

Revista de Divulgación de la Coordinación de Divulgación
Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Contenido

- Transformador generativo pre-entrenado: Inteligencia Artificial
- ¿Por qué estudié física?
- Termografía para la salud mental
- Leyes, predicciones y conceptos: una mirada filosófica a la ciencia
- Agua en el Universo
- Sabías que ...
- La evolución de la telefonía celular

Transformador generativo pre-entrenado: Inteligencia Artificial

[Nehemías Leija Martínez](#)

Actualmente, es inevitable escuchar, en ciertos grupos de personas, los avances y las inquietudes relacionadas con la [inteligencia artificial](#) (IA). Muchos dispositivos, como teléfonos móviles, altavoces, o computadoras portátiles ya cuentan con aplicaciones para interactuar con alguna IA para generar o clasificar imágenes, audio, video, o bien, algunos “chavales” las usan para que les resuelvan los maravillosos exámenes de matemáticas. En el sector laboral, algunas empresas están ya redirigiendo parte de su gestión administrativa a una IA como Microsoft 365 Copilot, Google Assistant, o ChatGPT.

El campo de estudio y aplicación de la IA es muy amplio; sin embargo, un área de gran interés es la que está relacionada con el procesamiento del lenguaje natural. El procesamiento del lenguaje natural se usa para enseñar a una IA a entender, interpretar, y generar lenguaje humano de manera útil. Para comprender la complejidad de este proceso, imaginemos a un bebe humano de ocho meses de edad con el cual queremos interactuar mediante la comunicación verbal. Muchos humanos pensarán que al ver al bebe y decirle, “¡hermoso bebe!, heredaste el cabello de tu mamá”, el bebe va a entender completamente esta frase y les responderá: “gracias”. Psicológicamente, el bebe a esa edad a lo mucho podría captar el tono de voz, las emociones, y asociar algunas palabras del enunciado previo con objetos. Pero, no está mal expresar estas emociones porque eso hace que el bebe vaya aprendiendo a conectar las palabras que escucha con lo que ve en su entorno para desarrollar su lenguaje.

Algo similar pasa con una IA que está aprendiendo a procesar el lenguaje natural. ChatGPT, Gemini, DeepSeek, Claude Sonnet, y otros ChatBots han tenido que pasar por un proceso complejo de aprendizaje del lenguaje natural humano a través de Yottabytes de información de textos en libros, ensayos, noticias, artículos, cuentos, y otros escritos más hecho por humanos a lo largo de la historia. Con esta información las IA han aprendido la gramática, patrones de lenguaje, hechos, relaciones entre palabras, y algunas habilidades de razonamiento.

Hoy en día, los [ChatBots](#) siguen aprendiendo más y desarrollando nuevas formas de comunicación debido a la interacción masiva de humanos con ellos. Estos avances se han magnificado en los últimos ocho años gracias a la creación de una poderosa arquitectura de software llamada [Transformador](#) (Transformer).

Esta arquitectura fue liberada por Google, en

el año 2017, en un artículo titulado “[Attention Is All You Need](#)”. Una arquitectura en computación la puede imaginar como una fábrica que manufactura autos. En un área de la fábrica está el proceso de ensamblaje de la carrocería, en otra área el proceso de pintura, y en otra área la fase de acabado. Así, una arquitectura de software, en cada área o sector se realiza algún proceso.

Pero ¿cómo funciona esta arquitectura llamada Transformador para la generación de texto? Para responder a esta pregunta, primero el lector debe tener en cuenta que las computadoras trabajan con números, no con textos. Segundo, imagine que le pregunta de forma escrita a ChatGPT lo siguiente: “¿de qué color es el cielo?” Lo primero que hará el Transformador para generar (Generative) una respuesta es [Tokenizar](#) la frase que se le ha hecho. Es decir, se fragmentará la pregunta en unidades más pequeñas llamadas “tokens”. Por ejemplo, la pregunta previa en modo de palabras quedaría Tokenizada en seis fragmentos: “¿de”, “qué”, “color”, “es”, “el”, “cielo?”

Diferentes métodos de tokenización pueden tener un impacto significativo en qué tan bien un modelo de IA entiende y procesa el lenguaje. Luego, a cada token se le asigna un identificador numérico único basado en un vocabulario. Este vocabulario es construido previamente con el entrenamiento (Pre-trained) del ChatBot.

Por ejemplo, si de todos los textos con los cuales fue entrenado el ChatBot hubo 5,000 palabras diferentes, entonces el vocabulario del ChatBot tendrá 5,000 palabras y cada palabra tendrá su indicador numérico. Posteriormente, cada identificador numérico entra a una red neuronal artificial, previamente entrenada, para identificar a qué número corresponde cada token, Figura 1.

Una red neuronal artificial es un programa de computadora que funciona de una forma inspirada en cómo aprende un cerebro humano. Tiene neuronas artificiales de entrada que reciben la información, capas ocultas de neuronas artificiales que procesan la información, y neuronas de salida que proporcionan la información procesada.

El resultado de introducir cada identificador numérico a la red neuronal será un vector por cada token. Este proceso se le llama [embedding](#). Un vector es como un tren que tiene varios vagones, donde en cada vagón se pone un número (ver figura 1). El tamaño del vector está determinado por el número de vagones que tiene.

Uno de los embeddings de uso libre en IA es [Word2Vec](#), liberado por Google en el año 2013. Luego, cada vector pasa a otro sector del Transformador que usa funciones trigonométricas, seno y coseno, para asignarles la posición que deben tener, de acuerdo a la frase que se hizo a ChatGPT. Es decir, el vector asociado al token “color” se le asignará la posición 3 y el vector asociado al token “cielo”, la posición 6.

Este proceso es trascendental en ChatGPT porque el orden de las palabras en una frase puede dar una interpretación diferente en el proceso del lenguaje natural. Por ejemplo, no es lo mismo decir: “me río en el baño”, que “me baño en el río”. Una vez asignada la posición al token, el siguiente paso del Transformador es cuantificar la asociación (Attention) entre tokens y priorizar las partes más relevantes de la frase de entrada. Este mecanismo se utiliza para sopesar la importancia de los tokens en una frase y comprender mejor las relaciones entre ellos.

Por ejemplo, en nuestra pregunta hecha a ChatGPT, podría existir una relación más intensa entre el token “color” y el token “cielo” que la relación entre el token “qué” y el token “es”.

Para determinar la relación entre tokens, cada vector compactado pasa por dos redes neuronales artificiales para generar [dos vectores](#): un vector K (Key) y un vector Q (Query), Figura 1. El vector Q representa la información que busca un token determinado. Por ejemplo, el token “cielo” busca la información de que color es. El vector K representa la información que contiene cada token y es usado para calcular que tan relevante es la atención de cada uno de los tokens.

Esta atención se cuantifica calculando la multiplicación de cada vector Q con cada vector K, mediante una multiplicación llamada producto punto. El resultado del producto punto entre dos vectores es un número.

Como en nuestra pregunta tenemos 6 tokens, y cada vector K de cada token multiplica a cada vector Q, entonces obtendremos 36 números del producto punto entre vectores. Estos números se almacenan en una matriz llamada matriz de atención. Los valores más cercanos a 1, en la matriz de atención, le indican a la IA que ponga más atención entre esos tokens (Figura 1).

Esta matriz de atención, junto con un vector de valores, pasa a otros sectores del Transformador y como paso final, el Transformador genera la respuesta más

probable de la frase que se ha introducido. Esta respuesta más probable está basada en el entrenamiento previo que tuvo el Transformador y la atención calculada entre las palabras de la frase. El término más probable, posiblemente para muchos lectores será controversial.

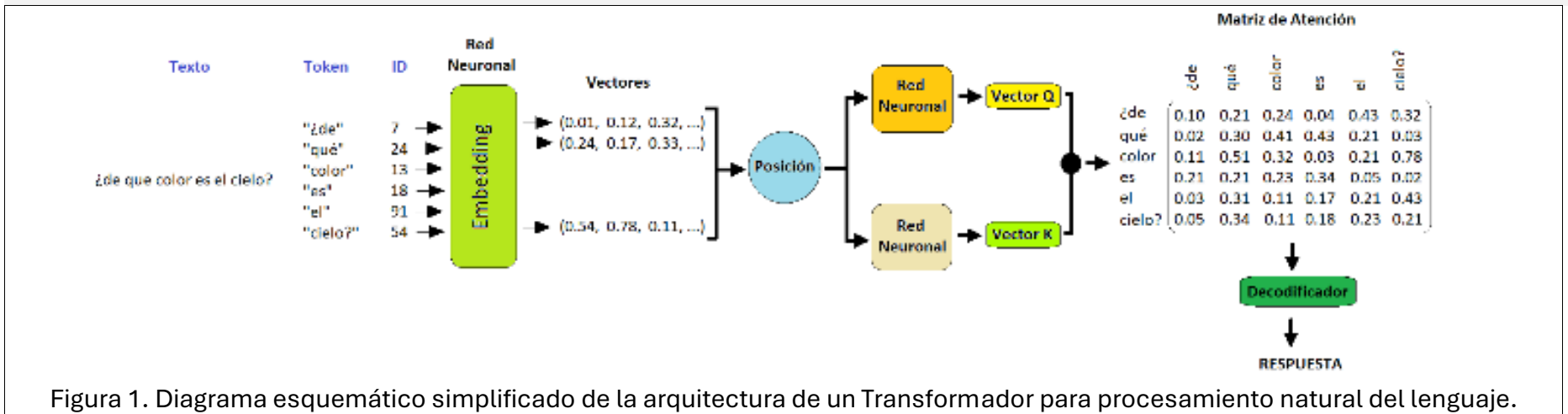
Pero, para que el lector explore sobre esta probabilidad, se le invita hacer la pregunta a ChatGPT: ¿de qué color es el cielo? Anotar la respuesta que le dio ChatGPT, cerrar su sesión, y abrir nuevamente la sesión en ChatGPT y hacer la misma pregunta. Compare las respuestas y notará que, a pesar de la coherencia de las respuestas, habrá un sesgo

en la forma que ChatGPT da una respuesta a la misma pregunta. ¿Confiará nuevamente en ChatGPT para que le resuelva sus exámenes de matemáticas?

Hasta aquí, algunos lectores habrán ya deducido de donde proviene el acrónimo GPT de ChatGPT. Si no, el significado es [Generative Pre-Trained Transformer](#). Por otra parte, notaran lo complejo, pero maravilloso, de lo que ha logrado el HUMANO hacer para que las máquinas interacciones con ellos. Otras IA avanzadas están usando la arquitectura Transformador para diferentes propósitos.

Algunas de ellas, valdría la pena analizarlas con más detalle, como es el caso de Palantir.

Finalmente, menciono que, en la actualidad, se está invirtiendo grandes cantidades de dinero para crear infraestructura que necesita la IA, como energía, hardware, personal capacitado, etc. El propósito es crear una IA general. Es decir, una inteligencia artificial capaz de razonar, que sea autoconsciente, y con la capacidad de resolver cualquier tarea intelectual que un HUMANO pueda hacer. ¿Se logrará realizar? Ya lo veremos.



¿Por qué estudié física?

[Salvador A. Palomares Sánchez](#)

Cuando era niño y tenía unos cinco años, mi tío, 10 años mayor que yo, me platicaba sobre los grandes inventores de la humanidad.

—Tío, ¿quién inventó las lámparas?

—Tomás Alba Edison.

—¿Y el teléfono?

—Alejandro Graham Bell.

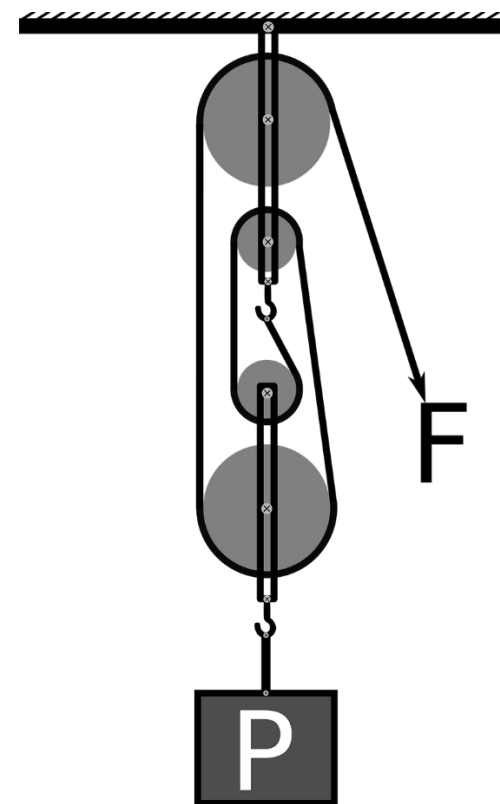
—¿Y las vacas?

—¿Las vacas?, esas no las inventó nadie. Y ya vámonos que es tarde.

Posteriormente, me di cuenta de que nuestra existencia en este mundo es un misterio. A partir de allí quise ser físico. Los físicos eran, por lo que me daba cuenta, personas incomprendidas, pues todos a los que les platicaba mis planes me decían que éstos estaban locos y que se morían de hambre; a pesar de eso, no dudé ni una vez de mis convicciones.

Tenía curiosidad de todo: ¿por qué existe el tiempo?, ¿qué tan grande es el universo?, ¿dónde queda el pasado?, ¿por qué llueve?, ¿por qué la tierra es redonda?, ¿por qué no podemos volar?, ¿seremos inmortales algún día?, ¿se puede construir una máquina como el hombre?, ¿cómo se organizan las hormigas?, etc.

Me imaginaba que, después de estudiar física, iba a comprender totalmente a la naturaleza, e inclusive, iba a tener respuesta a unas preguntas que siempre me han inquietado: ¿por qué estamos aquí, de dónde venimos, qué somos? Creía que había otras personas como yo y quería abrazar a la profesión como una religión, pues íbamos a compartir nuestras experiencias, nuestros conocimientos. ¡Qué romántico!



Ahora las preguntas que me hago dentro de la profesión son muy simples. Además no tengo tiempo de profundizar en eso, pues tengo que llenar los formatos del CONACYT, los de la beca al desempeño y tengo que corregir el inglés de un artículo que no le gustó al jurado, y a otro que me dice que ponga sus artículos como referencia para ser aceptado para su publicación. Tengo también que ir a ver si me prestan el Mössbauer, pues la fuente es muy cara. ¡Ah!, olvidaba la reunión en la que se decidirá si se contrata al nuevo investigador. Creo que no tiene ninguna posibilidad, pues no es experto en nada. Es músico, físico y biólogo.



Termografía para la salud mental

Juan R. Moreno G., Javier M. Lozoya, Fernando S. Chiwo

De acuerdo con la [Organización Mundial de la Salud](#), los trastornos mentales representan uno de los principales retos de salud pública a nivel global, afectando a cientos de millones de personas en todo el mundo. Problemas como la ansiedad y la depresión tienen un impacto significativo en la calidad de vida de las personas, así como en los sistemas de salud, lo que ha motivado la búsqueda de estrategias complementarias que permitan mejorar su detección y seguimiento de manera temprana.

En este contexto surge una pregunta clave: ¿es posible apoyar la detección temprana de estos trastornos mediante herramientas tecnológicas accesibles, objetivas y no invasivas? En la Universidad Marista de San Luis Potosí (UMASLP) emprendimos un proyecto piloto que explora justamente esta posibilidad, utilizando termografía infrarroja como complemento a la evaluación clínica tradicional.

La [termografía infrarroja](#) es una técnica que permite “ver” el calor que emite un cuerpo humano. A diferencia de una fotografía convencional, que registra la luz visible, una cámara térmica capta la radiación infrarroja asociada a la temperatura de la superficie de la piel. Cada color en una imagen térmica representa un rango de temperatura: tonos azules indican regiones más frías, mientras que amarillos y rojos corresponden a zonas más cálidas. Esta tecnología se ha utilizado durante décadas en campos como la ingeniería, la medicina y la industria, por ejemplo, para detectar inflamaciones, problemas circulatorios o fallas en equipos eléctricos.

El cuerpo humano no es térmicamente uniforme. Nuestro rostro, en particular, refleja cambios sutiles asociados al flujo sanguíneo, la actividad muscular y la respuesta del sistema nervioso autónomo. Emociones intensas, [estrés prolongado](#) o estados de ansiedad pueden modificar estos patrones térmicos. La hipótesis que guía nuestro trabajo es que ciertos estados emocionales dejan una “huella térmica” detectable, que puede ser analizada mediante algoritmo para identificar regularidades y diferencias entre individuos.

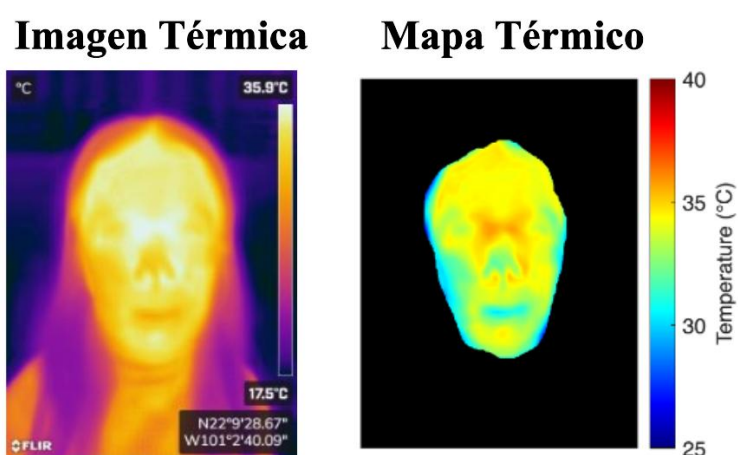


Figura 1. De la imagen térmica al mapa térmico facial. A la izquierda se muestra una captura infrarroja del rostro de un estudiante; a la derecha, el mismo rostro procesado como mapa térmico, donde cada color representa un rango de temperatura. Esta representación permite identificar regiones con comportamientos térmicos diferenciados, que posteriormente se analizan mediante algoritmos para buscar patrones asociados a estados emocionales.

Es importante subrayar que no se trata de reemplazar al especialista en salud mental. La termografía no “diagnostica” por sí sola. Su valor reside en ser una herramienta complementaria, objetiva y no invasiva, que puede apoyar el proceso de detección temprana, monitoreo y seguimiento, especialmente en contextos educativos donde la intervención oportuna es crucial.

El trabajo se desarrolló como un estudio piloto y exploratorio durante el periodo agosto-diciembre de 2025, en coordinación con acompañamiento profesional. Se analizó una muestra de 28 pacientes, bajo criterios éticos, consentimiento informado y manejo confidencial de la información.

El proceso consta de cuatro etapas principales. En primer lugar, se realiza la captura térmica del rostro mediante una cámara infrarroja en condiciones controladas de iluminación y ambiente. Se pide al paciente permanecer inmóvil durante unos segundos, manteniendo una expresión neutra. Esta captura no implica contacto físico ni exposición a radiación; es un procedimiento no invasivo y sin contacto.

En una segunda etapa, la imagen térmica se procesa digitalmente para generar un mapa térmico facial. Este mapa segmenta el rostro y elimina el fondo, permitiendo analizar únicamente la región de interés. Cada píxel del mapa contiene un valor de temperatura, lo que convierte al rostro en una superficie de datos cuantificables.

La tercera etapa consiste en la extracción de características térmicas. A partir del mapa se obtienen descriptores estadísticos: promedios de temperatura en regiones específicas, variaciones, contrastes entre zonas y distribuciones térmicas globales. Estos descriptores constituyen lo que denominamos “patrones térmicos”.

Finalmente, estos patrones se analizan mediante herramientas de ciencias de datos y se contrastan con información clínica obtenida a través de cuestionarios psicológicos aplicados y validados por profesionales del área de la salud mental. El objetivo no es clasificar personas, sino explorar la existencia de regularidades térmicas que puedan asociarse con distintos estados emocionales.

En esta muestra piloto se observaron señales preliminares interesantes: al representar las características térmicas en un espacio de análisis, aparecen tendencias de agrupación entre registros con comportamientos térmicos similares. Esto sugiere que el rostro puede contener información térmica relevante cuando se traduce en datos y se analiza algorítmicamente. Estos hallazgos deben interpretarse con prudencia, como parte de un ejercicio exploratorio, y no como un diagnóstico por sí mismo.

Diversos estudios publicados en revistas especializadas han explorado el uso de la termografía infrarroja como una herramienta no invasiva para el análisis de patrones térmicos en tejido humano, lo que respalda su empleo como apoyo en estudios exploratorios. Un ejemplo de este análisis exploratorio se muestra en la Figura 2, donde los registros térmicos se proyectan en dos dimensiones para visualizar similitudes y tendencias de agrupación entre los patrones.

Al observar con mayor detalle la Figura 2, se observa que los puntos de ciertos colores tienden a concentrarse en regiones específicas del gráfico, lo que indica comportamientos térmicos similares entre los registros que lo conforman. Por ejemplo, los puntos de color naranja aparecen agrupados hacia la parte derecha de la gráfica, formando un conjunto compacto y claramente diferenciado de otros grupos. Esta concentración sugiere un patrón térmico relativamente consistente dentro de esa región.

De manera similar, otros colores se distribuyen en zonas distintas, algunos con agrupaciones más compactas y otros con dispersión

ligeramente mayor. En ciertos casos, se aprecia un solapamiento parcial entre regiones, lo cual indica que algunos patrones térmicos comparten características comunes.

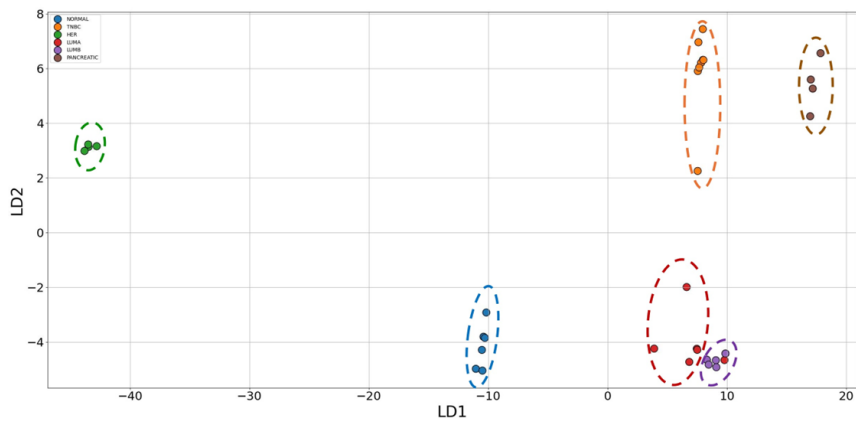


Figura 2. Ejemplo de análisis exploratorio de patrones térmicos faciales mediante ciencia de datos. Cada punto representa un registro térmico; la cercanía entre puntos indica similitud de patrones. Esta visualización no constituye un diagnóstico clínico, sino una herramienta para explorar regularidades en la muestra piloto.

Estas diferencias visuales permiten identificar regiones de interés dentro del espacio de análisis, no con el propósito de clasificar personas, sino para explorar qué tipo de patrones térmicos tienden a agruparse y cuáles presentan mayor variabilidad dentro de la muestra analizada. En este sentido, la referencia a los colores en la gráfica facilita que el lector identifique visualmente los distintos conjuntos de datos y comprenda cómo se distribuye dentro del espacio de análisis.

Uno de los aportes centrales es mostrar cómo una imagen térmica puede convertirse en datos y, a partir de ellos, explorarse patrones con apoyo de la ingeniería de datos. La tecnología funciona como herramienta objetiva y no invasiva que, en el futuro, podría, en el futuro, complementar el proceso de detección temprana y seguimiento, siempre en conjunto con profesionales de la salud.

En distintos contextos de atención y prevención, contar con herramientas complementarias y no invasivas podrían facilitar la detección temprana y el seguimiento oportuno, antes de que una situación se agrave. Para las instituciones y equipos de salud, también representa una vía para integrar ciencia, tecnología y cuidado emocional en un mismo ecosistema de apoyo.

Un aspecto central del proyecto ha sido el cuidado ético del proceso. Trabajar con información vinculada a la salud emocional exige sensibilidad, respeto y responsabilidad. Todas las imágenes térmicas se manejan de forma anonimizada, sin asociarse públicamente a identidades personales, y los resultados se interpretan únicamente en conjunto con profesionales de la psicología. La confidencialidad y el consentimiento informado no son requisitos administrativos: son parte esencial del enfoque del proyecto.

Asimismo, esta experiencia muestra el potencial de la investigación aplicada e interdisciplinaria: la física, la ingeniería y la ciencia de datos pueden dialogar con la psicología para construir herramientas tecnológicas más humanas, sin perder el rigor ético necesario cuando se trabaja con personas.

En el ámbito educativo, esto abre posibilidades interesantes. Contar con herramientas que apoyen la detección temprana puede facilitar que los alumnos reciban acompañamiento antes de que la situación se agrave. Para las instituciones, representa una vía para integrar ciencia, tecnología y cuidado emocional en un mismo ecosistema formativo.

Desde el punto de vista científico, este proyecto funciona como un estudio piloto. Su alcance es exploratorio. A futuro, se requiere ampliar la muestra, refinar los protocolos, incorporar análisis estadísticos más robustos y evaluar métricas como sensibilidad y especificidad. Ese camino es el que permitirá, eventualmente, escalar el trabajo hacia publicaciones científicas especializadas. Sin embargo, incluso en esta etapa inicial, el mensaje es claro: la salud mental puede beneficiarse de enfoques interdisciplinarios. La física, la ingeniería y la ciencia de datos puede dialogar con la psicología y la pedagogía para construir herramientas más humanas. La termografía infrarroja, tradicionalmente asociada a máquinas y procesos industriales, encuentra aquí un nuevo rostro: el del estudiante que necesita ser escuchado.



Leyes, predicciones y conceptos: una mirada filosófica a la ciencia

[Juan Guillermo Munguía Fernández](#)

Históricamente, la física, la química y la biología formaban parte de la llamada [filosofía natural](#); la separación entre [ciencia](#) y [filosofía](#) es relativamente reciente. Esto no significa que quien obtiene un grado científico sea, por ello, filósofo de la ciencia en sentido estricto. Sin embargo, sí refleja una idea más profunda: que la práctica científica avanzada no puede prescindir de decisiones conceptuales, metodológicas y epistemológicas que no se resuelven empíricamente. En ese sentido funcional, el científico se ve obligado a pensar como filósofo de la ciencia cuando reflexiona sobre los conceptos que emplea, las inferencias que considera legítimas y los criterios que guían la construcción de teorías.



Un filósofo da una lección sobre el planetario de mesa (Joseph Wright, 1766)

El mundo físico se encuentra en constante cambio. Incluso las leyes más fundamentales de la física han sido revisadas a lo largo de la historia, ya sea por la aparición de nuevos fenómenos, por mejoras experimentales o por transformaciones profundas en los marcos teóricos. Un examen atento del desarrollo histórico de la física, en particular de la evolución de sus conceptos y de la manera en que se establecen las constantes físicas, muestra que aquello que consideramos constante y dotado de un valor fijo podría, en principio, estar sujeto a variaciones de gran escala que aún no han sido detectadas empíricamente. Sin embargo, aun si tales variaciones existieran, no afectarían la validez de las leyes de la [lógica ni de la aritmética](#).

Este hecho pone de manifiesto una distinción fundamental entre distintos tipos de conocimiento. Por un lado, hemos alcanzado un grado muy alto de certeza mediante sistemas formales, como la lógica y las matemáticas, en los que es posible razonar sin contradicción. En estos sistemas, las conclusiones se siguen necesariamente de las premisas y su validez no depende de cómo sea el mundo físico. Por otro lado, el precio de esa certeza es que tales sistemas, considerados por sí mismos, no nos dicen nada acerca del mundo empírico.

Podemos estar completamente seguros de que tres más uno es cuatro. No existe experimento imaginable que pueda refutar esta afirmación. Sin embargo, precisamente porque esta verdad se mantiene en cualquier mundo posible, no nos informa nada específico sobre el mundo que habitamos. No nos dice cómo se comporta la materia, ni cuáles son las leyes de la naturaleza, ni qué fenómenos ocurren efectivamente en nuestro universo.

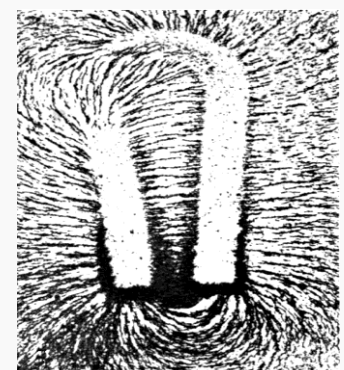
Cuando hablamos de mundos posibles, nos referimos a todos aquellos mundos que pueden describirse sin contradicción lógica. En este sentido amplio, pueden incluirse no solo mundos físicamente realizables, sino también mundos imaginarios — como los de los cuentos de hadas o los sueños más fantásticos— siempre que sean lógicamente consistentes. Las leyes de la lógica y de las matemáticas puras se aplican, por igual, a todos ellos y, precisamente por eso, no permiten distinguir el mundo real de cualquier otro mundo concebible.

Por esta razón, las leyes lógicas y matemáticas, consideradas aisladamente, no pueden servir como base para la explicación científica. Cuando buscamos explicar un hecho particular del mundo real, debemos recurrir a leyes empíricas, es decir, a regularidades establecidas mediante la observación y la experimentación. Estas leyes carecen de la certeza absoluta propia de la lógica y las matemáticas, pero a cambio nos proporcionan información sustantiva sobre la estructura y el comportamiento del [mundo físico](#).

Esta concepción de la explicación científica se consolidó en el siglo XIX, cuando físicos como [Gustav Kirchhoff](#) (1824-1887) y [Ernst Mach](#) (1838-1916) sostuvieron que la ciencia no debía preguntar “por qué”, sino “cómo”. Con ello no negaban la posibilidad de explicación, sino que rechazaban la búsqueda de causas últimas entendidas como agentes metafísicos ocultos. La tarea de la ciencia, afirmaban, consiste en describir los fenómenos mediante leyes empíricas que expresen regularidades observables, no en postular entidades que no desempeñen un papel claro dentro del método científico. [1]

Conviene hacer aquí una aclaración importante. La metafísica suele asociarse erróneamente con el esoterismo o la espiritualidad, pero esta identificación es incorrecta. La metafísica es una rama fundamental de la filosofía que se ocupa de las cuestiones más básicas de la realidad: aquellas que normalmente damos por sentadas y no cuestionamos. No pregunta “qué ocurre”, sino qué significa “que algo sea”. El rechazo de ciertos tipos de metafísica por parte de la ciencia no implica un rechazo de toda reflexión metafísica, sino únicamente de aquellas explicaciones que introducen entidades sin función explicativa definida ni conexión con leyes empíricas.

Este rechazo se comprende mejor si se contrasta con las concepciones precientíficas del mundo. Durante largos periodos históricos, los fenómenos naturales se explicaban atribuyéndolos a espíritus, demonios o agentes invisibles responsables de la lluvia, los rayos o el movimiento de los ríos. Estas explicaciones resultaban psicológicamente satisfactorias, pues permitían personalizar los eventos naturales y reaccionar emocionalmente ante ellos. Sin embargo, no conducían a leyes generales ni a un conocimiento sistemático del mundo.



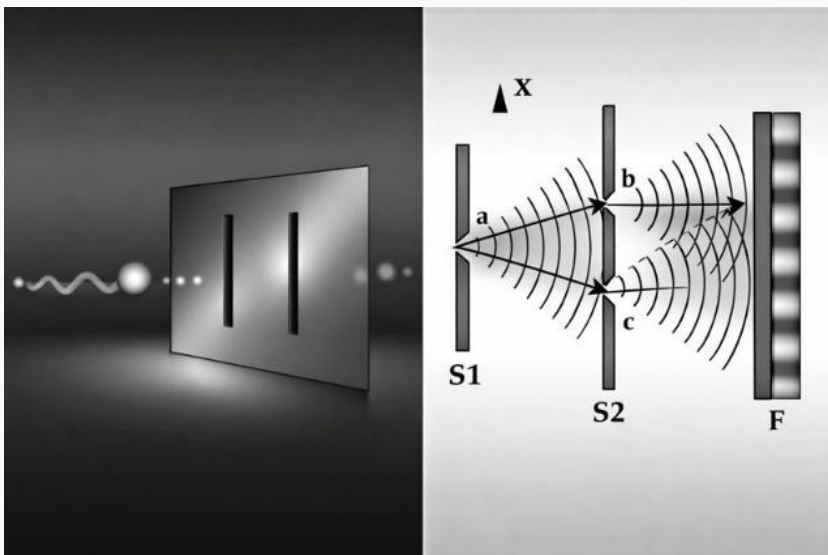
La ciencia moderna reemplaza estos agentes personales por conceptos teóricos impersonales, como fuerzas y campos.

Cuando un físico explica por qué un clavo se mueve hacia una barra de hierro, no apela a un agente oculto, sino al magnetismo. Nadie observa directamente el magnetismo; lo que se observa es el movimiento del clavo. La explicación científica no se completa simplemente introduciendo un nuevo nombre, sino formulando leyes que describen regularidades: por ejemplo, que los objetos de hierro son atraídos por imanes, que ciertas condiciones producen magnetización y que esta puede perderse bajo determinadas circunstancias. Estas leyes, cualitativas o cuantitativas, suelen adoptar la forma lógica “si..., entonces...”.

Un concepto teórico resulta científicamente fructífero cuando permite formular leyes más generales que unifican fenómenos previamente desconectados. En este sentido, el concepto de energía desempeñó un papel central en la física del siglo XIX, al mostrar que fenómenos como el movimiento, el calor o el magnetismo podían entenderse como distintas manifestaciones de una misma magnitud conservada. La introducción de este concepto condujo a leyes más generales, como la ley de conservación de la energía.

Además de permitir la explicación de hechos ya observados, las leyes científicas hacen posible la predicción de hechos aún no observados. Explicar y predecir comparten el mismo esquema lógico: a partir de una ley general y de un hecho conocido, se infiere un hecho desconocido. La diferencia entre explicación y predicción no es lógica, sino epistémica: en la explicación, el hecho ya es conocido; en la predicción, aún no lo es.

Aunque solemos asociar la predicción con eventos futuros, el hecho inferido no tiene por qué pertenecer al futuro. Puede ser simultáneo o incluso pasado. Un geólogo infiere la existencia de antiguos glaciares a partir de marcas en las rocas; un astrónomo deduce la ocurrencia de eclipses históricos. En todos los casos, el razonamiento es esencialmente el mismo.



La dualidad onda-partícula como problema conceptual: una función de onda que evoluciona de forma determinista contrasta con resultados de medición individuales e impredecibles.

No todas las leyes científicas son universales. Muchas de ellas son estadísticas y solo permiten predicciones probabilísticas. Esto es característico de disciplinas como la meteorología, donde no puede garantizarse un resultado determinado, sino únicamente asignarse grados de probabilidad. Cuando las leyes son universales, el razonamiento es deductivo; cuando son estadísticas, el razonamiento es probabilístico.

Finalmente, conviene subrayar que la ciencia no opera en un vacío conceptual. Aunque su objetivo inmediato sea descubrir hechos empíricos y formular leyes observacionales, esta tarea presupone conceptos, métodos y formas de inferencia que no pueden

justificarse empíricamente sin circularidad. Es en este punto donde interviene la filosofía de la ciencia.

La filosofía no compite con la ciencia en la obtención de datos. Su función es analizar los conceptos empleados, examinar los métodos utilizados, estudiar la forma lógica de los enunciados científicos y evaluar los tipos de inferencia que se consideran legítimos. Mientras el científico pregunta qué ocurre y bajo qué condiciones, el filósofo pregunta qué significa formular una ley, qué cuenta como explicación y cómo deben articularse coherentemente los elementos de una teoría.

Esta tarea no es meramente académica. Un físico en activo se enfrenta constantemente a problemas que no pueden resolverse mediante nuevos experimentos. Decidir qué conceptos introducir, cómo definirlos, qué idealizaciones aceptar o qué criterios deben guiar la unificación de teorías son cuestiones metodológicas y conceptuales. En esos momentos, explícita o implícitamente, el físico actúa como filósofo de la ciencia.

Una de las funciones más importantes de la filosofía en la ciencia es aclarar conceptos que se usan de manera vaga o heredados de antiguas concepciones metafísicas. La noción de causalidad es un ejemplo claro: al ser analizada y precisada filosóficamente, deja de ser una idea confusa y se convierte en una herramienta clave para la explicación y la predicción científica. En este sentido, una función vital de la filosofía en esta disciplina consiste precisamente en depurar conceptos imprecisos o cargados de supuestos metafísicos —como el de causalidad— y reconvertirlos en instrumentos conceptuales capaces de sostener inferencias controladas y predicciones científicamente fundamentadas.

La importancia de esta interacción se hace aún más evidente al considerar los problemas abiertos de la física contemporánea: el debate sobre el determinismo, la unificación de las teorías fundamentales, los dilemas conceptuales de la mecánica cuántica y la posibilidad de que futuras teorías requieran modificar incluso la lógica clásica. Estos problemas no son solo técnicos sino profundamente conceptuales.

Uno de los problemas conceptuales más profundos de la física contemporánea surge del abandono del determinismo clásico que dominó desde Newton hasta el siglo XIX. En la mecánica cuántica aparece una tensión fundamental: la función de onda evoluciona de manera estrictamente determinista según una ecuación matemática precisa, pero los resultados de las mediciones físicas que se extraen de ella son inherentemente probabilísticos.

Este hecho plantea un dilema filosófico central: no está claro si la indeterminación observada refleja una propiedad esencial de la naturaleza o simplemente una limitación de nuestro conocimiento. Al mismo tiempo, los conceptos fundamentales de la teoría —como la función de onda o el electrón— desafían toda representación intuitiva y plantean la cuestión de si describen entidades reales o si son únicamente herramientas formales para organizar la experiencia. En cualquier caso, la consecuencia es clara: la noción de causalidad en la física moderna es radicalmente distinta de la que sustentó la visión mecanicista del universo durante más de dos siglos.

Puede decirse, entonces, que la relación entre filosofía y física es análoga a la que existe entre un ingeniero y los planos de una máquina compleja. El ingeniero puede disponer de todas las piezas, pero sin un plano que indique cómo deben ensamblarse y bajo qué principios operan conjuntamente, no podría construir un sistema funcional ni comprender por qué ciertas piezas no encajan. La filosofía proporciona ese plano conceptual: no reemplaza a la ciencia, pero hace posible su coherencia, su interpretación y su avance.



Agua en el Universo

Roberto Bartali Marchetti

La vida necesita el [agua](#), la encontramos en forma de vapor en el aire, líquida en los ríos, en los mares, o sólida como en el hielo de los polos. Damos por hecho su existencia, pero precisamente por eso hay algunas preguntas que no hacemos. ¿De dónde viene? ¿Cómo se ha formado? ¿Podrá existir en otros lugares? La historia del agua es muy interesante y vamos a narrarla de manera muy simplificada desde el principio.

El [hidrógeno](#) es el átomo más simple que exista. No solo es el más común sino es también el más importante para nuestra existencia y para la existencia del todo el Universo. El hidrógeno no necesita más que un protón y un electrón de hecho, hasta podría prescindir del electrón sin embargo lo necesita si quiere juntarse con otro hidrógeno y con un [oxígeno](#). Esta asociación es una molécula de agua.

Es increíble que esta molécula sea, junto con el carbono y el nitrógeno, la base de la vida, lo que permite que podamos pensar y escribir estas cosas.

Se oye fácil, juntemos dos cosas con una tercera y tenemos agua, pero ¿de dónde vienen los ingredientes? La historia del agua se inicia hace 13,750 millones de años cuando nació nuestro Universo. Los átomos de hidrógeno se formaron solo unas horas después. Pero muchas cosas deben suceder para que pueda existir el agua. De hecho, hay que esperar 400 millones de años para que las grandes nubes de hidrógeno puedan formar las primeras estrellas capaces de forjar el oxígeno en su interior a través de procesos de fusión nuclear. Para tener el oxígeno necesitamos el helio y el carbono que son producidos por cualquier estrella que tenga una masa similar a la del Sol, pero la producción del oxígeno requiere estrellas más masivas. Además, si la masa es menor que cuatro masas solares, es difícil que al final de su vida la estrella pueda expulsar el oxígeno hacia el espacio. En las estrellas de menor talla una parte del carbono y el oxígeno quedan atrapados en su núcleo moribundo.

Para las estrellas con mucha masa, el oxígeno producido se mantiene en una capa externa al núcleo y menos de 10 mil años después, para esa estrella todo termina con un final catastrófico. Fuegos artificiales cósmicos, la estrella sufre una violentísima explosión que inunda el medio a su alrededor con todo el material que había procesado durante sus últimos millones de años de vida, incluyendo el oxígeno. Estos gases muy calientes se van enfriando a medida que se alejan de su lugar de origen. En estas regiones frías encuentran otros átomos y se mezclan entre sí, formando una nube de gas y polvo que será la materia prima para la formación de una nueva estrella, reina de su sistema planetario.

En esa nube fría y oscura es donde ocurre la asociación entre el hidrogeno y el oxígeno, de ese matrimonio nace el agua, pero la vida de esa molécula no es sencilla, se rompe fácilmente en presencia de la [luz ultravioleta](#) producida por las estrellas cercanas. Entonces, si quiere sobrevivir debe mantenerse escondida en el interior de las nubes o pegarse a los granos de polvo ricos en carbono, silicio y magnesio, utilizándolos como escudo térmico.

Así, y allí, empieza el increíble viaje de esa pequeña molécula que, después de 4,650 millones de años ingresará a nuestro cuerpo para quitarnos la sed.

Ese número mágico es el origen de todo, es cuando el Sol no era más que un sueño, un montón de gas y polvo aspirando a ser una estrella. Esa nebulosa mantenía en su interior muchas moléculas de agua. Mientras que en el centro de esa nebulosa se formaba una condensación que, al cabo de unos 10 millones de años sería el Sol, en un disco polvoriento a su alrededor iniciaba una pelea sin límites, sin reglas, sin descanso entre pequeños grumos queriendo convertirse en planetas y gozar del privilegio de la luz y del calor de la estrella. En las regiones más alejadas, en la periferia de ese disco, el agua estaba a salvo de la pelea, pero la temperatura era muy baja y se mantuvo congelada quedando atrapada en el interior de millones de rocas vagabundas y a un sin número de cuerpos medianos rocosos orbitando lentamente alrededor del Sol.

En el momento que el Sol inició a inundar de luz y calor el espacio, las moléculas de agua que sobrevivieron quedaron atrapadas en los que serían los [planetas rocosos](#) como la Tierra, Marte, Venus y Mercurio. Todas aquellas que no fueron atrapadas se vieron obligadas a migrar hacia la periferia del disco, empujadas por la radiación solar, hasta que encontraron un lugar más frío para permanecer tranquilas y congeladas, después de la órbita de Marte.

La calma y la paz en ese Sistema Solar primitivo eran dos cosas desconocidas, los planetas peleaban entre sí para encontrar una órbita estable, las colisiones catastróficas eran comunes, los planetas recién formados eran como pirañas peleando por un pez. Muchos eran destruidos, pero sus fragmentos se impactaban sobre otros cuerpos haciéndolo crecer, A medida que algunos crecían lograban expulsar a otros más pequeños, algunos migraban creando aun más caos tanto en la parte interna como en la parte externa del disco.

Se necesitaron unos 700 millones de años para que todo el mundo se aplacara y se quedara en su lugar definitivo y así pudiese sobrevivir hasta nuestros días. Durante esos 700 millones de años es cuando una enorme cantidad de rocas ricas en agua congelada fueron aventadas hacia el interior del disco como pelotas de un pinball cósmico, sin un rumbo específico con la única meta de pegarle a quien se interpusiese en su camino. La Terra y la Luna parece que fueron un blanco fácil, nunca sabremos cuantas de esas rocas nos pegaron, pero es seguro que fueron muchas, algunas del tamaño de canicas y otras descomunales. La violencia de las colisiones generaba calor que provocó la evaporación del hielo.

Cuando la temperatura volvió a la normalidad, toda esa agua quedó atrapada en la superficie terrestre formando los primeros mares y océanos. ¿Paz, tranquilidad y estabilidad? ¡No, parece que el agua nació para vivir una pelea sin cuartel!

De aquí viene una reflexión: estamos acostumbrados a pensar en el agua como el líquido que llena los mares o el hielo en las regiones polares sin embargo el agua además líquida, sólida o gaseosa en la atmósfera está presente en muchas otras formas. Por ejemplo, hay rocas que vemos, tenemos o utilizamos comúnmente que contienen la molécula de agua en su estructura cristalina como el yeso que es un sulfato de calcio hidratado es decir que por cada molécula de sulfato de calcio hay dos moléculas de agua. Otra roca interesante en este sentido es el ópalo que es un óxido de silicio con hasta el 20 % de agua.

Suponemos que en la Tierra el agua está en la superficie, o en la atmósfera, pero no es así. Resulta que podríamos imaginar (de una manera muy simplista), que los continentes son como islas de roca que flotan sobre una especie de gelatina. Se mantienen flotando y moviendo hasta que uno choca con otro y en ocasiones, si su consistencia es similar, se arrugan formando cadenas de montañas mientras que otras veces el más denso se introduce, como una cuña, debajo del otro. Esta cuña penetra lentamente decenas y cientos de kilómetros, abriendo también el camino a enormes cantidades de agua que fluyen hacia el interior del planeta. Esa agua es atrapada por las rocas que eventualmente vuelven a la superficie durante las erupciones volcánicas.

Durante el proceso de penetración de una placa debajo de otra, que se denomina [subducción](#), hay minerales que se forman a altas presiones que son los encargados de llevar el agua hacia las capas profundas. Por ejemplo, la [Lawsonita](#) que es un silicato de calcio y aluminio, se forma a partir de rocas con alto contenido de agua cuando se someten a las grandes presiones de los procesos de subducción. Otro mineral fascinante es la [Ringwoodita](#) que es el mineral más común en el interior del planeta y se localiza a profundidades entre 520 y 660 km debajo de la superficie; se ha encontrado también en varios meteoritos rocosos, demostrando también el origen común de todo lo que hay en el Sistema Solar. Este mineral contiene, en promedio, el 1 % de agua en su estructura cristalina. Tomando en cuenta la cantidad de agua que contiene y la enorme cantidad de Ringwoodita que hay en el interior del planeta, se calcula que, 500 km bajo nuestros pies, hay tanta agua atrapada que se podrían llenar tres veces todos los océanos. Cabe mencionar que los diamantes también se forman a esas profundidades.

A veces las erupciones volcánicas son muy explosivas y esto se debe a que el agua y varias otras moléculas, están atrapadas en las rocas del magma bajo altísimas presiones. Durante su ascenso hacia la superficie terrestre, la presión disminuye y los gases atrapados, incluyendo el agua, tratan de liberarse expandiéndose súbitamente. Esta fuerza expansiva es muy superior a la que mantiene las rocas en su estado sólido y los gases se liberan explosivamente. Hasta parece que el agua quiere recordar su origen explosivo durante los últimos instantes de vida de la estrella que produjo el oxígeno. Normalmente parte del agua logra escapar de las rocas calientes desde antes de llegar a la superficie, sin que se genere una verdadera erupción, dispersándose en la atmósfera junto con otros gases produciendo las fumarolas que podemos observar casi a diario en volcanes como el [Popocatepetl](#).

A finales del siglo XIX, dos grandes astrónomos: [Percival Lowell](#) (1855-1916) y [Giovanni Schiaparelli](#) (1835-1910) observaron extrañas estructuras sobre la superficie de Marte y las asociaron a una red de canales de irrigación construidos por una civilización marciana. Cuando las primeras naves espaciales llegaron a Marte en la década de 1960 y 1970, encontraron un planeta totalmente árido. Poco a poco se descubrió la presencia de agua no solo en forma de hielo en los polos, sino a pocos cm debajo de la superficie. Sabemos que Marte tiene ríos que en algún tiempo fueron muy caudalosos, tuvo mares y océanos, pero ninguno de esos son las estructuras que reportaron los dos astrónomos. Lo que no sabemos es que le ha pasado a toda esa agua que podría estar, al igual que en nuestro planeta, en el interior. Por otro lado, las diversas misiones de exploración han encontrado muchos minerales que solo se pueden formar en presencia de agua, como por ejemplo la Jarosita que es un sulfato de hierro y potasio que tiene un color de amarillo a ocre o hasta café claro, y solo se puede formar por la oxidación de sulfuros de hierro, como la pirita, en ambientes con mucha agua.

Las misiones que se han encargado de estudiar y explorar los asteroides, ha revelado que contienen grandes cantidades de agua en su interior, porque no teniendo atmósfera el agua no puede estar en forma líquida en la superficie.

[Galileo Galilei](#) (1564-1642), hace 400 años, apuntó su telescopio a la Luna y nombró “mares” a las regiones oscuras, pensando tal vez en algo similar a los océanos terrestres. No estaba del todo mal porque esos mares son, en realidad, enormes cuencas que en algún momento estuvieron llenas de lava líquida. En la Luna, no solo hay agua atrapada en las rocas, sino que hay regiones muy frías en las que nunca llega la luz del Sol. Allí hay mucho hielo de agua en la superficie.

Recientemente el [telescopio espacial James Webb](#) que se encuentra a un millón y medio de kilómetros de la Tierra, gracias a la enorme capacidad de recolectar luz con su espejo de seis metros de diámetro y a la sensibilidad de sus cámaras infrarrojas, ha detectado claramente agua en varias partes del espacio. Un ejemplo es la detección del agua en la atmósfera del planeta [WASP-107b](#) que se encuentra a unos 200 años luz de distancia de la Tierra y tiene un tamaño similar al del planeta Júpiter.

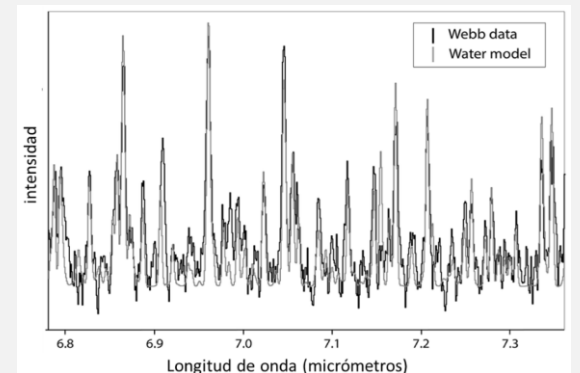


Figura 1. Espectro del agua en PDS70

Finalmente quiero mencionar la detección del agua en un disco de gas y polvo en el cual se están formando planetas. Este objeto es un disco proto-planetario nombrado [PDS70](#) y se encuentra a 370 años luz de la Tierra. En un par de millones de años un planeta similar a la Tierra iniciará su larga vida, este descubrimiento confirma la hipótesis inicial de que los planetas ya nacen ricos en agua.

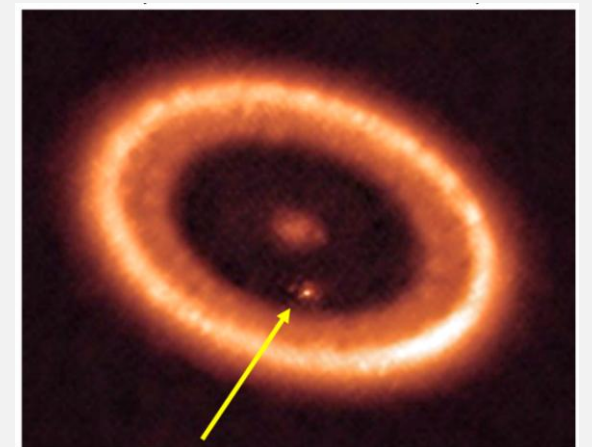


Figura 2. Planeta PDS70 en formación.

Sabías que ...

La producción de carne genera [gases de efecto invernadero](#), principalmente metano (CH₄), producido en el sistema digestivo de los animales rumiantes, y óxido nitroso (N₂O), derivado de los fertilizantes utilizados en la producción de forrajes y piensos. En la actualidad, se estima que esta actividad representa aproximadamente entre el 14 % y el 16 % del total de gases de efecto invernadero generados por las actividades humanas.



La [huella de carbono](#) varía según el tipo de carne. Según datos actualizados, producir un kilogramo de carne de vaca representa entre 25 kg y 60 kg de dióxido de carbono equivalente, [CO₂eq](#), dependiendo de si la producción implicó deforestación. En comparación, un kilogramo de carne de cerdo genera aproximadamente 7 kg de CO₂eq, y uno de pollo, alrededor de 6 kg de CO₂eq.

Actualmente, la carne está disponible en mayor cantidad que hace varios años. Esto se debe a la expansión de la cría intensiva, que está arrasando con grandes extensiones de recursos forestales (como praderas, humedales, selvas y bosques) para producir alimentos para el ganado, principalmente [soya](#). Esta práctica no solo impulsa la deforestación, sino que también contribuye a la pérdida de biodiversidad. Además, un consumo elevado de carne roja y procesada se asocia con una mayor ingesta de [grasas saturadas](#), lo que puede aumentar el riesgo de enfermedades en el sistema circulatorio y otras afecciones crónicas en las personas.

La evolución de la telefonía celular

Francisco Rubén Castillo Soria, Leonel Roberto Perea Trejo

Hoy en día prácticamente todos usamos un celular, pero esto no siempre fue así; la [telefonía móvil](#) ha cambiado muchísimo en las últimas décadas, pasando por cinco generaciones distintas. Cada una ha traído mejoras significativas que han transformado la manera en que nos comunicamos y la forma en que interactuamos con el mundo. A continuación se dará un vistazo a esta tecnología y a los principales avances en cada generación.

Primera Generación (1G) - Años 80: Los teléfonos "ladrillo"

Los primeros celulares que salieron al mercado en los años 80 eran enormes y pesadísimos aparatos analógicos. Imagínate cargar algo del tamaño de un zapato en tu bolso o mochila. Estos aparatos solo servían para hacer llamadas de voz y no existían los mensajes de texto ni era posible tener acceso a internet. Además de ser grandes y pesados, eran caros. Solo gente con bastante dinero podía comprarlos. La calidad de las llamadas dejaba mucho que desear y se escuchaban ruidos e interferencias, y muchas veces la llamada se cortaba sin aviso. A pesar de todo, era impresionante poder hablar por teléfono sin estar conectado a un cable.



Segunda Generación (2G) - Años 90: Llegan los mensajitos

En los noventa apareció la segunda generación, y con ella algo que cambió todo: los mensajes de texto o [SMS](#). Ya no solo podíamos llamar, sino también escribir mensajes cortos a otras personas. Eso sí, escribir era toda una aventura porque los teléfonos tenían teclado numérico. Para escribir una letra había que presionar el mismo número varias veces. Por ejemplo, para la "C" tenías que teclear tres veces al 2.



Los teléfonos se hicieron más chicos y ya no pesaban tanto. La calidad de las llamadas también mejoró bastante y empezaron a aparecer juegos sencillos en los celulares,

como el clásico Snake (esa serpiente que uno movía por la pantalla para que comiera puntitos). Muchos pasábamos horas jugando en los nuestros ratos libres.

Tercera Generación (3G) - Años 2000: Internet en tu mano

Con la llegada del año 2000 apareció la tercera generación esta generación era completamente digital y por primera vez se podía usar internet en el celular de forma más o menos aceptable. Podías checar tu correo electrónico, entrar a páginas web (aunque tardaban bastante en cargar) y hasta hacer videollamadas, aunque la calidad no era muy buena y la imagen se veía borrosa o se congelaba.



En esta época los celulares empezaron a tener cámaras. Las primeras eran malísimas, las fotos salían muy pixeledas y con colores raros, pero de todas formas era emocionante poder tomar fotos con tu teléfono. También surgieron los primeros teléfonos inteligentes con pantallas táctiles.

Cuarta Generación (4G) - Años 2010: La revolución de las apps

La 4G cambió nuevamente la forma en que usamos nuestros celulares. El internet se volvió más rápido, lo cual además permitió la aparición de nuevos servicios. Se podían ver videos con buena calidad y escuchar música, usar Facebook e Instagram, descargar aplicaciones y todo de manera fluida. La 4G fue fundamental en el surgimiento de servicios que ahora usamos todos los días tales como WhatsApp, Netflix, Uber, y muchos otros. Las videollamadas con buena calidad ya no se cortaban a cada rato. Además, los juegos eran más complejos o elaborados. Ahora se podías compartir fotos y videos con personas en cualquier parte del mundo al instante.

Básicamente la 4G convirtió nuestros teléfonos en computadoras portátiles. Con la 4G se puede hacer casi todo desde celular: trabajar, estudiar, hacer compras, pagar servicios, pedir comida o llamar un taxi. Es difícil imaginar que alguien no tenga un celular.

Quinta Generación (5G) - Años 2020: El presente

Actualmente la quinta generación ha llegado ya a muchos países, aunque todavía no está disponible en todos lados. El 5G es extremadamente rápido, de manera que en condiciones ideales puedes descargar una

película completa en cuestión de segundos. Pero más allá de la velocidad, lo más interesante es que podemos conectar muchísimas más cosas al internet simultáneamente. Con 5G no solo se conectarán los teléfonos, sino también carros, electrodomésticos, relojes, y casi todo lo que imagines. Por ejemplo, gracias a esta tecnología ya se han llevado a cabo operaciones a larga distancia utilizando robots. Los coches autónomos funcionarán también con esta tecnología, la agricultura inteligente y la llegada de internet de las cosas y las casas inteligentes son una realidad.

La 5G también abre la puerta a experiencias de realidad virtual y realidad aumentada más sofisticadas. Por ejemplo, podrías ponerte unos lentes especiales y sentir que estás en un concierto en vivo, o que los personajes de un videojuego están en tu sala. Las clases en línea podrían ser tan inmersivas que casi sentirías que estás ahí físicamente. Es increíble pensar que en apenas 40 años pasamos de esos teléfonos gigantes que solo hacían llamadas, a tener computadoras potentes en nuestros bolsillos que nos conectan con prácticamente todo. Sin embargo, esta evolución no se detiene.

Actualmente, ya se trabaja en lo que será la sexta generación (6G). ¿Qué veremos en el futuro? La inteligencia artificial sin duda será parte de esta nueva tecnología. Más y mejores servicios automatizados e inteligentes serán posibles. ¿Una batería que dure al menos diez veces más? O tal vez tendremos en nuestro celular un asistente que nos avise del estado general de nuestra salud, que realice las compras por nosotros, o que nos dé recomendaciones facilitándonos el trabajo y mejorando nuestras experiencias en todos los ámbitos de la vida. El futuro es incierto, pero seguramente la 6G nos volverá a sorprender como la hicieron cada una de las generaciones anteriores.

