

# 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 ( $\Sigma$ ) y detección del bosón hipotético “Sincronón” ( $\sigma$ ) en dos dominios: físico (ERV) y psico■fisiológico ( $\Sigma$ ■locking).

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

# Índice

- 1 A. Resumen ejecutivo y mapa de riesgos
- 2 B. Definiciones, variables y KPIs ( $\Sigma$ 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):  $\Sigma$ ■locking musical +  $\Sigma$ 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 ( $\Sigma$ ) y su excitación cuántica ( $\sigma$ ). El *Experimento A* busca una **firma espectral** de  $\sigma$  mediante cavidades de alta Q, modulación paramétrica y espectroscopía de ruido del vacío (ERV). El *Experimento B* busca una **firma de coherencia macrofisiológica** ( $\Sigma$ locking) en sujetos expuestos a estímulos musicales controlados, evaluada con métricas  $\Sigma$ MP.

**Predicciones mínimas:** (i) *Desvío reproducible* respecto al modelo nulo en densidad espectral de potencia (PSD) en bandas  $\Delta f$  asociadas a la modulación  $\Sigma$  (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/vibratoriales.

## B. Definiciones, variables y KPIs ( $\Sigma$ MP)

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

**Variables primarias (B):** Coherencia EEG ( $C_{xy}$ ), HRV (RMSSD, LF/HF), sincronía respiracióncardio, EDA tónica/fásica, escala subjetiva LI\_music (0–100).

**KPIs  $\Sigma$ MP:**  $\Sigma$ MP = tamaño de efecto (Cohen's d) en picos PSD;  $\Sigma$ MP = incremento de coherencia promedio ( $\Delta C$ );  $\Sigma$ MP = reducción de entropía espectral ( $\Delta H$ );  $\Sigma$ MP = robustez a permutaciones ( $p_{\text{perm}}$ );  $\Sigma$ 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  $\Sigma$  simulada por actuadores paramétricos) y SHAM. **H1:** Existen picos reproducibles en  $\Delta f$  esperadas, asociados a la dinámica  $\Sigma/\sigma$ , robustos a controles térmicos y vibratoriales.

### C.2 Materiales (BOM)

Componente	Especificación mínima
Cavidad de microondas/óptica	$Q \geq 1e6$ ; estabilidad térmica $\pm 5$ mK
Actuador piezo/EO mod.	$f_{\text{mod}} 100 \text{ Hz} - 10 \text{ kHz}$ ; profundidad $< 1\%$
Detección homodina/heterodina	Ruido cercano a límite cuántico
Aislación vibracional	$< 1e-5 \text{ g RMS } 1 - 1000 \text{ Hz}$
Blindaje EM y térmico	$\mu$ metal + caja Faraday; control $\pm 5$ mK
DAQ y reloj	$\geq 24$ 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  $f_{\text{mod}}$ ; 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  $\Delta f$  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 — $\Sigma$ locking musical (Psico-fisiología)

### D.1 Objetivos e hipótesis

**H0:** No hay cambio en coherencia EEG/HRV/EDA frente a playlist control vs  $\Sigma$ playlist. **H1:** La  $\Sigma$ playlist 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  $\Sigma$ Playlist (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  $C(\alpha, \theta)$  entre pares fronto-parietales; HRV:  $\Delta RMSSD$ ,  $\Delta LF/HF$ ; EDA:  $\Delta tónico$ . Comparación pareada (Wilcoxon). Umbrales:  $d \geq 0.5$ ,  $p < 0.01$  FDR, correlación  $\Delta C$  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.*