



CICTERRÁNEA

- Revista de Comunicación de las Ciencias de la Tierra -

El gran viaje

Una aproximación al turismo científico

La sequía extraordinaria del Paraná

¿Un fenómeno natural o influenciado por la actividad humana?

¿Cuándo dejaremos de ser humanos?

El rulo intrincado entre la ética y la satisfacción del avance en el conocimiento científico

Lo esencial es invisible a los ojos

El estudio de las rocas y sus minerales más allá de lo que vemos



Año 7

Número 7 – 2024

ISSN 2618-2122

COMITÉ EDITORIAL

Editoras responsables

Dra. Emilia Sferco

Dra. Gisela Morán

Dra. Beatriz G. Waisfeld

Comité editor

Lic. Daniela Del Bono

Lic. H. Santiago Druetta

Dra. Cecilia Échegoyen

Dra. Nexxys C. Herrera Sánchez

Ggo. Joel Jaeggi

Dr. Fernando J. Lavié

Dra. Cecilia Mlewski

Dr. Diego F. Muñoz

Dra. Fernanda Serra

Dra. Eliana Soto Rueda

Dr. Pablo Yaciuk

Diagramación y diseño gráfico

Paula Benedetto

Corrección de estilo

Dr. Alberto M. Díaz Añel

Foto de Tapa: La Antártida es un territorio protegido, reservado, por ahora, para la investigación y el turismo. Un escenario extremo, ideal para el turismo científico. Aunque ciertamente, distante y nada económico.
Autor: Guillermo Golde

Esta revista de formato digital se publica con la finalidad de difundir actividades e investigaciones en Ciencias de la Tierra. Los artículos y opiniones firmadas son exclusiva responsabilidad de l@s autor@s. Lo expresado por ell@s no refleja necesariamente la visión o posición de la Institución o editor@s.

www.cicterra.conicet.unc.edu.ar/revista-cicterranea/

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cicterranea>

Seguinos en:



CONICET



Universidad Nacional de Córdoba

C I C T E R R A



Director: Dr. Marcelo G. Carrera

Vicedirector: Dr. Diego Gaiero

Contacto:

secretariacicterra@fcefyn.unc.edu.ar

Av. Vélez Sársfield 1611,

X5016GCB Córdoba, Argentina

Teléfono: +54 351 535-3800 ext. 30200

www.cicterra.conicet.unc.edu.ar

Presentamos un nuevo número de la Revista, este número sale a la luz en un contexto muy complejo, de grandes incertidumbres.

El sistema científico argentino se encuentra al borde del precipicio. En el modelo de país actual no hay lugar para nada que esté por fuera de las leyes de mercado. En esta línea, la ciencia y la educación pública son consideradas gastos innecesarios. Al día de hoy, el presupuesto asignado para que ambos sistemas funcionen, permite sostenerlos no más allá del mes de junio 2024. Esto no solo equivale a restringir el acceso a la educación gratuita a miles de jóvenes en todo el país que proyectan su futuro en relación a una carrera universitaria, sino también a dejar morir un sistema que acumuló por décadas conocimiento en ciencia y técnica de la más alta calidad. Así lo demostró el último Ranking Scimago (SIR) 2024 que mide el impacto de la actividad científica en el mundo y que funciona a modo de control de calidad. El CONICET se ubicó como la primera institución científica de Latinoamérica por sexto año consecutivo y en el puesto 20 a nivel mundial, superando de este modo a prestigiosas instituciones como la NASA (EEUU). ¿Qué significa esto? Que pese a contar históricamente con muchos menos recursos que los países desarrollados, la ciencia argentina tiene una posición sobresaliente en el mundo y reviste una calidad reconocida a nivel global.

Ciertamente es para estar orgullosos. Sin embargo, paradójicamente en forma coordinada medios locales y redes sociales desprestigian al CONICET y atacan a sus trabajador@s. El objetivo es claro, viralizar un relato que desacredite la institución, poner en contra a la opinión pública y, así, justificar su ahogo presupuestario y eventual desmantelamiento.

Estamos profundamente convencidas que no se puede evaluar la importancia de la ciencia sólo y exclusivamente en términos económicos directos. La ciencia es un pilar fundamental del conocimiento que busca comprender y explicar el mundo en todas sus dimensiones. Permite generar conocimiento e innovación tecnológica, solucionar problemas, facilitar la toma de decisiones y promover un desarrollo soberano.

En este momento, en el que la “utilidad” de la ciencia es puesta en duda urge aún más poder mostrar y llevar a todos ustedes, nuestra comunidad, lo que hacemos y cómo lo hacemos. Es por esto que los invitamos a leer este nuevo número, del que participan investigador@s, becari@s y técnic@s del CONICET así como de la Universidad Nacional de Córdoba.

La mayoría de ell@s, padres, madres, herman@s, tí@s, hij@s, abuel@s, pudieron estudiar y ejercer su profesión gracias a la educación pública, herramienta esencial para la inclusión de tod@s en la sociedad y que hoy, una vez más, lamentablemente, nos toca defender y cuidar.

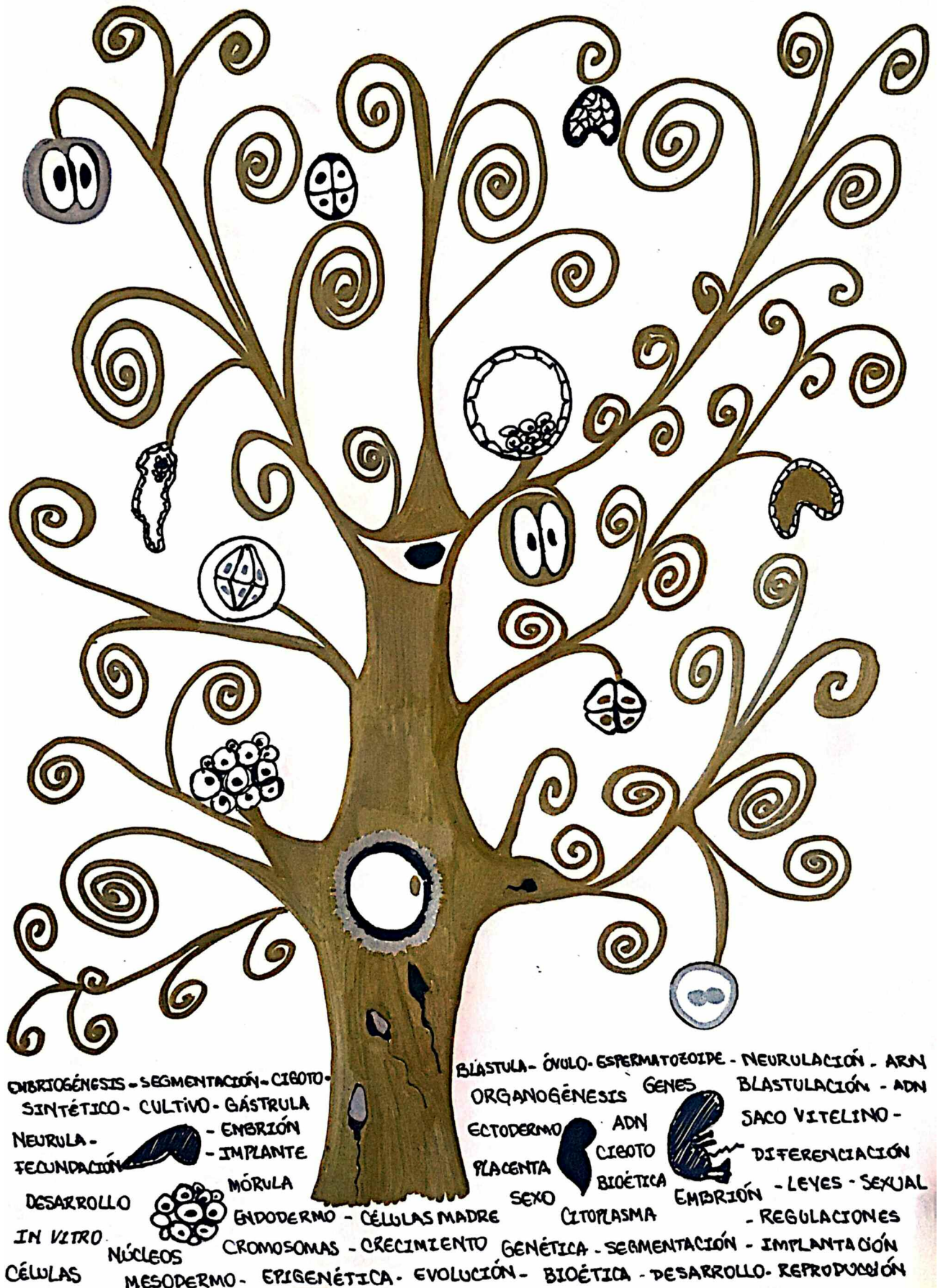
Por eso, en estos tiempos de bombardeo de información, muchas veces de dudosa calidad y veracidad, este número es nuestro humilde aporte a llevar nuestras investigaciones, procesos y resultados a sus casas, y mostrarles, desde lo que hacemos cotidianamente, cómo se trabaja hoy en ciencia en Argentina.

¡Esperamos que lo disfruten!

Emilia Sferco, Gisela Morán y Beatriz Waisfeld

¿Cuándo dejaremos de ser humanos?

El rulo intrincado entre la ética y la satisfacción del avance en el conocimiento científico



Casi simultáneamente dos equipos de investigadores científicos lograron desarrollar un embrión humano sintético, sin necesidad de óvulos ni de espermatozoides. El objetivo fue estudiar en profundidad lo que ocurre en las primeras etapas de desarrollo. Implantar estos embriones sintéticos en un útero no está planeado en el corto plazo, además, no se sabe si el embrión llegará a término ni cuáles serían sus características en ese caso, y sería ilegal para las legislaciones de casi todo el mundo. Pero cuando el río suena...

Y no nos preguntamos por las problemáticas que envuelven a las sociedades en el mundo como el cambio climático, las guerras, los conflictos sociales, la crisis del agua, la pérdida de derechos y, hasta no hace mucho tiempo, una pandemia. Nos referimos a la condición, asumida como natural, de ser nosotros consecuencia cigótica de la unión de un óvulo y un espermatozoide, consumado en un evento reproductivo.

En los últimos años, se ha tomado un mayor conocimiento sobre el agotamiento de los recursos naturales, y a pesar de los objetivos para un desarrollo sostenible planteados en la Agenda 2030 de la ONU, la solución no estaría en el cambio de actitud y un consumo responsable, sino en alternativas que permitan seguir con la canilla abierta, curar el hambre y la paz mundial, desde la comodidad de nuestras casas. Estas propuestas vienen de pensamiento y producción de laboratorio y casualmente -o no- tres de estas ideas se desarrollaron en el país que más invierte en porcentaje de su PBI en ciencia y tecnología: Israel. Sin embargo, la materia prima sigue siendo la naturaleza.

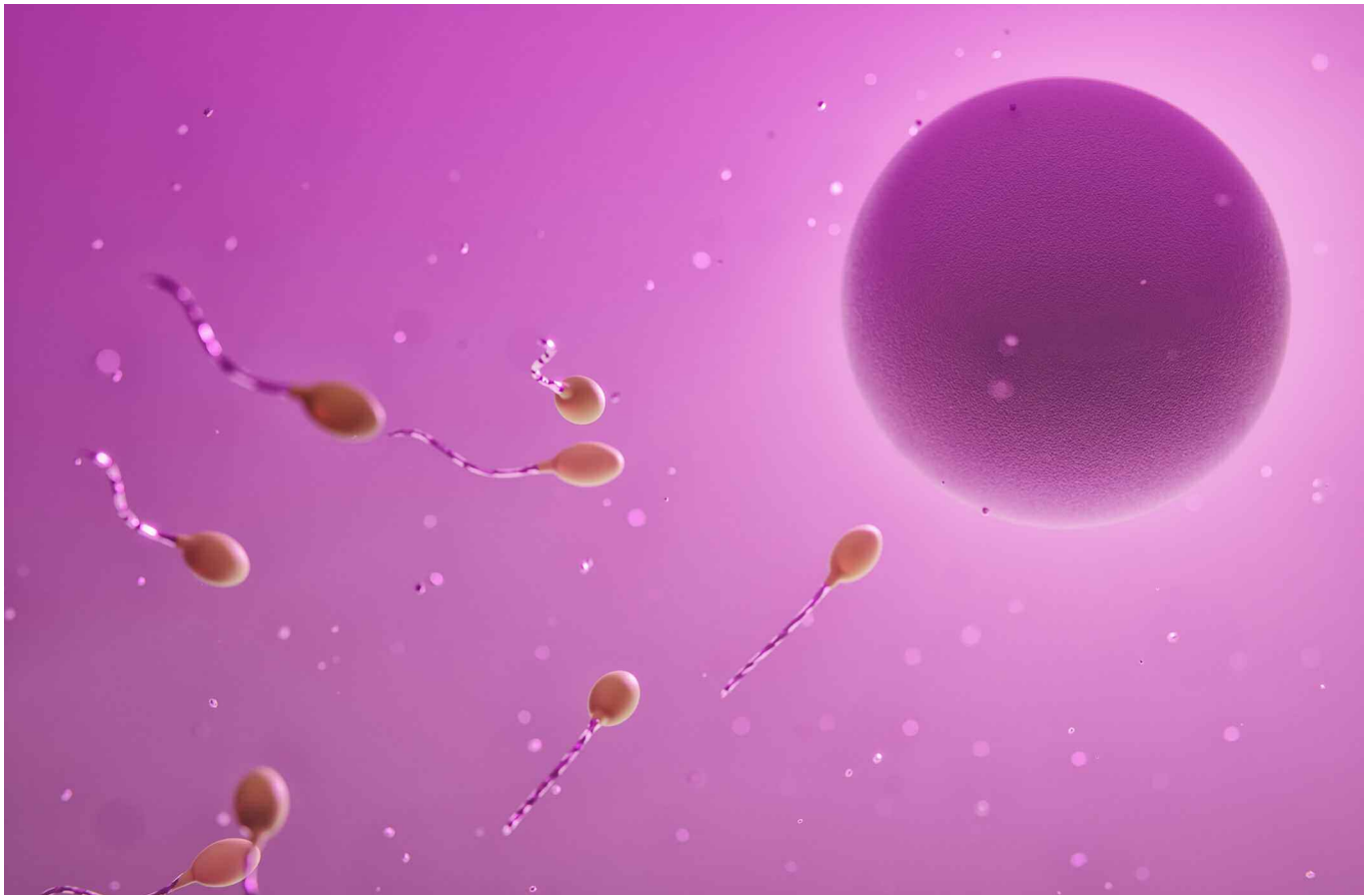
Para la crisis del agua, la empresa de tecnología avanzada Watergem, es capaz de extraer unos 900 litros a partir del aire, lo que se conoce como producción de agua potable atmosférica. Ni más ni menos que un invento de las nubes.

Hay quienes sostienen que el hambre, la deforestación y los gases de efecto invernadero cesarán con el uso de carne cultivada en laboratorio. También se la conoce como carne sintética pues se elimina al animal de la ecuación, ya que se toman células madre, se las coloca en una matriz de colágeno y se las embebe en una solución nutritiva que las induce a dividirse hasta formar grandes porciones de carne con la ayuda de un biorreactor. Funciona como la producción de cultivos de yogur.

Sin embargo, el término sintético genera controversia. La carne sintética paradójicamente proviene de células naturales que crecían de forma normal dentro de la entidad orgánica de una vaca, un pollo o un cerdo. Adquiere el adjetivo de sintético por devenir de la placa de Petri de un laboratorio y obviar procesos ancestrales como la caza y la pesca, luego la ganadería, que caracterizaron al desarrollo de las sociedades a lo largo de la historia.

En junio de 2023, dos equipos de científicos anunciaron que habían creado embriones humanos sintéticos

En los últimos meses, el término sintético se ha aplicado a humanos, específicamente a embriones humanos. En el mes de junio 2023, dos equipos de científicos, uno de ellos liderado por el Dr. Jacob Hanna en el Instituto Weizmann de Ciencia en Rehovot, Israel, anunciaron que habían desarrollado estructuras similares a embriones, hechas enteramente de células madre humanas, que son más avanzadas que las que se habían alcanzado con cualquier esfuerzo anterior. Las células madre son esenciales, ya que generan otras células especializadas en el cuerpo. En condiciones adecuadas, se dividen para formar nuevas células llamadas células hijas. Estas células hijas pueden convertirse en más células madre o en células especializadas, como las neuronas, las células sanguíneas, musculares, cardíacas u óseas. Ninguna otra célula en el cuerpo puede hacer esto de manera natural. Volviendo, los embriones sintéticos se desarrollaron hasta una etapa equivalente a la de aproximadamente 14 días después de la fecundación de los embriones naturales.



Las estructuras embrionarias que se generaron no cuentan con todos los aspectos de un embrión, pero sirven como una herramienta complementaria para el estudio del origen de tejidos específicos durante el desarrollo del ser humano

El estudio se dio a conocer en una publicación en la revista *Nature* el último septiembre, tomando gran notoriedad y sensacionalismo. Otra vez, la materia prima es natural, la calidad de sintético viene de su origen en laboratorio.

El desarrollo *in vivo* de los embriones humanos

Hasta el momento, todos los humanos, a través de distintos métodos reproductivos, provenimos de la unión de un óvulo y un espermatozoide (Figura 1). El espermatozoide, con 23 cromosomas, hace contacto con el óvulo, con otros 23 cromosomas, en su camino por la trompa de Falopio,

y deposita su carga nuclear en el óvulo, siendo esta célula la que sirve de andamiaje para convertirse en cigoto, con la carga genética completa de los humanos de 46 cromosomas.

Al día siguiente de la fecundación, esa célula cigoto se divide en dos, al siguiente en cuatro y en el cuarto día tiene 16 células formando una estructura semejante a una mora, y por lo tanto adquiere la denominación de mórula (Figura 2). Luego de la mórula le siguen las fases de embriogénesis de la blastulación, gastrulación y organogénesis (Figura 3). A propósito de estas etapas, el biólogo británico Lewis Wolpert (1929-2021) que se dedicaba a estudiar los mecanismos implicados en el desarrollo del embrión, decía que el momento más importante en la vida, no es el nacimiento ni la muerte sino el de la gastrulación. Durante las etapas de desarrollo, todas las células se organizan, se reproducen, replican su ADN, evolucionan dentro de su propio ciclo celular y finalmente mueren. Tan importantes son estas etapas que podría decirse que evolución en biología significa evolución embriológica. Así, la división y organización celular prosigue hasta tener un embrión que seguirá creciendo por nueve lunas.

El desarrollo *in vitro* de los embriones humanos

Los modelos de embriones humanos en cuestión no derivan de la unión de un óvulo con un espermatozoide sino de células madre humanas genéticamente no modificadas que se autoensamblan en células madre que forman la placenta, el saco vitelino y el propio embrión. De esta manera, los investigadores sostienen que los modelos de embriones resultantes muestran estructuras y perfiles de transcripción genética (proceso durante el cual se copia el ADN) encontrados en embriones humanos de entre 6 y 14 días después de la fecundación, hasta el inicio de la gastrulación, cuando las células que formarán el embrión se organizan en una capa entre la cavidad amniótica y el saco vitelino.

Llegados aquí nos preguntamos: si son estructuras que imitan ¿pueden realmente considerarse embriones? Una de las investigadoras colaboradoras de este estudio sostiene que estas estructuras embrionarias no cuentan con todos los aspectos de un embrión, y sirven como una herramienta complementaria para el estudio del origen de tejidos específicos durante el desarrollo del ser humano.

Esta cualidad de modelo o de estructura, más los títulos sensacionalistas de los portales de comunicación, es lo que ha provocado controversia en la sociedad en general y en la comunidad científica en particular. Algunos investigadores del área sostienen que lo reportado por el estudio como análogo al embrión real de 14 días, es solamente una masa de células separadas en compartimentos, pero nada parecido a la organización de un embrión. He aquí la alternativa de considerar a este embrión como un clon.

La denominación de *estructura* es lo que ha permitido la continuidad de su estudio ya que quedan fuera de las legislaciones bioéticas referidas a la manipulación de los embriones humanos luego del día 14, por lo que resulta imperante una definición revisada del término embrión para aclarar los límites de lo posible en la investigación científica



Imagen de una etapa temprana del desarrollo, luego de la fertilización. Imagen cedida por Elena Kontogianni, tomada de Pixabay, de uso libre.

Figura 2

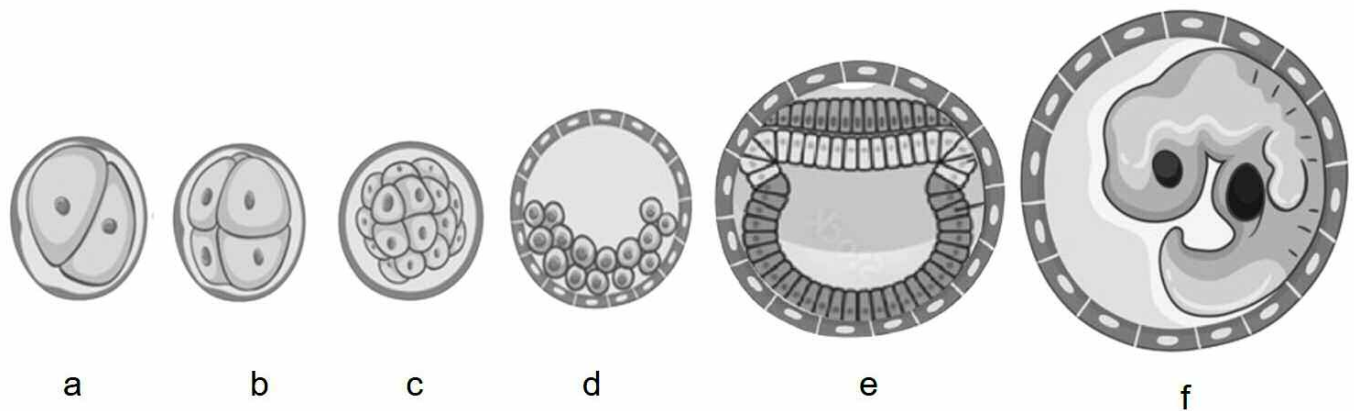


Figura 3

Etapas de división celular del óvulo fecundado. 3a) Segmentación: consiste en una serie de divisiones celulares que no están acompañadas por aumento de volumen y aumento de la cantidad de material genético. **3b)** Mórula: las divisiones siguen, cada célula se divide en otras dos y forman una pelota. **3c)** Blástula: las divisiones celulares continúan, las células son pequeñas y se reacomodan delimitando una cavidad interna. **3d)** Gastrulación: es el proceso en el cual empieza el aumento de tamaño, hay una reorganización de las células en tres capas llamadas capas germinales (de adentro hacia afuera, endodermo, mesodermo y ectodermo). Los primeros movimientos celulares de la gastrulación son muy parecidos en todos los animales. **3e-f)** Organogénesis: es el conjunto de cambios que permiten que las capas embrionarias se transformen en los diferentes órganos que conforman un organismo. La embriología humana define como organogénesis el período comprendido entre la tercera y la octava semana de desarrollo. Imagen libre de brgfx en Freepik y modificada

Fomentar un cambio tan dramático en el modo en que se origina un embrión, quizás esté incitando a una transformación de la cual sabemos poco o nada de sus posibles consecuencias

Primero deberíamos definir qué se entiende por clon. Un clon, en términos genéticos es un conjunto de seres genéticamente idénticos que descienden de un mismo individuo por mecanismos de reproducción asexual. La reproducción asexual es una forma de reproducción, tanto en plantas como en otros organismos, a través de la que se forman nuevos individuos idénticos al progenitor, sin que intervengan óvulos ni espermatozoides. En este escenario podemos hacer otra pregunta: ¿estamos ante un nuevo

mecanismo de reproducción asexual? ¿Cambiará el estatus reproductivo de nuestra especie, la del *Homo sapiens*?

Esta nueva denominación de modelo o estructura (en vez de embrión) no es inocente. Es precisamente lo que ha permitido la continuidad de su estudio ya que quedan fuera de las legislaciones bioéticas referidas a la manipulación de los embriones humanos luego del día 14. Pero, así y todo, se deben respetar las guías y regulaciones sobre el uso de células madre humanas embrionarias de la especie de la que se extraen.

Sabemos mucho sobre nuestra propia especie. También sabemos que “*evolución*” implica “transformación”. Fomentar un cambio tan dramático en el modo en que se origina un embrión, quizás esté incitando a una transformación de la cual sabemos poco o nada de sus posibles consecuencias.

Hasta ahora, nadie ha fabricado modelos de embriones que tengan la capacidad de convertirse en seres humanos, pero un estudio reciente en embriones de mono demostró que

dichos modelos podrían inducir el embarazo si se colocaban en el útero. No obstante, el mismo Dr. Hanna sostuvo que no se harán intentos con estos embriones sintéticos en úteros humanos. Resulta imperante una definición revisada de embrión para aclarar las cuestiones. Para otros, el único propósito de estos modelos es eludir las limitaciones actuales a la investigación con embriones.

En cualquier caso, existen importantes desafíos para crear modelos de embriones humanos que vivan mucho más tiempo.

De dónde venimos lo sabíamos con certeza.

De dónde vendremos queda en el campo de las incertidumbres.



G Glosario

Bioética: El estudio sistemático de la conducta humana en el área de las ciencias de la vida y de la salud, examinadas a la luz de los valores y de los principios morales.

Embrión sintético: también llamados **embrioides**, modelos embrionarios o blastoides.

Placenta: es el órgano que durante el embarazo provee de oxígeno y nutrientes al feto en crecimiento y elimina los productos de desecho de la sangre.

Saco vitelino: es una estructura embrionaria en forma de saco que se desarrolla en las primeras etapas del embrión. Tiene por objetivo transferir nutrientes y oxígeno y está muy vinculado al desarrollo de la placenta.

Sintético: artificial, elaborado, adulterado, imitado, industrial, químico.

Transcripción: es el primer paso de la expresión génica que consiste en copiar la secuencia de ADN de un gen para producir una molécula de ARN.

L Lecturas sugeridas

Barbeitos, J. Libro de la vida. Ed El Gato Y La Caja. 184pp

Tambussi CP y Herrera ML. 2023. Alboroto en el genoma humano: genes, tijeras y evolución. Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba. 180pp



Macarena L. Herrera

Dra. en Neurociencias
Becaria postdoctoral en Instituto de Neurociencias - CSIC - UMH
Alicante, España



Claudia P. Tambussi

Dra. en Ciencias Naturales
Especialista en Comunicación Pública de la Ciencia (UNC)
Investigadora Principal CONICET en CICTERRA (CONICET - UNC)

CICTERRA

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA TIERRA

¿Qué es el CICTERRA?

Es un centro de investigación en Ciencias de la Tierra dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), vinculado con la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fue creado por resolución del CONICET el 31 de Mayo de 2007.

¿Qué hacemos?

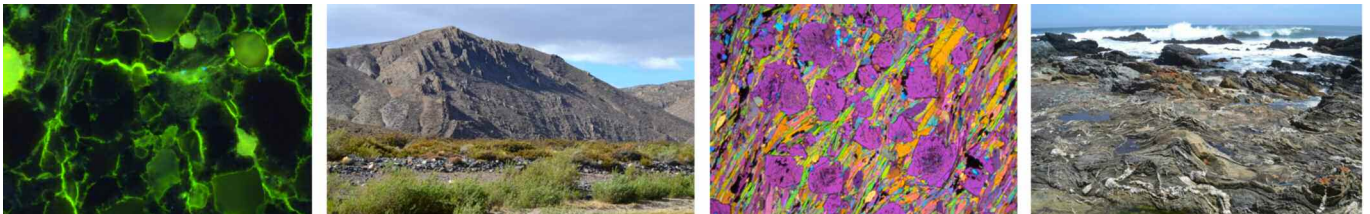
Desarrollamos proyectos de investigación en diferentes temas vinculados con las Ciencias de la Tierra en general, incluyendo Geología Endógena y Exógena, Geoquímica, Geofísica, Paleontología y Paleobiología. Realizamos docencia de grado y de posgrado, actividades de extensión, comunicación pública de la ciencia y transferencia de conocimiento. Efectuamos asesorías técnicas a entidades públicas y empresas privadas.

¿Quiénes somos?

Somos miembros de la Carrera del Investigador Científico y del Personal de Apoyo de CONICET, Profesores e Investigadores de la UNC, Becarios Doctorales y Posdoctorales del CONICET o FONCYT y Personal Administrativo. En la actualidad el CICTERRA cuenta con una planta de más de 100 integrantes. El Centro incluye geólogos, biólogos, químicos, geofísicos y egresados de carreras afines.

Líneas de Investigación

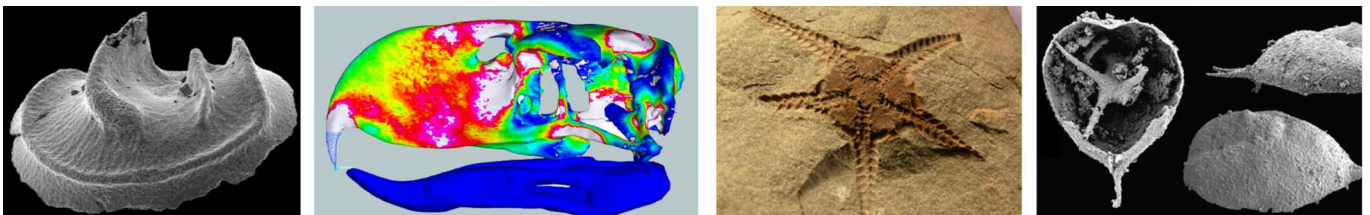
Dinámica de la litósfera – astenósfera



Variabilidad hidroclimática y procesos geo-ambientales



Evolución de la diversidad biológica



Nuestro desafío consiste en comprender una amplia gama de procesos naturales que tienen lugar desde las capas más profundas del planeta hasta su superficie y desde su formación hasta el presente. Aspiramos a que nuestra experiencia y conocimiento sea un aporte al bienestar de la sociedad.