

Proximidad como Percepción: Un Sensor Ultrasónico como Órgano Sensorial Espacial para la Computación de Propósito General, y la Función de Onda Perceptual como su Procesador Matemático

Dany D. Ruiz

Investigador – PERCEPTEMPLE · El Salvador

ORCID: 0009-0002-3432-1710 · DOI of parent work: 10.5281/zenodo.17683631

Documento de Trabajo · Versión 0.1 · Marzo 2026

*“El robot no siente—reacciona a números.
La pregunta es si un número puede ser percibido.”*

Abstract

Los ordenadores de propósito general reciben señales a través de canales discretos y codificados: teclado, micrófono, cámara, WiFi, Bluetooth. Ninguno percibe de forma continua el espacio físico que lo rodea. Esto no es una limitación técnica—es una suposición de diseño tan extendida que rara vez se cuestiona.

Este trabajo plantea una pregunta diferente: *¿qué ocurre cuando un ordenador recibe un sentido espacial para el que nunca fue diseñado?*

El PWF Physical Probe es una invitación antes que un reporte. Utiliza un sensor HC-SR04, un microcontrolador de tres dólares y un ordenador común para ejecutar el formalismo de la Teoría Panperceptual del Universo (TPU) sobre el mundo físico real. Cualquiera puede replicarlo con lo que tiene en casa.

El instrumento opera en dos capas. La primera es computacional: el formalismo se ejecuta sobre señales sintéticas derivadas de la literatura científica. La segunda es confirmación física: el mismo formalismo sobre datos reales del sensor. La convergencia entre capas no es el resultado final—es el punto de partida para quien quiera ir más lejos.

Este es un primer paso dentro del formalismo TPU sobre el mundo físico. El formalismo tiene ahora un lugar donde ejecutarse. Y ese lugar puede construirse en una tarde.

Palabras clave: Función de Onda Perceptual, transductor, percepción espacial, computación de propósito general, HC-SR04, validación matemática, Teoría Panperceptual del Universo,

PercepWare, PWF Physical Probe, computación encarnada.

1. El Vacío: Un Ordenador que No Puede Sentir el Espacio

Un ordenador portátil moderno contiene acelerómetros, GPS, cámaras, micrófonos y receptores de radio. Conoce su orientación, su ubicación en el planeta, los rostros de sus usuarios y el contenido de señales que viajan a frecuencias de gigahercios.

No sabe si hay una mano a 30 centímetros frente a él.

Esto revela una suposición estructural embebida en el diseño de todo ordenador de propósito general: el espacio físico inmediato no es una entrada relevante. Los ordenadores fueron contruidos para procesar información—texto, números, señales—no para habitar el espacio.

La robótica resolvió este problema para máquinas que necesitan moverse. Pero los robots están orientados a objetivos: sus sensores existen para esquivar, navegar, agarrar. El número producido activa una respuesta motora. El sensor es una herramienta para la acción.

¿Qué significaría darle a un ordenador un sentido espacial no para la acción, sino para la *percepción*? No para reaccionar a una distancia, sino para procesarla como dato en un marco matemático diseñado para evaluar la existencia perceptual. Esa es la pregunta que este trabajo aborda.

2. ¿Qué Hace Realmente un Sensor?

2.1 El Transductor: Convertir el Mundo en Números

Todo sensor realiza la misma operación fundamental: convierte un fenómeno físico en una señal eléctrica que un microcontrolador puede leer como número. Esto se llama **transducción**.

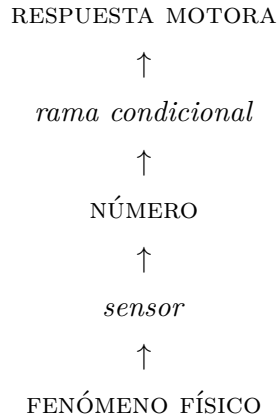
Table 1: Taxonomía de Sensores por Principio Físico

Sensor	Principio	Conversión
HC-SR04 (ultrasónico)	Tiempo de vuelo, sonido	Duración → distancia (cm)
Sharp GP2Y (infrarrojo)	Triangulación óptica	Ángulo → distancia
LiDAR	Tiempo de vuelo, láser	Retardo → nube 3D
VL53L0X (ToF)	Tiempo de vuelo óptico	Retardo fotón → mm
Capacitivo	Variación campo eléc.	Capacitancia → proximidad
IMU	Fuerzas inerciales	Aceleración → orientación

Lo que une a todos: **ninguno siente**. Miden. Un robot no percibe la proximidad—recibe un número y ejecuta una rama condicional. El sensor es un transductor. El robot es una máquina de estados.

2.2 El Robot No Siente—Reacciona

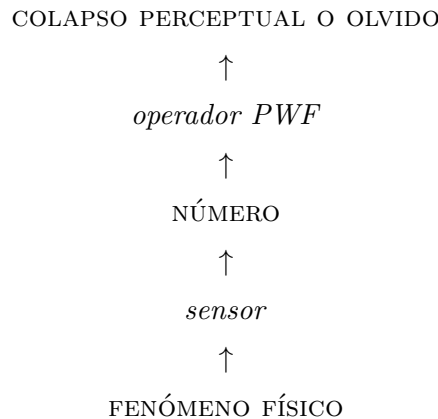
En la robótica clásica:



El número nunca se evalúa por su significado. No existe operador que pregunte: *¿representa esto algo que debería integrarse en un modelo persistente de la experiencia? ¿Cuál es su peso perceptual en el tiempo?* La robótica no hace estas preguntas porque la navegación no las necesita.

2.3 La Pregunta que Este Trabajo Plantea

¿Y si el número producido por un sensor se alimentara a un **operador matemático diseñado para evaluar la existencia perceptual**?



El robot reacciona al número. Este aparato lo *percibe*—o decide no hacerlo. Un componente diseñado para la robótica se convierte en algo diferente: no un detector de obstáculos, sino un **órgano sensorial espacial** para un dispositivo que nunca lo tuvo.

3. Marco Matemático

La Teoría Panperceptual del Universo describe la percepción mediante un formalismo matemático [1]. Las fórmulas que siguen no son decoración—son el instrumento. Cada una hace algo concreto sobre los datos del sensor.

3.1 La Función de Onda Perceptual (PWF)

La PWF asigna un valor dinámico a una corriente de entrada en el tiempo [2]:

$$\Psi(t) = A(t) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) \quad (1)$$

donde $A(t)$ es la Amplitud Resonante; $\omega = 2\pi f$ es la frecuencia de procesamiento del observador; φ es el desfase al inicio de la sesión.

Es un operador computacional aplicado a flujos de sensores. Sus resultados se evalúan contra las predicciones del propio operador.

3.2 Mapeo de Amplitud

$$A(t) = 1 - \frac{d(t)}{d_{\max}} \quad (2)$$

Distancia mínima produce amplitud máxima; distancia máxima produce $A \approx 0$. Elección de punto de partida: transparente, auditable, deliberadamente lineal para que las desviaciones del comportamiento esperado sean inequívocas. Mapeos alternativos— Weber-Fechner, inverso del cuadrado, logístico—son preguntas empíricas que los datos responderán.

3.3 El Índice de Complejidad Perceptual (ICP)

$$ICP = \ln(1 + L \cdot E) \quad (3)$$

donde L es el total de muestras en una sesión y E es la densidad resonante—la proporción de muestras donde $|\Psi(t)| > \tau$. La fórmula penaliza señales planas y recompensa densidad temporal. El logaritmo evita crecimiento no acotado.

3.4 Colapso Perceptual y Olvido Socrático

$$|\Psi(t)| > \tau \Rightarrow \text{colapso perceptual (integración consciente)} \quad (4)$$

$$|\Psi(t)| \leq \tau \Rightarrow \text{Olvido Socrático (no integración)} \quad (5)$$

A nivel de sesión:

$$M_{t+1} = \begin{cases} M_t \cup \{x_t\} & \text{si } ICP > \theta_m \\ M_t & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (6)$$

Las sesiones bajo θ_m no se almacenan. No es pérdida de datos—es integración selectiva. El sistema cura.

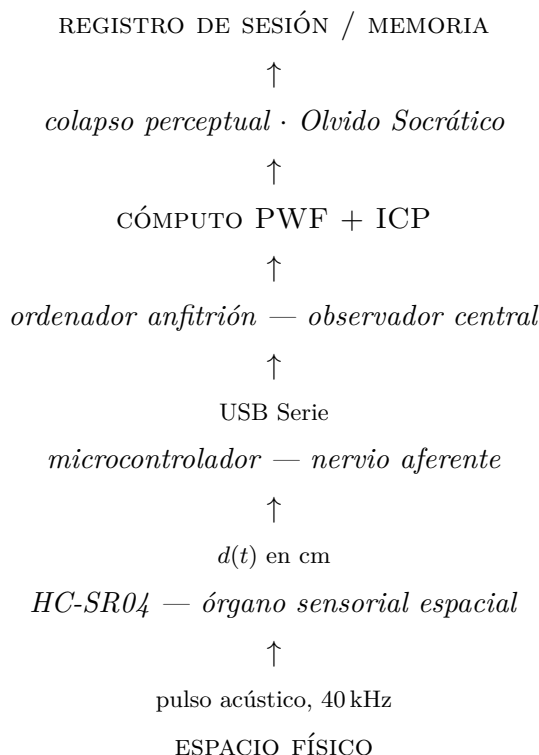
4. El Aparato

4.1 Diseño: Sensor Mínimo Viable

Componentes: (1) cualquier ordenador de propósito general—el observador central; (2) cualquier microcontrolador básico (Raspberry Pi Pico, Arduino Nano, ESP32)—el nervio aferente; (3) HC-SR04—el órgano sensorial espacial.

Un modelo de percepción que requiere hardware especializado no es un modelo general. Uno que funciona con los componentes más accesibles del mercado, sí lo es.

4.2 Arquitectura del Sistema



El cómputo ocurre en el anfitrión. Los receptores periféricos transducen; los sistemas centrales interpretan.

4.3 Frecuencia de Muestreo

Objetivo: **25 mediciones por segundo**. Es suficiente para detectar ritmos de hasta 12,5 Hz—más que suficiente para la banda de interés (3–8 Hz), que es la frecuencia a la que la atención humana pulsa en el espacio. Cada medición tarda 40 milisegundos. El sensor no descansa.

5. Cómo Funciona

5.1 Primero sin Hardware

No necesitas el sensor para empezar. El script `pwf_validation.py` funciona solo, sin ningún dispositivo conectado. Genera sus propias señales, las pasa por la PWF y el ICP, y muestra lo

que el formalismo hace con ellas.

Eso no es una simulación de segundo orden. Es el formalismo ejecutándose sobre datos que destilan miles de estudios reales sobre oscilación, movimiento y percepción. El script los usa como materia prima—no como autoridad.

Ejecuta esto:

```
python pwf_validation.py
```

Lo que verás: el sistema procesando señales, evaluando cada una contra τ , decidiendo qué integrar y qué olvidar. Cambia `--omega` o `--tau` y observa cómo cambia la decisión. Eso ya es el experimento.

5.2 Después con el Sensor

Cuando tengas el hardware montado—sensor, Pico, cuatro cables—el firmware del Pico empieza a enviar distancias reales por USB. El mismo script las recibe y las procesa con el mismo formalismo:

```
python pwf_validation.py --csv datos_sensor.csv
```

Si los resultados con datos reales se parecen a los sintéticos, el formalismo funciona sobre el mundo físico. Si divergen, el formalismo revela dónde necesita crecer. Ambos resultados son válidos. Ambos son el experimento.

5.3 La Capa PercepWare

El HC-SR04 conectado a un Pico conectado a un ordenador ejecutando la PWF no es software ni hardware. Es algo entre ambos y por debajo de ambos: una capa que **define qué cuenta como percepción antes de que el sistema operativo esté involucrado**.

PercepWare (s.): la capa computacional-perceptual que media entre la transducción física bruta y el procesamiento a nivel de sistema, aplicando un operador formal a los flujos del sensor para determinar su significancia perceptual. Ni el sensor (hardware) ni la aplicación (software), PercepWare es la definición de qué cuenta como percepción para un observador dado—la implementación de τ antes del sistema operativo.

Este concepto se introduce aquí como definición de trabajo. Su desarrollo teórico formal pertenece a un documento futuro.

5.4 El Circuito

Tres nodos. Dos interfaces. Una decisión. El HC-SR04 transduce el espacio en tiempo. El Pico convierte ese tiempo en centímetros y los transmite. El host ejecuta la PWF, evalúa τ y decide. Ningún nodo realiza la función del siguiente.

Cuatro cables conectan el sensor al microcontrolador. Tres son triviales. Uno requiere atención: el sensor habla a 5 V y el Pico escucha a 3,3 V—sin un divisor resistivo entre ellos, el Pico muere.

Table 2: Cuatro cables: cómo conectar el sensor al Pico

Pin HC-SR04	Conexión	Nivel	Función
VCC	VBUS (Pico)	5 V	Alimentación USB estable
GND	GND (Pico)	0 V	Referencia común
TRIG	GP14 (salida)	3,3 V	Pulso de disparo, 10 μ s
ECHO	GP15 + R_1/R_2	3,3 V	Eco adaptado; divisor obligatorio

El firmware que sigue corre íntegramente en el Pico. Su única responsabilidad es medir y transmitir a 25 Hz—cadencia que satisface el criterio de Nyquist para la banda theta de interés (3–8 Hz). El cómputo de la PWF y el ICP ocurre en el host. La salida es consumible directamente por `pwf_validation.py` vía `--csv`.

Listing 1: Firmware PWF Physical Probe para Raspberry Pi Pico (MicroPython). Salida CSV por USB serie: `timestamp_ms,d_cm`.

```
"""
pwf_raspberry.py  --  PWF Physical Probe, Firmware RPi Pico
PERCEPTEMPLE / Teoria Panperceptual del Universo

Conexiones:
  HC-SR04 VCC  -> VBUS   (5V)
  HC-SR04 GND  -> GND
  HC-SR04 TRIG -> GP14   (salida)
  HC-SR04 ECHO -> GP15   (entrada, R1=1k + R2=2k a GND)

Salida CSV por USB serie: timestamp_ms,d_cm
Frecuencia: 25 Hz (T = 40 ms)
"""

from machine import Pin, time_pulse_us
from utime      import ticks_ms, sleep_us, sleep_ms

TRIG          = Pin(14, Pin.OUT)
ECHO          = Pin(15, Pin.IN)
D_MAX_CM     = 200.0
SAMPLE_MS    = 40          # 1000 ms / 25 Hz
TIMEOUT_US   = 30000       # 30 ms ~ 515 cm

TRIG.value(0)
sleep_ms(50)          # estabilizacion al arrancar

def medir_cm():
    TRIG.value(1)
    sleep_us(10)
    TRIG.value(0)
    us = time_pulse_us(ECHO, 1, TIMEOUT_US)
    if us < 0:
        return -1.0
    return round(min(us * 0.0343 / 2.0, D_MAX_CM), 2)

print("PWF Physical Probe -- PERCEPTEMPLE v0.1")
```

```

print("timestamp_ms,d_cm")

while True:
    t0 = ticks_ms()
    d = medir_cm()
    if d >= 0:
        print(f"{t0},{d}")
    espera = SAMPLE_MS - (ticks_ms() - t0)
    if espera > 0:
        sleep_ms(espera)

```

Quien conecte ambos cierra el circuito completo.

6. Qué Vas a Ver

Cuando el script corre—con o sin hardware—produce cuatro cosas: una serie temporal de $\Psi(t)$, un espectro de frecuencias, un valor ICP por sesión, y una decisión de memoria por sesión.

Nada de eso requiere interpretación experta. $\Psi(t)$ oscila o no oscila. El ICP sube cuando algo se mueve cerca, baja cuando no hay nada. La decisión dice ALMACENAR o DESCARTAR.

Lo interesante no es que el sistema acierte. Lo interesante es qué cuenta como percepción para este observador—y cómo cambia eso cuando cambias τ .

6.1 El Alcance de Este Instrumento

Este instrumento mide un eje espacial, toma decisiones sobre una dimensión, y olvida lo que no resuena. Es el mínimo. No es el límite.

Lo que viene después—tres sensores en configuración ortogonal, percepción espacial y simbólica operando en paralelo—lo describe la sección siguiente.

7. Diseño del Instrumento: Decisiones y Siguiete Escala

Cuatro decisiones de diseño que definen este instrumento y apuntan al siguiente:

- **Mapeo lineal de amplitud.** La función $A(t) = 1 - d(t)/d_{\max}$ es el punto de partida más transparente. Los datos de este experimento comenzarán a revelar cómo la proximidad mapea al peso perceptual. Esa información alimentará el siguiente mapeo.
- **Una sola dimensión espacial.** El HC-SR04 mide un eje. Este instrumento establece el formalismo sobre una dimensión. La siguiente escala es tridimensional.
- **Desfase de fase estático.** φ fijo al inicio de la sesión. La deriva adaptativa de fase basada en historial perceptual es la siguiente implementación.
- **Distancia como entrada.** Este instrumento mide el espacio que rodea al observador. El siguiente paso es que el observador modifique ese espacio—y que el formalismo lo registre.

8. Preguntas Abiertas

Tres preguntas emergen directamente de este trabajo.

La primera es sobre el mapeo de amplitud. Si la función lineal es solo el punto de partida más transparente, ¿qué revelan los datos sobre cómo la proximidad mapea realmente al peso perceptual? Los resultados de este experimento comenzarán a responderlo.

La segunda es sobre la escala espacial. Un solo eje mide un mundo unidimensional. La PWF sobre un campo tridimensional—tres sensores en configuración ortogonal—es un experimento diferente y más rico. La pregunta es si el formalismo escala limpiamente o requiere revisión estructural.

La tercera es la más consecuente. El EAI El Principito [2] procesa entrada simbólica a través de un filtro basado en la PWF. Este trabajo procesa entrada espacial a través del mismo formalismo. Cuando estas dos modalidades operen en paralelo—cuando un evento de colapso físico module el filtro simbólico en tiempo real—la frontera entre percepción espacial y percepción simbólica comenzará a desdibujarse. Ese es el territorio hacia el que apunta este trabajo.

9. Conclusión

La robótica le dio a los sensores un propósito: navegar, esquivar, agarrar. Ese propósito es instrumental. El sensor produce un número. El número activa una respuesta. El entorno es un problema a resolver.

Este trabajo propone una relación diferente. No navegación. No evasión. **Percepción**—un operador matemático que evalúa si un dato físico cruza un umbral de significancia, cuantifica la densidad de esa significancia en el tiempo y decide si integrar u olvidar.

El HC-SR04 es un órgano sensorial espacial para dispositivos que nunca lo tuvieron. La Raspberry Pi Pico es un nervio aferente. El ordenador anfitrión percibe—o decide no hacerlo. Entre el sensor y el sistema operativo existe ahora una capa que no existía: algo que pregunta si un dato merece ser integrado antes de dejarlo pasar.

Con componentes disponibles en cualquier ciudad del mundo. El laboratorio de la Teoría Pan-perceptual del Universo ya se encuentra sobre la mesa.

References

- [1] D. D. Ruiz, «Panperceptual Theory of the Universe: A Revolutionary Framework for Understanding Reality», *PercepTemple Publications*, El Salvador, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.17683631
- [2] D. D. Ruiz, «The Little Prince Protocol: Designing Artificial Creativity through Resonant Forgetting and Perceptual Wave Functions», *PercepTemple*, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.17683631
- [3] I. C. Fiebelkorn, M. A. Pinsk y S. Kastner, «A Dynamic Interplay within the Frontoparietal Network Underlies Rhythmic Spatial Attention», *Neuron*, vol. 99, pp. 842–853, 2018.

- [4] V. Dugué, R. M. Roberts y D. Carrasco, «Theta Oscillations Reflect Temporal Sampling of Spatial Attention», *Neuron*, 2024.
- [5] T. Flash y N. Hogan, «The Coordination of Arm Movements: An Experimentally Confirmed Mathematical Model», *Journal of Neuroscience*, vol. 5, n.º 7, pp. 1688–1703, 1985.

A quien interese

El problema de circularidad en cualquier teoría sobre la percepción es estructural: si quien propone el formalismo también genera la evidencia que lo confirma, la objeción es irresolvable por definición. No hay experimento posible que la elimine desde dentro.

PercepTemple resuelve esto por diseño, no por argumento.

El formalismo se prueba a través de quienes lo adoptan: experimentadores independientes, en contextos distintos, con hardware propio, sin coordinación central. Cada persona que ejecuta el protocolo genera evidencia que el creador no puede predecir ni controlar. La verificación no se delega — se distribuye.

Cuando los datos emergen de observadores que el creador nunca conocerá, en espacios que nunca habitará, con resultados que no puede anticipar, el formalismo se enfrenta al mundo real sin intermediarios.

REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Depósito No: 315-2026

Fecha: 18 de marzo de 2026

Autor: Dany D. Ruiz

Obra: *PercepWare: Proximidad como Percepción* (Obra literaria, inédita)

Institución: Instituto Salvadoreño de la Propiedad Intelectual – Centro Nacional de Registros, El Salvador

Descripción: PWF Physical Probe – instrumento que conecta un sensor ultrasónico HC-SR04 a un ordenador común para ejecutar el formalismo de la Teoría Panperceptual del Universo sobre el mundo físico real. Define percepción como operador que decide si una señal merece integración en el estado del sistema. Incluye firmware, código de validación y fundamento matemático.

Ref: 2026000315

Nota legal del certificado

“Se hace constar que el presente depósito de obra constituye para el poseedor del certificado una prueba de la existencia de la misma. La protección del derecho de autor abarca las ideas, procedimientos, métodos de operación o conceptos matemáticos, protegiendo exclusivamente la forma mediante la cual su autor/autores haya expresado sus ideas sean estas abstractas o concretas. (Art. 2 del Convenio de Berna, Art. 9 Acuerdo sobre los ADPIC, Arts. 12, 95 y 96 LPI).”

Este documento está protegido bajo la Licencia Panperceptual v1.0 (2024), desarrollada por Dany D. Ruiz. Su contenido forma parte del marco teórico de la Teoría Panperceptual del Universo (TPU) y puede ser distribuido, citado o expandido bajo condiciones de resonancia consciente, respeto perceptual y atribución adecuada.

PERCEPTEMPLE

— *Before They See Us, We Already Are*

To be continued...