

Sincronización y encarrilamiento en redes complejas: una herramienta para el modelado del comportamiento del NSQ

Luca Battiston

*Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación,
Universidad Nacional de Córdoba, Ciudad Universitaria, 5000 Córdoba, Argentina.*

Juan I. Perotti* and Paula Nieto

Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG-CONICET), Ciudad Universitaria, 5000 Córdoba, Argentina.

*Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación,
Universidad Nacional de Córdoba, Ciudad Universitaria, 5000 Córdoba, Argentina.*

(Dated: April 12, 2024)

Escribir resumen

I. INTRODUCTION

La mayoría de los organismos en la tierra evolucionaron en un ambiente cíclico debido al movimiento de rotación terrestre, el cual se expresa en diferentes condiciones de luz, temperatura, acceso a la alimentación, etc. Estas condiciones ambientales cíclicas fueron claves para que los organismos desarrollaran mecanismos de temporización endógenos que les permiten adaptarse a cambios periódicos en el ambiente y organizar temporalmente los procesos biológicos internos, produciendo oscilaciones genéticas, metabólicas, fisiológicas, hormonales, conductuales y sociales. Se denominan ritmos biológicos a estos procesos rítmicos observados en bacterias, plantas y hasta en los humanos. Los ritmos biológicos pueden ser clasificados de acuerdo a sus periodicidades que van desde segundos hasta años. Los ritmos circadianos son un caso particular de ritmos biológicos, donde las oscilaciones presentan periodos cercanos a las 24 horas. Estos ritmos se manifiestan en los organismos como patrones diarios de alimentación, presión sanguínea, regulación de hormonas y ciertas funciones celulares fundamentales como la expresión génica y la transcripción de proteínas. Los mecanismos de temporización endógenos que generan ritmos circadianos en los organismos son comúnmente denominados relojes circadianos. Durante mucho tiempo los investigadores se preguntaban como era posible que los mamíferos se anticiparan a la luz del día o la oscuridad de la noche, y en qué parte del organismo se encontraba dicho sistema interno de temporización. Numerosos experimentos demostraron que los mamíferos poseen estos relojes circadianos en la mayoría de las células constituyentes de tejidos u órganos periféricos como el hígado, riñones, pulmones, etc. Se demostró que existe un conjunto de genes llamados genes reloj que interactúan entre sí mediante las proteínas que esos genes codifican, formando circuitos de retroalimentación transcripcionales-traduccionales (TTFL por sus siglas en inglés). Estos relojes circadianos moleculares en las células se sincronizan entre sí a nivel de

tejido y, a su vez, existe una sincronización entre tejidos y órganos, la cual es orquestada por una región del cerebro, el Núcleo Supraquiasmático (NSQ). El NSQ esta compuesto por cerca de 20000 células (incluyendo neuronas y glías), las cuales exhiben un comportamiento oscilatorio endógeno en la expresión génica, su metabolismo y su actividad eléctrica, entre otros procesos. Estas neuronas sincronizan sus oscilaciones dando lugar a la aparición de ritmos circadianos robustos en el NSQ. El hecho de que las células del NSQ se sincronicen entre sí sugiere la existencia de una comunicación permanente entre ellas, es decir que, las neuronas y glías se encuentran acopladas entre si formando una red de osciladores circadianos celulares cuya estructura topológica se ha intentado determinar a través de experimentos *in vitro*, sin resultados concluyentes unívocos. Estas características sobre el NSQ abren la puerta a un estudio del sistema desde el punto de vista de la física a través de modelos de osciladores autónomos acoplados en redes complejas de distinta topología para caracterizar el proceso de sincronización entre osciladores y también con una perturbación externa en función de la topología de la red

II. THEORY

Bla bla...

III. RESULTS

In Fig. 1...
In Fig. 2a...

IV. DISCUSSION

V. CONCLUSION

ACKNOWLEDGMENTS

NVB and JIP acknowledge financial support from grants CONICET (PIP 112 20150 10028), FonCyT

* juan.perotti@unc.edu.ar

(PICT-2017-0973), SeCyT-UNC (Argentina) and MinCyT Córdoba (PID PGC 2018). **[FALTA ACTUALIZAR]** The authors thank CCAD – Universidad Nacional de Córdoba, <http://ccad.unc.edu.ar/>, which is part of SNCAD – MinCyT, Argentina, for the provided computational resources.

Appendix A: Appendixes

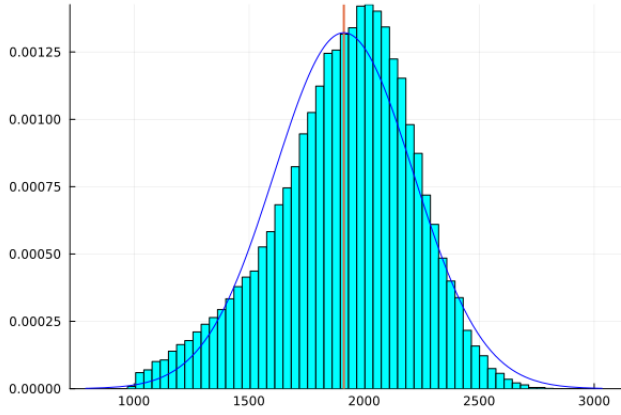


FIG. 1. Bla bla

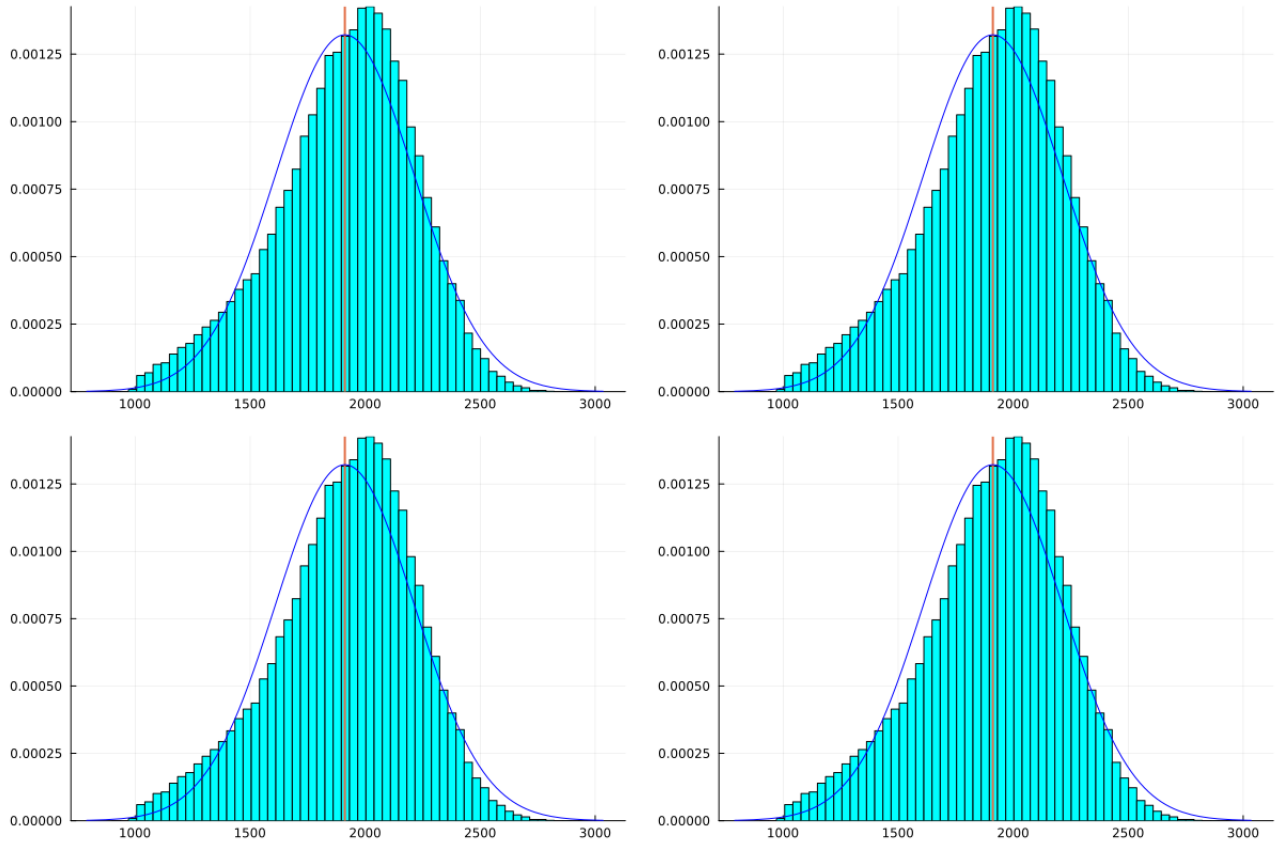


FIG. 2. Bla bla. **a)** Bla bla. **b)** Bla bla. **c)** Bla bla. **d)** Bla bla.