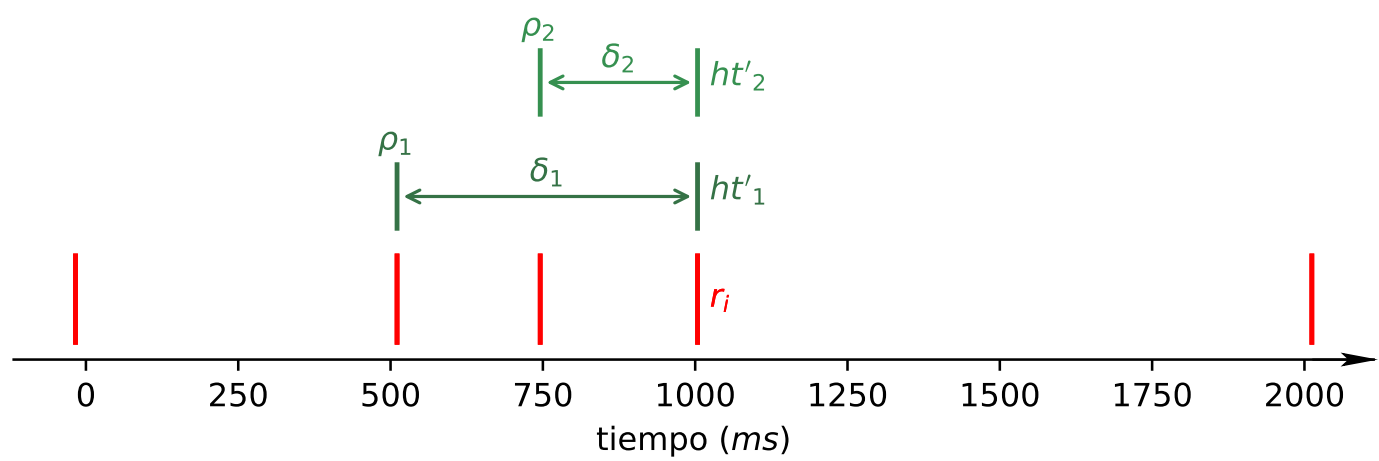


Ciclo Principal

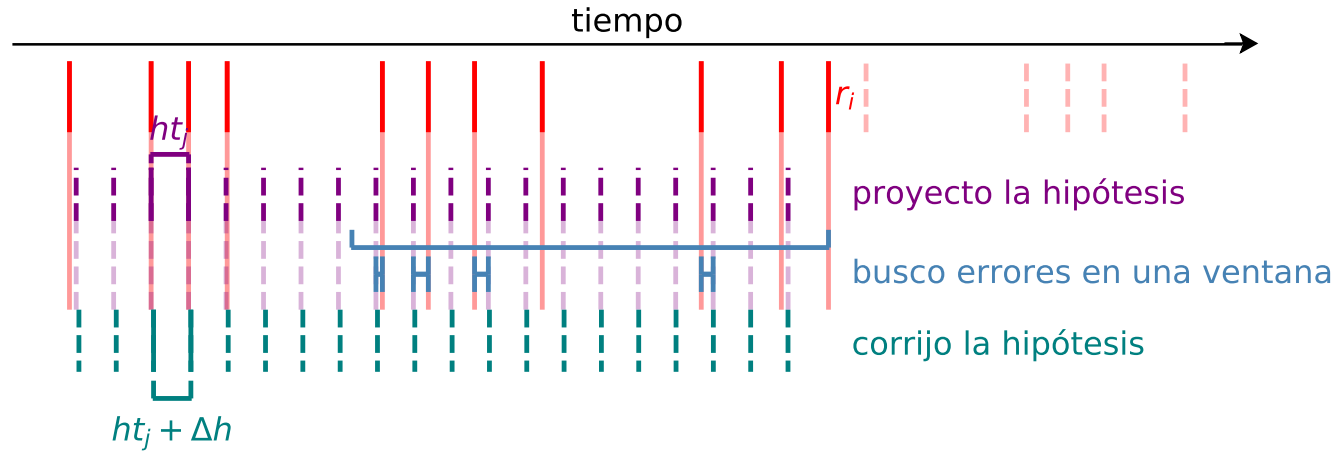
$H = \emptyset$

Para cada evento $r_i \in (r_{2..N})$:

$H = H \cup \{ht'_1, ht'_2, \dots\}$ hipótesis nuevas



Corregimos $ht_j \in H$



Actualizamos los puntajes de $ht_j \in H$ reflejando la certeza del pulso.

Sacamos similares en H

Puntaje de una hipótesis

- Mide el ajuste de un pulso (ρ, δ) al ritmo.
- Está acotado entre 0 y 1.

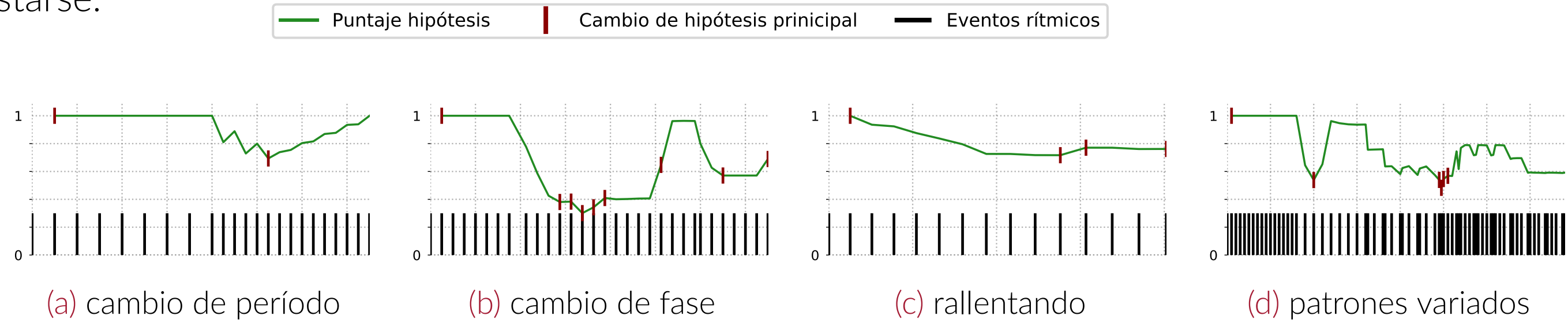
$$conf((\rho, \delta), (r_i)) = \frac{\text{coincidencia del pulso con la canción}}{\text{cant. repeticiones del pulso}} \times \frac{\text{coincidencia del pulso con la canción}}{\text{cant. eventos de la canción}}$$

Abstract

Pulse clarity and rhythm complexity are two aspects of a rhythm that have been related to mechanisms that generate affect from music. Experimental setups to measure these concepts have used questionnaires, sensitivity tests to changes in a rhythm and most commonly measure precision in synchronization and reproduction tasks. In the last two cases, participants are required to produce a specific rhythm by tapping either a defined metronome or rhythmic pattern. These setups do not provide information about the subjective tactus experienced by the participants. For example, we cannot know whether various beats interpretations are possible or if the induced beat changes throughout the passage. In this work we propose a new experimental setup that asks participants to tap to the beat subjectively induced by a rhythmic passage as if trying to emulate the informal experience of listening to a song and tapping along. The setup allows participants to select whichever beat they find most organic and even change it while listening to the stimuli. We tested whether the setup allows looking into pulse clarity by asking participants to tap the beat of 30 rhythmic passages and rate the difficulty of the task for each trial (N=21). We calculated a pulse clarity score by measuring each participant's isochrony with its own pulse. We also defined a more general pulse clarity measure by inspecting the coherence between subjects. Both metrics correlated significantly with the subjective tapping difficulty reported in questionnaire. This novel setup opens a window to study subjective tacti and its distribution across a passage, e.g. rhythmic passages with high agreement or examples where many tacti are possible.

Comportamiento del modelo

El puntaje de la hipótesis principal cae cuando cambia el escenario rítmico y la hipótesis cambia para ajustarse.



Calculamos la **claridad del pulso** como el promedio del puntaje de la mejor hipótesis.

Comparamos la capacidad de seguir el pulso de THT con otro modelo reconocido en el dataset de entrenamiento MIREX.

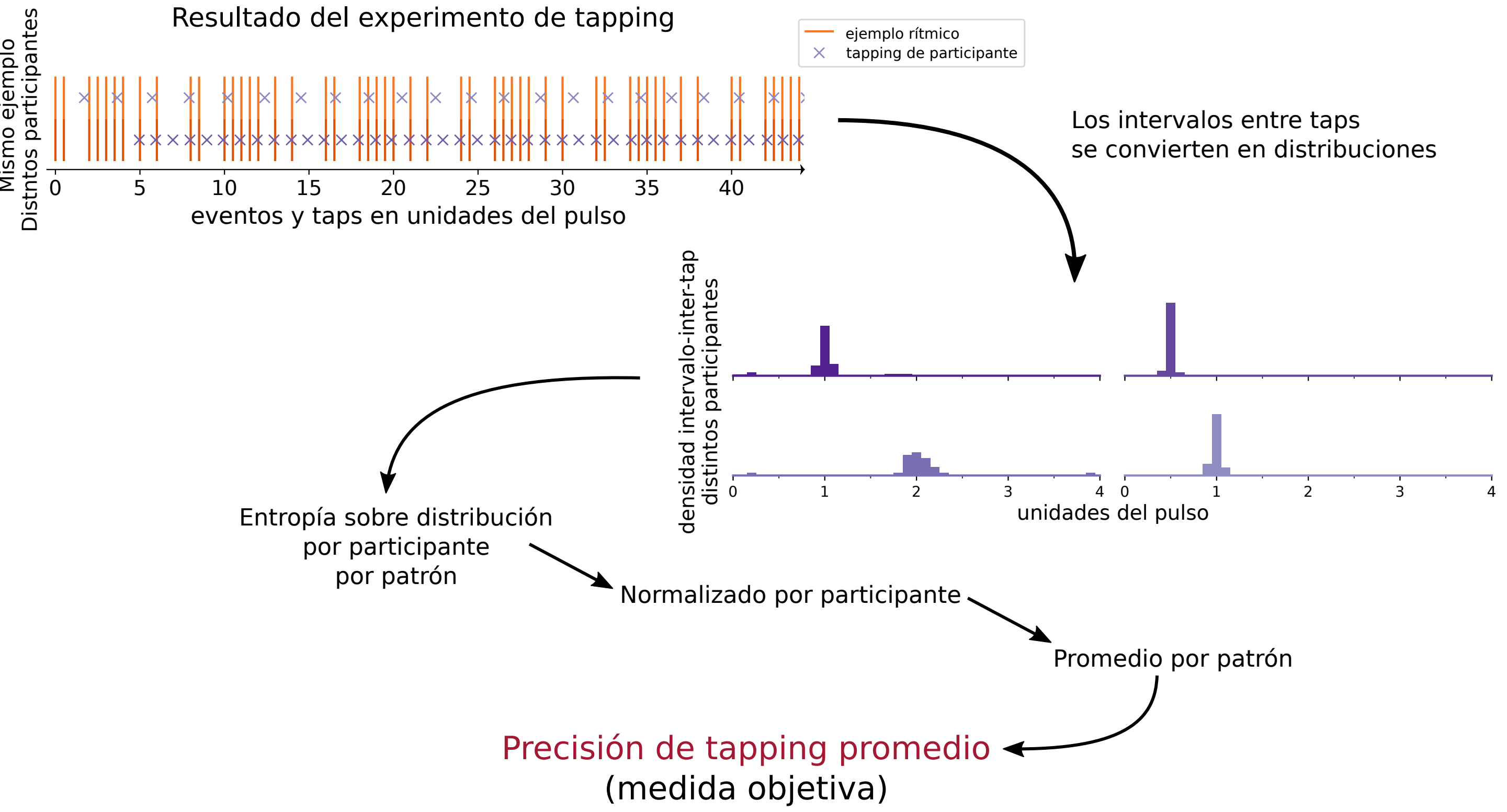
	THT	Dixon 2007
Cemgil	0.3231	0.3910
Cemgil Best Metric Level	0.4500	0.4695
P-score	0.4661	0.5725

- Los puntajes se asemejan aunque son inferiores.
- El modelo comparado no es causal (mira el futuro).
- Una de las principales diferencias es la elección de nivel del pulso de THT.

El Experimento

Tarea: marcar el pulso libremente escuchando ejemplos rítmicos de dificultad variada.

- Total: 28 participantes (8 mujeres)
- Edad: 28.5 años promedio (8.15 sd)
- Entrenamiento musical: 4.43 años promedio (3.81 sd)



References

- S. Dixon. Evaluation of the audio beat tracking system beatroot. **Journal of New Music Research**, 36(1):39–50, 2007.
- W. T. Fitch and A. J. Rosenfeld. Perception and production of syncopated rhythms. **Music Perception: An Interdisciplinary Journal**, 25(1):43–58, 2007.
- D. B. Huron. **Sweet anticipation: Music and the psychology of expectation**. MIT press, 2006.
- O. Lartillot, T. Eerola, P. Toivainen, and J. Fornari. Multi-feature modeling of pulse clarity: Design, validation and optimization. In **ISMIR**, pages 521–526. Citeseer, 2008.
- L. B. Meyer. Emotion and meaning in music. 1956. **for an important attempt to distinguish image processes, connotations, moods, and affective experience in the apprehension of musical phenomena**, pages 256–272, 1956.
- D.-J. Povel and P. Essens. Perception of temporal patterns. **Musical Perception: An Interdisciplinary Journal**, 2(4):411–440, 1985.
- W. Trost, S. Frühholz, T. Cochrane, Y. Cojan, and P. Vuilleumier. Temporal dynamics of musical emotions examined through intersubject synchrony of brain activity. **Social cognitive and affective neuroscience**, 10(12):1705–1721, 2015.
- M. A. Witek, E. F. Clarke, M. Wallentin, M. L. Kringelbach, and P. Vuust. Syncopation, body-movement and pleasure in groove music. **PLoS one**, 9(4):e94446, 2014.