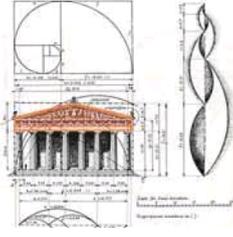


+ CIENCIA

Casa áurea, un conjunto convexo nuevo

F. SÉNECA. Del 5 al 11 de julio se celebra el 8th European Congress of Mathematics en Portoroz, Eslovenia. El investigador Bernardo González, del GERM de la Fundación Séneca, va a impartir una ponencia. Expondrá un conjunto convexo nuevo, llamado Casa

áurea GH (Golden house), como el conjunto más asimétrico entre todos los conjuntos convexos planos tales que su centro de Minkowski es el origen de coordenadas y la media armónica de GH y -GH está óptimamente contenida en la media aritmética de GH y -GH. El valor de la asimetría de GH es $\Phi=1,618\dots$, la conocida razón áurea. Esta teoría ha sido usada en el Partenón griego.

**Ya hay ganadores para MasterChem III**

UMU. La final de la tercera edición de MasterChem, el certamen químico de la Universidad de Murcia (UMU), tuvo lugar en la Facultad de Química de la UMU, donde los nueve equipos seleccionados para esta fase deleitaron a un jurado

nacional con sus experimentos. En la categoría de Primaria resultó ganador el grupo que representa al Colegio Antonio de Ulloa. El seleccionado en la categoría de Secundaria fue la Cooperativa Cruz de Piedra, y el tercer premio, en este caso en la categoría de Bachillerato, recayó en el IES Maristas Sagrado Corazón de Alicante.

kioskoymas#pedrofernandez@altercomu.com

kioskoymas#pedroferma

Ciencia puntera para la turmicultura

Una investigación de la Universidad de Murcia, financiada por la Fundación Séneca, consigue grandes avances sobre el cultivo controlado de la trufa del desierto



MARÍA JOSÉ MORENO



Saber la distribución potencial de la trufa del desierto permitirá conocer los factores abióticos y bióticos que la delimitan e identificar nuevas áreas, hasta ahora improductivas para otros cultivos tradicionales, que podrían ser

idóneas para este cultivo de secano. Esto contribuirá a mejorar la situación socioeconómica de esas zonas y a liderar la turmicultura a nivel nacional e internacional.

Además, la creciente demanda de planta micorrizada con

trufa de desierto exige explorar nuevas estrategias que permitan mejorar el crecimiento micelial de estas trufas y el uso de este como nueva fuente de inóculo más estable y controlada. Este mayor control sobre el crecimiento del micelio de 'T. cla-

veryi' permitirá a los científicos abordar más a fondo ensayos de investigación básica sobre la biología de estos hongos.

Con esos objetivos sobre la mesa, Asunción Morte, catedrática de Biología Vegetal de la Universidad de Murcia, lidera el proyecto 'Ecofisiología de las trufas del desierto II: distribución po-

tencial,

bio-diversidad y activación del crecimiento micelial' que financia la Fundación Séneca-Agencia regional de Ciencia y Tecnología.

«El proyecto consiste, por un lado, en estudiar la distribución y biodiversidad de hongos hipogeos micorrícicos conocidos como 'trufas de desierto o turmas'. Las turmas se consideran un recurso natural de la Región de Murcia, de alto valor comestible. Por otro lado, pretende conocer los factores que afectan al crecimiento del micelio de la turma ('Terfeziafaverii'), para una producción sostenible y efectiva de planta micorrizada con este hongo en vivero», explica Morte quien, en los últimos años, se ha convertido en uno de los referentes en la investigación sobre este hongo a nivel mundial.

El objetivo del estudio es, por un lado, conocer la biodiversidad de trufas del desierto, describiendo nuevas especies, clasificando sus relaciones filoge-

néticas y ver qué factores afectan a su distribución (tipos de suelo, plantas simbiotas, clima etc.). Por otro lado, identificar los factores que afectan al crecimiento del micelio de 'Terfeziafaverii', «que nos ayude a hacer su simbiosis con la planta más efectiva».

Esta investigadora, que dirige el grupo Micología-Micorrizas-Biotecnología Vegetal de la Universidad de Murcia, señala como la hipótesis de partida «que hay más especies de hongos hipogeos de las que se pensaba puesto que las trufas del desierto tienen una distribución restringida debido a su fructificación hipogea (dispersión limitada) y su naturaleza simbiótica (codispersión con la planta hospedante y microhábitat necesario), por lo que 'no todo está en todas partes y es el ambiente el que selecciona'. Además, el micelio del hongo presenta un lento crecimiento, que podría ser modulado por exudados radiculares, determinadas bacterias asociadas y mecanismos de regulación internos como la maduración postranscripcional de su ARNr».

Resultados

El proyecto, que se encuentra en una fase muy adelantada, les ha permitido avanzar mucho en la identificación molecular de especies de hongos hipogeos, que les ha dado la oportunidad de tipificar 'Terfeziafaverii', «que histórica e incomprensiblemente había sido confundida y sinonimizada con 'Terfezialeptoderma', y aclarar la confusión existente en la especie 'Terfezia-trappei', que hemos pasado a la sinonimia al tratarse de 'T. faverii' al examinar el material tipo», según Asunción Morte. Además, «hemos descrito una nueva especie, 'Terfeziadunensis', de zonas de dunas costeras y asociada a 'Halimiumhalimi-

Premio Pladur para un proyecto de la UPCT

UPCT. Los estudiantes Clara Torregrosa, Francisco Gabriel Millán y Adrián Molina asistieron, junto a la profesora María Pura Moreno, a la entrega de premios de la XXXI Edición del Concurso Ibérico Soluciones Pladur como ganadores en la UPCT. Ti-

tulado 'In between', su proyecto respondía al tema elegido este año: la arquitectura para proteger y aportar mayor calidad de vida a las personas de edad avanzada. Han diseñado una residencia protagonizada por sus vacíos, patios y espacios comunes en los que desarrollar la vida social. En definitiva, se trata de un espacio muy abierto donde predominan las zonas comunes.



La Fundación Esteve distingue a la UMU

UMU. La doctora Antonia Tomás Loba, del grupo de Laboratorio de Cronobiología de la Universidad de Murcia (UMU), ha sido galardonada con el XVII Premio de Investigación de la Fundación Esteve, gracias al descubrimiento del pa-

pel de la proteína p38gamma en el cáncer de hígado, que afecta a más de un millón de personas al año, suponiendo la tercera causa más común de decesos por cáncer en todo el mundo. El artículo ganador de esta decimoséptima edición se publicó en el año 2019 en 'Nature', una de las revistas científicas de más alto impacto a nivel mundial.

kioskoymas#pedrofernandez@altercomu.com

kioskoymas#pedroferna



La catedrática de Biología Vegetal de la Universidad de Murcia Asunción Morte. **JUAN CARLOS CAVAL / AGM**

folium' y 'Cistussalvifolius' y dos nuevas especies de 'Tuber, Tubercularia' y 'Tuberculariaceae', añade Morte. Estos resultados han dado lugar a la publicación de cuatro artículos científicos en revistas especializadas de alto impacto.

Por otro lado, este grupo de investigadores de la Universidad de Murcia ha construido una serie de modelos climáticos para explicar la variabilidad interanual en la producción de trufas. Gracias a los datos obtenidos de producción anual de trufas durante 15 años y a la variedad de datos climáticos recogidos, se han calculado correlaciones de nueve variables climáticas. «Así, hemos determinado que existe una franja de tiempo durante el otoño donde las lluvias, aunque no tienen por qué ser abundantes, son imprescindibles. Durante el invierno, el parámetro agroclimático más limitante para la producción es el potencial hídrico del suelo y durante la primavera son necesarias abundantes lluvias y que el déficit de presión



Varios ejemplares de trufa.

Han podido tipificar 'Terfeziafanfani', que históricamente había sido confundida y sinonimizada con 'Terfezialesptoderma'

El grupo de la UMU ha construido una serie de modelos climáticos que expliquen la variabilidad interanual en la producción de trufas

de vapor sea bajo. Hemos observado que la cantidad de las lluvias otoñales puede ser modulada en función del índice de aridez (cociente entre la lluvia y la evapotranspiración) del momento», explica la responsable del proyecto.

Asimismo, mediante la secuenciación de su genoma en colaboración con el JointGenomeInstitute, del Departamento de Energía de Estados Unidos, y el INRA-Nancy, han descubierto que la trufa 'T. claveryi' es heterotálica, lo que significa que los individuos llevan una de las dos versiones de locus MAT, con genes MAT1-1 o MAT1-2 que regulan la producción de feromonas específicas del sexo. Asegura Asunción Morte que el descubrimiento nos lleva a concluir que sería necesario asegurar con antelación de que se introducen cepas o individuos de ambos sexos, durante la producción de planta micorrizada con micelio y en las plantaciones, para que posteriormente se forme la trufa, que es el resultado de la reproducción sexual.

Recientemente, también han enviado a publicar, a la revista 'Environmental Microbiology', un estudio de metagenómica sobre poblaciones de hongos que caracterizan suelos y raíces de zonas productoras de trufas y zonas no productoras dentro de una plantación de trufa del desierto. «Hemos evaluado los efectos positivos y negativos de la composición de la comunidad fúngica y sus estrategias de vida en la producción de trufas y algunos microorganismos específicos se han correlacionado con las zonas productivas», afirma Morte.

En el proyecto científico, financiado en el marco del Programa Regional de Fomento de la Investigación Científica y Técnica, Plan de Actuación 2018, de la Fundación Séneca; participa Antonetta Mello, investigadora del Instituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP) y del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) de Turin (Italia).

+ CIENCIA

Células solares híbridas, vehículo de electrones

F. SÉNECA La energía solar es uno de los recursos naturales con mayor potencial entre las fuentes de energía renovables para reducir los efectos del uso de combustibles fósiles. Recientemente, las células solares híbridas de perovskita han surgido como un nuevo tipo

de dispositivo capaz de competir en términos de eficiencia y costes de producción con la tecnología fotovoltaica tradicional. Miriam Mas Montoya, investigadora Saevedra Fajardo de la Fundación Séneca en la UMU, pretende contribuir al desarrollo de dichos dispositivos diseñando nuevos materiales moleculares que actúen favoreciendo la conversión de la energía solar en energía eléctrica.

**La UPCT, anfitriona del XXX Congreso ACEDE**

UPCT. La Universidad Politécnica de Cartagena acoge el XXX Congreso ACEDE, organizado por la Asociación Científica de Economía y Dirección de la Empresa y con financiación de la Fundación Séneca, que se celebra del 28 al 30, bajo el lema

'Organizaciones 4.0: Sostenibilidad y Conocimiento'. Se abordará un desarrollo ampliado de los nuevos sistemas de gestión en red de las organizaciones ante el reto de la Industria 4.0, combinando la protección del medio natural con la generación de nuevo conocimiento. Investigadores de EEUU, Italia y Finlandia estarán entre los ponentes invitados.

kioskoymas#pedrofernandez@altercomu.com

kioskoymas#pedroferma

Un recipiente en el que se mantienen las condiciones ambientales adecuadas (temperatura, pH, concentración de oxígeno disuelto, etc.) para que en su interior sea posible hacer crecer células, tejidos o en llevar a cabo un proceso químico que involucre organismos o sustancias bioquímicamente activas. Ese 'Santo Grial', que da vida y podría parecer algo de ciencia ficción, se conoce como biorreactor o fermentador. Los orígenes de esta tecnología, tal y como se utiliza hoy en día, se remontan a la Primera Guerra Mundial por la necesidad de producción de ácido cítrico en ese momento. Otro ejemplo de hito en la tecnología de fermentación en el campo de la biotecnología procede de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de producir a gran escala antibióticos. Es el caso de la penicilina, hito que aportó mejoras y un mayor conocimiento en los procesos biotecnológicos. No en vano, no solo en las guerras evolucionan los biorreactores. Precisamente ahora suponen un nicho tecnológico emergente, por la necesidad de disminuir el consumo de plástico y sustituirlo por papel y madera, lo que requiere producciones de millones de árboles al año.

El biorreactor o fermentador es el corazón de cualquier bioproceso. Se trata de un elemento presente en áreas como la Biología, la Química, la Bioquímica o la Medicina, entre otras. Recientemente se ha oído mucho sobre ellos dado que han sido un elemento clave en la fabricación de algunas de las vacunas contra el coronavirus. En concreto, los fabricantes de AstraZeneca han descrito su producción como «un proceso de producción biotecnológica». Dado que los virus son partículas y no son capaces de replicarse por sí solos, sino que precisan de célu-



MARÍA JOSÉ MORENO

las huésped para hacerlo, la primera etapa de la obtención de la mencionada vacuna implica hacer crecer el adenovirus dentro de líneas celulares renales humanas en grandes biorreactores industriales, los cuales pueden tener una capacidad de hasta

2.000 litros en el caso de producción de células de mamífero.

Aunque la necesidad de obtener una vacuna contra la Covid-19 ha despertado el interés de la sociedad acerca de su proceso de fabricación, lo cierto es que 'per sé' no se trata de algo novedoso.

La obtención de vacunas virales utilizando líneas celulares es algo habitual. Así, las vacunas contra la rubeola, la rabia, la varicela, la polio, el rotavirus o la hepatitis A, entre otras, se producen desde hace décadas por este método. Lo que sí es cierto y remarcable es que la necesidad de nuevas vacunas debido a la pandemia originada por la Covid-19 ha acelerado otro hito biotecnológico por la aprobación de vacunas basadas en ARN, en cuya producción también está implicado un biorreactor.

En la Región de Murcia, ubicada en el Parque Tecnológico de Fuente-Álamo, se encuentra BIONET, una empresa dedicada –según dice su página web– «a la fabricación de equipos de laboratorio, piloto e industrial para el sector biotecnológico, centrada en biorreactores/fermentadores y sistemas de filtración tangencial, así como proveedor de servicios de ingeniería y desarrollo de proceso relacionados con los bioprocesos para empresas que desean producir biomasa o biomoléculas, mediante fermentación microbiana o mediante procesos de cultivo celular», es decir, entre sus múltiples servicios se encuentra el desarrollo y fabricación de biorreactores para la producción de microorganismos como bacterias, levaduras, hongos y células animales o de insectos.

Allí trabaja Fuensanta Verdú, estudiante de doctorado industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena, cuya tesis doctoral se desarrolla en la empresa bajo un contrato de la Cátedra UPCT- BIONET. «El objetivo es desarrollar una línea de investigación para biorreactores o fermentadores dedicados a células vegetales. Mi tesis busca caracterizar y optimizar el crecimiento de células vegetales en biorreactores porque son un término medio entre células de bacterias y las de animales», dice.

Y explica: «El cultivo de células bacterianas en biorreactores es más sencillo. Este tipo de células crecen rápido, son más resistentes y normalmente no tienen muchos requerimientos especiales. Sin embargo, debido a su maquinaria celular más simple, en ciertos casos no son válidas para producir determinadas biomoléculas biológicamente activas como proteínas más complejas, que den lugar a vacunas o ciertos metabolitos de interés. Por el contrario, las células animales sí serían válidas para la fabricación de tales productos, pero su cultivo es más costoso: su crecimiento es más lento, son más susceptibles a contaminación, y sus requerimientos suelen ser mayores que los de las células bacterianas. Las células vegetales estarían en medio: son capaces de producir una gran variedad de proteínas y metabolitos de interés que las células bacterianas no pueden y a su vez, no son tan delicadas como las células animales».

Vacunas
Asegura la investigadora que son numerosas las empresas que demandan biorreactores para realizar, entre otros propósitos, 'embriogénesis somática' (un proceso que permite pasar de células vegetales desdiferenciadas a embriones que darán lugar a plantas completas, similar a las semillas, para su producción en masa). Según Fuensanta Verdú, «todas las células vegetales pueden desdiferenciarse completamente y actuar como las células madre animales, es decir, como células totipotentes. Esto significa que tienen la capacidad de convertirse en cualquier tipo de célula, lo que les permite generar una planta completa, una semilla, un embrión, etc. En definitiva, es muy interesante desde el punto de vis-

EMOTRA organiza un seminario divulgativo

UMU. Las investigadoras de la Universidad de Murcia (UMU), pertenecientes al proyecto EMOTRA, organizan un seminario divulgativo el próximo 29 de junio, en el que se sucederán una serie de charlas divulgativas desde las 10:30 horas, con la finalidad de difundir

los resultados del proyecto, encargado de estudiar el impacto que las emociones que tienen en los procesos cognitivos del interprete, aportando herramientas metodológicas propias de la psicología. El grupo forma parte del Departamento de Traducción e Interpretación de la Universidad de Murcia y está liderado por la catedrática de traducción e interpretación, Ana María Rojo López.



Localizan en tiempo real contaminantes

UPCT. Una nueva generación de sensores inteligentes basados en espectrofotometría de longitud de onda variable permite analizar en tiempo real los contaminantes presentes en las redes de saneamiento gracias a la tesis doctoral de Daniel Carreres en la

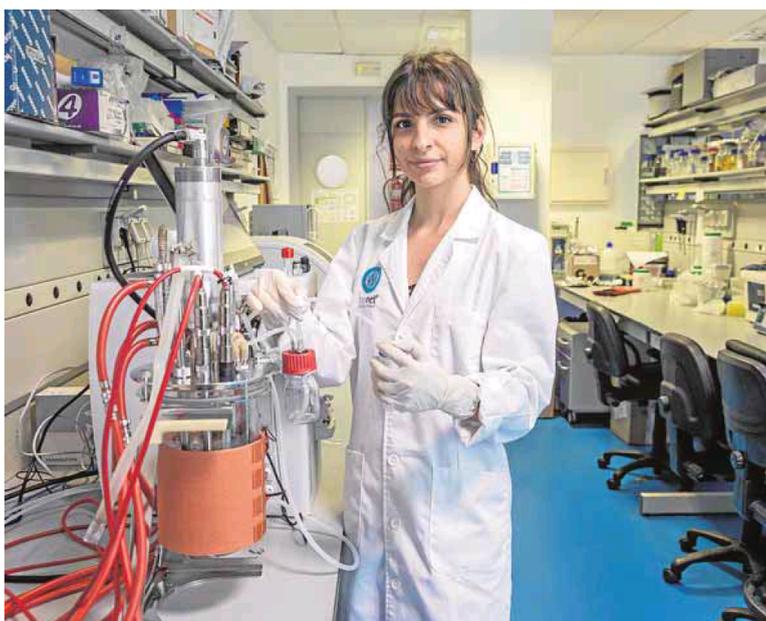
UPCT, financiada por Hidrogea y la Fundación Séneca. El espectrofotómetro desarrollado, novedoso por utilizar tecnología led, caracteriza de forma continua la demanda química y biológica de oxígeno en las aguas, para determinar la carga contaminante, así como otros factores como la eficiencia de eliminación de los contaminantes en el agua o la presencia de nitrógeno y fósforo.

ta de la multiplicación vegetal». El interés del trabajo desarrollado por Fuensanta Verdú radica en el hecho de que investiga sobre una planta modelo. La 'Nicotianabenthiana', ya empleada como organismo modelo en estudios de las relaciones planta-patógeno y que ahora está en auge porque hay quien la utiliza de base para desarrollar procesos para producir vacunas contra la Covid-19, entre otras vacunas.

«Existen bastantes estudios sobre la planta completa como modelo para producción de proteínas y metabolitos de interés. De hecho, se ha utilizado para desarrollar una vacuna con éxito contra el virus del Ebola. Además, se está empleando para producir a través de ella algunos de los ingredientes de las vacunas contra la Covid-19. Sin embargo, apenas hay datos científicos acerca de su cultivo en biorreactor para producir compuestos de interés. Pero lo realmente interesante sería llevar a cabo producción en biorreactor, ya que aceleraría muchísimo el proceso», indica Verdú quien pretende realizar la caracterización de 'Nicotianabenthiana' para poder trabajar con ella en biorreactores.

Asimismo, de la mano del grupo de Genética y Biología Vegetal de la Universidad Politécnica de Cartagena, hará estudios sobre cómo afectan las condiciones de cultivo y estrés al crecimiento celular y a la producción de proteínas y otros compuestos de interés.

En concreto, el proyecto en el que trabaja la doctoranda de la UPCT va a consistir en: con cultivos de la especie 'Nicotianabenthiana' establecidos anteriormente en condiciones in vitro, realizar primeramente ensayos de cultivo de células en medio líquido en matraces. De esta forma, se busca optimizar el medio de cultivo a pequeña escala para aumentar el rendimiento. Tras esto, se procederá con el cultivo de las células en el biorreactor, donde se controlarán las condiciones de cultivo, como son aireación, tempera-



Fuensanta Verdú, con un biorreactor en el laboratorio de genética molecular de la UPCT. J. M. RODRÍGUEZ

Los biorreactores suponen un nicho tecnológico emergente, por la necesidad de disminuir el consumo de plástico y sustituirlo por papel y madera

tura, pH, oxígeno disuelto. En este punto también se buscará encontrar las condiciones óptimas para el cultivo, para aumentar al máximo el rendimiento. Asimismo, se someterán los cultivos a determinadas condiciones para que se dé lugar a la embriogénesis somática; observando y determinando cuáles son las mejores condiciones para que este proceso tenga el mayor éxito posible. Con los resultados que se obtengan de estos experimentos, se podrán asentar las bases para poder rea-

lizar esta clase de cultivos con otras especies vegetales. De forma que se pueda dar asesoramiento a posibles clientes que estén interesados en este tipo de cultivos celulares.

En definitiva, con los resultados obtenidos, se espera lograr un posicionamiento competitivo a nivel nacional e internacional del desarrollo científico en la UPCT y de la empresa Bionet en el desarrollo de tecnologías para la producción de células vegetales en biorreactor.

¿Cómo se usan las plantas y cómo se usaría el biorreactor para la producción de vacunas?

Para poder emplear una planta u otro tipo celular en la producción de una vacuna hay que hacer líneas transgénicas en las que se expresa en gen o genes que codifican los antígenos utilizados. Posteriormente, se toman las hojas y se procesan para aislar las proteínas o el RNA elegido.

Entre otras cosas, es necesario dejar que la planta crezca y eso ya marca unos determinados tiempos que no se pueden acelerar. Asimismo, existe el riesgo de que se pueda contaminar. No es lo mismo el nivel de asepsia requerido para producir tomates en invernadero que para producir una proteína que se quiere inyectar en un paciente.

Estos problemas desaparecen si se consigue trabajar con células vegetales en un biorreactor ya que ocupan poco espacio y en cada uno se pueden generar millones de células; se trata de un espacio estanco y aséptico. Esto permite obtener directamente células vegetales y conseguir que expulsen la proteína o el ARN hacia el líquido y solo filtrando se podrían producir vacunas. Y además se podría trabajar en modo continuo, para aumentar la productividad del proceso, sin esperar a que las plantas crezcan y se genera apenas residuo.

¿Cómo una sola célula vegetal puede dar lugar a una planta completa?

Todas las células vegetales (da igual de donde se aislen: polen, tallo, hojas...) poseen una capacidad denominada totipotencia la cual les otorga el poder de, en el medio adecuado, con las hormonas pertinentes, modificar su morfogénesis, dando lugar a células madre,

raíces, tallos, etc. Esto se debe a que cuando se diferencian, es decir, cuando pasan de ser una célula embrionaria a una más especializada, no les ocurre como a las células animales, cuya desdiferenciación requiere la coexpresión de varios genes y tiene un nivel de éxito de menos de una de cada mil células. En el caso de las células vegetales, si pueden hacerlo y diferenciarse en otra, sea cual sea.

Así pues, la gran ventaja de

las especies vegetales es que de esa masa de células, dependiendo de los productos con los que se traten, seguirán unas instrucciones u otras y se convertirán en una célula u otra. Es posible, incluso, que pasen a ser un embrión (semilla sin cáscara) que daría lugar a una planta si se trasplanta al suelo. En general, se trata de un método muy efectivo de multiplicado vegetal a gran escala.

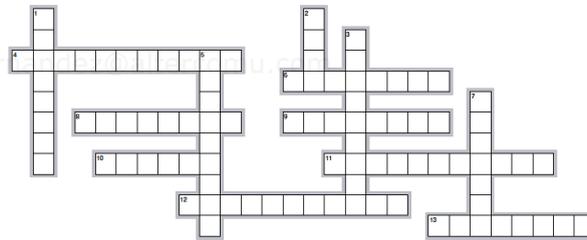
Todos esos procesos se pue-

den llevar a cabo mediante diferentes técnicas, de hecho, los primeros pasos suelen ser in vitro, en placas o matraces. No en vano, si se opta por generar esas células en biorreactores, se optimiza el proceso dado que algunos parámetros se controlan mejor. Además, permite operar en modo continuo, lo que significa que constantemente se pueden añadir medios de cultivo y por tanto aumentar el rendimiento y la producción.

ATANOR ALBERTO REQUENA



Percolando la pandemia



EclipseCrossword.com

HORIZONTALES

- Los caminos con salida se denominan así y los demás no percolantes.
- La extracción de este del subsuelo mediante la percolación a través del material rocoso es percolación.
- Si en una cafetera italiana o de filtro el café está demasiado compactado, el vapor de agua no podría hacerlo.
- En el modelo de percolación por nodos, estos, se consideran puntos formando un retículo, que por simplicidad se supone una red de este tipo.
- Una serie de puntos conectados sin ella, son unos agregados que se denominan clúster.
- Consiste en abrirse paso un fluido a través de los vacuolos que le permite el material sólido que atraviesa, encontrando los poros o lugares libres que le permiten avanzar.
- En él se deposita café molido.
- Las denominadas cafeteras de este tipo, tienen dos compartimentos, uno de ellos es un depósito de agua y el otro contiene el café, con forma

de embudo que hace de portafiltro.

VERTICALES

- La expansión de enfermedades o infecciones epidémicas, como la que estamos sufriendo, a través de una población sobre la que se abre paso percolando en una población inerte ante las interconexiones que ella misma establece entre ellos.
- La percolación implica una transición de este tipo y está relacionada con aspectos fundamentales como fractales e invarianza de escala, propios de los cambios de fase.
- Investigador que en 1954 planteó la probabilidad de encontrar un camino conexo (sin ruptura) desde un extremo a otro en una retícula.
- En el modelo de percolación por nodos, los ocupados lo están a los vecinos más próximos, siempre que estén ocupados.
- La estructura geométrica más grande de los nodos interconectados lo es y, justamente, es en ese punto en el que se da el cambio de fase de no percolante a percolante.

Solución: a partir del próximo sábado en el blog Atanor (<http://blogs.laverdad.es/atanor/>). A. REQUENA @ LA VERDAD, 2021

Las denominadas cafeteras italianas tienen dos compartimentos, uno de ellos es un depósito de agua y el otro contiene el café, con forma de embudo que hace de portafiltro. En él se deposita café molido. Ambos están conectados por una especie de tubo que vierte o asciende el agua caliente. La clave es pasar el vapor de agua a través del café molido, impregnarlo y que arrastre los elementos solubles y alguno no soluble, que por adsorción sale con las moléculas de agua. Este paso del vapor de agua a través del café (o cualquier otro material sólido) se denomina percolación y consiste en abrirse paso un fluido a través de los vacuolos que le permite el material sólido que atraviesa, encontrando los poros o lugares libres que le permiten avanzar. Si el café está demasiado compactado, el vapor de agua no podría percolar, no encontrando el itinerario, y solo cabe vencer la resistencia con presión y en el punto de mayor debilidad y por ahí, escapará el agua. Así, el agua se impregna de café, que luego agradecemos al ingerirlo. No es recomendable, por tanto, compactar más de la cuenta.

Formalmente, Boradbert, en 1954, planteó la probabilidad de encontrar un camino conexo (sin ruptura) desde un extremo a otro en una retícula. No es trivial. En dos o más dimensiones el problema es complejo, hasta el punto de recurrir a métodos numéricos. El proceso implica una transición de fase y está relacionada con aspectos fundamentales como fractales e invarianza de escala, propios de los cambios de fase. Los modelos más simples son los denominados percolación por nodos (sitios) y percolación por enlaces. En el de nodos, se consideran puntos formando un retículo, que por simplicidad se supone una red cuadrada. Cada nodo puede estar ocupado o libre. Los ocupados están enlazados a los vecinos más próximos, siempre que estén ocupados. Si todos los nodos están ocupados, evidentemente encontraremos un camino para ir desde el principio al final. Pero se pueden vaciar una serie de nodos y seguir teniendo camino para ir desde el principio al final, como ocurre en los laberintos. El itinerario para lograr salir depende de la fracción de nodos que hayamos retirado. Una serie de puntos conectados sin

salida, son unos agregados que se denominan clúster. Los caminos con salida se denominan percolantes y los demás no percolantes. Si 'p' es la probabilidad de que un sitio (nodo) esté ocupado, se puede demostrar analíticamente que hay un valor crítico que establece el umbral de percolación. Si 'q' es la probabilidad de que un nodo no esté presente, cuando 'p>q', existe al menos un camino de nodos interconectados que se extiende por toda la red y cuando 'p<q' entonces habrán clústeres, pero no itinerario que perfure la red. Es interesante lo que ocurre en el entorno del valor crítico de 'p', detectándose que la estructura geométrica más grande de los nodos interconectados es un fractal y, justamente, es en ese punto en el que se da el cambio de fase de no percolante a percolante. En el modelo por enlaces están presentes todos los nodos, pero solamente hay enlaces entre ellos con una cierta probabilidad. Existen otros modelos dinámicos, en que las conexiones se establecen variando en el tiempo y adoptando conformaciones diferentes que evolucionan.

Esta teoría sirve para estudiar muchos fenómenos que son habituales. Casos especialmente llamativos son la propagación de fuego en un bosque, la extracción de petróleo del subsuelo mediante la percolación a través del material rocoso que lo encierra o la expansión de enfermedades o infecciones epidémicas, como la que estamos sufriendo, a través de una población sobre la que se abre paso percolando en una población inerte ante las interconexiones que ella misma establece entre sus miembros. Hay que traducir que la detención del avance de la pandemia se basa en eliminar nodos o enlaces, evitando que se establezcan los itinerarios de percolación que permitan avanzar a la pandemia. Las decisiones se toman desde la responsabilidad de que las cosas de todos son de todos, y eso solo tiene una respuesta democrática, las del derecho establecido. Pero los límites para tomar unas u otras decisiones deben analizarse por competentes en estos temas que recomendamos las soluciones técnicamente favorables. A nadie escapa que con un mayor número de nodos o de enlaces, como ocurre en estos momentos, alteramos las condiciones de percolación. Así de simple.

LA COLUMNA DE LA ACADEMIA

ÁNGEL PÉREZ RUZAFÁ
Académico numerario de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia

Referentes científicos y el futuro que viene



Eliminar a científicos y personajes relevantes de nuestra memoria colectiva puede parecer un acto de estupidez. Pero, más allá del dicho: «Ningún tonto se equivoca en su contra», evidencia mediocridad. Y esto es más peligroso. La mediocridad no implica ser menos inteligente o tener limitaciones. Todos las tenemos y la genialidad está al alcance de pocos. El problema es que el mediocre es incapaz de aceptarlo y no soporta verse reflejado en quien evidencia sus carencias. Por eso no hay nada peor que un mediocre con poder. La película 'Amadeus', de Milos Forman, lo retrataba magistralmente en la figura de Salieri. Buen músico y en la cima, pero, incapaz de soportar la genialidad de Mozart, no cejó hasta aniquilarlo. Es-

tas personas resultan altamente destructivas. Intrigantes y manipuladoras, abundan precisamente en ámbitos donde se espera inteligencia, en la dirección de muchos departamentos y centros de investigación y en las esferas del poder, truncando la proyección de numerosos profesionales brillantes. Evidentemente, el daño no pueden hacerse ya a Ramón y Cajal o a Juan de la Cierva. Ellos ya justificaron su vida, contribuyendo con su genialidad y esfuerzo, a pesar de los mediocres de su época, al bien común y el progreso de la humanidad. Algunos, como Isaac Peral, incluso perdieron la vida en ese desgaste, pero su obra sigue aquí y ya nada pueden arrebatarles. A ellos es a quienes menos les importa que un premio, una beca o un ae-

ropuerto lleven su nombre. Su trabajo sobrevivirá a quienes los denigran. Los perjudicados somos nosotros y nuestros hijos. Porque para batir una marca, hay que tenerla como referencia, para que la sociedad progrese, hay que saber que otros ya cruzaron horizontes y, como decía Newton, subirse a sus hombros de gigantes para ver más lejos. Es aquí donde los mediocres no se equivocan, porque así eliminan el sentido crítico, el anhelo de superación y la excelencia, rebajando los referentes al nivel del populismo. Resulta fácil neutralizar un referente genial, basta con acusarlo por sus creencias y convicciones tras haberlas demonizado, o de cualquier debilidad humana de las que el que esté libre de pecado que tire la primera piedra, al tiempo

que justificamos al que no siente remordimiento por disparar en la nuca o indultamos, en aras de la concordia, a los que no tienen más méritos que haber cometido delitos reales de violencia, supremacismo nacionalista o limitado libertades básicas en la educación, la lengua o la forma de pensar. Lo triste es que argumentar es inútil, porque ya casi hemos perdido el sentido crítico. En estas condiciones, promover la ciencia hablando de nuestros grandes científicos a nuestros jóvenes, solo podrá hacerse desde las catacumbas y la clandestinidad, mientras en la superficie resuenan las palabras de Salieri en su locura: «Mediocres del mundo, yo os absuelvo». Qué duro resulta escribir esto desde una columna de la Academia de Ciencias.