



# Sistema de Calorimetría Indirecta para la Obtención de Gasto Energético en Ratas de Laboratorio

Autor: Rodrigo Cortés Sánchez

Profesor: Dr. Leon Hamui

## Introducción

En la actualidad, los trastornos de **obesidad** se han vuelto un problema cada vez más común a nivel mundial. La obesidad tiene que ver directamente con la relación entre la **energía consumida** y la de **energía producida** por un ser vivo durante un periodo de tiempo. La **calorimetría indirecta** es un método de obtención de **gasto de energía** en seres vivos que consiste en la medición de **O<sub>2</sub> consumido** y de **CO<sub>2</sub> producido** por la persona o animal, a diferencia de la calorimetría directa, la cual realiza una medición del gasto energético directamente y resulta significativamente más costoso y complejo. Por medio de la obtención de las mediciones de los gases, es posible obtener el **cociente de respiración** y el **gasto de energía** del objeto de estudio, ayudando así a analizar el fenómeno de obesidad y su relación con factores como el alimento, el descanso, la actividad física, etc.<sup>1</sup>

## Diseño y funcionamiento

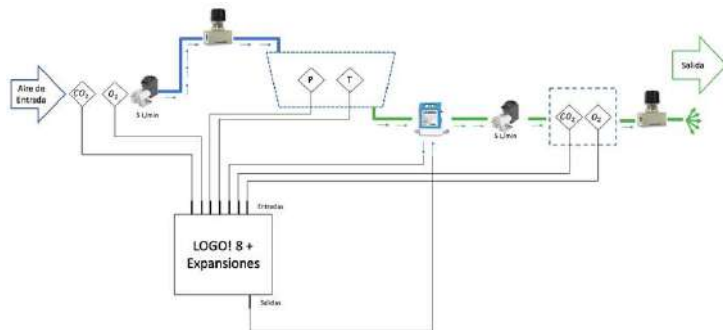


Figura 1. Diagrama esquemático del sistema de calorimetría indirecta

Un sistema de calorimetría indirecta de **circuito abierto** introduce aire del exterior a una cámara **hermética** en donde se encuentra la rata, mientras el aire dentro de la cámara es constantemente expulsado, permitiendo un **flujo de aire continuo**, evitando bajos niveles de O<sub>2</sub> y removiendo el CO<sub>2</sub> y el vapor de agua producidos por el animal. En la **Figura 1** se plantea el diseño del aparato de calorimetría indirecta propuesto, en el cual se puede observar el flujo de aire dentro del sistema; la obtención de datos a la entrada y salida del circuito, y el control de flujo para **regular la presión** dentro de la cámara. El control y obtención de datos son llevados a cabo por el módulo lógico programable **Logo! 8** de **Siemens**, utilizando siete sensores diferentes para realizar las mediciones necesarias.

## Diseño de Prototipo

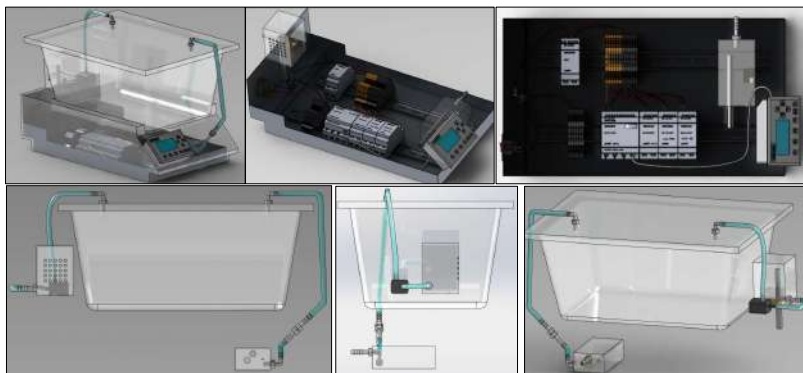


Figura 3. Diseño CAD de sistema de calorimetría indirecta

## Conclusiones

Para un desarrollo óptimo de este proyecto, es necesario concluir cada fase en un estado estable. Tras haber planteado el diseño de un primer prototipo del sistema, el siguiente paso es construir el dispositivo, realizar pruebas y definir los componentes de medición e instrumentación que se deban implementar para realizar correcciones en donde se requiera. Una vez que se construya el sistema y se compruebe su correcto funcionamiento, es posible considerar realizar modificaciones y funciones complementarias. Ejemplo de estas funciones son: sistema de alimentación, ambiente para realización de actividad física, sistema de calefacción, censado de temperatura, etc.

## Referencias

- <sup>1</sup> Assaad, H., Yao, K., Tekwe, C. D., Feng, S., Bazer, F. W., Zhou, L., . . . Wu, G. (2014). *Analysis of energy expenditure in diet-induced obese rats*  
<sup>2</sup> Even, P. C., & Nadkarni, N. A. (2012). *Indirect calorimetry in laboratory mice and rats: principles, practical considerations, interpretation and perspectives.*

## Objetivo

Desarrollar un **sistema de calorimetría indirecta** para analizar el consumo de **O<sub>2</sub>** y la producción de **CO<sub>2</sub>**, con el fin de valorar la **obesidad** en una rata de laboratorio. El sistema de calorimetría indirecta será de **circuito abierto** y deberá ser capaz de obtener las siguientes mediciones dentro de la cámara: volumen de O<sub>2</sub> consumido (**VO<sub>2</sub>**) por la rata, el volumen de CO<sub>2</sub> producido (**VCO<sub>2</sub>**), el cociente respiratorio y la producción de calor.

## Cálculo de VO<sub>2</sub> y VCO<sub>2</sub>

Para obtener la producción de calor y el cociente respiratorio (RQ), se necesita calcular **VO<sub>2</sub>** y **VCO<sub>2</sub>**. Siendo **FiO<sub>2</sub>** y **FiCO<sub>2</sub>** la fracción de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en el volumen del aire de entrada, respectivamente, y **FoO<sub>2</sub>** y **FoCO<sub>2</sub>** la fracción de ambos gases en el aire de salida, realizamos el siguiente desarrollo:

$$\dot{V}O_{2i} = \dot{V}_i \times FiO_2 \dots (1) \quad \dot{V}O_{2o} = \dot{V}_o \times FoO_2 \dots (3)$$

$$\dot{V}CO_{2i} = \dot{V}_i \times FiCO_2 \dots (2) \quad \dot{V}CO_{2o} = \dot{V}_o \times FoCO_2 \dots (4)$$

$$\dot{V}O_2 = \dot{V}O_{2i} - \dot{V}O_{2o} \dots (5)$$

$$\dot{V}CO_2 = \dot{V}CO_{2o} - \dot{V}CO_{2i} \dots (6)$$

$$RQ = \frac{\dot{V}CO_2}{\dot{V}O_2} \dots (7)$$

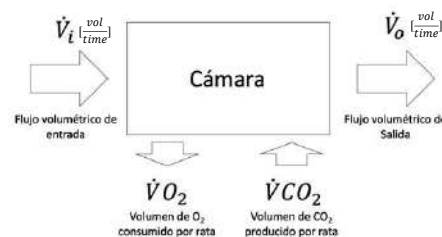


Figura 2. Diagrama funcional del proceso de obtención de datos

## Manejo de resultados

Tras obtener las mediciones de **VO<sub>2</sub>** consumidas y **VCO<sub>2</sub>** producidas por la rata por unidad de tiempo, el usuario tendrá a su disposición estos **datos** y podrá **trabajarlos** de distintas maneras. Para la primer etapa del proyecto, se guardarán los datos de las mediciones en una **memoria** y podrán ser analizados y manejados fácilmente cuando el usuario lo desee. Para una segunda etapa del proyecto, se planea enlazar el aparato de calorimetría con un **software** para poder visualizar los resultados en tiempo real y obtener un **manejo y análisis visual** de los datos, el cual consiste en un conjunto de gráficas que despliegan los valores de **VO<sub>2</sub>** y **VCO<sub>2</sub>** medidos con respecto al tiempo, al igual que el cociente respiratorio (RQ) y el índice metabólico, los cuales pueden ser calculados por medio de las mediciones obtenidas.