

PROTOCOLO EXPERIMENTAL COMPLETO — TMRCU

Versión: 1.0 | **Fecha:** 2 de septiembre de 2025 | **Autor:** Genaro Carrasco Ozuna (con asistencia IA)

Ámbito: Validación empírica mínima del postulado de sincronización lógica (Σ) y detección del bosón hipotético “Sincronón” (σ) en dos dominios: físico (ERV) y psico-fisiológico (Σ -locking).

Este documento integra un **experimento completo y ejecutable** en dos frentes complementarios, con insumos, montaje, procedimientos, plan de análisis, KPIs (Σ MP), criterios de éxito/falsación y cronograma.

Índice

- 1 A. Resumen ejecutivo y mapa de riesgos
- 2 B. Definiciones, variables y KPIs (Σ MP)
- 3 C. Experimento A (Física): ERV — Espectroscopía de Resonancia del Vacío
- 4 C.1 Objetivos e hipótesis
- 5 C.2 Materiales y lista de componentes (BOM)
- 6 C.3 Configuración y calibración
- 7 C.4 Procedimiento experimental
- 8 C.5 Adquisición y esquema de datos
- 9 C.6 Análisis estadístico y criterios de decisión
- 10 D. Experimento B (Psico■fisiología): Σ ■locking musical + Σ MP
- 11 D.1 Objetivos e hipótesis
- 12 D.2 Sujetos, ética y seguros contra sesgos
- 13 D.3 Instrumentación, montaje y sincronización
- 14 D.4 Procedimiento experimental
- 15 D.5 Análisis y criterios de decisión
- 16 E. Cronograma, costos estimados y logística de réplica
- 17 F. Checklist de ejecución y bitácora
- 18 G. Falsación, extensión y próximos pasos

A. Resumen ejecutivo y mapa de riesgos

Tesis: La TMRCU postula un campo de sincronización lógica (Σ) y su excitación cuántica (σ). El *Experimento A* busca una **firma espectral** de σ mediante cavidades de alta Q, modulación paramétrica y espectroscopía de ruido del vacío (ERV). El *Experimento B* busca una **firma de coherencia macrofisiológica** (Σ -locking) en sujetos expuestos a estímulos musicales controlados, evaluada con métricas Σ MP.

Predicciones mínimas: (i) *Desvío reproducible* respecto al modelo nulo en densidad espectral de potencia (PSD) en bandas Δf asociadas a la modulación Σ (A). (ii) *Aumento* de coherencia intercanal (EEG/PPG/HRV/EDA) y reducción de entropía espectral durante locking musical (B).

Riesgos principales: (1) Falsos positivos por acoplos eléctricos/mecánicos; (2) Sesgo de experimentador; (3) Sobreajuste estadístico; (4) Falta de potencia. **Mitigaciones:** blind doble, sham hardware, preregistro, corrección por multiplicidad, controles térmicos/vibracionales.

B. Definiciones, variables y KPIs (Σ MP)

Variables primarias (A): PSD(f) en cavidad; picos en Δf con y sin modulación; factor Q; temperatura; aceleración vibracional; campos EM parásitos.

Variables primarias (B): Coherencia EEG (Cxy), HRV (RMSSD, LF/HF), sincronía respiración-cardio, EDA tónica/fásica, escala subjetiva LI_music (0–100).

KPIs Σ MP: Σ MP■ = tamaño de efecto (Cohen's d) en picos PSD; Σ MP■ = incremento de coherencia promedio (ΔC ■); Σ MP■ = reducción de entropía espectral (ΔH); Σ MP■ = robustez a permutaciones (p_perm); Σ MP■ = replicabilidad intra-laboratorio.

C. Experimento A — ERV (Física)

C.1 Objetivos e hipótesis

H₀: No hay diferencia en la PSD ni picos consistentes entre condiciones MOD (modulación Σ simulada por actuadores paramétricos) y SHAM. **H₁:** Existen picos reproducibles en Δf esperadas, asociados a la dinámica Σ/σ , robustos a controles térmicos y vibracionales.

C.2 Materiales (BOM)

Componente	Especificación mínima
Cavidad de microondas/óptica	$Q \geq 1e6$; estabilidad térmica ± 5 mK
Actuador piezo/EO mod.	f_{mod} 100 Hz–10 kHz; profundidad <1%
Detección homodina/heterodina	Ruido cercano a límite cuántico
Aislación vibracional	< 1e-5 g RMS 1–1000 Hz
Blindaje EM y térmico	μ -metal + caja Faraday; control ± 5 mK
DAQ y reloj	≥ 24 bit, fs ajustable, GPSDO/OCXO

C.3 Configuración y calibración

Calibrar cadena de ganancia con fuente de ruido Johnson a dos temperaturas. Verificar linealidad del detector y perfil de fondo. Medir transferencia mecánica con acelerómetro piezo y espectro de vibraciones.

C.4 Procedimiento

- Montar cavidad y cerrar blindaje EM; estabilizar temperatura 2 h.
- Registrar PSD base (20 min).
- Aplicar modulación paramétrica (MOD) en barrido de f_{mod} ; registrar 20 min por punto.
- Ejecutar condición SHAM (mismo patrón sin acoplar) y registrar.
- Insertar controles: invertir fase, variar profundidad, agregar carga térmica controlada.
- Repetir 3 sesiones en días distintos; permutar orden MOD/SHAM (doble ciego).

C.5 Esquema de datos

Raw: series de tiempo I/Q; **Derivados:** PSD Welch; picos (f , amplitud, ancho), Q efectivo; sensores (T, vibración, EM). Guardar en formatos abiertos (CSV/Parquet) con metadatos (JSON).

C.6 Análisis y decisión

Comparar MOD vs SHAM con pruebas no paramétricas (Mann-Whitney) sobre amplitud de picos en Δf pre registradas; estimar d de Cohen, FDR-BH para múltiples f . Validar robustez con permutaciones (10k). Señal positiva: $d \geq 0.6$, $p < 0.01$ FDR, consistencia en $\geq 2/3$ sesiones y estabilidad térmica/vibracional.

D. Experimento B — Σlocking musical (Psicofisiología)

D.1 Objetivos e hipótesis

H0: No hay cambio en coherencia EEG/HRV/EDA frente a playlist control vs Σplaylist. **H1:** La Σplaylist induce incremento significativo y reproducible de coherencia fisiológica y disminución de entropía espectral.

D.2 Sujetos, ética y sesgos

N=24 adultos, 18–60 años, sana/os, consentimiento informado. Diseño cruzado dentro de sujeto, doble ciego simple (codificación playlists). Randomización latín cuadrado. Exclusiones: epilepsia fotosensible, fármacos simpaticolíticos recientes. Preregistro de análisis.

D.3 Instrumentación

EEG portátil 8–16 canales (10–20), PPG/ECG para HRV, respiración, EDA, micrófono ambiente, acelerómetro. Sincronía por NTP/PPG trigger. Sala silenciosa (<30 dBA).

D.4 Procedimiento

- Baseline 5 min (reposo ojos cerrados).
- Exposición a Playlist Control (20 min). Pausa 5 min.
- Exposición a ΣPlaylist (20 min) — curada para patrones rítmico-armónicos para locking respiratorio-cardíaco (60–90 BPM, variabilidad medida).
- Auto-reporte LI_music 0–100 tras cada bloque.
- Intercambiar orden en segunda visita.
- Repetir medición a la semana (test-retest).

D.5 Análisis y criterios de decisión

EEG: coherencia promedio C(α, θ) entre pares fronto-parietales; HRV: ΔRMSSD, ΔLF/HF; EDA: Δtónico. Comparación pareada (Wilcoxon). Umbrales: $d \geq 0.5$, $p < 0.01$ FDR, correlación ΔC vs LI_music ($p > 0.4$). Replicabilidad si efectos presentes en $\geq 2/3$ de sujetos y estabilidad test-retest.

E. Cronograma, costos y réplica

Fases (8 semanas): (1) Preparación y compras (2) Montaje y calibración (3) Corridas piloto (4) Corridas formales (5) Análisis (6) Réplica independiente.

Partida	Estimado (USD)
Hardware ERV (cavidad, detectores, blindajes)	15,000–40,000
Sensórica psico■fisiológica (EEG/PPG/EDA)	2,000–6,000
Acondicionamiento sala y control térmico	2,000–5,000
Computación/DAQ y almacenamiento	1,500–4,000
Contingencias y consumibles	10%

F. Checklist de ejecución y bitácora

- Prerregistro subido y sellado de tiempo
- Verificación de calibración térmica y vibracional
- Ciegos y aleatorización documentados
- Scripts de adquisición verificados (hash)
- Formatos de datos y metadatos listos
- Bitácora en cada sesión (anomalías, cambios, incidencias)
- Backups y control de versiones

G. Falsación, extensión y próximos pasos

Si no se observan efectos por encima de los umbrales pre■registrados, se considera **no soportada** la hipótesis en estas configuraciones. Extensiones: variar régimen (óptico vs microondas), mejorar Q, introducir sensores criogénicos, explorar otros estímulos (entrainment visual), y análisis bayesiano jerárquico.

Este protocolo es apto para auditoría externa. Cualquier modificación debe documentarse en anexos con control de versiones.