

ART ^ NEUROSCIENCES

SEMILLA 11 - El coreógrafo invisible y el grito silencioso de las células

0. DATOS DE CONTACTO

0.1 Apellidos y nombre:

Principal: García González, Daniel

Apoyo: Gómez Cruz, Clara; Fernández de la Torre, Miguel

0.2 Correo electrónico: danigarc@ing.uc3m.es

0.3 Déjanos conocerte un poco a través de tu participación en páginas web, blogs, redes sociales, etc.

Algunos artículos publicados sobre nuestro trabajo:

1. Científicos:

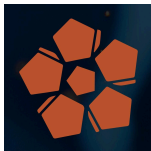
- <https://doi.org/10.1002/adma.202312497> (principal, técnico)

- <https://doi.org/10.1002/aisy.202400638> (perspectiva sobre el campo de la mecanomedicina)

2. Divulgación:

- Artículo sobre la tecnología que hemos desarrollado:

<https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/salud/2024/05/30/6650959ce9cf4a593b8b457b.html>



ART ^ NEUROSCIENCES

- Vídeo con charla divulgativa en evento El País con tu Futuro:

<https://youtu.be/JlqKrlfjTK4?t=13085>

- Otro sobre la parte más empresarial:

<https://emprendedores.es/ideas-de-negocio/ideas-futuro-2/>

3. Más información sobre nosotros:

- Página del grupo: <https://www.multibiostructures.com/>

- Vídeo entrevista premio nacional:

<https://www.youtube.com/watch?v=EOYIQYwAB6Q>

- Descripción y participación en Academia Joven de España:

<https://academiajoven.es/academicos/academicos-academicos/daniel-garcia-gonzalez/>

4. Redes sociales:

- LinkedIn:

Daniel: <https://www.linkedin.com/in/daniel-garcia-gonzalez-416821113/>

Clara: <https://www.linkedin.com/in/clara-gomez-cruz/>

Miguel:

<https://www.linkedin.com/in/miguel-fern%C3%A1ndez-de-la-torre-062466102/>

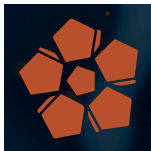
- X: @DanielGMadrid11 (Daniel); @ClaraGomezCruz_ (Clara)

0.4 ¿Cuál es tu formación y en qué institución trabajas?

García González, Daniel: Ingeniero Industrial (UC3M) y doctor por UC3M/ University of Oxford

Gómez Cruz, Clara: Ingeniera Biomédica, doctora UC3M/Institut Pasteur

Fernández de la Torre, Miguel: Neurocientífico, doctor UAM



0.5 Género:

García González, Daniel: Hombre

Gómez Cruz, Clara: Mujer

Fernández de la Torre, Miguel: Hombre

0.6 Rango de edades:

20 - 30 años (Clara)

31 - 40 años (Daniel y Miguel)

1. DIMENSIÓN ESENCIAL

1.1 Nombre de la semilla

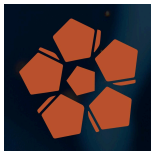
El coreógrafo invisible y el grito silencioso de las células.

Explicación: el *coreógrafo invisible* es el campo magnético, que no se ve y es capaz de penetrar en los tejidos biológicos. Y el *grito silencioso de las células* se refiere a las respuestas eléctricas de las células y la ruptura de la comunicación entre ellas antes una actuación magneto-mecánica (ver metáforas abajo).

1.2 Resumen de la semilla

El proyecto está motivado por la necesidad de conocer el papel de variables mecánicas sobre procesos biológicos, como la rigidez del entorno celular o fuerzas transmitidas desde este al sistema biológico. Para abordar los retos derivados del proyecto, hemos constituido un equipo altamente multidisciplinar, donde participan investigadores e investigadoras con perfiles muy dispares: biólogos, neurocientíficos, ingenieros químicos, industriales y biomédicos, entre otros.

En este proyecto hemos creado una plataforma para reproducir patologías como los efectos de un impacto cerebral en neuronas o en astrocitos, el proceso de cicatrización de la piel o la progresión de tumores, y facilitar el desarrollo de nuevos fármacos y terapias. Para ello usamos materiales inteligentes y



biocompatibles que responden mecánicamente a estímulos magnéticos, de manera que podemos simular las fuerzas que tienen lugar en estas patologías sobre sistemas celulares. Todo esto ha sido posible mediante la combinación de teorías físicas, modelos computacionales, síntesis de materiales y desarrollos de plataformas tecnológicas, como una impresora 4D.

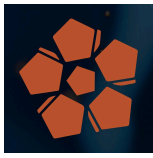
Esta tecnología se ha empleado para comprender cambios estructurales, mecánicos y funcionales en células cerebrales (astrocitos) reproduciendo una inflamación en el cerebro o un golpe en la cabeza. Con esto comprendemos cómo las fuerzas mecánicas sobre estas células cambian su estructura e impactan en el proceso de transmisión de señales eléctricas entre ellas, lo que altera su comunicación y se traduce en fallos cognitivos, pérdida de memoria, etc. Además, cabe destacar el carácter traslacional de la investigación, que está siendo implementada en laboratorios nacionales e internacionales externos. En este sentido, hemos fundado la spin-off 60Nd S.L., cuyo objetivo es generar nuevos métodos para reducir experimentación animal y optimizar el desarrollo de tratamientos médicos, incluyendo consideraciones biomecánicas y mecanobiológicas en los mismos.

1.3 Metáfora. *¿Existe alguna metáfora que ayude a explicar de forma más intuitiva esta semilla? Algún texto imaginativo puede llegar a inspirar tanto como un poema.*

A continuación, explicamos tres metáforas que ayudan a comprender los efectos mecánicos sobre procesos celulares:

1. Imaginamos las células como “pequeñas personas” que realizan sus funciones sobre un sustrato mecánico (lo que para nosotros sería el suelo, o la superficie de la mesa sobre la que trabajamos). Las propiedades de este sustrato determinan cómo de óptima será la realización de nuestros procesos. Por ejemplo, cuando corremos en la playa, nos cuesta mucho más que cuando lo hacemos por asfalto, debido a la rigidez y composición del sustrato. A las células les ocurre algo parecido, y son capaces de migrar y realizar sus funciones de manera más óptima bajo ciertas condiciones mecánicas.

2. Las señales que recorren nuestro cuerpo cuando realizamos cualquier acción, por ejemplo, agarrar un objeto, son señales “eléctricas” que van desde nuestro cerebro hasta nuestra mano en este caso. Podemos imaginarnos una gran red eléctrica que soporta estos procesos de comunicación. En este sentido, si dañamos mecánicamente un cable, la señal eléctrica no podrá propagarse de



forma óptima, incluso perdiendo dicha señal. En nuestro organismo, cuando dañamos mecánicamente las células y soporte del sistema nervioso, ocurre algo similar empeorando el proceso de comunicación.

3. En nuestros ensayos in vitro donde exponemos a un conjunto de astrocitos (células del cerebro) a cargas mecánicas simulando un golpe en la cabeza, vemos una alteración en las dinámicas de calcio (señales eléctricas) donde muestran una sobreestimulación hasta llegar a un punto de saturación donde ya no son capaces de comunicarse. Esto es debido a que dañamos parte de la estructura mecánica de las células (su esqueleto). Podríamos entender este proceso como células que hablan entre ellas pero, ante acciones externas, empiezan a “gritar” pidiendo socorro. Estos sobreesfuerzos dañan sus cuerdas vocales (daño mecánico) hasta que pierden la capacidad de comunicarse, dando lugar al caos (que serían déficits cognitivos, pérdida de habla, etc.).

1.4 Palabras clave (separadas por comas)

Materiales inteligentes, mecanobiología, mecanomedicina, traumatismo craneoencefálico, mecánica cerebral, magnetomecánica, citoesqueleto, Piezo1, mecanotransducción, dinámica del calcio

1.5 Campo científico (general)

El trabajo combina estos campos principales: ingeniería mecánica, bioingeniería y neurociencia.

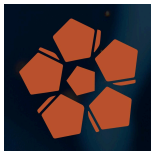
1.6 Subcampo científico (específico)

Materiales multifuncionales, mecanobiología

1.7 Recursos (Archivos)

Se adjuntan, aparte de los links indicados anteriormente (papers están en open Access en los links):

1. Vídeo mostrando las dinámicas de calcio en astrocitos expuestos a cargas mecánicas.
2. Vídeo mostrando uno de nuestros materiales magneto-activos que responden mecánicamente a estímulos magnéticos.
3. Vídeo de uno de los sistemas de actuación.
4. Hay varias charlas y entrevistas en los links aportados en el punto 0.3.



1.8 Recursos (Links)

Algunos artículos publicados sobre nuestro trabajo:

1. Científicos:

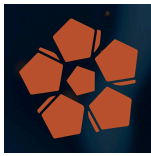
- <https://doi.org/10.1002/adma.202312497> (principal, técnico)
- <https://doi.org/10.1002/aisy.202400638> (perspectiva sobre el campo de la mecanomedicina)

2. Divulgación:

- Artículo sobre la tecnología que hemos desarrollado:
<https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/salud/2024/05/30/6650959ce9cf4a593b8b457b.html>
- Vídeo con charla divulgativa en evento El País con tu Futuro:
<https://youtu.be/JlqKrlfjTK4?t=13085>
- Otro sobre la parte más empresarial:
<https://emprendedores.es/ideas-de-negocio/ideas-futuro-2/>

3. Más información sobre nosotros:

- Página del grupo: <https://www.multibiostructures.com/>
- Vídeo entrevista premio nacional:
<https://www.youtube.com/watch?v=EOYIQYwAB6Q>



2. DIMENSIONES ADICIONALES

2.1 DIMENSIÓN SINESTÉSICA

Esta dimensión busca asociar ciertas características sensoriales a la semilla.

2.1.1 ¿Qué colores te sugiere esta semilla?

Daniel: azul, verde y rojo (son los colores con los que hemos estado trabajando para teñir y visualizar las respuestas celulares).

Clara: rosa palo (es el color del cuaderno que usaba para tomar las anotaciones durante el proyecto)

Miguel: plateado y azul muy oscuro (las células evocan a estrellas en el cielo disparando señales)

2.1.2 ¿Qué sonidos o música te inspira esta semilla?

Daniel: La consagración de la primavera de Ígor Stravinski (porque rompía los antiguos esquemas musicales y los deformaba, que es lo que hacemos nosotros con las células para alterar sus respuestas funcionales)

Clara: música clásica con cambios de ritmos muy bruscos que acaban en silencio (porque nuestras células se quedan calladas tras el impacto mecánico después de respuestas caóticas)

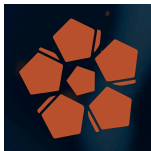
Miguel: Banda sonora Interstellar (misma razón que en punto 2.1.1)

2.1.3 ¿Qué aromas asociarías a esta semilla?

Olor a mar (por el olor salado del medio de cultivo)

Geosmina (tierra húmeda)

2.1.4 ¿Qué sabores te evoca esta semilla?



Pimientos del Padrón (porque durante los ensayos no teníamos nada claro que iba a pasar)

2.2 DIMENSIÓN EMOCIONAL

Esta dimensión busca explorar el significado personal de la semilla.

2.2.1 ¿Cuál fue tu motivación para dedicarte a este ámbito de la investigación? ¿Qué motivos personales te llevan a sugerir esta semilla?

Nuestra principal motivación era comprender cuáles son los mecanismos por los cuales la mecánica influye activamente en los procesos biológicos, tales como la cicatrización de una herida o la respuesta de nuestro sistema nervioso a un golpe en la cabeza, generando una serie de cambios a nivel celular y tisular que afectan al funcionamiento de nuestros órganos y sistemas. Esta semilla es clave para desentrañar estas complejas interacciones y contribuir al desarrollo de tratamientos y terapias más efectivas.

2.2.2 ¿Qué reflexiones metafísicas te provoca esta semilla?

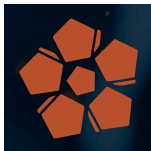
- Influencia del entorno social sobre nuestros comportamientos, y cómo nos comunicamos con el propio entorno y el resto de las personas.
- Interacciones estelares en el sustrato del espacio, que se ve sometido a una continua expansión que induce cambios en las posiciones relativas de los cuerpos celestes.

2.2.3 ¿Qué reflexiones o retos éticos asociarías a esta semilla?

El principal desafío de nuestra semilla radica en la posibilidad de simular entornos mecánicos complejos en el laboratorio por medio del diseño de una tecnología innovadora y del empleo de materiales inteligentes como soporte para el material biológico de estudio. Con esta premisa, se pretende recrear entornos que sean lo más realistas posibles y cercanos al problema biológico que se quiere abordar, de tal forma que nos permitan comprender cómo la mecánica influye sobre dichos problemas, reduciendo experimentación animal.

2.2.4 ¿Qué dimensiones estéticas te sugiere esta semilla?

Explosión sonora y visual de color.



2.3 DIMENSIÓN PROCEDIMENTAL

Esta dimensión busca explorar los procesos científicos que suelen seguirse al investigar este tópico.

2.3.1 Descripción del proceso de investigación

Ver vídeo abajo con motivación y procedimiento.

2.3.2 Diagrama del proceso de investigación

Se aporta video.

2.3.3 Enlace al vídeo descriptivo del proceso

Enlace a vídeo con una charla donde se explica el procedimiento:

https://youtu.be/TJuF1_Jejks?t=10698

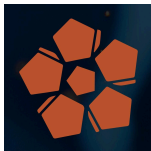
Parte relevante para este proyecto: de 3:07:25 al 3:13:53.

2.3.4 ¿Qué herramientas se suelen utilizar en este ámbito de investigación? Ya sean instrumentos, tecnologías, hardware o software.

Materiales: polímeros, partículas magnéticas, células, reactivos, etc.

Software: modelos físicos para guiar los ensayos magneto-mecánicos, y software de procesamiento de señales.

Equipos: NeoMag (dispositivo desarrollado durante el proyecto), microscopios, equipos de caracterización magnética y mecánica.



3. SUGERENCIAS PERSONALES

Tenemos dos propuestas independientes como sugerencias:

1. La propuesta consiste en crear una obra de arte inspirada en la comunicación celular y la influencia del entorno mecánico en estas dinámicas, tomando como referencia el símil de obras donde el autor derramaba pintura para evitar influencias socioeconómicas o culturales (p.ej., Morris Louis o Jackson Pollock). En este caso, las señales espontáneas de las células cultivadas (astrocitos y neuronas) sobre materiales magnéticos inteligentes representarían esa espontaneidad inicial, pero al aplicar estímulos mecánicos externos, estas dinámicas cambian radicalmente, como ocurre en un golpe en la cabeza. Se utilizarían imágenes microscópicas en blanco y negro que capturan estas señales, transformándolas en un lienzo donde los colores vibrantes diferencien regiones y reflejen visualmente la "deformación" y el caos inducidos. Así, se crea un paralelismo entre el arte puro e incontrolado del cuadro original y la espontaneidad biológica, ambos inevitablemente alterados por las fuerzas externas que los moldean.

2. Las células de nuestro cerebro se comportan como estrellas fugaces en un firmamento interno, disparando señales eléctricas que iluminan el interior de nuestra mente. Las fuerzas mecánicas actúan como el detonante de este espectáculo celestial, activando o silenciando la actividad de estas estrellas, y los materiales inteligentes son capaces de convertirse en un firmamento artificial, un lienzo flexible y perturbable, capaz de expandirse o compactarse en respuesta a la mecánica. Es en ese movimiento casi donde estas estrellas fugaces son capaces de danzar, trazando senderos a través del universo que llevamos en el interior de nuestra mente.

4. IMPLICACIÓN DEL CIENTÍFIC@ EN EL EQUIPO CREATIVO

4.1 ¿Qué papel te gustaría tener en el proceso de co-creación de la obra SciArt?

Participar puntualmente en la discusión conceptual y co-creación de la obra

4.2- En caso de querer participar como artista ¿Qué medios creativos te gustaría emplear?

N/A