



CIENCIA



Te-Ente-Ramos

¿Cómo llegar al
Mictlán?

Los Misterios del
Tlahuiz

Matemáticas
y Música

¿Una vida de
Superconductividad?



Consumiendo Ciencia

Tercera edición: octubre, 2022.

©2022, Sumi.

Equipo:

Sergio Alfonso Pelayo Escalera
Kassandra Salguero Martínez
Karen Elizabeth Galindo Schembri
Itzel Alejandra Villanueva Reyes
Yazareth Peña Rodríguez
Miguel Ángel Duarte Velasco
José Antonio López Aranda
Luis Eduardo Ramos Solís
José Alejandro Sánchez Valle
Victoria Janitzie Valenciana Carranza

Más sobre los miembros del equipo al final de la publicación.

El alineado de texto y la tipografía de esta revista se eligieron para su fácil lectura, así como también para ser amigables con personas disléxicas. La paleta de colores, en la versión digital, es amigable con personas daltónicas (protanopía, deuteranopía y tritanopía).

Impreso en México.

¡Hola comunidad lectora!

Esta es la tercera publicación del equipo ganador del programa del Fomento a la Difusión y Divulgación de la Ciencia (FODIDCIE) de la Facultad de Ciencias, UNAM:

Con Sumi_(endo) Ciencia.



Esta revista será publicada mensualmente y distribuída en la Facultad de Ciencias, UNAM; se abarcarán diversos temas de ciencias.

¡ESTÉN AL PENDIENTE DE LAS
PUBLICACIONES!



Índice general

Mensaje Editorial	4
El misterio del Tlahuiz	6
Matemáticas y música	8
¿Cómo llegar al Mictlán? ...	11
¿Una vida de superconductividad?	18
Diversión	23
Bibliografía	25
Miembros del equipo	26
Agradecimientos	27

Mensaje de la Comisión Editorial

A partir de esta edición, se publican artículos, ensayos, cuentos, y demás escritos de cualquier miembro de la comunidad de la Facultad de Ciencias.

¿Te apasiona un tema de ciencia y quieres escribir sobre ello? ¿Te gusta escribir e inventar historias sobre ciencia o sobre la vida en la facultad? ¡Mándanos tu escrito usando el formulario que encontrarás en el siguiente QR!



Desde la Comisión Editorial del equipo Sumi, te agradecemos por leer la tercera edición de esta revista. Esperamos que con ella aprendas más filosofía zen, color verde, biofotónica, maltrato animal y permutaciones.

Busca las referencias de los artículos, historias y ensayos al final de esta publicación.

¡Disfruta esta edición!



El misterio del Tlahuiz

-Por **Luis Eduardo Ramos**.

Recorrer el Tlahuizcalpan, en la Facultad de Ciencias, siempre es peculiar. Uno nunca sabe qué tan grande es el edificio, hasta que decide recorrer sus pasillos rodeados de blancas paredes de ladrillos. A veces parece que estos se repiten, como en una sucesión curiosa del mismo patrón. Es como un laberinto interminable y monocromático.

A Sumi siempre le pareció así: hace poco, un día de octubre, mes de los sustos y del terror, me entregó un escrito de su garra y letra con una anécdota curiosa. En ella, me comentó una historia que parece inverosímil: secretos ocultos en los recovecos de cemento de este edificio, como sacados de un cuento de ciencia ficción. No sé yo si, además de cacomixtle científica, Sumi se dedica a escribir ficción. Decidir sobre la veracidad del texto quedará a consideración del lector.

El título del texto que Sumi me entregó es el siguiente:

¡UNA MÁQUINA DEL TIEMPO EN EL TLAHUIZ!



A continuación, transcribo el contenido de este escrito, sin ningún comentario más que agregar.

Corría el mes de octubre del 2020. La facultad estaba vacía, y no parecía que pronto volvieran los estudiantes: los contagios de coronavirus aumentaban y los confinamientos parecían ser la única opción para combatirlos. Yo seguía vagando por ahí, viendo hierba brotar y crecer del suelo gris. Extrañaba las clases, el divertido ambiente estudiantil, y las apasionadas discusiones de ciencia.

Algún día mi amigo, el mapache, me comentó que no encontró la salida en el edificio Tlahuizcalpan a pesar de recorrerlo durante dos horas. Luego habló sobre un sonido extraño proveniente de uno de los laboratorios de física, distinto a las alarmas de los baños, diferente a cualquier otro sonido.

Como siempre he sido muy curiosa, decidí ir a investigar. Recuerdo haber llegado al edificio Tlahuizcalpan por la entrada del busto de Darwin, y luego a un pasillo hacia mi derecha...y, entonces, fue como si este pasillo se extendiera hacia el infinito, repitiéndose el patrón de puertas azules, lámparas de metal, y ladrillos de color blanco. Me sentía como atrapada en este laberinto sin fin, cada vez con más calor. Sin embargo, continué caminando, pues sabía que tarde o temprano encontraría alguna salida.

Fue entonces que escuché un ruido, que debió durar uno o dos segundos. Fue indescriptible: ensordecedor, agudo, uno como nunca antes había escuchado. Luego, vi una de las puertas azules entreabierta, con un pequeño haz de luz asomándose por el espacio entre la puerta y la pared.

Hice lo que cualquiera hubiera hecho (tal vez nadie, pensándolo bien): entré al salón para ver lo que estaba pasando. Dentro, un hombre con bata de laboratorio trabajaba con conexiones eléctricas, pequeños lentes y un delgado haz de luz láser roja.



Sé que aquí las cosas empiezan a parecer como si fueran un sueño. Pero yo estoy segura de que no fue así. Aunque he vuelto al Tlahuizcalpan, y no he logrado encontrar el lugar donde todo ocurrió, sé que debe estar por ahí, en algún lado de aquel edificio...

—Estoy trabajando en una máquina del tiempo.—me dijo la persona. Al parecer, no se estaba dando cuenta de que hablaba con una cacomixtle. Yo solo lo escuché.

—No debiste haber llegado hasta acá, pero me sorprende que lo hayas hecho. Aún así, te tendré que regresar...

El sujeto seguía hablando, pero ya no pude escucharlo. Me cegó una luz blanca, y después de un dolor de cabeza y de abrir los ojos con dificultad, vi que estaba fuera del Tlahuizcalpan, en la entrada del Darwin. Llegué a una conclusión de la que no puedo estar segura.

Creo que viajé unos minutos atrás en el tiempo. Antes de perderme en el Tlahuiz y encontrar uno de sus secretos...

Matemáticas y música

-Por **Elizabeth Schembri**.



“Hubiera estudiado música, ahí no llevan matemáticas...”, “si no pueden con esto mejor dedíquense a la música...”, “Estudio artes porque no me gustan las matemáticas...” En nuestra vida académica es muy común pensar en una inexistente relación entre la música y las matemáticas. La realidad es que a donde quiera que vayas, no puedes escapar de hacer cuentitas; y la música no es la excepción. ¿Te gustaría saber cómo fue que estas dos disciplinas que parecen tan ajenas se unificaron por primera vez? ¡Te invito a leerme!

No sabemos con certeza si la música surgió como una necesidad del humano de encontrarse a sí mismo o si simplemente resultaba una herramienta de supervivencia, sin embargo, con certeza puedo decirte que los griegos fueron de los primeros en darle a la música un sentido metafísico y filosófico.

Esencialmente me centraré en un filósofo que recuerdas por tus clases de trigonometría: Pitágoras. Este hombre no sólo nos heredó su famosísimo teorema, sino que aportó dos cosas importantes para la música: la caracterización de los armónicos vistos como intervalos, y la... ¿escala diatónica...? Bueno, la verdad es que... Pitágoras no caracterizó los armónicos por primera vez... Y, de hecho, tampoco habló de la escala diatónica por primera vez... ¡Bueno!, mejor primero te pongo en contexto.

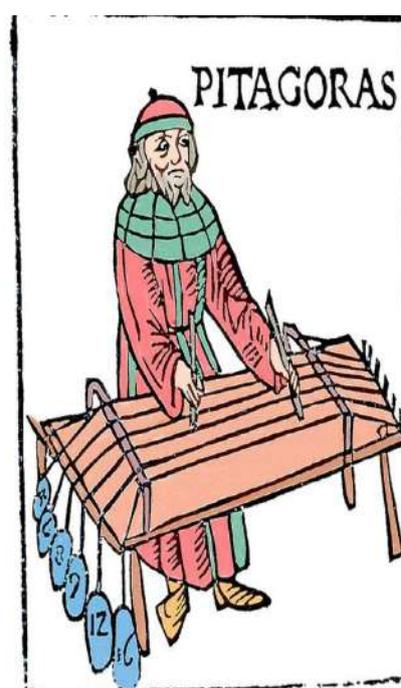
Algunos cosmólogos griegos presocráticos ya pensaban en que el sonido era resultado del movimiento del aire al ser percibido por el oído; sin embargo ninguno de ellos habló de una diferencia entre tonos agudos y graves, y mucho menos del motivo de esta diferencia. No fue sino hasta alrededor del 400 a.C. que Arquitas mencionó que los tonos agudos eran causados por movimientos más veloces y vigorosos del aire antes de ser recibidos por el oído, lo cual evidentemente tenía dos inconvenientes: bajo este supuesto, volumen era igual a tono; y se insinuaba que los sonidos viajaban a velocidades diferentes (sí, hoy en día sabemos que la velocidad del sonido en un mismo medio es constante, pero tranquilo, hablamos de una época donde se hacía ciencia con martillo y cincel. . .). Por el contrario, Platón mencionó que el tono y velocidad de un sonido eran independientes de su volumen, y que este último hablaba de la magnitud del movimiento que producía al sonido.

Con éstas y otras cuantas aportaciones, se llegó a la conclusión de que *el sonido era causado por una serie de impactos en el aire, y que el tono era un atributo cualitativo del mismo*, siendo que cuanto más rápidas fueran estas sucesiones de impactos, el tono sería más agudo. ¡Los griegos ya habían intuido la frecuencia de oscilación!

Algunos discípulos de Pitágoras comenzaron a hablar del término *harmonia*. Para ellos, la *harmonia* era eso que encerraba juntas a dos cosas de distinta categoría y equivalencia para ser sostenidas dentro de un *kosmos*. Los pitagóricos hablaban de *el número* como elemento de todas las cosas, cuya relación con la *harmonia* significaba el paraíso entero. En el sentido metafísico, la *harmonia* iba más allá de de una cuestión musical o matemática; se trataba de la idea de que ésta era la responsable de que todo en el universo encajase.

Así, describieron la existencia de tres razones en la música; cada razón entre dos números vinculaba estos tres términos en una de las formas de proporción matemática: aritmética, geometría y *harmonia*.

Para los pitagóricos, la iniciativa metafísica era la concordancia; dos notas distintas tenían concordancia cuando se mezclaban tan íntimamente que no se percibían como notas ajenas, sino como una mezcla indiferenciable de ambas. ¿Pero de qué se valían para decir si dos notas eran concordantes? Definitivamente era una cuestión subjetiva. . . ¡pero intentaron cuantificar la concordancia!



El método utilizado para cuantificar qué tan concordantes eran dos notas era analizando las razones entre sus radios; ellos sabían que la razón entre los radios de la tónica y la octava era 2:1, para la cuarta era 4:3, para la quinta era 3:2, y así sucesivamente. Una vez identificada esta razón, se le restaba una unidad a cada lado, y posteriormente se sumaban los números que quedaban. Es decir, para la octava se tenía $(2-1):(1-1)$, igual a 1:0, al sumarlos se obtenía 1; para la cuarta se obtenía 5, para la quinta se obtenía 3. Entonces, las notas de mayor concordancia con la tónica eran la octava, luego la quinta, luego la cuarta y así en adelante.

Los griegos ya hablaban de tonos, sin embargo fue Aristóxeno quien introdujo la idea de que estos podían a su vez dividirse a la mitad y formar semitonos. Definió que una cuarta consistía en dos tonos y medio, una quinta en tres tonos y medio, y una octava en seis tonos. Hasta nuestros días, su convención prevalece.

Como puedes notar, la historia de los armónicos no es del todo clara, sino que se habla de menciones y referencias que hacían los autores griegos en sus trabajos, los cuales están totalmente sujetos a interpretación.



En realidad, Pitágoras no fue quien caracterizó por primera vez los armónicos, sino sus discípulos. Tampoco fue Pitágoras quien habló de la escala diatónica, sino que ésta surgió de la interpretación por diversos filósofos griegos del gran trabajo de Euclides, *Sectio Canonis* (alrededor del 300 a.C). Por medio de esta obra se determinaron las divisiones que debían hacerse al monocordo (un instrumento parecido a la guitarra, pero que constaba de una única cuerda) para poder obtener los diferentes intervalos de una escala que constaba de dos octavas, donde cada octava correspondía a dos tetracordes (conjuntos de cuatro notas) unidos por un intervalo de un tono en el medio (justamente la cuarta). Así, nació la escala diatónica, que posteriormente dio cabida a otros dos tipos de escalas griegas: la cromática y la enharmónica; pero eso es tema para otra ocasión. . .



¿Cómo llegar al Mictlán?

Ilustración: Ofrenda a Xinochtli por Areuz

-Por **Alejandra Villanueva**.

En el centro de México se establecieron los mexicas, ellos creían que al morir, cada persona tenía un lugar específico al cual llegar^a. Uno de ellos era el Mictlán: ahí iban aquellos que morían de muerte natural, sin distinción de rango ni riquezas. Pero el camino no era fácil, para poder llegar, el fallecido tendría que caminar por nueve casas, cada una con una misión por cumplir.

Ahora, a ti como lector, te pondré en una situación no muy favorable. Supongamos que es el año 12 Casa y acabas de fallecer de muerte natural, veamos cómo es tu viaje para llegar al Mictlán.

I: Itzuintlan “Lugar de los perros” ’

^aLos que morían ahogados iban al Tlalocan con el dios Tláloc, los bebés que nacen muertos van al Chichihuacuauhco, lugar con un árbol nodriza lleno de frutos en forma de mamas, donde los pequeños toman leche, entre otros destinos.

El abrupto cambio de estar en un lugar y aparecer en otro, hizo que cayeras boca abajo a escasos metros de un río. A tu alrededor hay mucha gente desorientada, ancianos, niños, pero te preocupan aquellos, los de mirada triste que poco a poco se pierden de la vista de los demás. Así como hay gente perdida, logras ver que hay quienes ya cruzan el río con sus perros y recuerdas la enseñanza de tu abuela: "Si Itzuintle fue tratado con buena vida, abogará por ti y te guiará por el río, de lo contrario tu destino será el mismo de aquellos que verás caminando sin un rumbo fijo y sin poder acercarse a las aguas".



Con esto en mente te paras a la orilla del río, donde ves aún más perros de tres colores característicos.

Recuerdas, que al llegar el momento, no debías elegir a los Xoloitzcuintles negros ni blancos¹, pues se negarían a cruzar, pero estaban los de color pardo, aquellos que no habían ayudado a nadie.

De pronto, cruzas mirada con un perro que te parece muy familiar. Al mirarte, mueve su colita sin pelo; ¡se reconocen al instante!: es tu primer perro, aquel que tanto amaste pero que tuvo que partir, pues su tiempo también había acabado. Se abrazan y besan como nunca. Al soltarse te da la espalda, pero empieza a guiarte con su mirada hacia al río. En ese instante tu perrito te invita a subir a su lomo. Tu viaje apenas comienza, pero sabes con seguridad que lograrás recorrer el primer tramo.

II: Tepectli Monamictlán "Los cerros que se juntan"

Al salir empapados del río, un gran estruendo sacude a ambos y todo a su alrededor. Bastan unos pasos para ver a lo lejos cómo en el camino hay dos grandes cerros que comienzan a alejarse y de pronto regresan uno con el otro hasta chocar. No pudiste evitar sentir un gran miedo, tu único consuelo fue llorar y echarte al piso,

¹Los de color negro no ayudarían a pasar, pues ya se han sumergido por el río y han llevado muchas almas. Los blancos tampoco cruzarían, pues aún son muy jóvenes como para ayudar a alguien.

²En náhuatl significa cráneo, calavera o calaca.

mientras acaricias a Itzhuintle. A lenguetazos Itz lame tus lágrimas, luego se levanta y sale corriendo

hacia los dos grandes cerros. Sin pensarlo te echas a correr detrás de él, pero no logras alcanzarlo, apenas logras ver su colita alejándose de ti.

-¡Regresa por favor, no quiero, tengo miedo! - le gritas al pequeño animal. Quizá fue el miedo el que no te permitió ver, pero te das cuenta que estás ya en la mitad de aquellos cerros. El miedo aumenta más cuando ves como se acercan poco a poco a ti.

Recuerdas que regresando del curandero al recibir malas noticias de cuando tus extraños síntomas no cedían, tu papá entró al cuarto y te contó sobre estos cerros.

-¿Qué pasa si fallo?

-No lo sé, pero nuestros ancestros creían que era el final eterno.

Con este recuerdo te armas de valor, mientras ves que a lo lejos viene Itz, esperando por ti. En ese momento, corres como nunca. Ya del otro lado solo sientes un refrescante aire fresco por el estruendo que dejas detrás de ti.

III: El cerro de los peder- nales filosos.

“Recuerda, el cuerpo con el que estamos aquí en la tierra no nos acom-

*pañará al más allá, lo único que importa es tu **cuaxicalli**², el cual no es diferente al de tu vecino, tu amigo o yo' ' .*

Fueron las palabras que te dijo tu madre entre lágrimas, cuando ya ni hablar podías.

También recuerdas que un día antes de tu partida tu mamá y papá metieron a tu bolsa muchas cosas como joyas, comida, un manta que tejió tu hermana para ti y muchas figuritas de barro.

Un ladrido te trae de vuelta al camino. Ves un cerro aún más grande que los que dejaste atrás, y ante su inmensidad ves pedernales salir y meterse en él de manera aleatoria. Sin duda no te preocupa lastimarte, lo que realmente no te gustaría es que tu perrito saliera herido. Comienzas a subir, con Itz echado a tu espalda y con el cuerpo un poco inclinado, técnica que no te funciona pues tus pies se resbalan a cada paso que das.

Decides ir a gatas, el dolor que sientes no es el mismo que en vida, es incómodo. En un punto, sientes que tu cuerpo deja de estar contigo a pesar de verlo. Logras subir a la punta del cerro, pero te falta la otra mitad, la cual esta repleta de pedernales parecidas a agujas. La bajada es más difícil, pues es una pendiente bastante inclinada. Te imaginas cómo bajarías si fuera una resbaladilla y recuerdas la manta que tu hermana hizo. La sacas

de la bolsa, te echas a Itz sobre las piernas y comienza la bajada.

Ya sobre el piso algo te sorprende: la manta no tiene ni un rasguño. Es porque es parte de tu ofrenda y aún pertenecen al mundo de los vivos, piensas. Ambos se sacuden y caminan hacia la siguiente casa.

IV: Itzehecayan. “El lugar del viento de obsidiana”

En cuanto dan unos pasos sienten de golpe cómo baja la temperatura y cómo

aumenta aún más la neblina. Por instinto comienzan a moverse rápidamente, pero esto no funciona, pues el frío que recorre sus cuerpos no les permite movimientos rápidos. Dejan de poder hablar por el esfuerzo que esto requiere.

La mala noticia es que este es el único camino por el cual seguir, rodeado de dos grandes cordilleras. Sin duda les costará mucho trabajo.

Itz toma la delantera en el camino, siendo tu guía en esta ocasión. El frío te hace recordar aquella vez que tu abuelita te llevo al mercado de Tlateloco y te compró tu primera nieve de frutos; lo sorprendente para ti, esa vez, fue saber que los corredores iban hasta el volcán Popocatepetl para bajar el hielo, el cual conservaban en bolsas de cuero. Muchos de estos corredores no logrababan bajar, debido a la congelación en sus extremidades.

Ya a medio camino, tu cuerpo llega a un punto de congelación en donde sientes todo entumido y el caminar se vuelve una tarea bastante difícil. Una pierna se queda atorada entre unas ramas, y el frío comienza a recorrer tu rodilla subiendo hasta llegar sobre tu abdomen. Al no poder gritarle a Itz, comienzas a moverte con la única fuerza que te queda, en ese momento la carne de tus extremidades se safa, y comienzas a sentirte muy ligero, punto en donde tu pie logra salir.

Es increíble como en este último tramo puedes trotar, pero dejas atrás más partes de tu cuerpo con cada paso que das. La temperatura comienza a subir mientras Itz sacude la nieve de su lampiño cuerpo, observas asombrado tu cuerpo, donde tu pecho, un brazo y parte de tu cara estaba intacta, lo demás eran puros huesos.

V: Pancucuetlacayan “Lugar donde la gente vuela y se voltea como banderas’ ’

Asombrado por lo que queda de tu cuerpo, caminas junto a Itz. A los pocos pasos esta tarea se complica bastante; el viento tan fuerte que hay, te arranca poco a poco lo que queda de ti, a excepción por una ligera capa de piel que queda sobre tu pecho. Te sientes ligero como una tela, tan libre como jamás en vida. Lo que te sorprende es ver cómo hay gente a lo

lejos, asustada por los cambios que experimentan, pero tú no sientes miedo. De pronto, un fuerte viento te jala de golpe y deja tu esqueleto y a Itz a las orillas de la siguiente casa.



VI: Timiminaloayan “El lugar donde la gente es flechada”

Al mismo tiempo de tu aterrizaje, llegan otros dos, perro y esqueleto. Algo en este sitio es muy extraño, solo oyes a lo lejos pequeños zumbidos. Los otros dos que llegaron junto a ti, sin pensarlo salen corriendo hacía el camino plano.

De pronto, muchas flechas salen de los árboles disparando en todas direcciones: aquellos dos se pierden de tu vista, para no verlos nunca más. Esta situación te parece bastante extraña, ¿cómo podían lastimarte las flechas si solo eras pura calavera?, bueno, a excepción de la ligera capa de piel que tenías sobre el pecho. De algo estabas seguro, esa parte era la que debías proteger a toda costa. Con los brazos huesudos cubriendo tu pecho, corriste detrás de Itz, esquivando y dejando por detrás los zumbidos de

aquellas flechas. Y frente a ti a lo lejos, logras ver un felino gigante, que sin duda quiere lo que queda dentro de tu pecho.

VII: Teocoyohuehualoyan "Lugar donde se comen el corazón de la gente"

Recordemos que la primera prueba donde fuiste juzgado por tu comportamiento en vida, fue en el río. Ahora, en esta casa serás de nuevo juzgado y solo tú corazón te hará pasar a la siguiente casa.

Al caminar, la selva se hace cada vez más visible, aquel jaguar que viste momentos atrás, ahora ya no está. Al llegar a la selva, se siente cuando salías a cazar en vida: el sonido de los ríos, las aves cantar y escuchas un hermoso quetzal cantando sobre un árbol bellissimo.

También escuchas unos sigilosos pasos, muy suaves pero precisos. De pronto ves que no hay ningún camino por seguir y por primera vez Itz tiene miedo y se pone detrás de ti. De pronto, la tierra comienza a moverse de una forma terrible.

Recuerdas la historia que escuchaste de los mayores, de aquella vez que tembló en Tenochtitlán, de cómo la tierra se agrietó y las chinampas se derrumbaron, de cómo la gente falleció a causa del hambre.

Había un solo responsable por lo que había acontecido: el señor **Tepeyotl**, el mismo que da la voz cuando retumba en un valle, de un cerro al otro.

Un ruido bastante extraño te hace olvidar los recuerdos, notas que el sismo ya cesó, y ante ti una inmensa bestia aparece, un jaguar enorme de pelaje dorado y manchas negras. Itz entendió al momento que aquel jaguar no era mas que Tepeyotl, señor de los jaguares, "señor del eco". En ese momento quedas hipnotizado por la magia del animal y notas que la carne que queda sobre tu pecho comienza a desvanecerse, mientras el jaguar se acerca a ti, tocando con su pata tu corazón.

Tus huesos se abren para darle libertad al jaguar de tomar tu corazón con su ocico, hasta que de él no queda nada.

Una vez terminado su bocado, desaparece entre la selva, mostrando el camino que debes seguir.



VIII: IzMictlan Apochalolca “Laguna de aguas negras”

Jamás te gustaron las despedidas, recuerdas que cuando la persona que más amaste en vida partió al Mictlán, sentiste como si un pedazo de tu ser dejara de existir, como si ya nada pudiera llenarte de nuevo. Esa persona fue el amor más grande que tuviste: a pesar no saber cómo será el lugar a donde llegarás, esperas encontrarte con Ila, esperándote con un abrazo, y un buen gesto, tal como lo hizo en vida.

Después de esa última casa, el cansancio que sientes es cada vez más notorio, el frío que recorre tus huesos se siente cada vez más y de nuevo te encuentras a la orilla de un río, el río Chiconahuapan. Logras ver a personas que intentan cruzarlo, mientras una sombra debajo de ellas los sumerge en el fondo, para no dejarlos salir nunca más.

-¿Listo para nadar Itz? -Le dices a tu perrito, que por el viaje ya no era color pardo, sino negro³. Itz se encuentra bastante cansado después de haber recorrido 7 casas y se niega a sefuir. Por lo que su trabajo como guía ha terminado.

- ¿De nuevo te vas? Es poco el tiempo que tuvimos, como cuando viviste conmigo en la tierra - Le dices a Itz

mientras lame tu cara en modo de compasión. Después del último abrazo logras ver sus orejitas pelonas alejándose de ti sobre la escasa niebla.



A pesar del dolor, cruzas el río con tu último esfuerzo, nadas sin parar, momento en el que pierdes el conocimiento. Recobras el sentido con un golpe fuerte, debido a la tierra firme. Esta casa está superada, pero ahora estás solo y esperas que el camino haya valido la pena.

IX: ChicunaMictlán

Después de un largo camino, observas que el ambiente ha cambiado, se ha vuelto más obscuro, pero de alguna forma, más cálido.

De un momento a otro, frente a ti se aparecen aquellos grandiosos dioses, los señores del Mictlán: Mictlantecuhтли y Mictlancihuatl, señor y señora de la muerte.

³Color de aquellos perritos que estan en el primer río y se niegan a cruzar



Cada uno te tiende una mano para seguir adelante. Mictlantecuhtli, te tira del brazo, colocando su mano en tu frente, toma de ti todo aquello que aprendiste en vida y al terminar pone su dedo sobre tu frente, buscando tu último recuerdo...

- ¿Mamá qué pasará después?
- Una vez cruzadas las 9 casas, hay muchas historias de lo que sucede, pero solo los señores del Mictlán te mostraran el verdadero camino.
- ¡Que incertidumbre!
- ¿Tú quieres ir a un lugar especial?
- Sí, me gustaría estar con la persona que más amé en toda mi vida, vien-

do los atardeceres juntos cada día y rodeados del más hermoso paisaje.

El recuerdo desaparece por un golpe fuerte que sientes sobre todo tu esqueleto. Y sientes como te arrojan a un lugar, un lugar que te parece bastante familiar donde de pronto, escuchas una dulce voz.

-Al fin llegaste, te estuve esperando durante mucho tiempo.

Era esa persona que tanto deseaste volver a ver, aquella persona que te dejó con el corazón roto en vida. Jamás estuviste tan feliz como en ese momento y el atardecer te pareció único, los últimos rayos de sol cayendo sobre una laguna, paecida a las aguas de Texcoco, una vista inigualable. Sin duda estos últimos cuatro años de recorrido valieron la pena; lo único que esperas ahora, es que las personas que dejaste en la tierra logren algún día llegar a ti y que Itz venga a saludarte de vez en cuando.



¿Una vida de superconductividad?

-Por **Sergio A. Pelayo E.**

A presiones tan extremas como en el núcleo de Júpiter, que son decenas de millones de veces mayores a la Tierra, el hidrógeno llegaría a un estado con propiedades extraordinarias. Esta fue la predicción de N. W. Ashcroft; y el estado en cuestión, el superconductor. Lo más fascinante de la superconductividad del hidrógeno es que se pronostica a temperatura ambiente terrestre.

El descubrimiento de superconductividad a temperatura ambiente cambiaría el mundo como lo conocemos. Nuestra cotidianidad se transformaría a causa de sus aplicaciones sensacionales; desde la transmisión de electricidad sin pérdida de energía, hasta medios de transporte a base de levitación magnética (Maglev). Disminuirían drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero, y se contribuiría en la lucha contra el calentamiento global.

A finales de 2020, e inspirados indirectamente por la predicción acerca de la superconductividad en hidrógeno, se sintetizó un superconductor hidrogenado de temperatura ambiente.

No obstante, aún nos encontramos lejos de su repercusión en la vida diaria, dadas las inmensas presiones únicamente alcanzables en laboratorio a las cuales estos materiales se vuelven superconductores.



Fotografía de Júpiter, tomada por la sonda JUNO

Y ¿qué hace tan especiales a los superconductores? Estos son materiales que conducen electricidad sin resistencia alguna (véase figura 1). La caída abrupta en la resistencia del mercurio fue observada por primera vez por Heike Kamerlingh Onnes en 1911, quien bautizó a esta propiedad como supraconductividad, y a los materiales que la presentan como supraconductores. Varios metales de la tabla periódica son supraconductores cuando están por debajo de una cierta temperatura, la llamada *temperatura crítica*, T_c . La resistencia cero no es la única propiedad de los superconductores, Meissner y Ochsenfeld en 1933 se dieron cuenta que también repelían por completo a los campos magnéticos. El hecho que un campo magnético no pueda penetrar al interior de una muestra superconductora se le conoce como efecto Meissner, e implica diamagnetismo perfecto. Gradualmente, a partir del descubrimiento del efecto Meissner, el término supraconductividad se sustituyó por superconductividad.

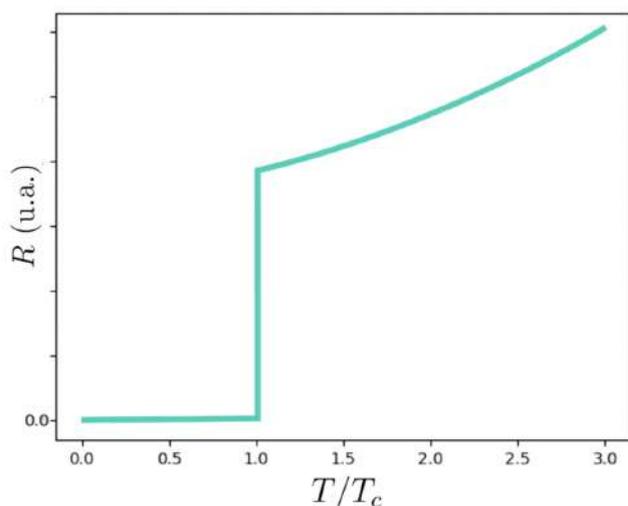


Fig. 1: Resistencia eléctrica en función de la temperatura en un superconductor. La resistencia cae abruptamente a la temperatura crítica.

Aún cuando un material superconductor esté por debajo de su temperatura crítica, existe una intensidad de campo magnético a la cuál el material pasará a su estado normal. Cuando los estados normal y superconductor de un material son mutuamente excluyentes, se le llama superconductor tipo I. Sin embargo, existen otro tipo de superconductores, los tipo II, que dependiendo de la intensidad de campo magnético aplicado permiten que este penetre parcialmente; llevando así a la muestra a un estado (mixto) de vórtices de campo magnético, que se encuentra entre los estados superconductor y normal. Cuando se trata de superconductores tipo I a campo magnético que rompe con la superconductividad se le llama *campo crítico*; y en los tipo II, *campo crítico I* cuando la muestra llega al estado mixto y *campo crítico II* cuando la muestra regresa al estado normal. (véase figura 2).

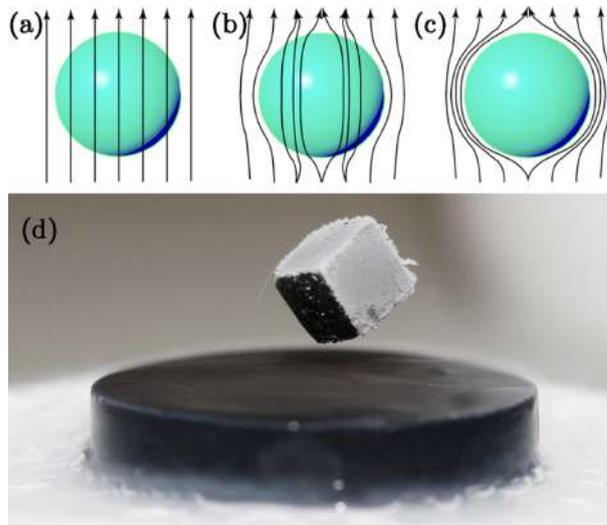


Fig. 2: Superconductor tipo II: (a) el campo magnético penetra al interior de la muestra en estado normal, (b) algunas líneas de campo magnético penetran al interior de la muestra en estado mixto mientras que otras son repelidas, (c) ninguna línea de campo magnético penetra al superconductor; (d) superconductor cerámico por debajo de un imán basado en neodimio; las líneas de campo repelidas del superconductor permiten que este levite, mientras las líneas de campo que penetran anclan al superconductor.

Uno de los efectos más asombrosos en los superconductores es la levitación magnética (MagLev del inglés *magnetic levitation*). La levitación magnética en superconductores se logra gracias al diamagnetismo perfecto de estos materiales ya que se expelen los campos magnéticos producidos por un imán en las inmediaciones del superconductor. Por otra parte, en los superconductores tipo II, las líneas de campo magnético penetrantes fijan al arreglo imán-superconductor, mientras que las líneas repelidas producen la levitación, en lo conocido como anclaje de flujo. El anclaje de flujo permite que la levitación siga presentándose incluso si el sistema levitado es invertido.

Existen varias teorías que describen la superconductividad. Por ejemplo, la teoría fenomenológica de Ginzburg-Landau, junto con las observaciones de Shubnikov, dio cuenta de la existencia de ambos tipos de superconductores. Pero la considerada más importante es la teoría BCS, que debe su nombre a John Bardeen, Leon Cooper, y John Robert Schrieffer, ganadores del premio Nobel de Física en 1972.

La teoría BCS logra explicar las propiedades de los superconductores desde el punto de vista microscópico, es decir, a partir de primeros principios; no obstante, establece un límite en la temperatura crítica de los superconductores que puede describir a causa de las aproximaciones utilizadas en el modelo. Esta temperatura está alrededor de los 30 K, treinta grados por encima del cero absoluto ($\approx -240^\circ\text{C}$).

La extrema refrigeración requerida para estos superconductores, usualmente alcanzada con helio líquido ($\approx -236^\circ\text{C}$), establece una restricción clara a la aplicabilidad de la superconductividad. Muchos creyeron que la superconductividad quedaría allí, como un fenómeno interesante pero que no impactaría la vida cotidiana de la mayoría de las personas. Lo cual no fue así, dado que en 1986 J. Bednorz y K. Müller descubrieron los superconductores cerámicos; los primeros, relativamente hablando, de *alta temperatura*. Estos superconductores son de tipo II, y alcanzan temperaturas de hasta 150 K, lo que permite enfriar a la mayoría con nitrógeno líquido ($\approx -196^\circ\text{C}$).

Los superconductores cerámicos ya se usan en la vida diaria. Es posible que como lector haya escuchado de resonancia magnética nuclear; o de los trenes de levitación magnética y alta velocidad de China y Japón (véase figura 3); ambos ejemplos usan superconductores.



Figura 3. Tren Maglev, Chūō Shinkansen . Tren de levitación magnética con superconductores que une las ciudades japonesas de Tokyo y Nagoya (con extensión planeada a Osaka).

Los superconductores también se han aplicado en la elaboración de sensores de alta sensibilidad para campos magnético, los nombrados SQUIDS (Superconductor Quantum Interference Devices, por sus siglas en inglés).

En general, los superconductores pueden ser usados como líneas de transmisión eléctrica con eficiencia perfecta, mucho mayor al cobre. Los aceleradores de partículas más grandes del mundo, como el del CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, por sus siglas en francés) o los reactores de fusión por confinamiento magnético (tokamaks), usan electroimanes superconductores. Y las baterías superconductoras cerámicas llegan a tener grandes capacidades de almacenamiento, estas son usadas en fábricas de microchips.

Retomemos la predicción de Ashcroft; el hidrógeno se tornaría superconductor a inmensas presiones con temperatura crítica de 290 K. Estas presiones aun no son alcanzables en los laboratorios más avanzados del planeta. No obstante, el mismo Ashcroft propuso una solución práctica a este problema: las aleaciones altamente hidrogenadas. En ellas, la presión necesaria para convertir al hidrógeno en metal, y posteriormente en un superconductor, disminuirían notablemente.

A las aleaciones hidrogenadas se les llaman hidruros; y si son superconductoras, superhidruros. Pese al nombre hidruro, se tratan de soluciones sólidas donde el hidrógeno ocupa aleatoriamente huecos de la red metálica, es decir, no hay enlace químico entre el hidrógeno y el metal.

Los superhidruros han desplazado a los superconductores cerámicos como los de mayor temperatura crítica. Siendo el hidruro de lantano, LaH_{10} , quien ostentó el récord de temperatura crítica más elevada, $T_c = 250$ K, desde 2019; y recientemente, en 2020, desplazado por el hidruro de azufre carbonáceo con $T_c = 287$ K (13.85°C): ¡el primer superconductor a temperatura ambiente! Pero, las elevadas presiones necesarias para inducir superconductividad en superhidruros, del orden de millones de veces la atmósfera terrestre, son una gran limitante para su uso práctico. En el caso del hidruro de azufre carbonáceo la presión de transición es de 267 GPa, aproximadamente dos millones y medio atmósferas terrestres, y sólo alcanzable en laboratorios muy especializados; razón por la cuál en 2022 la revista Nature, quién publicó el artículo, ha expuesto sus inquietudes respecto a cómo se llevó a cabo el procesamiento e interpretación de los resultados experimentales.

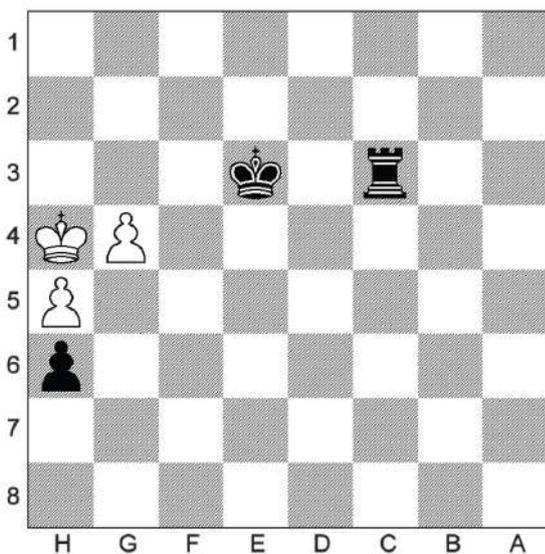
Hasta ahora no existe ningún impedimento teórico para encontrar superconductores a temperatura ambiente; como bien se acaba de ver con el descubrimiento del hidruro de azufre carbonáceo. Y tampoco existe limitante para que, además de temperatura ambiente, sean superconductores a presión ambiente. Su simple descubrimiento, además de garantizar un premio Nobel a sus autores, revolucionaría nuestra forma de vida. Muchos científicos de todo el planeta siguen involucrados en esta búsqueda. Lo cierto es que más investigación es necesaria, y los superhidruros apuntan en una de las posibles direcciones a tomar para llegar a la Itaca de esta Odisea. Siendo optimistas, la humanidad vivirá en un mundo de superconductividad.

Diversión

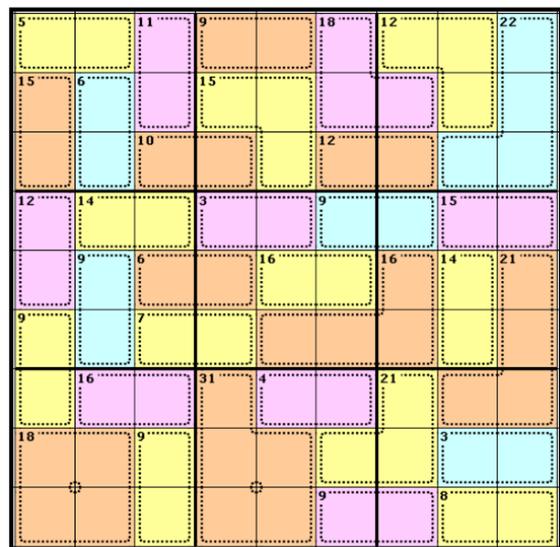
Juegos*

*Si quieres conocer las soluciones de esta edición y las anteriores, escribe al correo: sumi@ciencias.unam.mx.

Mate en 2, juegan blancas.



Nivel medio:

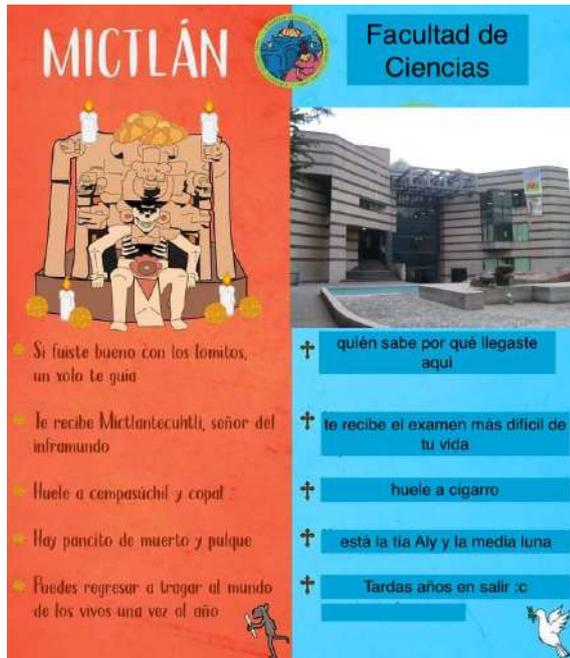
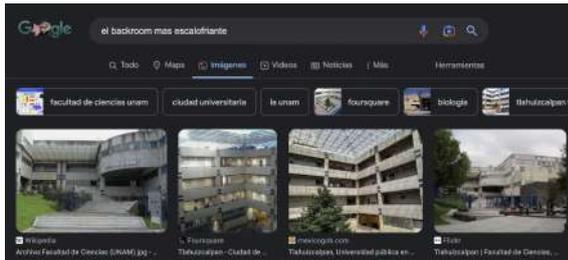


Acertijo:

Si hay 7 canicas a simple vista indistinguibles, cuyos pesos son los mismos salvo una y sólo se cuenta con una balanza para diferenciarlas. ¿Cuál es la manera más eficiente de usar la balanza para conocer a la más pesada?

Memes

Después de leer Matemáticas y Música:



La superconductividad cada vez más presente en nuestras vidas:





Bibliografía

Música y matemáticas

1. Barker, Andrew (2014), Pythagorean Harmonics, Universidad de Cambridge. https://www.cambridge.org/core/books/history-of-pythagoreanism/pythagorean-harmonics/4_A4A95B6180AB991DBF421623D46E793
2. Hawkins, William (2012), Pythagoras, the music of the sphere and the Wolf interval <http://philclubcle.org/papers/Hawkins,W20111115.pdf>

¿Una vida de superconductividad?

1. Rogalla, H., Kes, P. H., 100 Years of Superconductivity , CRC Press, Taylor and Francis Group, 2012.
2. Poole, C. P., Handbook of Superconductivity, Academic Press, 2000.
3. Tinkham, M., Introduction to Superconductivity, McGraw Hill, 1996.
4. Ashcroft, N. W., Phys. Rev. Lett., 92, 187002, 2004.
5. Snider, E., Dasenbrock-Gammon, N., McBride, R., Debessai, M., Vindana, H., Vencatasamy, K., Lawler, K. V., Salamat, A., Dias, A. P., Nature, 586, 373, 2020.



Miembros del equipo

Miembros por comisiones

Comisión Editorial


José Alejandro Sánchez Valle
Editor


Luis Eduardo Ramos Solís
Editor


Sergio Alfonso Pelayo Escalera
Editor en Jefe


Itzel Alejandra Villanueva Reyes
Editora

Comisión de Eventos


Victoria Janitzie Valenciana Carranza

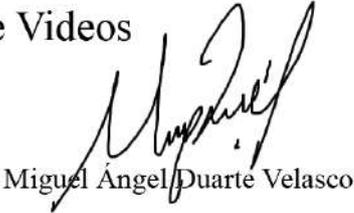

Cassandra Salguero Martínez
Jefa de Comisión


José Antonio López Aranda

Yazareth Peña Rodríguez

Comisión de Videos


Karen Elizabeth Galindo Schembri
Jefa de Comisión


Miguel Ángel Duarte Velasco

Agradecimientos

A los estímulos del programa FODIDCIE de la Facultad de Ciencias, UNAM. A la maestra Guadalupe Lucio, a la maestra Iris L. Flores Casiano, a la maestra Susana Paz Amaya, por su invaluable apoyo para dar inicio a este proyecto. Al director, el Dr. Víctor M. Velázquez Aguilar, por el fomento a la difusión y divulgación dentro de la Facultad de Ciencias.

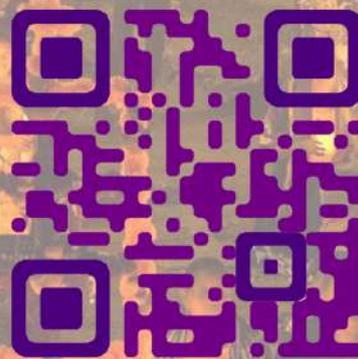
A Karen Elizabeth Galindo Schembri por las fotografías de la Facultad de Ciencias presentadas en todas las ediciones.

Agradecimiento especial a Sarah Debbie Wilson Barrera y a Claudio Francisco Nebbia Rubio, quienes fungieron como miembros extraoficiales de Sumi, por su gran apoyo en varias de las actividades del proyecto. Y por supuesto a los miembros del equipo Sumi que no se encuentran en la comisión editorial.



CONSUMIENDO CIENCIA

Escanea el QR y accede a
linktr.ee/sumiciencias



Encontrarás las redes de Sumi,
la versión digital de esta
publicación y más.