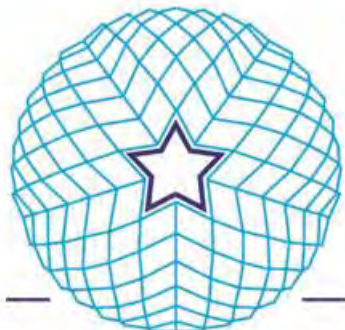


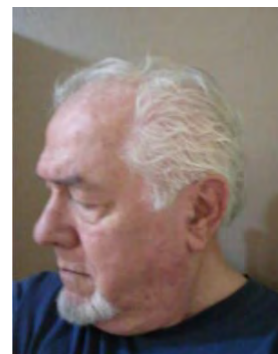
INNOVACIÓN Y CIENCIA



La idea estelar que genera un mundo complejo y armónico, es el símbolo diseñado por este editor para la innovación.

Editor Emérito:

Carlos
Arellano Hartig



carlosarellanohartig@gmail.com

Revisores:

George Cuevas

geo.wain@verizon.net

Manuel Fernández Vilchez

manuelvilches@yahoo.es

Nuestra sección de *Innovación y Ciencia* es una ventana al desarrollo de estos eventos que afectan a nuestras culturas, para lo cual procuramos brindar un enfoque múltiple, teórico y práctico. No se nos oculta que en nuestros países latinoamericanos los niveles de innovación y ciencia son muy bajos y que necesitamos un esfuerzo extraordinario para un cambio de condiciones y resultados. Sin embargo, la fe en nuestra gente es lo primordial y estamos seguros que tras un esfuerzo sostenido de concientización, iremos despertando a una nueva era de progreso sostenido y sostenible. Para ello invitamos a nuestros lectores a colaborar con sus puntos de vista, que en esta sección comprenden, principalmente:

- **Estudio de Casos de Innovación empresarial e institucional, particularmente de interés para el despegue de las PYMES.**
- **Descripción y análisis del Índice Global de Innovación (IGI) que anualmente publica la OMPI – Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.**

- **Reporte sobre las grandes innovaciones tecnológicas y científicas que llegan a los mercados internacionales y que indefectiblemente inciden en la transformación de nuestras economías.** Ej. Impresión 3D, Drones, etc.
- **Estudio de las condiciones** sectoriales, especialmente en aquellas áreas en las que caben cambios y tecnologías que pueden apropiarse.
- **Propuestas de desarrollo y modificación de las condiciones de estímulo a la innovación y al aprovechamiento racional de nuestros recursos.** Publicidad para concursos y premios a la innovación y ciencia.
- **Promoción de una cultura científica basada en una actitud llana, que desmitifique los campos de las ciencias básicas y aplicadas a las que pueden acceder nuestros jóvenes, lo mismo que lo han hecho en la literatura y la historia.**

Vamos a ampliar el concepto de ciencia de Carlos Arellano para incluir ciencias formales, ciencias teóricas y experimentales. En el uso común, la tecnociencia se refiere a toda la actividad humana de tecnología de larga data combinada con el método científico relativamente reciente que se produjo principalmente en Europa durante los siglos XVII y XVIII. La tecnociencia comprende la historia de la aplicación humana de la tecnología y los métodos científicos modernos, desde el desarrollo inicial de tecnologías básicas para la caza, la agricultura o la cría (por ejemplo, el pozo, el arco, el arado, el arnés) y todo el tiempo atómico. aplicaciones, biotecnología, robótica y ciencias de la computación. Este uso más común y completo del término tecnociencia se puede encontrar en libros de texto generales y conferencias sobre la historia de la ciencia.

En algunos estudios filosóficos de ciencia y tecnología se produce un uso alternativo y más restringido. En este uso, la tecnociencia se refiere específicamente al contexto tecnológico y social de la ciencia. La tecnociencia reconoce que el conocimiento científico no solo está codificado social e históricamente situado, sino también sostenido y duradero por redes materiales (no humanas). Technoscience afirma que los campos de la ciencia y la tecnología están vinculados y crecen juntos, y el conocimiento científico requiere una infraestructura de tecnología para mantenerse estacionario o avanzar.

Consecuentemente vamos a fusionar con Innovación y Ciencia la sección de **Ciencias formales. "Innovación y Ciencia" comprenderá tecnociencia y ciencias formales. ■**

El Planeta Tierra Es Único

Recopilación

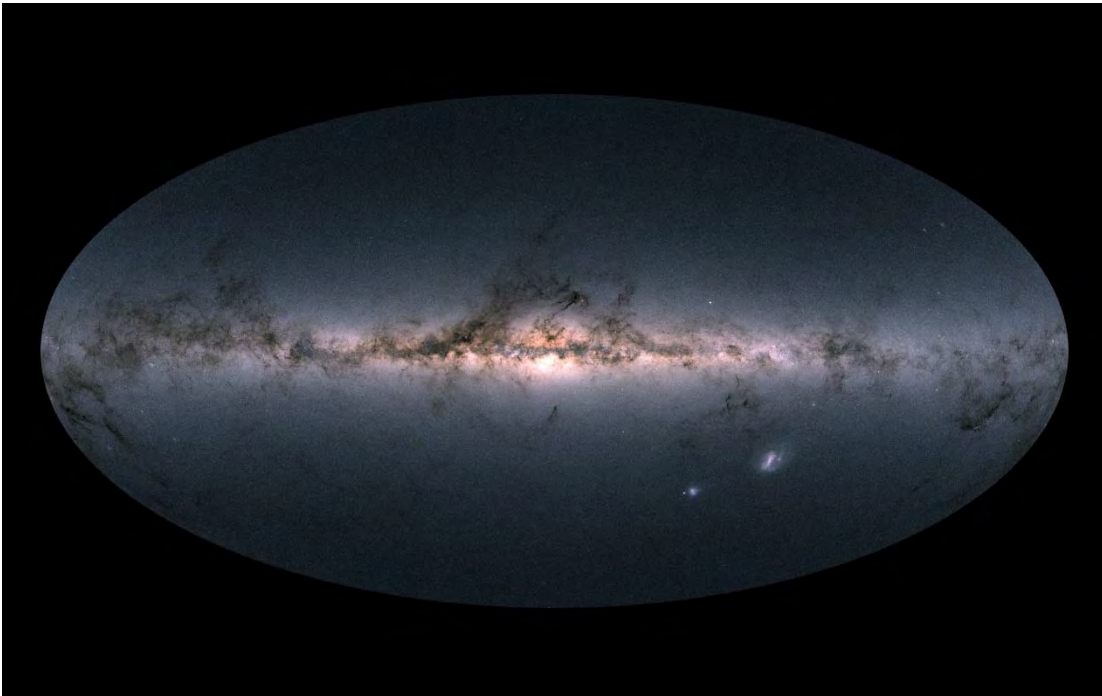
Grinnin, John, Why we are probably the only intelligent life in the galaxy, Scientific American volume 319, number 3, September 2018, y Wikipedia. La recopilación es responsabilidad de José Mejía Lacayo.

Después de todo, la paradoja de Fermi tiene una explicación más allá de la percolación. En la Tierra se dan una serie de coincidencias únicas. Las primeras estrellas nacieron de nubes de hidrógeno y helio, sin elementos más pesados de los que están hechos los planetas, como carbono, silicio, hierro, etc. Los elementos pesados fueron creados dentro de las estrellas y se propagaron a través de espacio cuando las estrellas al morir y explotar como las supernovas. El Sol contiene 71% de hidrógeno y 27% de helio, y solamente 2% de elementos más pesados. Así que los planetas rocosos como la Tierra se formaron de esta pequeña cantidad de elementos pesados. Planetas como Júpiter son gaseosos más fáciles de formar, pero no pueden hospedar vida.

La segunda coincidencia es que el Sol esta localizado en el delgado disco de la Vía Láctea y a medio camino entre el centro y su borde. Las estrellas más cerca del centro contienen más metales y hay estrellas más viejas cerca del centro; las estrellas nacieron del centro hacia los bordes. Tener más elementos pesados es mejor para hacer planetas rocosos, pero no para es bueno para la vida. Hacia el centro de la galaxia hay muchas supernovas que producen radiación letal como rayos X, rayos cósmicos que son dañinos a los planetas cerca de esas estrellas. Además en el centro de la galaxia hay agujeros negros muy grandes que producen explosiones de radiación de vez en cuando. Los astrónomos saben que algunas de esas explosiones son el resultado de fusiones con estrellas de neutrones. Una de estas explosiones es capaz de esterilizar en centro de la Vía Láctea, explosiones que ocurren da un millón a cien millones de años. Lejos del centro de la galaxia estos eventos catastróficos tienen menos impacto, pero las estrellas con elementos pesados son escasas. La zona habitable dentro de la galaxia es la situada ente 23 mil y 30 mil años luz -cerca del 7% del radio de la galaxia- aunque en esa zona hay apenas un 5% de estrellas, porque las estrellas

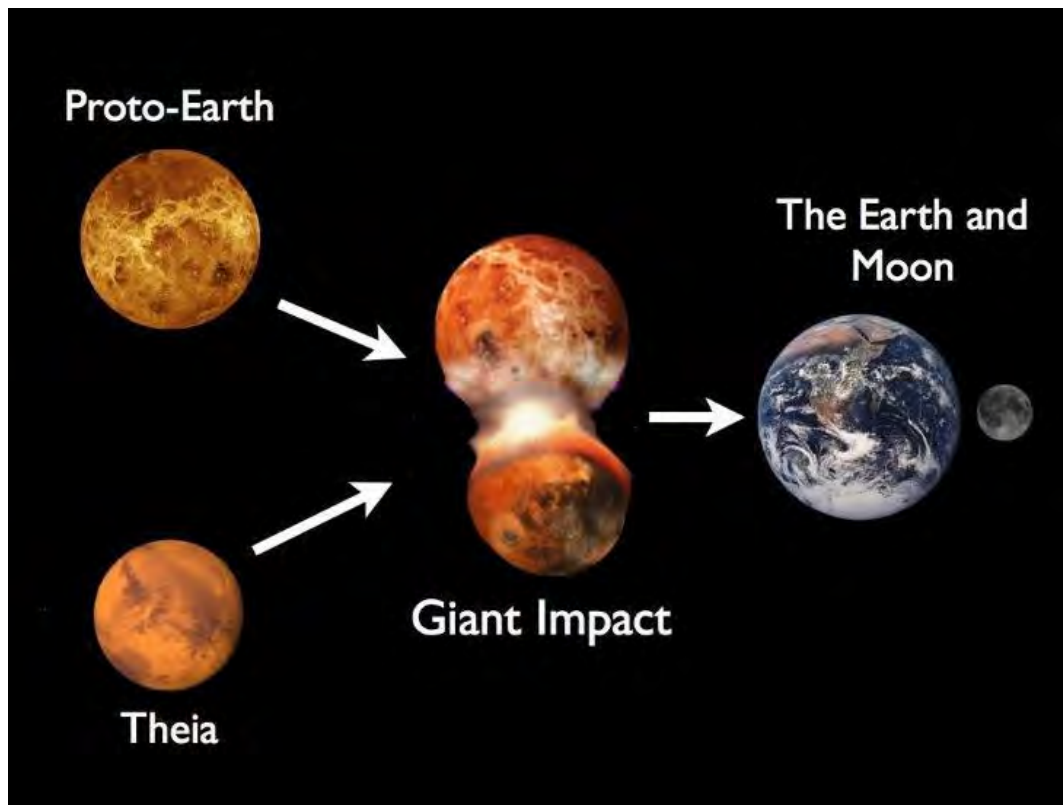
suelen estar más cerca del centro. El Sol está situado muy cerca del medio de la zona habitable de la Vía Láctea.

Otra distinción crítica es cuando los astrónomos hablan de “planetas parecidos a la Tierra”. Lo que quiere decir es un planeta rocoso dentro de la zona habitable de la galaxia. Bajo este criterio, el planeta más parecido a la Tierra es



Venus, aunque no podríamos vivir allí por el resultado de circunstancias fortuitas. Venus tiene una corteza gruesa, sin señal de tectónica de placas y sin campo magnético. La Tierra tiene una corteza delgada, movable, donde la actividad tectónica, especialmente cerca de los bordes de las placas, trae material a la superficie por medio del vulcanismo. En la larga historia de la Tierra, esta actividad tectónica a llevado minerales donde los seres humanos pueden explotarlos para nuestra civilización tecnológica; y también nutrientes para reemplazar los nutrientes agotados por las células vivas que viven allí. Y es especial para reciclar el carbón y estabilizar la temperatura a escala de tiempo geológica. La Tierra tiene un gran núcleo metálico, que acoplado con la rápida rotación, produce un fuerte campo magnético que protege la superficie de radiación cósmica dañina. Sin este escudo, nuestra atmósfera probablemente desaparecería y la vida sobre su superficie estaría frita.

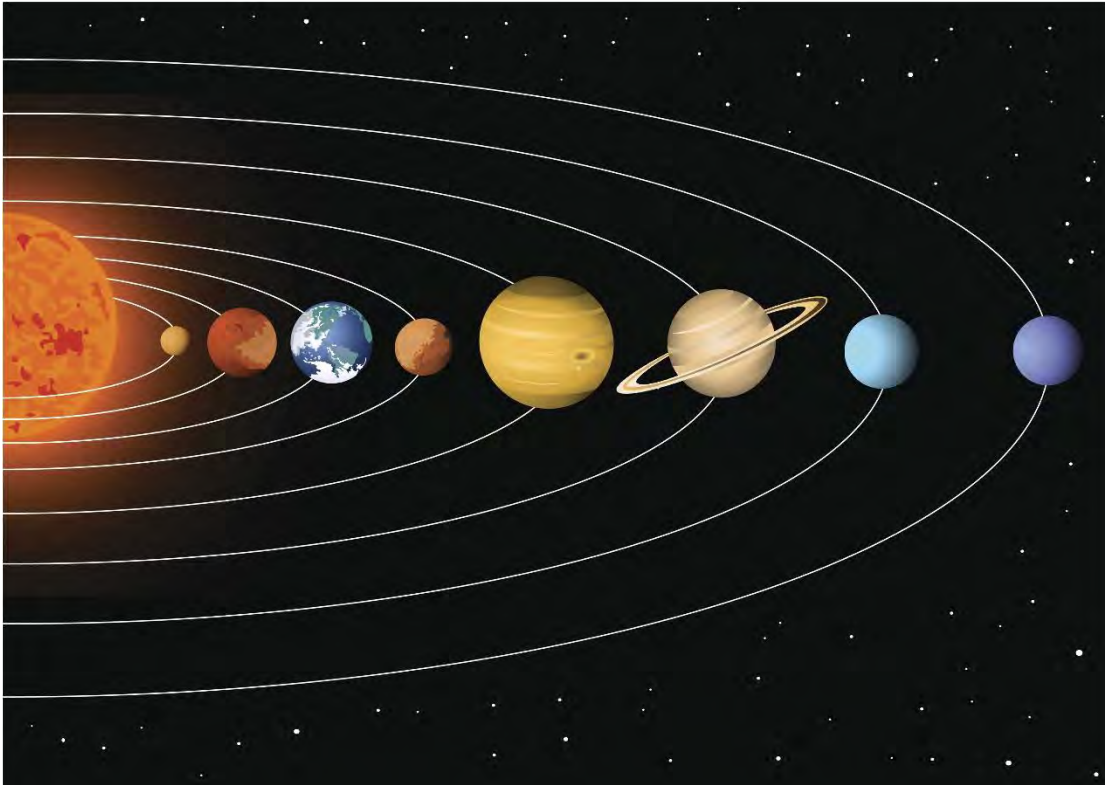
Todos estos atributos de la Tierra están directamente relacionados a nuestra Luna – otra característica que le falta a Venus y a otros muchos planetas. Los científicos piensan que la Luna se formó en los primeros tiempos de la historia del sistema solar, cuando un objeto de tamaño similar a Marte chocó contra la naciente Tierra, un golpe que causó que los dos protoplanetas se fundieran. El



material metálico de los dos objetos se asentó en el centro de la Tierra, y mucho del material más liviano de la Tierra pasó a ser la Luna, dejando a la Tierra con una corteza más delgada. Sin este impacto, la Tierra sería un pedazo de roca como Venus, sin campo magnético y sin tectónica de placas. La presencia de un satélite tan grande como la Luna ha actuado como estabilizador de nuestro planeta. Por milenios, la Tierra ha bamboleado sobre su eje mientras viaja alrededor del sol, pero bajo la influencia de la Luna, nunca se cae muy lejos de la vertical, como parece que ha ocurrido con Marte. Es imposible decir cuan frecuentemente ocurre esta forma de doble sistema tal como la Tierra y su Luna, pero son muy raros, y si nuestro satélite, no estaríamos aquí.

Desde 1899, el eje de giro de la Tierra ha cambiado aproximadamente 10.5 metros. Ahora, la investigación cuantifica las razones y encuentra que una tercera parte se debe al derretimiento del hielo y al aumento del nivel del mar,

particularmente en Groenlandia, y culpa a la puerta del cambio climático antropogénico. Otro tercio de la oscilación se debe a masas de tierra que se expanden hacia arriba a medida que los glaciares retroceden y aligeran su carga. La parte final es culpa de la lenta rotación del manto, la capa intermedia viscosa del planeta.



Una vez que el sistema Tierra-Luna se instaló, la vida emergió con gran rapidez. Los científicos han encontrado fósiles de organismos unicelulares en rocas de 3.4 miles de millones de años, apenas mil millones de años más jóvenes que la Tierra. Estas células simples, conocidas como prokaryotes no tienen núcleo ni mitocondrias, que usan reacciones químicas para generar energía. Las células más complejas, conocidas como eukaryotes descienden de la fusión de células que ocurrieron hace 1.5 mil millones de años.

Con alta probabilidad, algunas de estas estrellas tienen planetas parecidos a la Tierra, y si la Tierra es típica, algunos pueden haber desarrollado una vida inteligente. Algunas de estas civilizaciones pueden haber desarrollado viajes interestelares, un paso que la Tierra está investigando ahora.

Incluso a la lentitud del viaje interestelar actualmente previsto, la Vía Láctea podría atravesarse por completo en unos pocos millones de años.

De acuerdo con esta línea de razonamiento, la Tierra ya debería haber sido visitada por alienígenas extraterrestres. En una conversación informal, Fermi no notó ninguna evidencia convincente de esto, lo que lo llevó a preguntar: "¿Dónde está todo el mundo?" Ha habido muchos intentos de explicar la paradoja de Fermi, principalmente sugiriendo que la vida extraterrestre inteligente es extremadamente rara o proponiendo razones para que tales civilizaciones no hayan contactado o visitado la Tierra. ●

El Café Instantáneo en Nicaragua

José Mejía Lacayo

Agradezco la ayuda de Orontes Mejía Lacayo, especialista en café, trabajador del Café Soluble S.A. en el área de procesamiento, y posteriormente como gerente de ventas, en beneficios de café en el valle de Sébaco, y asesor centroamericano. Su esposa tiene una oficina de compras de café para una empresa británica. Y sus hijo vive en Londres, casado con una inglesa y hace compras de café para una empresa de la Gran Bretaña. Podemos decir que en las venas de la familia, circula extracto de café. Sin la ayuda de Orontes no podría haber escrito este artículo.

He preferido la designación de "café instantáneo" para reservar el nombre "Café Soluble" al nombre de la sociedad dueña de la planta procesadora en Managua.



Vista aérea de la planta del Café Soluble S.A. en Managua

La planta de café instantáneo en Managua comenzó a operar un 7 de diciembre de 1959. La planta opera con el proceso de secado en caliente por aspersión que fue comercializa en 1910 por la *G. Washington Coffee Company*,

que realizó el esfuerzo comercial por posicionarlo como un producto de consumo. La marca **Nescafé**, que desarrolló un proceso de refinación de café más avanzado, fue vendida a partir de 1938.

En dos ocasiones Café Soluble S.A. solicitó la importación de café en grano¹ únicamente la cantidad necesaria para que esa por llenar una gran necesidad industrial del país, pueda llenar sus compromisos. Los diputados que se opusieron a la autorización alegaron el peligro que esa importación pueda aumentar la cuota de retención anual del café nicaragüense.

Entiendo que Café Soluble S.A. formulaba mezclas de café arábigo y robusta para llenar sus necesidades. Quizás llegó a importar café robusta de Brasil, o del mercado mundial.

El café secado por congelación al alto vacío (liofilización) se desarrolló poco después de la Segunda Guerra Mundial, como resultado indirecto de la investigación en tiempos de guerra en otras áreas. La *Corporación Nacional de Investigación* (NRC) fue establecida en Massachusetts como una compañía de procesamiento incluida la congelación al alto vacío. Dicha compañía desarrolló bajo ese proceso penicilina, plasma sanguíneo, y estreptomycin para el uso militar de Estados Unidos. Al terminar la guerra, la NRC buscó como adaptar sus procesos para usos no bélicos, por lo que formó la empresa *Florida Foods Corporation* para producir concentrado de jugo de naranja en polvo, y originalmente vendía sus productos al Ejército de los Estados Unidos. Esa empresa cambió posteriormente su nombre a *Minute Maid*.

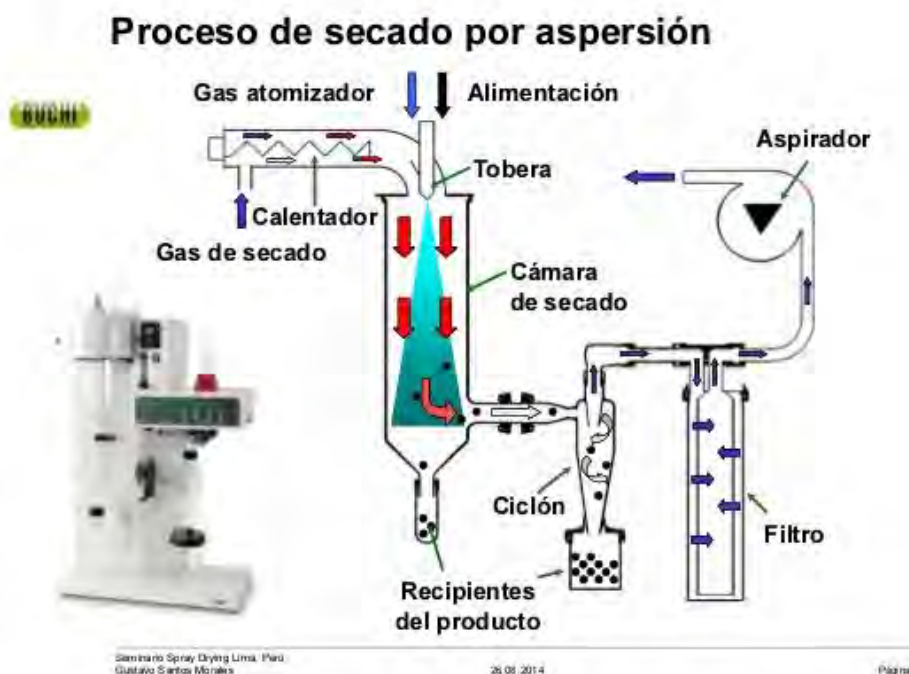
Hoy en día, el 70% del café vendido en los Estados Unidos es café instantáneo de las marcas Nescafé, International Roast, Extra, Folgers, Maxwell House, Robert Timms, Starbucks VIA, and Kava. Este café es café secado por congelación al alto vacío.

Para obtener el café soluble se utilizan dos procesos distintos: el secado por aspersion y la liofilización. En los dos casos, se tuesta el café a temperaturas de entre 190 y 210 grados Celsius y a continuación es molido y se extraen los sólidos solubles con agua caliente en una operación llamada extracción sólido - líquido. El líquido obtenido, llamado extracto, se centrifuga y luego se elimina el agua por evaporación (secado por aspersion) o por sublimación (liofilización). El secado por aspersion se realiza dentro de una cámara de secado, donde se atomiza el extracto y se pone en contacto con aire caliente. En la liofilización, el secado se realiza por congelación a bajas temperaturas del extracto y posterior

¹ La Gaceta No. 244 del 27 de Octubre de 1961

sublimación del agua a bajas presiones. El café obtenido equivale aproximadamente a un 40% del peso del café verde.

El aire de secado (gas de secado) entra por la izquierda arriba del diagrama y es calentado por un intercambiador de calor (calentador) con vapor de agua procedente de una caldera. El aire caliente a unos 150 Celsius (300 Fahrenheit) entra a la torre por la parte superior donde una tobera se encarga de atomizar el extracto de café en pequeñas gotitas, cuya agua se evapora instantáneamente en contacto con el aire caliente. El café en polvo descende por gravedad y arrastrado por el aspirador (ventolín) situado arriba a la derecha de la figura. El café en polvo entra a un ciclón que separa el polvo por fuerza centrífuga; el aire sale por la parte superior central del ciclón y pasa por un filtro de bolsa donde se retiene el polvo más fino, y el aire sale al exterior por el aspirador. El café en polvo se recoge en tres sitios: en la parte inferior de la torre calefactora (el polvo más grueso), en la parte inferior del ciclón (el polvo de tamaño intermedio), y el polvo más fino en la parte exterior de la bolsa del filtro. La cámara de secado (torre) funciona continuamente, con interrupciones para limpieza y mantenimiento.



Las etapas del proceso comienzan con la mezcla de los granos de café según la formulación del degustador, el tostado de los granos, su molienda y empaque de la torre extractora. El agua de extracción es purificada y calentada con vapor de agua (caldera) y bombeada para circular por la torre extractora. Pueden ser

necesarios varios pasos hasta para asegurar la concentración correcta del extracto. El extracto caliente se centrifuga para separar granos de café arrastrados, se enfrían para separar los aceites esenciales y se inyectan a la tobera a presión constante, para asegurar el tamaño uniforme de las gotitas. El polvo de café recogido del fondo de la torre, del ciclón y del filtro, se mezclan y empaacan.

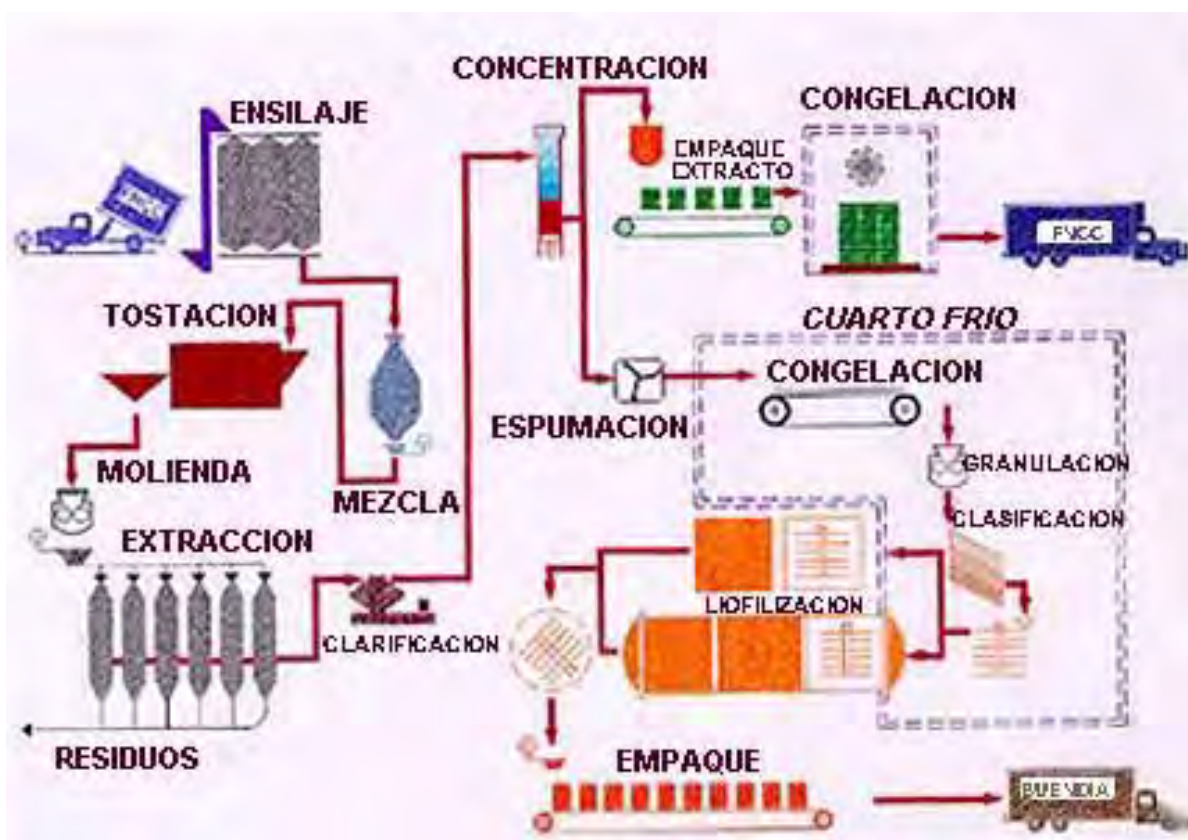


El café se muestra y se cata antes de que sea enviado al comercio². El mejor color para los granos crudos es el de verde - azulado a verde - grisáceo. Los granos de color café o manchados resultan del secado defectuoso. Numerosos sabores o falta de sabor pueden ser distinguidos por los catadores expertos de café. Por ejemplo, el café viejo mantenido en almacén demasiado tiempo, puede desarrollar un café de sabor a "madera"; el secado defectuoso en contacto con la tierra o el pasto da un sabor a "tierra"; el café "húmedo" puede resultar por el apilado de granos húmedos en montones demasiado gruesos o por el almacenamiento de café sin descascarar húmedo; el café con sabor a "fruta" tiene un olor ligeramente fermentado; el sabor a "pasto" puede venir por el almacenamiento húmedo o por el secado inapropiado; el café "sucio" o "contaminado" puede venir por el uso de agua contaminada en su procesado; el sabor a "cebolla" puede resultar de ciertas condiciones adversas durante la fermentación y el sabor a "ladrillo" puede ser ocasionado por el uso de ciertos insecticidas. El tiempo de almacenamiento de los granos así como el tipo de

² Ver [Café Indio](#), consultado el 24 de julio de 2018.

secado al que sean sometidos puede modificar profundamente las propiedades del mismo dando lugar a un café más o menos ácido, rico en fenoles, etc.

La molienda estriba, esencialmente, en la torrefacción. Un tambor giratorio, lleno de granos de café, sobre la llama, mezcla éstos absorbiendo el aire caliente hasta una temperatura de 220° aproximadamente. El proceso viene a durar unos 12 minutos y es deliberadamente lento para asegurar la uniformidad y "redondez" del sabor. A medida que el proceso tiene lugar, el color de los granos va cambiando, desde el verde del grano inicial a un color canela primero, luego avellanado y, por fin, achocolatado. Algo más de temperatura (225°) en el proceso, determinará un café más amargo y menos agrio. Algo menos (215°) uno más agrio y menos amargo. El controlador del proceso lo gobernará según los gustos del mercado a que vaya destinada cada partida. El tostado del café puede ser mejor descrito, como la caramelización de los azúcares naturales almacenados en los granos.



La molienda consiste en la reducción del tamaño del grano tostado, con el objeto de aumentar su superficie y facilitar así una posterior extracción de los sólidos solubles. Después pasa por los molinos y llega a la batería de extracción. Este es un proceso de percolación continua, que debido a la presión y temperatura empleadas, permite obtener un rendimiento mayor que el obtenido en el hogar.

En seguida se muele para lograr una gran superficie que en el proceso siguiente facilita la extracción de los sólidos solubles con agua a altas temperaturas y presión. Se obtiene como resultado un extracto líquido de café y los residuos o borra, que se desechan como subproducto del proceso.

El diagrama que sigue corresponde al proceso de liofilización, pero los pasos previos son comunes a ambos procesos. El diagrama, además, permite al lector echar un vistazo a la liofilización.

El proceso del café instantáneo representa una innovación respecto a café molido percolado en casa o en un restaurante. También es una innovación en el control de calidad del proceso y, en especial, la formulación de la mezcla de granos previa a la extracción.



Café en pergamino siendo secado al sol. Sébaco, Matagalpa.

En general las operaciones de despulpado y secado han recibido pocas innovaciones. En el despulpado existen el despulpado húmedo, el semi-lavado o semi-seco, y el seco. La diferencia entre cada una de las técnicas radica en la cantidad de mucílago (o mesocarpio) que se remueve luego de despulpar.

En el proceso de secado se sigue secando en patios. Hacia 1950 el beneficio Caley Dagnall instaló una secado de aire caliente calentado con vapor de agua, de fabricación Alemana. En ese tiempo Andrés Matheson era el dueño de Caley Dagnal y Mauricio Rostrán, jefe de proceso. Este proceso desapareció sin dejar

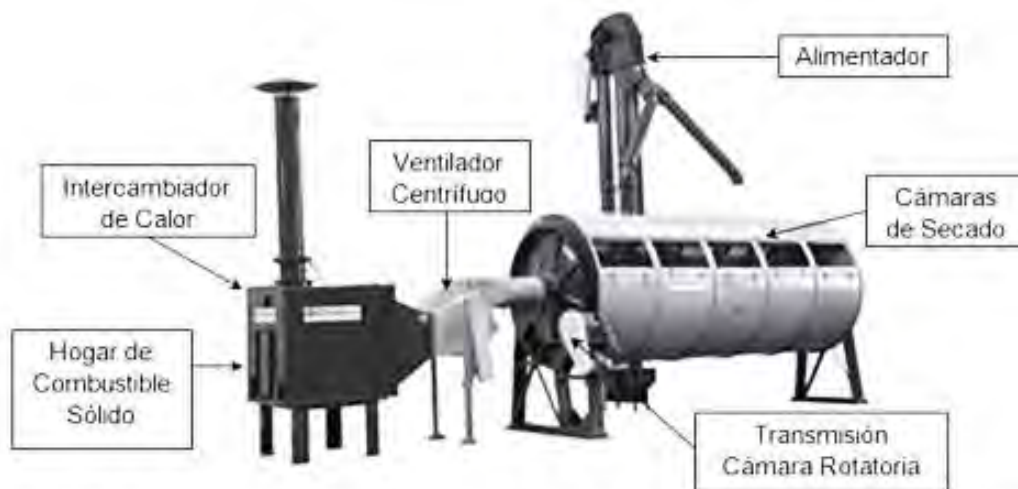


FIGURA 1. SECADOR TIPO ROTATIVO "GUARDIOLA". ADAPTADO DE (PINHALENSE, 2009)

huellas.

El principio del secado mecánico³ de café consiste en calentar una corriente de aire a una temperatura promedio de 50° C para facilitar la transferencia de calor y masa entre los granos de café y el aire caliente, de esta forma se reduce el contenido de humedad de un 53% a un 10% en promedio. Para esto, a través de la historia se han utilizado diferentes sistemas térmicos compuestos básicamente por una cámara de secado, un ventilador, un intercambiador de calor y un sistema de combustión. En cada uno de estos subsistemas se han realizado estudios, muchos de ellos semi – empíricos y otros con mayor adelanto tecnológico, pero en cada uno de ellos es necesario seguir investigando y desarrollando tecnologías eficientes y amigables con el medio ambiente.●

³ Jhony Mauricio Gutiérrez Flórez y Henry Copete López, [Hacia la mejora del secado mecánico del café en Colombia](#), consultado el 25 de julio de 2018

Problemas no resueltos en matemáticas

Recopilación

Hay mucha especulación periodística sobre los premios Nobel y muy poca publicidad sobre otros premios y hazañas no deportivas. Uno de los matemáticos más reconocidos del mundo mostró cómo resolvió la hipótesis de Riemann, de 160 años de antigüedad, en una conferencia el lunes; y se le otorgará US\$1 millón si se confirma su solución.

Sir Michael Atiyah, quien ganó los dos mayores premios en matemáticas, Fields Medal y Abel Prize, subió al escenario en el Heidelberg Laureate Forum en Alemania el lunes para presentar su trabajo.

Para resolver la hipótesis, debe encontrar una forma de predecir la ocurrencia de cada número primo, aunque los primos se hayan considerado históricamente como distribuidos aleatoriamente. La solución de Atiyah deberá ser revisada por otros matemáticos y luego publicada antes de que sea aceptada por completo y pueda reclamar el premio del Clay Mathematics Institute de Cambridge.

La hipótesis de Riemann es uno de los siete "Premios del Milenio" sin resolver reconocidos por el Clay Mathematics Institute; cada uno de los problemas tiene un premio con un valor de US\$1 millón para la persona que lo resuelve.

LOS PROBLEMAS SIN RESOLVER SEGÚN EL CLAY MATHEMATICS INSTITUTE

1. Yang-Mills y Mass Gap: Experimento y simulaciones de computadora sugieren la existencia de una "brecha masiva" en la solución a las versiones cuánticas de las ecuaciones de Yang-Mills. Pero no se conoce ninguna prueba de esta propiedad.
2. Hipótesis de Riemann: El teorema del número primo determina la distribución promedio de los números primos. La hipótesis de Riemann nos dice acerca de la desviación del promedio. Formulada en el documento de 1859 de Riemann, afirma que todos los ceros "no obvios" de la función zeta son números complejos con la parte real $1/2$.

Sir Michael Atiyah ha propuesto una solución, pero habrá que esperar varios años hasta confirmar que la hipótesis de Riemann ha sido efectivamente resuelto.

3. P vs NP problema: Si es fácil comprobar que una solución a un problema es correcta, ¿también es fácil resolver el problema? Esta es la esencia de la pregunta P vs NP. Típico de los problemas de NP es el problema de la ruta de Hamilton: dado N ciudades para visitar, ¿cómo se puede hacer esto sin visitar una ciudad dos veces? Si me das una solución, puedo verificar fácilmente que sea correcta. Pero no puedo encontrar una solución tan fácilmente.
4. Ecuación de Navier-Stokes: Esta es la ecuación que rige el flujo de fluidos como el agua y el aire. Sin embargo, no hay pruebas para las preguntas más básicas que uno puede hacer: ¿existen soluciones y son únicas? ¿Por qué pedir una prueba? Porque una prueba no solo da certeza, sino también comprensión.
5. Conjetura de Hodge: La respuesta a esta conjetura determina qué parte de la topología del conjunto de soluciones de un sistema de ecuaciones algebraicas se puede definir en términos de ecuaciones algebraicas adicionales. La conjetura de Hodge es conocida en ciertos casos especiales, por ejemplo, cuando el conjunto de soluciones tiene una dimensión menor a cuatro. Pero en la dimensión cuatro es desconocido.
6. Conjetura de Poincaré: En 1904, el matemático francés Henri Poincaré preguntó si la esfera tridimensional se caracterizaba por ser la única múltiple conectada de forma simple. Esta pregunta, la conjetura de Poincaré, era un caso especial de la conjetura de geometrización de Thurston. La prueba de Perelman nos dice que cada tres colectores se construye a partir de un conjunto de piezas estándar, cada una con una de las ocho geometrías bien entendidas.

Ya resuelta. Esta conjetura fue resuelta en 2002 por Grigori Perelman quien demostró la conjetura de Poincaré, pero luego se retiró de la comunidad matemática y rechazó el premio de \$1 millón. En agosto de 2006, se le ofreció a Perelman la Medalla Fields por "sus contribuciones a la geometría y sus ideas revolucionarias sobre la estructura analítica y geométrica del flujo de Ricci", pero rechazó el premio, declarando: "No estoy interesado en el dinero o la fama; No quiero que se muestre como un animal en un zoológico". El 22 de diciembre de 2006, la revista científica Science reconoció la prueba de Perelman de la conjetura de Poincaré como el "Avance del año" científico, el primer reconocimiento de este tipo en el área de las matemáticas. El 18 de marzo de 2010, se anunció que había cumplido los criterios para recibir el primer Premio Clay Millennium para la resolución de la conjetura de Poincaré. El 1 de julio de 2010, rechazó el premio de un millón de dólares, diciendo que consideraba que la decisión de la junta directiva de CMI y el premio era muy injusta y que su contribución a la

resolución de la conjetura de Poincaré no era mayor que la de Richard S. Hamilton, el matemático que fue pionero en el flujo de Ricci con el objetivo de atacar la conjetura. Anteriormente había rechazado el prestigioso premio de la European Mathematical Society, en 1996.

7. Conjetura de Birch y Swinnerton-Dyer: Con el apoyo de mucha evidencia experimental, esta conjetura relaciona el número de puntos en una curva elíptica mod p con el rango del grupo de puntos racionales. Las curvas elípticas, definidas por ecuaciones cúbicas en dos variables, son objetos matemáticos fundamentales que surgen en muchas áreas: la prueba de Wiles de la Conjetura de Fermat, la factorización de números en primos y la criptografía, por nombrar tres.

HISTORIA DE LA HIPÓTESIS DE RIEMANN

Riemann mencionó la conjetura en 1859, que sería llamada la hipótesis de Riemann, en su tesis de doctorado Sobre los números primos menores que una magnitud dada, al desarrollar una fórmula explícita para calcular la cantidad de primos menores que x . Puesto que no era esencial para el propósito central de su artículo, no intentó dar una demostración. Él sabía que los ceros no triviales de la función zeta están distribuidos en torno a la recta $s = 1/2 + it$, y sabía también **que todos los ceros no triviales debían estar en el rango $0 \leq \text{Re}(s) \leq 1.4$**

En 1896, Hadamard y de la Vallée-Poussin probaron independientemente, que ningún cero podía estar sobre la recta $\text{Re}(s) = 1$. Junto con las otras propiedades de los ceros no triviales demostradas por Riemann, esto mostró que todos los ceros no triviales deben estar en el interior de la banda crítica $0 < \text{Re}(s) < 1$. Este fue un paso fundamental para las primeras demostraciones del teorema de los números primos.

En 1900, Hilbert incluyó la hipótesis de Riemann en su famosa lista de los 23 problemas no resueltos — es parte del problema 8 en la lista de Hilbert junto con la conjetura de Goldbach. Cuando se le preguntó qué haría si se despertara habiendo dormido quinientos años, remarcablemente Hilbert contestó que su primera pregunta sería si la hipótesis de Riemann había sido probada. La hipótesis de Riemann es el único problema de los que propuso Hilbert que está en el premio del milenio del Instituto Clay de Matemáticas.

En 1914, Hardy demostró que existe un número infinito de ceros sobre la recta crítica $\text{Re}(s) = 1/2$. Sin embargo todavía era posible que un número infinito (y posiblemente la mayoría) de los ceros no triviales se encontraran en algún otro lugar sobre la banda crítica. En trabajos posteriores de Hardy y Littlewood en

1921 y de Selberg en 1942 se dieron estimaciones para la densidad promedio de los ceros sobre la línea crítica.

La mayor parte de la comunidad matemática piensa que la conjetura es correcta, aunque otros grandes matemáticos como J. E. Littlewood y Atle Selberg se han mostrado escépticos, si bien el escepticismo de Selberg fue disminuyendo desde sus días de juventud. En un artículo en 1989 sugirió que un análogo debe ser cierto para una clase mucho más amplia de funciones (la clase de Selberg). Trabajos recientes han concentrado en el cálculo explícito de la localización de grandes cantidades de ceros (con la esperanza de hallar algún contraejemplo) y en el establecimiento de cotas superiores en la proporción de ceros que puedan estar lejos de la línea crítica (con la esperanza de reducirlas a cero).

En septiembre de 2018, Michael Atiyah, laureado con la Medalla Fields (1966), entre otros galardones, presentó una prueba por contradicción de la Hipótesis de Riemann en el Heidelberg Laureate Forum 2018 (Alemania).

¿CUÁL ES LA HIPÓTESIS DE RIEMANN Y CÓMO LO RESOLVIÓ ATIYAH?

La hipótesis de Riemann fue postulada por primera vez por Bernhard Riemann en 1859. Intenta responder una vieja pregunta sobre números primos (números que se dividen solo entre sí y 1.) La hipótesis establece que la distribución de primos no es aleatoria, sino que podría seguir un patrón descrito por una ecuación llamada función zeta de Riemann.

Se han verificado 10,000,000,000,000 ($1 \cdot 10^{13}$ en notación científica, o 10 billones) números primos y son consistentes con la ecuación, pero no hay pruebas de que todos los números primos sigan el patrón.

Entonces, el premio de US\$1 millón va para alguien que pueda probar que la ecuación se aplica a todos los números primos. Y Atiyah, utilizando un "enfoque radicalmente nuevo" para la hipótesis, de acuerdo con su explicación de su solución, cree que lo ha hecho.

REGLAS PARA COBRAR LOS PREMIOS DEL MILENIO

Estas reglas son un excelente ejemplo de cómo funciona la ciencia. Las reglas para cobrar el premio son estrictas: (1) una solución propuesta debe publicarse en una publicación de referencia de matemáticas de renombre mundial (o en cualquier otra forma que el Consejo Asesor Científico determine que califica), y también (2) debe tener aceptación general en la comunidad de matemática dos años después. (3) Después de este período de espera de dos años, el Consejo Asesor Científico decidirá si una solución merece consideración

detallada. En el caso afirmativo, el Consejo Asesor Científico constituirá un comité asesor especial, que incluirá (a) al menos un miembro del Consejo Asesor Científico y (b) al menos dos miembros no Consejo Asesor Científico que sean expertos en el área del problema. El Consejo Asesor Científico buscará asesoramiento para determinar posibles miembros no Consejo Asesor Científico que sean expertos matemáticos reconocidos internacionalmente en el área del problema. (4) Como parte de este procedimiento, cada uno de los componentes de una solución propuesta bajo consideración será verificado por uno o más miembros de este comité asesor especial.

Si el Consejo Asesor Científico no puede tomar una decisión clara sobre la corrección de una solución a un problema, su atribución o la idoneidad de un premio, el Consejo Asesor Científico puede recomendar que no se otorgue ningún premio por un problema en particular. Si sale a la luz nueva información, el Consejo Asesor Científico puede (pero no necesariamente) reconsiderar una decisión negativa de recomendar un premio para una solución propuesta, pero solo después de un período adicional de espera de dos años después del momento en que la nueva información salga a la luz. El Consejo Asesor Científico tiene la autoridad exclusiva de hacer recomendaciones a los Directores del Clay Mathematics Institute sobre la idoneidad de cualquier premio y la validez de cualquier reclamo al Premio Millennium de Clay Mathematics Institute.

En el caso del problema P versus NP y el problema de Navier-Stokes, el SAB considerará la concesión del Premio del Milenio para decidir la cuestión en cualquier dirección. En el caso de los otros problemas si se propone un contraejemplo, el SAB considerará este contraejemplo después de la publicación y se aplicará el mismo período de espera de dos años que para una solución propuesta. Si, en opinión del SAB, el contraejemplo efectivamente resuelve el problema, entonces el SAB puede recomendar la concesión del Premio. Si el contraejemplo muestra que el problema original sobrevive después de la reformulación o la eliminación de algún caso especial, entonces el SAB puede recomendar que se otorgue un pequeño premio al autor. El dinero para este premio no se tomará del fondo del Problema del Premio Milenio, sino de otros fondos de CMI.

Cualquier persona que no sea una persona descalificada (tal como se define dicho término en la sección 4946 del Código de Rentas Internas) en relación con el Instituto, o un miembro en servicio de la Junta Administrativa de la República de China, puede recibir el Premio Milenio. ●

