

## Ficha de detalles de la invención

### Título de la invención:

**Sistema In Situ de bioimpresión de scaffolds para la estimulación de cicatrización y prevención de infecciones en heridas causadas por quemaduras.**

### 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

Indique y describa cuál es el problema técnico (o los problemas técnicos) que busca resolver la invención.  
*Se considera problema técnico aquel aspecto técnico (estructura, configuración, entre otros), que antes de la invención no tenía solución o tenía soluciones distintas a la provista por la invención.*  
*En caso de Diseño Industrial, omitir esta parte.*

En el ámbito médico, las quemaduras representan un desafío significativo, con consecuencias clínicas, emocionales y económicas. En el Perú, como en muchas partes del mundo, las quemaduras afectan a un considerable número de personas, con un aumento del 60% en casos pediátricos según el Instituto Nacional de Salud del Niño (INSN) en el año 2023 [1].

Tradicionalmente, el tratamiento de quemaduras ha estado marcado por intervenciones quirúrgicas, injertos de piel y terapias tópicas, siendo la piel cultivada una alternativa valiosa [2]. Sin embargo, estas prácticas presentan limitaciones, incluida la disponibilidad de donantes de piel, los altos costos y la complejidad en la gestión de las heridas extensas. Además, se destaca el riesgo inherente de infecciones, lo que agrega una capa adicional de complejidad al tratamiento [3].

El problema técnico central radica en la necesidad de desarrollar una solución integral y accesible para el tratamiento de quemaduras que supere las limitaciones de los enfoques actuales. La bioimpresión 3D emerge como una tecnología prometedora, pero enfrenta desafíos técnicos en términos de regulación de energía, dosificación precisa de biomateriales y el proceso de crosslinking para garantizar la eficacia del tratamiento y la viabilidad celular.

El diseño de sistemas de bioimpresión que se ajusten a los estándares médicos, sean asequibles y portátiles, y que ofrezcan una dosificación precisa y un proceso de crosslinking eficiente, es crucial para abordar este problema técnico. La falta de soluciones efectivas y accesibles tiene un impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes y en la carga económica asociada al tratamiento de quemaduras.

La invención propuesta, denominada BIONOVA, aborda directamente estos problemas técnicos. Al implementar un sistema in situ de bioimpresión de scaffolds con extrusión por bomba peristáltica y crosslinking iónico, BIONOVA busca superar las limitaciones de los métodos actuales. Permite un control preciso del proceso de extrusión, garantiza la viabilidad celular mediante crosslinking iónico, y su diseño portátil y asequible facilita la aplicación en entornos médicos variados.

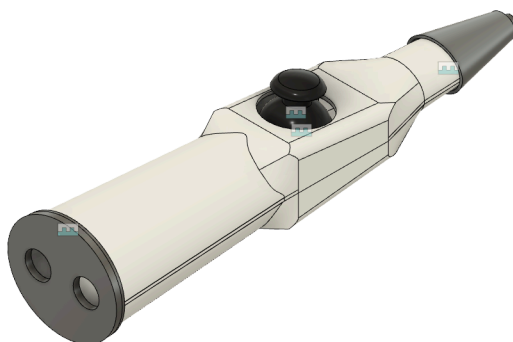
1. <https://www.insnsb.gob.pe/blog/2023/03/10/insn-san-borja-casos-de-ninos-quemados-se-incrementa-en-60-en-lo-que-va-de-este-ano-2023/>
2. <https://www.insnsb.gob.pe/blog/2016/04/27/insn-san-borja-salva-vida-de-pacientes-con-extensas-quemaduras-con-aplicacion-de-piel-cultivada/>
3. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/burns>

## 2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO:

Describa la invención de forma clara enfatizando en qué consiste el concepto inventivo central.  
Si la invención es un producto, máquina, equipo y especifique sus partes y cómo se relacionan.  
Si la invención es un procedimiento, especifique los pasos, parámetros de operación, insumos, o cualquier otra información relevante para alcanzar el efecto técnico.  
La invención puede tener el procedimiento y su producto novedosos por lo que puede detallar los dos.  
(Mínimo 250 palabras). *Incluya figuras, fotografías o diagramas. Adjunte a esta ficha todos las publicaciones u otros documentos asociados que posea al respecto*

En caso de Diseño Industrial, adjuntar imágenes o fotos del producto

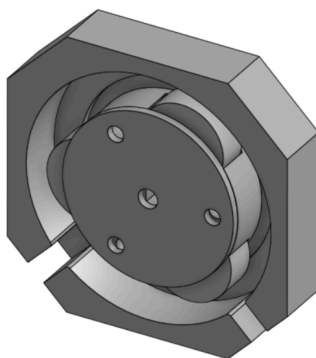
BIONOVA es una solución integral para el tratamiento de quemaduras mediante bioimpresión 3D in situ. Su concepto inventivo central radica en la combinación eficiente de tecnologías de extrusión y crosslinking iónico para imprimir scaffolds de biomateriales directamente sobre las heridas, mejorando la eficacia y accesibilidad del tratamiento.



Estructura y Funcionamiento:

### 1. Sistema de Bioimpresión:

**Bomba Peristáltica con Motor DC:** El corazón del sistema, proporciona un flujo constante, rápido y controlado del biomaterial desde el cartucho de biomaterial.



**Cartuchos de Biomaterial:** Albergan los componentes necesarios para la bioimpresión, permitiendo un intercambio sencillo y evitando la contaminación cruzada.

### 2. Extrusión de Biomaterial:

**Técnica de Extrusión:** BIONOVA utiliza la técnica de extrusión para dosificar precisamente biomaterial, mejorando la aplicación sobre la zona afectada.

### 3. Crosslinking Iónico:

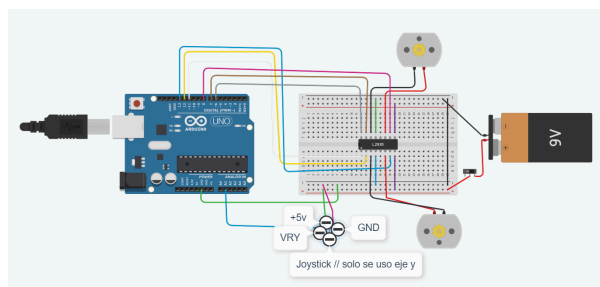
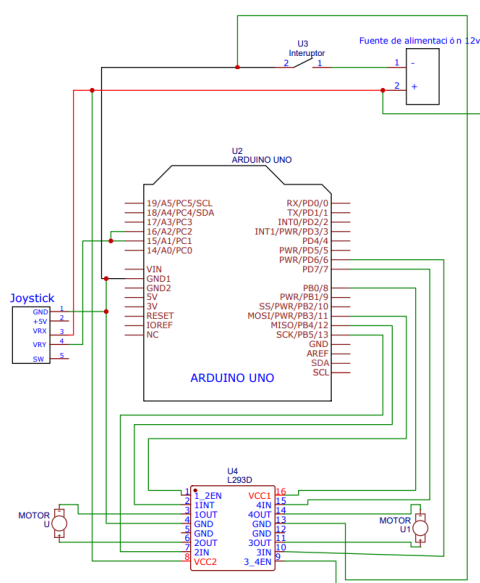
Atomizador para Crosslinking: Un dispositivo integrado atomiza una solución de iones ( $\text{CaCl}_2$ ) sobre el biomaterial extruido, permitiendo un crosslinking eficiente para garantizar la estabilidad de la estructura y la viabilidad celular.

### 4. Materiales del Prototipo:

- PLA (Ácido Poliláctico): Material para la carcasa del prototipo debido a su seguridad y posibilidad de fabricación mediante impresión 3D.
- Acero Inoxidable: Empleado en la boquilla del sistema para garantizar la higiene y durabilidad.
- PVC Transparente: Utilizado en el protector de la boquilla, asegurando la visibilidad y evitando contaminaciones.

### 5. Diseño de control electrónico

- Sistema de control mediante arduino uno, driver l293d y joystick. Esto nos da el control sobre la velocidad de giro, además del sentido de giro de los motores.



### Procedimiento de Bioimpresión:

El operador carga el cartucho de biomaterial en el compartimiento correspondiente.

Se enciende el sistema y se inicia la bomba peristáltica, extrayendo y dosificando el biomaterial de manera controlada.

Simultáneamente, se activa el atomizador para el crosslinking iónico, garantizando la estabilidad del scaffold. La combinación de extrusión y crosslinking permite la bioimpresión in situ sobre la herida, adaptándose a su forma y tamaño.

### Módulos del Prototipo:

Módulo de Batería (Figura 1): Almacena y suministra energía al sistema de bioimpresión, asegurando su funcionamiento en cualquier entorno clínico.

Módulo de Control e Interfaz (Figura 2): Proporciona controles intuitivos y visualización en tiempo real del proceso de bioimpresión.

Módulo de Extrusión y Atomización (Figura 3): Contiene la bomba peristáltica, el sistema de extrusión y el atomizador para crosslinking, asegurando una aplicación precisa y eficiente del biomaterial.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES

Liste y describa los productos, procedimientos más parecidos a su proyecto y los principales antecedentes técnicos o bibliográficos que haya consultado. Explique cuáles fueron los principios técnicos en los que se

inspiró para obtener la invención; o que usó y estudió durante el proceso de investigación que dio como origen al proyecto. Pueden ser papers, tesis, vídeos, documentos, libros, etc.

- Biopen: El sistema Biopen incluye un sistema de extrusión motorizado, un cartucho de biotinta, una boquilla y una unidad de fotocurado. Con su unidad de luz visible reemplazable, permite reticular hidrogeles con diferentes fotoiniciadores. Con su sistema de extrusión ajustable, puede realizar bioimpresiones compatibles con las células y permite que el hidrogel cargado de células se imprima a la velocidad deseada en el cartucho.
- iFixPen: El iFixPen es un dispositivo de mano que entrega una estructura impresa en 3D directamente sobre defectos corneales. Entrega una estructura impresa en 3D directamente sobre defectos corneales. La tinta iFixInk, pendiente de patente, crea una estructura completamente transparente y biodegradable para sellar la herida, prevenir la infiltración de patógenos, aliviar el dolor y acelerar la curación.

CN110769771B: ROBOT IMPRESORA BIOLÓGICA TRIDIMENSIONAL: Un sistema mínimamente invasivo que utiliza un robot quirúrgico como impresora tridimensional para fabricar tejido biológico en un sujeto. La planificación preoperatoria se utiliza para instruir y controlar el movimiento del robot y la extrusión robótica de biotinta. El movimiento del robot se coordina con la extrusión de tinta para formar capas del espesor y tamaño deseados, y el uso de diferentes tipos de tinta permite colocar el elemento compuesto.

US11325301B2: EQUIPO DE IMPRESIÓN 3D QUE UTILIZA MATERIAL BIOLÓGICO Y SU MÉTODO: Aparato de bioimpresión 3D y un método de bioimpresión tridimensional que utiliza el aparato. El aparato de bioimpresión 3D comprende un marco de impresora. Un dispositivo de lápiz de bioimpresión 3D está dispuesto en el marco de la impresora e incluye un lápiz de impresión desmontable.

**3.1. ¿Conoce algún trabajo o invento que se parece más a su invento?** Si la respuesta es afirmativa, enumerar, indicando el nombre de la publicación, la fuente y fecha de publicación y adjuntar un breve resumen de dicho antecedente.

La combinación de bioimpresión 3D in situ, técnicas de extrusión, crosslinking iónico y la aplicación específica para el tratamiento de quemaduras, con énfasis en la portabilidad y accesibilidad, es única en su enfoque.

#### 4. VENTAJAS DE LA INVENCION

**Detalle** las ventajas que tiene la invención respecto a los antecedentes. Las ventajas podrían ser: mayor sensibilidad, especificidad, no presenta efectos secundarios, menor tiempo de diagnóstico, etc.

- Portabilidad y Accesibilidad: BIONOVA se destaca por su diseño portátil y accesible, lo que lo hace adecuado para su uso en entornos médicos diversos, incluidas áreas remotas o con recursos limitados. Esto supera las limitaciones de equipos más grandes y costosos, permitiendo un tratamiento más amplio y oportuno de quemaduras.
- Técnica de Extrusión y Crosslinking iónico: La combinación de la extrusión por bomba peristáltica y el crosslinking iónico contribuye a mantener la viabilidad celular durante el proceso de bioimpresión. Esto resulta en una mayor retención de células vivas en comparación con otras técnicas de bioimpresión, como la bioimpresión por láser.
- Biomateriales Optimizados: La propuesta utiliza una combinación de alginato y ácido hialurónico, lo que aprovecha las propiedades complementarias de estos polímeros para mejorar la adhesión celular,

la hidratación y la estabilidad mecánica del scaffold. Esto contribuye a una mejor interacción con las células y promueve el crecimiento y la proliferación celular.


- Costo Asequible: BIONOVA se destaca por su asequibilidad, lo que facilita su adopción en entornos médicos con recursos limitados. Esta característica contribuye a hacer la tecnología más accesible para hospitales y clínicas médicas, especialmente en regiones donde las opciones de tratamiento pueden ser limitadas.
- Vídeos de pruebas:  
[https://drive.google.com/drive/folders/1FqFgcxhp3A4abJSJNWkdzcmr8VHMD29o?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1FqFgcxhp3A4abJSJNWkdzcmr8VHMD29o?usp=drive_link)

## 5. DESCRIPCIÓN DE LAS DIVULGACIONES

Indique las divulgaciones que ha realizado de la invención a través de cualquier medio: escrito, oral, búsqueda de financiamiento; y las fechas en que se dieron estas divulgaciones. (si hubiese más de una divulgación puede agregar replicar la tabla)


Tipo de divulgación (Paper, tesis, conferencia, vídeo, libro, etc.)	Página Web / Repositorio
Fecha de publicación	Noviembre 2023
Enlace	<a href="https://github.com/JoseLuisNunezRivera/ProyectoFunBio">https://github.com/JoseLuisNunezRivera/ProyectoFunBio</a>
¿Existen diferencias respecto a lo divulgado?	Ninguna


## 6. DATOS DE LOS INVENTORES

Nombre completo	NUÑEZ RIVERA, JOSE LUIS
Nacionalidad	Peruana
Domicilio	Ca. San Martin 150, San Miguel, Lima
Celular	986617958
E-mail	jose.nunez.rivera@upch.pe
Firma	

Nombre completo	TASSARA CAMARENA, MICAELA
Nacionalidad	Peruana
Domicilio	Santiago de Surco
Celular	938 112 192
E-mail	micaela.tassara@upch.pe



Firma	
-------	---

Nombre completo	MERINO CONTRERAS, ANDREE PASCALE
Nacionalidad	Peruana
Domicilio	Av. Bosque Huanca 360 - El Agustino - Lima
Celular	998621809
E-mail	andree.merino@upch.pe
Firma	

Nombre completo	LEONARDO CASTILLÓN, VALERIA
Nacionalidad	Peruana
Domicilio	San Miguel
Celular	993988687
E-mail	valeria.leonardo@upch.pe
Firma	

Nombre completo	Aguilar Ocas, Edgar Antonio
Nacionalidad	Peruana
Domicilio	Jr Santa Marina - San martin de porres - Lima
Celular	983 638 296
E-mail	edgar.aguilar@upch.pe
Firma	

