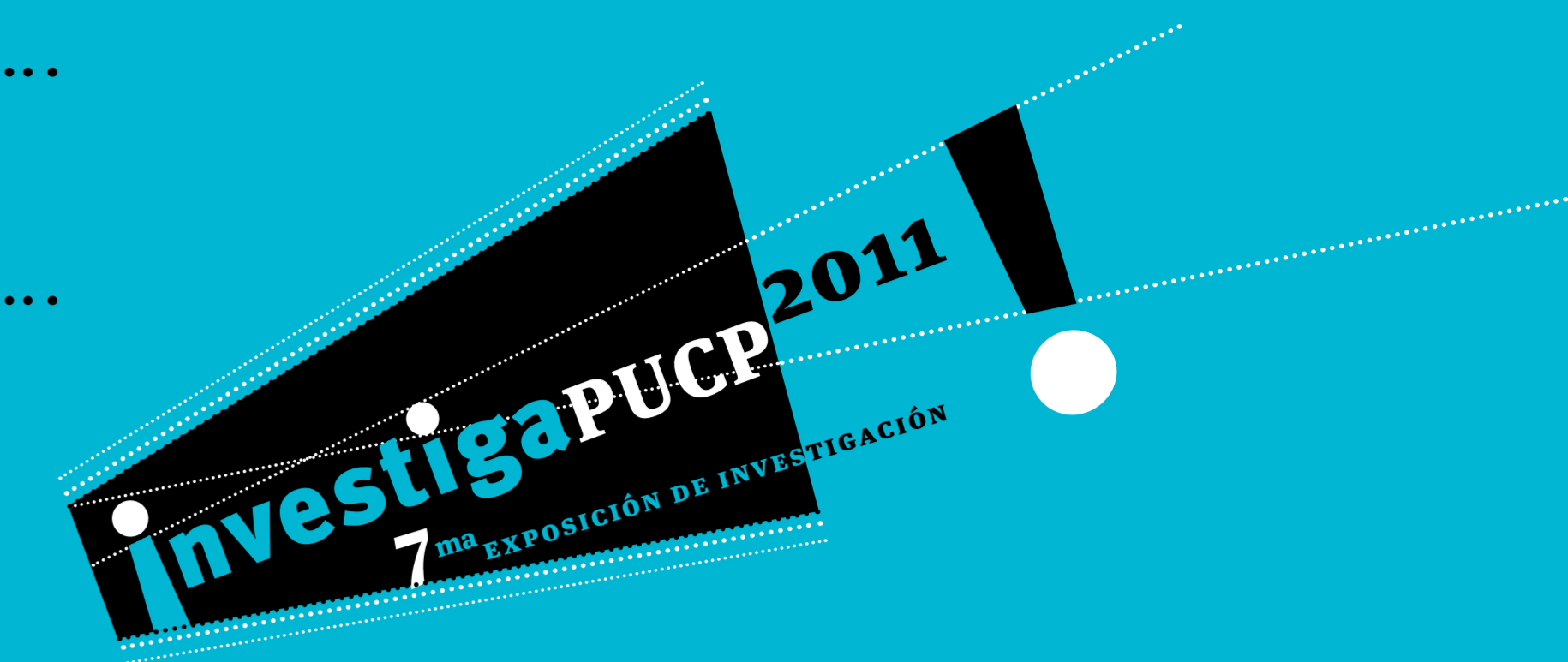


# Rediseño y Puesta a Punto de los Elementos Electrónicos de un Prototipo de Termociclador para Replicación de ADN

## INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y MECÁNICA



**INVESTIGADOR RESPONSABLE** → Ing. Quino Valverde  
**CO-INVESTIGADORES** → Ing. Willy Carrera S., Ing. Rosendo Franco y Dra. Sayda Mujica  
**ASISTENTES DE INVESTIGACIÓN** → David Zegarra y Marco González  
**FINANCIADO POR** → Vicerrectorado de Investigación

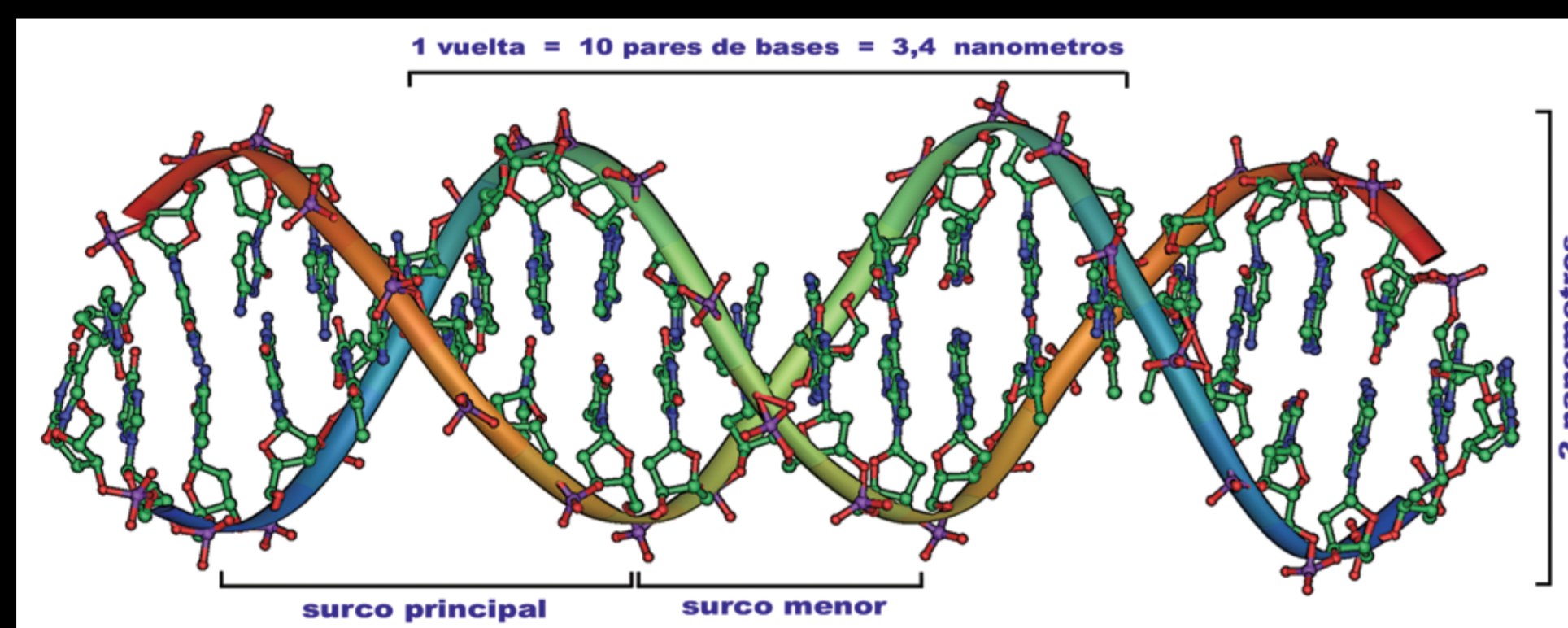
Dentro de las actividades conjuntas de Equi-LaB (Grupo de Desarrollo De Equipos para Laboratorios Biológicos) e INACOM Aula CIMNE PUCP: Investigación asistida por computadora) profesores de Electrónica y Mecánica del Departamento de Ingeniería de la PUCP, vienen trabajando en el diseño e implementación de un prototipo de Termociclador. Este equipo permite replicar un segmento del ADN, de manera automática siguiendo el Proceso de Reacción en Cadena de la Polimerasa por lo que resulta muy útil en todos los laboratorios de las ciencias de la vida en los que se hace uso de las últimas técnicas de Biotecnología Moderna

El prototipo de Termociclador que se presenta incorpora elementos electrónicos y termo-mecánicos obtenidos como resultado de las investigaciones del equipo de trabajo. A nivel electrónico se han desarrollado los sistemas de control del proceso y de potencia para el funcionamiento y uso de las celdas Peltier; así como se han implementado el sensor, el actuador, el software para el control de la temperatura, y las pruebas de funcionamiento de los circuitos.

Por otro lado, los componentes termo-mecánicos desarrollados son: bandeja porta muestras con celdas Peltier, disipador, ventilador, carcasa y tapa, los mismos que han sido diseñados, comprobados y corregidos haciendo uso del Método de los Elementos Finitos, mediante el análisis de mecánica de fluidos y transferencia de calor a través de la simulación por computadora.

La implementación final del prototipo se encamina a integrar los logros obtenidos de elementos termo-mecánicos y electrónicos.

### A. FIGURAS GENERALES



Esquema, que muestra las dos hebras del Ácido Desoxirribonucleico (ADN), que contiene la información genética de todos los seres vivos.



Modelo de Termociclador Comercial de la marca Techne TC-412.

### B. AVANCES EN LA ELECTRÓNICA DEL PROTOTIPO

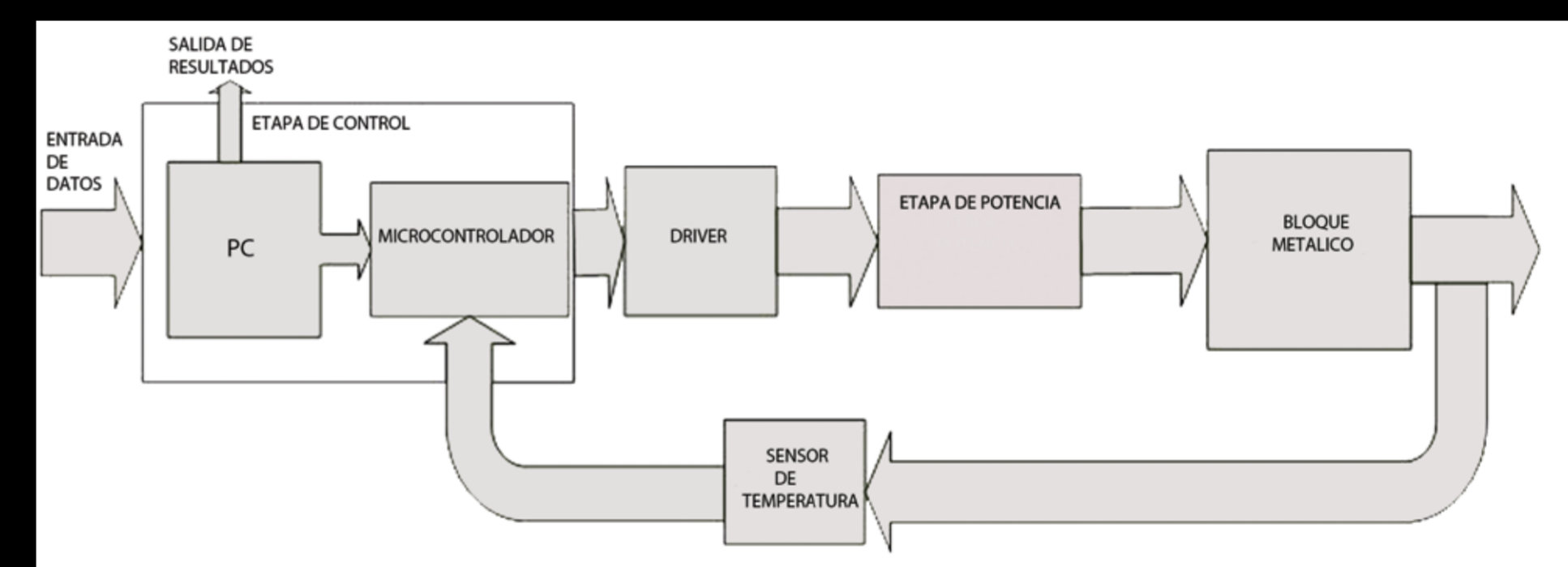
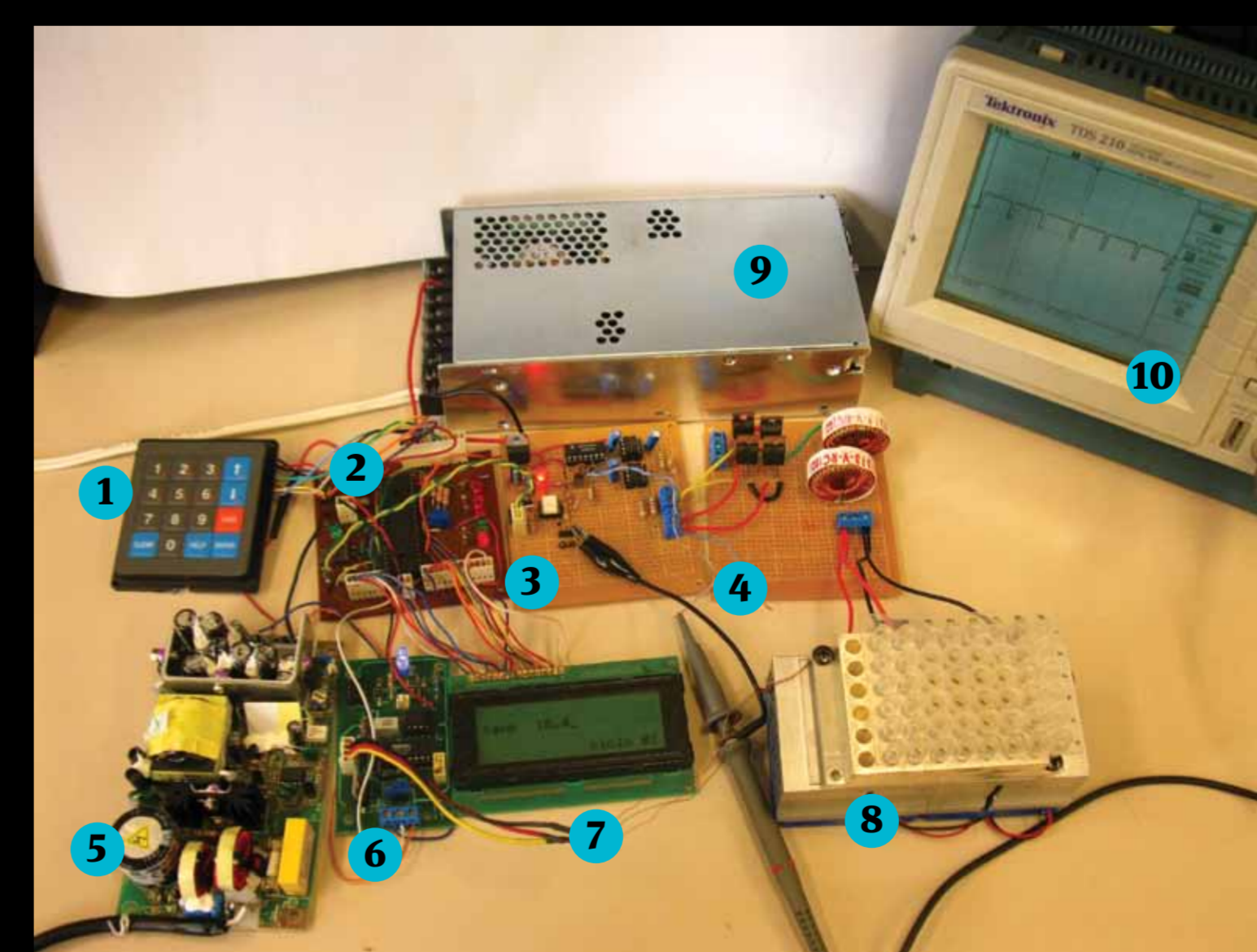


Diagrama de bloques del sistema electrónico para el control de las etapas del proceso de PCR en un Termociclador.

La PC recibe los datos, los procesa y envía la señal al microcontrolador. El Driver recibe del microcontrolador una señal PWM la que activa el sistema de potencia, alimentando el bloque metálico, que contiene la "bandeja porta-muestras" donde se desarrolla el proceso de Reacción en Cadena de la Polimerasa para multiplicar las muestras de ADN. Mediante un sistema de lazo cerrado el sensor de temperatura retroalimenta el sistema.

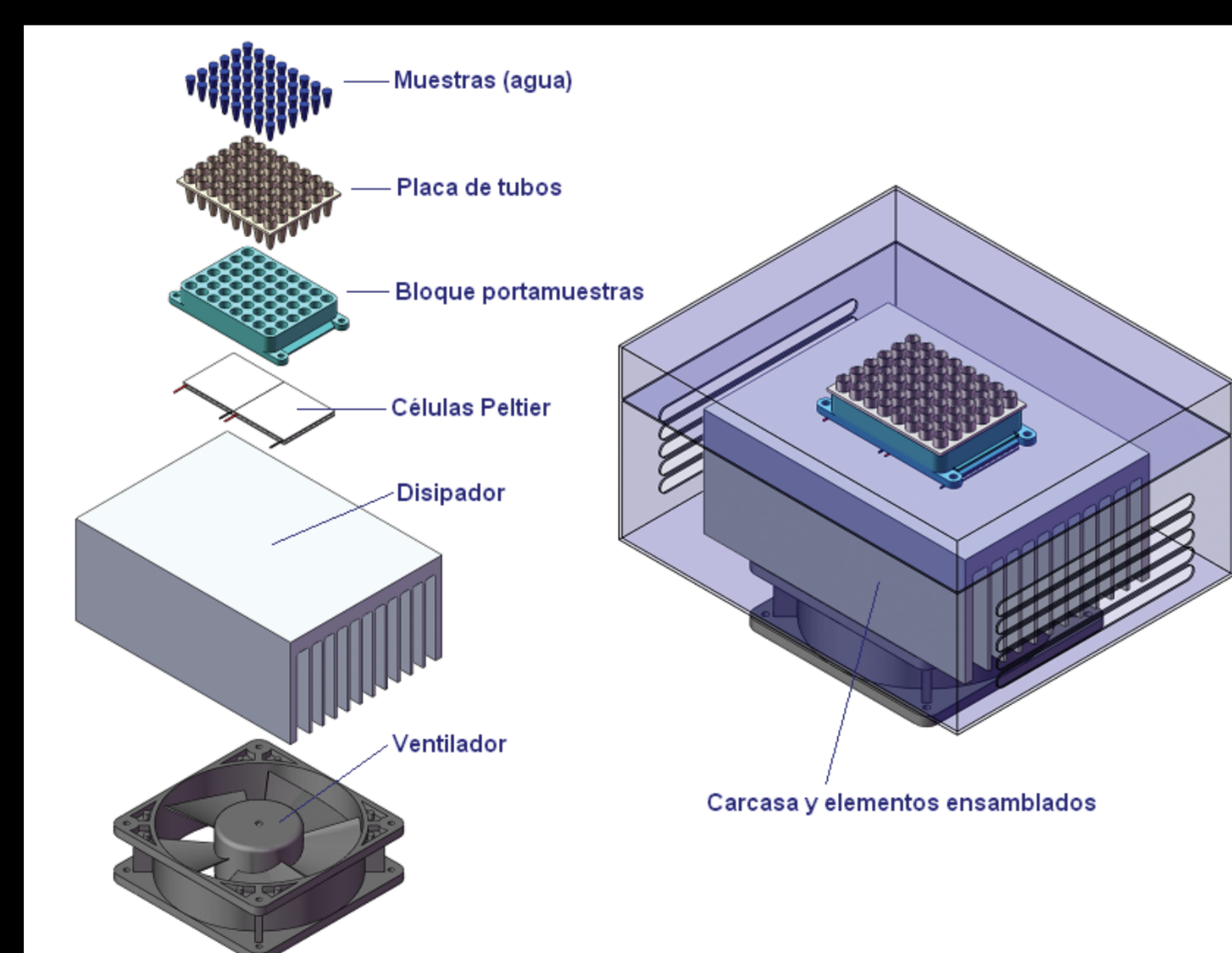
La foto muestra la integración de todos los elementos electrónicos para el funcionamiento del Prototipo de Termociclador.



- 1 Teclado matricial. Interfaz de ingreso de datos.
- 2 Microcontrolador.
- 3 Circuito manejador de Puente H.
- 4 Puente H.
- 5 Fuente de voltaje primaria (+5V, +12V, -12V).
- 6 Circuito de sensor de temperatura.
- 7 Pantalla LCD. Interfaz de visualización de datos ingresados y temperatura.
- 8 Bloque metálico de plata y dispositivos Peltier (donde se colocan las muestras de ADN)
- 9 Fuente de voltaje de potencia 12V/26A.
- 10 Osciloscopio. Se utiliza solo para fines de observar la forma de onda generada en el circuito del punto 3.

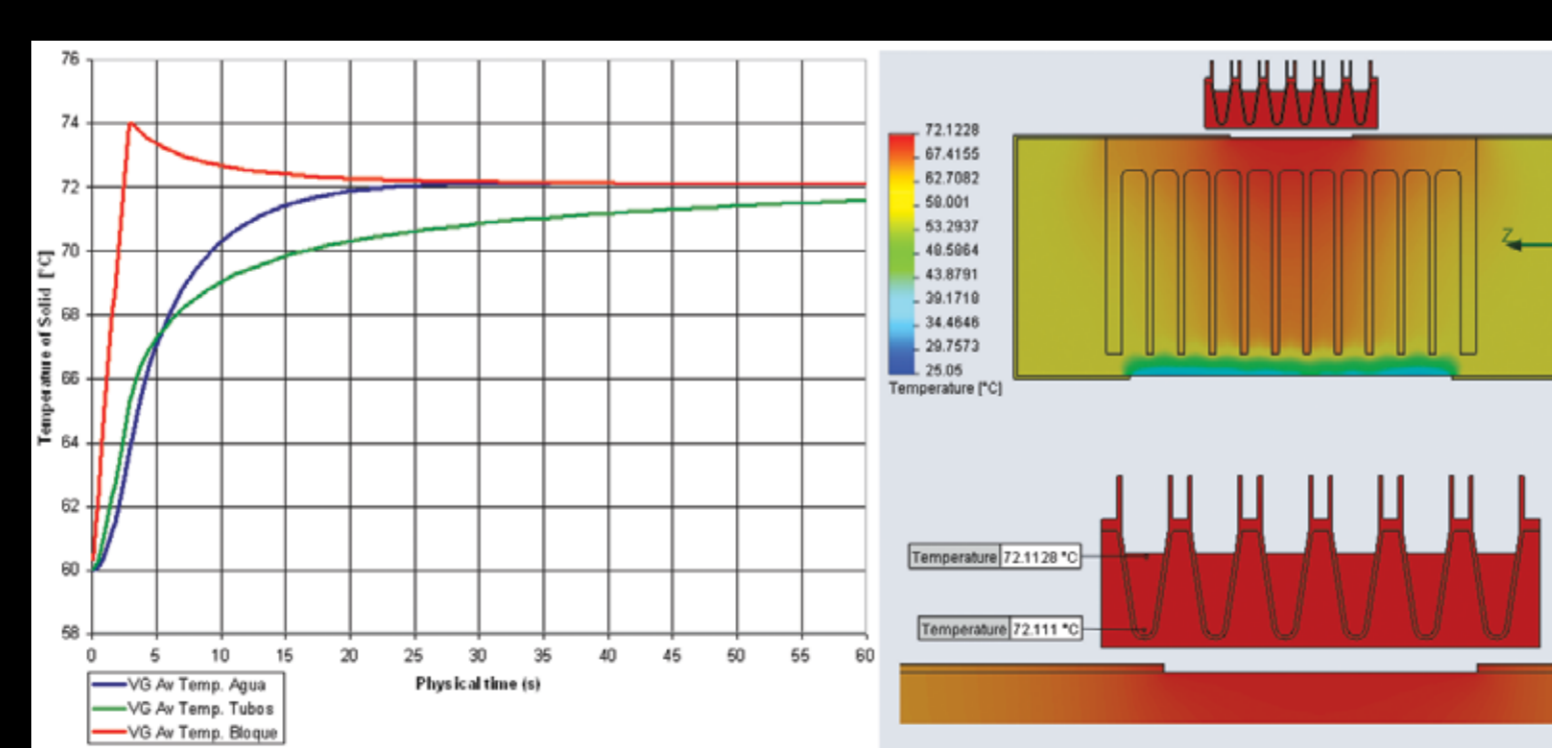
### C. ASPECTOS MECÁNICOS: ENSAMBLAJE Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA TERMOELÉCTRICO

Con la finalidad de evaluar el funcionamiento de los elementos mecánicos del Termociclador se han realizado simulaciones en las que se han considerado los elementos, que presenta la siguiente figura.



Ensamblaje del sistema termoelectrico.

En la parte izquierda de esta figura se aprecian los componentes del sistema termoelectrico en una vista explosionada, adicionando la placa de microtubos y las muestras. En la parte derecha se aprecian estos elementos ensamblados en la carcasa.



Ejemplo de simulaciones del comportamiento de la temperatura.

En la figura se pueden apreciar los resultados de la simulación de una de las etapas del proceso de RCP (Reacción en Cadena de la Polimerasa), necesario para la replicación del ADN. En este caso de 60°C a 72°C obtenidos con el software CFD.

A la izquierda se presenta las curvas que muestran la rapidez con la que el agua (azul), los tubos de ensayo (verde) y el bloque portamuestras (rojo) llegan a la temperatura deseada, aprox. en 15 seg. manteniéndose por 45 seg. como lo requiere esa etapa.

A la derecha se aprecia una vista, en sección de los componentes del sistema termoelectrico y en escala de colores la temperatura, allí se puede reconocer que la distribución de temperatura alcanzada al final de la etapa es homogénea.