

# “Proceso para la obtención de prótesis oculares por medio de la polimerización en microondas y producto obtenido con el mismo”

MX/a/2023/010957

## Descripción de la Tecnología

Las prótesis se pueden definir como un "Dispositivo de aplicación externa que se usa para reemplazar total o parcialmente una parte de un miembro ausente o deficiente", de acuerdo con la OMS. Las prótesis oculares son un reemplazo estético de forma parcial o total de un ojo, aun cuando se puede llevar a cabo una vida normal con la visión de un sólo ojo, la prótesis puede ser un apoyo para el paciente en términos sociales, psicológicos y estéticos. Las prótesis oculares se clasifican en: prótesis ocular doble o simple, conformadores y, prótesis esclerales.

La tecnología que aquí se presenta, se refiere a un proceso para obtener las prótesis oculares por medio de la polimerización en microondas, que comprende veinte etapas, se simplifica la técnica de polimerización convencional del polimetilmetacrilato (PMMA). El yeso para manufacturar la prótesis puede ser yeso dental tipo III o yeso corriente.

## Aplicaciones, usos y beneficios de la tecnología

Como resultado del proceso, se obtiene una prótesis con propiedades mecánicas y superficiales mejoradas, además de que no cambia de forma ni de color, dado que los pigmentos naturales que se utilizan para su caracterización con respecto al ojo contralateral de un paciente quedan encapsulados o sellados y no permiten que dichos pigmentos se corran. El proceso permite, además, reducir tiempos y costos de fabricación.

Algunas ventajas del proceso se enlistan a continuación:

- Los pigmentos naturales utilizados quedan encapsulados en medio de la prótesis ocular evitando el contacto con los tejidos del cuerpo de un paciente, evitando el posible rechazo de la prótesis por parte del cuerpo
- La prótesis resultante tiene un tiempo de duración 200% mayor respecto a las prótesis oculares encontradas en el estado de la técnica, y en dicho tiempo de duración no pierde el color ni la forma.

Para demostrar dichas ventajas, se realizaron las siguientes pruebas mecánicas:

- Pruebas de micro dureza superficial: comparando el proceso de polimerización por calor contra la polimerización por microondas, donde se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 1)

Tabla 1. Resultados de microdureza en prótesis oculares

| Zona              | Proceso de polimerización |                |
|-------------------|---------------------------|----------------|
|                   | Por calor                 | Por microondas |
| Discos            |                           |                |
| Superior          | 24.31 ± 5.80              | 29.17 ± 4.62*  |
| Prótesis oculares |                           |                |
| Superior          | 33.28 ± 5.23              | 52.42 ± 3.22*  |
| Media superior    | 40.50 ± 11.26             | 55.53 ± 1.51*  |
| Central           | 80.75 ± 18.79             | 97.24 ± 2.20*  |
| Media inferior    | 78.58 ± 42.33             | 89.57 ± 3.18*  |
| Inferior          | 52.70 ± 11.19             | 65.57 ± 2.09*  |

(\*) Indica una diferencia estadísticamente significativa entre la polimerización por calor y la energía de microondas.

- Análisis de la morfología de la superficie: las imágenes observadas en el microscopio electrónico de escaneo mostraron que el método convencional de polimerización por calor de los discos acrílicos de PMMA tenía superficies más rugosas, depresiones localizadas y más irregularidades que los discos polimerizados con energía de microondas. En los discos polimerizados por microondas se observó una superficie lisa y homogénea, con un patrón lineal en la superficie creado por el pulido de la superficie.
- Medición de la rugosidad de la superficie:

Tabla 2. Valores de los parámetros de rugosidad (Ra, Rq, Rz) en discos polimerizados

| Proceso de polimerización | Ra (SD) (nm) | Rq (SD) (nm) | Rz (SD) (nm) |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Por calor                 | 83.0 ± 8.0   | 104.2 ± 10.8 | 152.5 ± 42.4 |
| Por microondas            | 44.6 ± 8.8   | 60.1 ± 12.4  | 55.8 ± 11.4  |

- Calorimetría: Los termogramas indican un pico exotérmico alrededor de 120°C a 150°C en las probetas polimerizadas por calor durante el primer ciclo de calentamiento, lo que significa que hay monómero residual y es mayor en la polimerización por calor. La temperatura de transición vítrea (Tg) se observa en torno a los 115° para ambos procesos.

## Nivel de madurez de la tecnología

De acuerdo con la escala de la NASA y del estándar internacional ISO/FDIS 16290:2013 “Space Systems – Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment” se estima que esta invención tiene un TRL de 3 que corresponde a la Prueba experimental en laboratorio, siendo una primera prueba de concepto.

## Información de mercado

Spherical insights (2023) reporta que el tamaño del mercado mundial de prótesis oculares fue valorado en 1.3 mil millones de dólares en 2023. Se proyecta que el mercado crezca a una tasa anual compuesta del 8.35% desde 2023 hasta 2033. se espera que el tamaño del mercado mundial de prótesis oculares alcance los 2.9 mil millones de dólares para 2033. Se prevé que Asia Pacífico será la región de mayor crecimiento durante el período de pronóstico.

