



CIENCIAS DE LA SALUD

Ciencia Vital, Vol. 4, No. 1, enero-marzo 2026

<https://doi.org/10.20983/cienciavital.2026.01.sal.01>
e0401SAL01

CIENCIA VITAL
Revista de Divulgación Científica de la UACJ
ISSN: 2693-2944

Curación de heridas

a través del uso de
nanomateriales de carbono

Mtra. Rosa Bonilla Peregrino¹

Dra. Beatriz Liliana España Sánchez²



¹ Centro de Investigación y Desarrollo
Tecnológico en Electroquímica

² Centro de Investigación y Desarrollo
Tecnológico en Electroquímica
<https://orcid.org/0000-0002-6015-6037>. lespana@cideteq.mx



INICIO



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

RESUMEN

La piel es el órgano más grande del cuerpo humano y actúa como una barrera natural que nos protege de microorganismos como bacterias y virus. Sin embargo, cuando se producen lesiones o heridas, esta protección se debilita y aumenta el riesgo de infección. En la búsqueda de nuevas estrategias para mejorar la cicatrización, la nanotecnología —una rama de la ciencia que estudia materiales extremadamente pequeños, miles de veces más delgados que un cabello humano— ha abierto posibilidades prometedoras. Este artículo explica de manera clara cómo ocurre el proceso natural de curación de una herida y cómo los **nanomateriales de carbono**, diminutas estructuras formadas por átomos de carbono, pueden ayudar a acelerarlo. Gracias a sus propiedades antibacterianas y a su capacidad para interactuar con las células del cuerpo, estos materiales pueden mantener la herida libre de microorganismos y favorecer la regeneración del tejido. Comprender estas innovaciones científicas no solo amplía nuestro conocimiento sobre la cicatrización, sino que también contribuye al desarrollo de tratamientos más eficaces para heridas comunes y crónicas, con posibles beneficios para la salud y la calidad de vida de muchas personas.

La piel es nuestro escudo en la batalla contra los microbios

La piel es el órgano más grande de nuestro cuerpo y nos protege de la entrada de microorganismos patógenos, como bacterias y virus [1], [2]. La piel se compone de tres capas conocidas como epidermis, dermis e hipodermis. La epidermis es una capa delgada y externa que interactúa con el ambiente. La dermis es una capa interna de mayor grosor, mientras que la hipodermis es una capa inferior compuesta principalmente de tejido graso (Figura 1).

Al ser una barrera protectora, la piel es susceptible de sufrir daños por factores externos que pueden ocasionar lesiones de distintos niveles de gravedad y diferentes tiempos de curación [3]. Estas lesiones comúnmente se conocen como heridas. Para fines prácticos, las heridas se han clasificado en función del tiempo de cicatrización en heridas agudas y crónicas [4].

Las heridas agudas tienden a curarse dentro de un periodo aproximado de dos semanas. En cambio, en las heridas crónicas el tiempo de curación puede exceder las seis semanas. Enfermedades como la diabetes, las afecciones autoinmunes y algunas infecciones suelen complicar el proceso de curación y aumentar los tiempos de recuperación, lo que a largo plazo puede comprometer la salud.

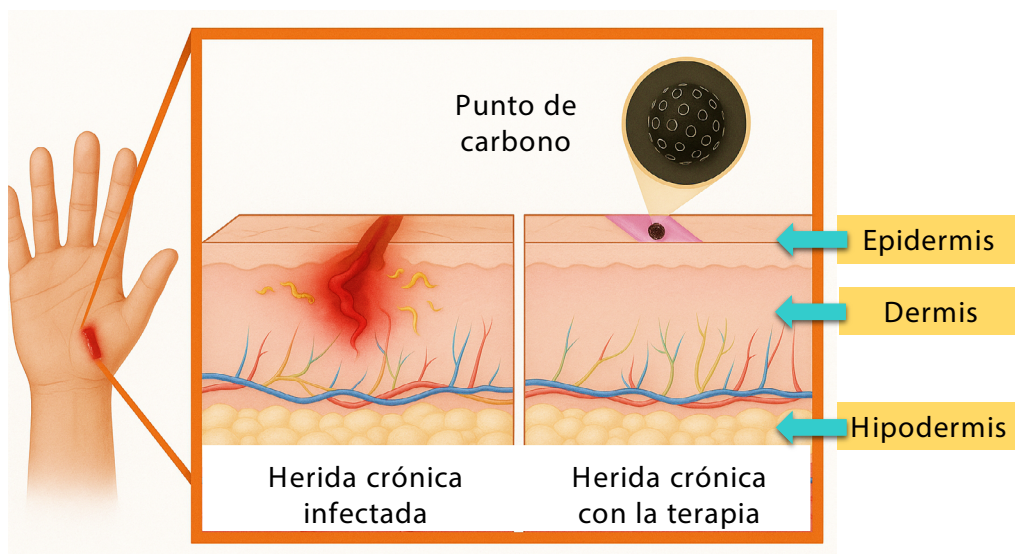


Figura 1. Heridas crónicas de la piel con infección bacteriana y terapia antibacteriana.



INICIO



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

¿Conoces el proceso de curación de una herida?

Cuando se produce una herida, el tejido de la piel se daña en mayor o menor medida y queda expuesto a bacterias patógenas que pueden causar infecciones y malestares en el sitio afectado [4]. No obstante, el cuerpo humano posee un complejo mecanismo de reparación que se activa inmediatamente después de la lesión.

El proceso de curación de una herida implica una serie de fases coordinadas que trabajan juntas para reparar y restaurar el tejido dañado. Entre estas fases se encuentran la **hemostasia**, la **inflamación**, la **proliferación** y la **remodelación**. Sin embargo, este proceso puede variar dependiendo del estado de salud de la persona y de la gravedad de la herida.

I. Hemostasia

La hemostasia es la primera fase del proceso de curación y se encarga de detener el sangrado de los vasos sanguíneos abiertos por la herida mediante un proceso conocido como **coagulación sanguínea**. Para lograrlo, los vasos sanguíneos lesionados se contraen rápidamente y las plaquetas, junto con otras sustancias presentes en la sangre, forman un coágulo que previene el sangrado excesivo y sella temporalmente la herida para evitar la contaminación del medio exterior [1], [3]–[5].

II. Inflamación

La inflamación es la fase que sigue a la hemostasia. En esta etapa se limpia y prepara la zona de la herida mediante la acción de diversas células del sistema inmunológico presentes en la sangre, como los **glóbulos blancos o leucocitos**, entre ellos los **neutrófilos** y los **macrófagos**. Estas células eliminan restos de células muertas, cuerpos extraños y microorganismos, evitando infecciones que podrían interferir con el proceso de curación [1], [4], [5].

III. Proliferación

La proliferación es la tercera fase del proceso de curación y consiste en la **restauración celular**, es decir, la generación de nuevo tejido que reemplaza al tejido dañado o perdido. Células especializadas de la piel, como los **queratinocitos** y los **fibroblastos**, producen colágeno y otras sustancias que rellenan el espacio de la herida.

Durante esta fase también ocurre la **angiogénesis**, que es el proceso mediante el cual se forman nuevos vasos sanguíneos para reemplazar a los que resultaron dañados [1], [3]. Los vasos sanguíneos son conductos por los cuales circula la sangre y permiten transportar oxígeno y nutrientes hacia el tejido en proceso de reparación [1], [4], [5].

IV. Remodelación

La remodelación es la última fase del proceso de cicatrización. En esta etapa, el tejido nuevo que se formó durante la fase de proliferación se reorganiza gradualmente para asemejarse lo más posible al tejido original [3]. Este proceso suele comenzar aproximadamente tres semanas después de la lesión y puede prolongarse hasta por un año [1], [4], [5].

Curación de heridas utilizando nanomateriales de carbono

En la actualidad existen avances importantes en las investigaciones médicas orientadas a mejorar la curación de heridas. Sin embargo, las heridas crónicas, como las que se presentan en personas con diabetes o en casos de quemaduras [6], siguen representando un reto para la medicina.

Además, estas heridas suelen ser más susceptibles a infecciones, lo que complica el proceso de recuperación, prolonga el tiempo de reparación y aumenta los costos de tratamiento.



INICIO



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

¿Qué son las nanoestructuras de carbono?

Las **nanoestructuras de carbono** son un tipo de nanomaterial formado principalmente por átomos de carbono. Estas estructuras se encuentran a escala nanométrica (una millonésima parte de un milímetro) y pueden adquirir funciones específicas cuando se modifican mediante la incorporación de grupos químicos en su superficie [5].

En el contexto de la curación de heridas, estas nanoestructuras han despertado un gran interés en la comunidad científica debido a sus propiedades de **biocompatibilidad**, **actividad antibacteriana** y **capacidad para promover la regeneración del tejido**.

La **biocompatibilidad** significa que estos materiales pueden interactuar con las células del cuerpo sin causar efectos tóxicos ni provocar rechazo [4], [7], [8]. Además, los materiales a nanoescala poseen la capacidad de eliminar bacterias que causan infecciones [5], [8]–[10], por lo que pueden contribuir a prevenir infecciones en heridas.

El pequeño tamaño de las nanoestructuras de carbono también les permite ingresar al interior de las células presentes en el sitio de la herida mediante un proceso llamado **absorción celular**, lo que facilita su interacción con el tejido dañado y potencia su efecto terapéutico [5], [7].

Asimismo, cuando estas estructuras se modifican con otros átomos o compuestos, pueden adquirir **propiedades antioxidantes**, que ayudan a proteger el tejido en proceso de curación del daño causado por moléculas altamente reactivas conocidas como radicales libres [5], [10] (Figura 2).

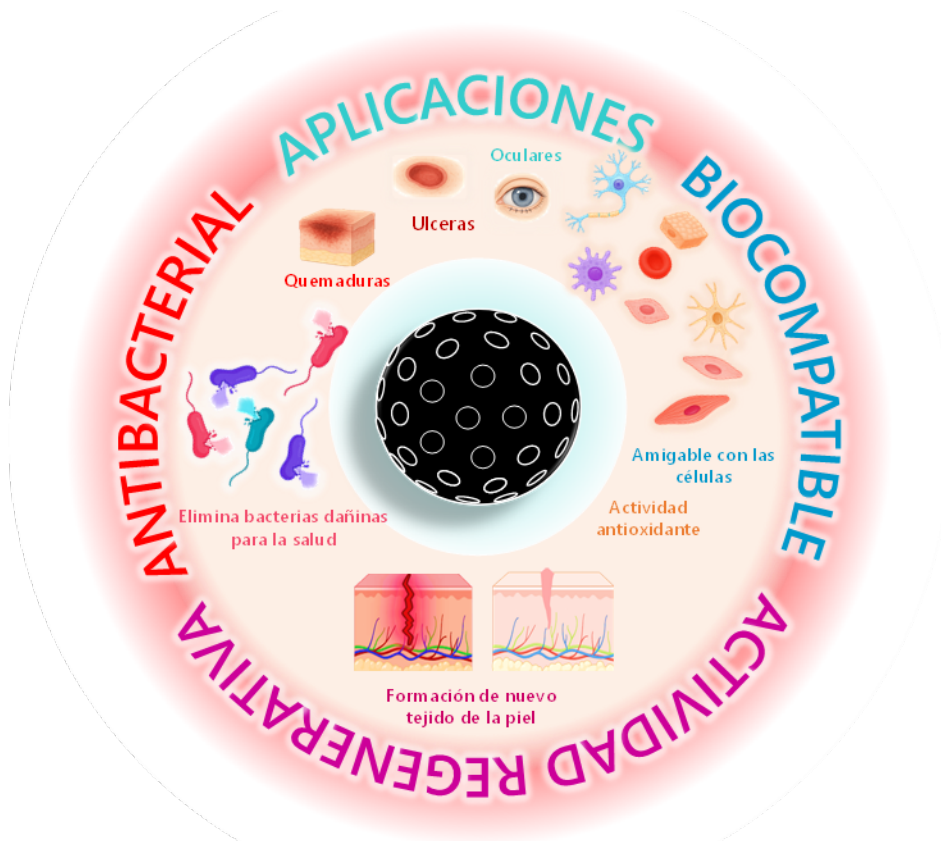


Figura 2. Propiedades de las nanoestructuras de carbono en la piel y sus aplicaciones.



INICIO



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

Efectos de las nanoestructuras de carbono en la curación de heridas

I. Hemostasia

Diversos estudios han demostrado que algunas nanoestructuras de carbono derivadas de plantas medicinales pueden tener efectos positivos en la fase de hemostasia. Estas nanoestructuras pueden activar las vías de coagulación y aumentar la actividad de las plaquetas, las células encargadas de detener el sangrado, lo que favorece una coagulación más rápida [11], [12] (Figura 3).

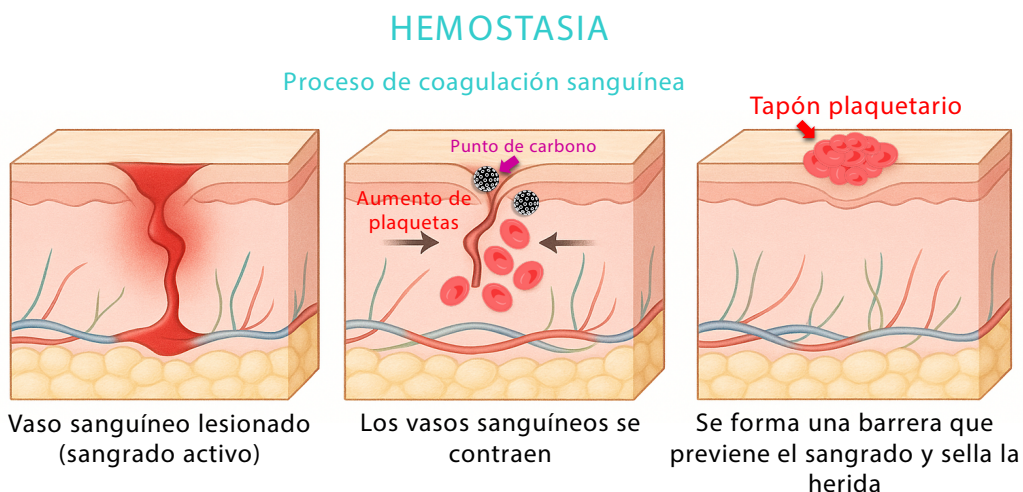


Figura 3. Efectos positivos de las nanoestructuras de carbono en la fase de hemostasia.

II. Inflamación

Durante el proceso de curación de una herida, la fase de inflamación puede prolongarse debido a diversas complicaciones, como infecciones bacterianas, lo que retrasa las etapas posteriores del proceso de reparación. Una inflamación prolongada también puede provocar daño en los tejidos y aumentar el riesgo de infección.

Las nanoestructuras de carbono pueden intervenir en los procesos inflamatorios [10], [13] gracias a sus propiedades **antiinflamatorias** y **antimicrobianas**, favoreciendo la regeneración del tejido durante la fase de proliferación y reduciendo el tiempo total de curación [5]

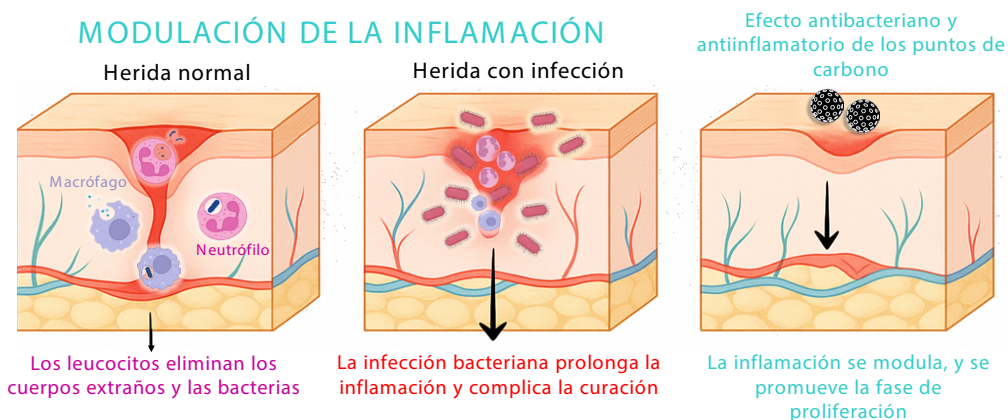


Figura 4. Efectos positivos de las nanoestructuras de carbono en la fase de inflamación.

III. Angiogénesis

Las nanoestructuras de carbono también pueden promover la formación de nuevos vasos sanguíneos mediante el proceso conocido como **angiogénesis**, al estimular la expresión de factores biológicos que activan este mecanismo [2], [5]. Esto mejora la circulación sanguínea en la zona afectada y favorece el transporte de oxígeno y nutrientes hacia el sitio de la herida.

Como resultado, se estimula la formación de nuevo tejido y se reduce el riesgo de infección, ya que un mejor flujo sanguíneo facilita la llegada de células del sistema inmunológico que ayudan a combatir bacterias (Figura 5).

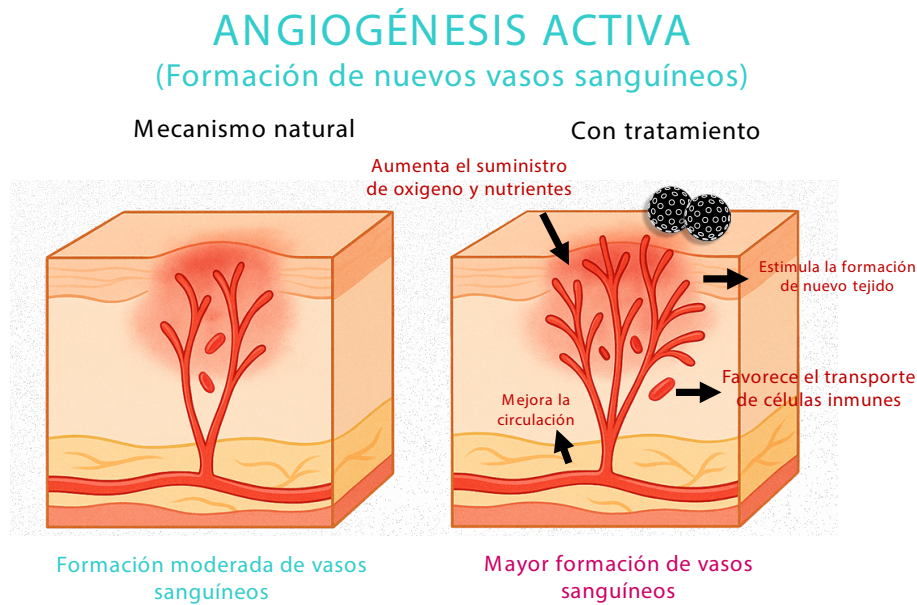


Figura 5. Efectos positivos de las nanoestructuras de carbono en el proceso de angiogénesis.

IV. Migración, proliferación y diferenciación celular

Durante el proceso de curación de una herida, las células cercanas al borde de la lesión se activan y se desplazan hacia el centro del daño. Este proceso se conoce como **migración celular** y es fundamental para la formación de nuevo tejido.

Una vez en la herida, las células comienzan a dividirse. En cada división celular, una célula genera dos células hijas, lo que permite que el tejido se multiplique y cubra el área dañada. Posteriormente, estas células adquieren funciones específicas mediante un proceso llamado **diferenciación celular**. Un ejemplo de ello es la formación de queratinocitos y fibroblastos, responsables de producir **colágeno**, un componente esencial para la reparación del tejido [1].

Las nanoestructuras de carbono poseen la capacidad de imitar el entorno natural de las células [5]. Durante la migración celular, las células requieren una estructura de soporte llamada **matriz extracelular**, que les permite desplazarse. Las nanoestructuras de carbono pueden actuar como puntos de anclaje temporales que facilitan la adhesión y el movimiento celular.

Gracias a la textura y composición química de su superficie, estas nanoestructuras favorecen la migración celular en el sitio de la herida. De esta manera, apoyan la capacidad natural del organismo para reparar los tejidos dañados y promueven una curación más rápida y eficaz.

Referencias

- [1] S.-K. Han, *Basics of Wound Healing*. Singapore: Springer, 2023, pp. 1–42. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-19-9805-8_1.
- [2] N. K. Hajishoreh *et al.*, “The recent development of carbon-based nanoparticles as a novel approach to skin tissue care and management: A review,” *Experimental Cell Research*, vol. 433, p. 113821, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2023.113821>.
- [3] H. N. Wilkinson and M. J. Hardman, “Wound healing: Cellular mechanisms and pathological outcomes,” *Open Biology*, vol. 10, no. 9, 2020. doi: <https://doi.org/10.1098/rsob.200223>.
- [4] R. Chandrasekaran *et al.*, “Harnessing the therapeutic potential of carbon dots for efficient wound healing management,” *Bionanoscience*, vol. 15, pp. 1–21, 2025. doi: <https://doi.org/10.1007/s12668-024-01234-x>.
- [5] B. Barik *et al.*, “Functionalized carbon nanostructures for wound healing,” in *Handbook of Functionalized Carbon Nanostructures*, Cham: Springer, 2024, pp. 2309–2354. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-32150-4_79.
- [6] D. Prakashan *et al.*, “Nanomaterial-based wound therapy: Recent advances and future perspectives,” in *Nanomaterials for Biomedical Bioengineering Applications*. Singapore: Springer, 2024, pp. 221–247. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-97-0221-3_9.
- [7] S. Masoudi Asil *et al.*, “Theranostic applications of multifunctional carbon nanomaterials,” *VIEW*, vol. 4, no. 2, p. 20220056, 2023. doi: <https://doi.org/10.1002/viw.20220056>.
- [8] M. Omid, A. Yadegari, and L. Tayebi, “Wound dressing application of pH-sensitive carbon dots/chitosan hydrogel,” *RSC Advances*, vol. 7, pp. 10638–10649, 2017. doi: <https://doi.org/10.1039/C6RA27302A>.
- [9] S. C. Wei *et al.*, “Light-triggered programmable states of carbon dot liposomes accelerate chronic wound healing via photocatalytic cascade reaction,” *Carbon*, vol. 201, pp. 952–961, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2022.09.083>.
- [10] N. Chauhan, K. Saxena, and U. Jain, “Carbon-based nanomaterials in wound care management: A new and pristine strategy,” *Biomedical Materials & Devices*, vol. 1, pp. 108–121, 2023. doi: <https://doi.org/10.1007/s44174-023-00032-3>.
- [11] X. Zhu *et al.*, “Herbal medicine-inspired carbon quantum dots with antibiosis and hemostasis effects for promoting wound healing,” *ACS Applied Materials & Interfaces*, vol. 16, pp. 8527–8537, 2024. doi: <https://doi.org/10.1021/acsami.3c18032>.
- [12] W. K. Luo *et al.*, “Herbal medicine derived carbon dots: synthesis and applications in therapeutics, bioimaging and sensing,” *Journal of Nanobiotechnology*, vol. 19, no. 1, pp. 1–30, 2021. doi: <https://doi.org/10.1186/s12951-021-01021-5>.
- [13] J. Li *et al.*, “Green preparation of ginger-derived carbon dots accelerates wound healing,” *Carbon*, vol. 208, pp. 208–215, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2023.03.032>.



INICIO



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO