

La empresa se inspira constantemente en la biomimética, una ciencia que se basa en la sabiduría de la naturaleza. Por lo que, adicionalmente, en lugar de usar los adhesivos tradicionales, Interface Carpets utiliza un sistema llamado *TacTiles*, cuadrados adhesivos de 3 pulgadas que, al ceñirse al suelo, crean una estabilidad dimensional sin pegamento. El diseño de *TacTiles* se inspiró en los geckos, pues estas lagartijas tienen la capacidad de adherirse a las superficies desde cualquier ángulo por la fuerza intermolecular de más de un millón de pelitos en sus patas. El sistema de *TacTiles* utiliza la fuerza inherente de las bases para crear un “piso flotante” dimensionalmente estable, con mayor flexibilidad para su instalación y reemplazo selectivo; su producción de COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles) es casi nula y su huella ambiental es 90% inferior a los adhesivos convencionales.

Interface Carpets cambió su suministro de producción por una materia prima reciclada, para reducir la dependencia del petróleo y desviar los desechos del relleno sanitario al aprovecharlos como materia prima. Por lo tanto, creó su propio programa de reciclaje integral, ReEntry, para reciclar la fibra de *nylon* y la base de la alfombra modular. ReEntry es un servicio para el consumidor y el medio ambiente que consiste en recibir las alfombras que terminaron con su vida útil. De este modo, Interface Carpets ha propuesto un modelo de servicio en el que puedes adquirir sus productos, pero comprometiéndolo al cliente a regresarlo cuando su vida útil haya acabado. Adicionalmente, se presenta la opción de rentarlas, por lo que la empresa se ocupa del mantenimiento de las alfombras por el tiempo acordado y cuando dejan ser necesitadas, se ocupan del punto final de sus productos.

Otra importante fuente de materia prima proviene del reciclaje de la fibra de *nylon* gracias a la iniciativa Net-Effect, la cual busca contra-

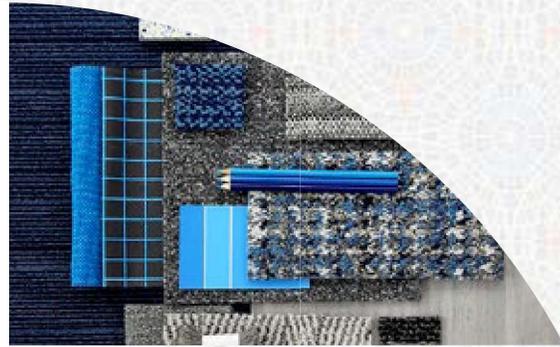
restar el creciente problema de contaminación en el mar por redes de pescar desechadas que amenazan la supervivencia de arrecifes y biota de las localidades. Esto se lleva a cabo mediante alianzas con las comunidades costeras más pobres del mundo y colaborando con Zoological Society of London y Aquafil. De este modo, se recolectan las redes, limpiando las playas y mares, y son recicladas en hilo nuevo de *nylon* para la fabricación de alfombras. Esto se traduce en un ganar-ganar para todos, siendo un modelo que requiere de menor materia prima virgen y es una nueva fuente de ingresos para estas comunidades.

Interface Carpets no ha parado de buscar nuevos retos e iniciativas para alcanzar un nivel de sustentabilidad mayor, pues se encuentran comprometidos en monitorear los Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos durante cada etapa de su proceso. La empresa ha logrado llegar a un balance neto de carbono, gracias a la neutralización de todas las emisiones, en conjunto con las compensaciones y cambios realizados por su diseño inteligente de producción. De hecho, su línea Carbon Neutral Floors son productos neutros en carbono durante todo su ciclo de vida. En adición, con su programa Climate Take Back, mantienen una fuerte convicción de realizar una descarbonización radical, enfocándose en cuatro áreas específicas de recuperación climática: realizar negocios de manera que devuelvan lo que toman de la tierra, generar productos capaces de capturar el carbono presente en la atmósfera, dirigir una re-revolución industrial donde la industria trabaje con la naturaleza y no contra ella para crear un cambio positivo, y realizar iniciativas de reconstrucción y preservación de bosques y océanos.

Como podemos ver, la empresa Interface Carpets ha revolucionado el sistema clásico industrial y económico, encontrando el balance en la dimensiones social, económica y am-



Diseño Interface Carpet. Tomada de [1].



Diseño modular de alfombras Interface Carpet. Tomada de [2].



Programa Net-Works. Tomada de [4].



TacTiles. Tomada de [5].



Sistema modular Interface Carpets. Tomada de [5].

biental. No obstante, esto solo representó el comienzo de un viaje y compromiso continuo de crecimiento y mejoramiento que posee la empresa, hambrienta de innovar, crecer y contribuir de manera positiva a su entorno. Ray Anderson asegura que “somos, todos y cada uno de nosotros, una parte de la red de la vida. El continuo de la humanidad. Y tenemos que hacer una elección durante nuestra breve visita a esta hermoso planeta vivo, azul y verde, lastimarlo o ayudarlo”. Tomemos esa decisión y ayudémoslo.

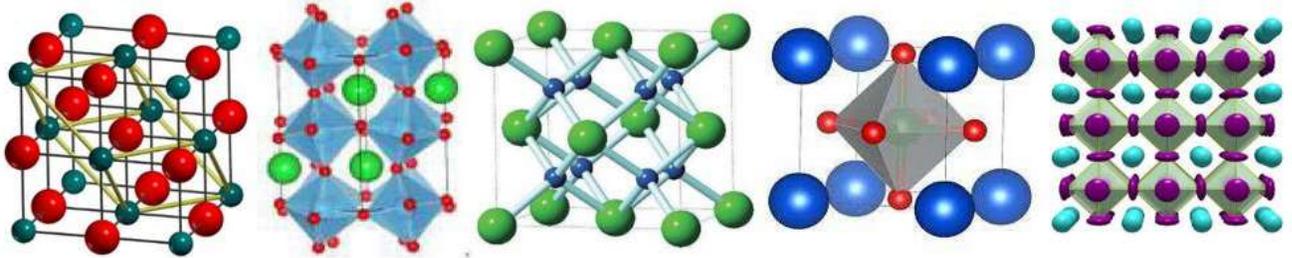
Referencias:

[1] Interface, Inc. (2020) Corporativo. Recuperado de https://www.interface.com/LA/es-MX/segments/corporate-es_LA

- [2] Interface, Inc. (2020) Estudio de diseño Interface. Recuperado de https://www.interface.com/LA/es-MX/design/design-services-es_LA
- [3] Interface, Inc. (2020) Interface. Recuperado de <https://www.interface.com/LA/es-MX/paginadelinicio>
- [4] Interface, Inc. (2020) Reciclaje. Recuperado de https://www.interface.com/LA/es-MX/sustainability/recycling/recycling-es_LA
- [5] Interface, Inc. (2020) TacTiles – The Easy Way to Install Modular Flooring without Glue. Recuperado de https://www.interface.com/EU/en-GB/about/modular-system/TacTiles-en_GB
- [6] TED (2009). Ray Anderson sobre la lógica de negocio de la sustentabilidad. Recuperado de https://www.ted.com/talks/ray_anderson_on_the_business_logic_of_sustainability/transcript?source=email&language=es



DESCUBRIENDO



UN MATERIAL NUEVO

ROBERTO SALCEDO Y CITLALLI RIOS
Instituto de Investigación en Materiales, UNAM

Vivimos en un mundo muy cómodo. Únicamente hace falta estirar la mano y tomamos un objeto que va a cumplir cualquiera de miles de funciones diferentes. Tenemos a disposición el cepillo para el pelo, la rasuradora, los cubiertos en la mesa, los platos y las tazas y yendo más allá, el celular, la *laptop*, los cuadernos, lápices, bolígrafos, el automóvil, el transporte público, etcétera. No nos damos cuenta, pero la evolución cultural, social y tecnológica nos ha colocado en una posición de mucho bienestar.

Pero ¿cómo es que llegaron todos estos objetos a formar parte de nuestra vida cotidiana?

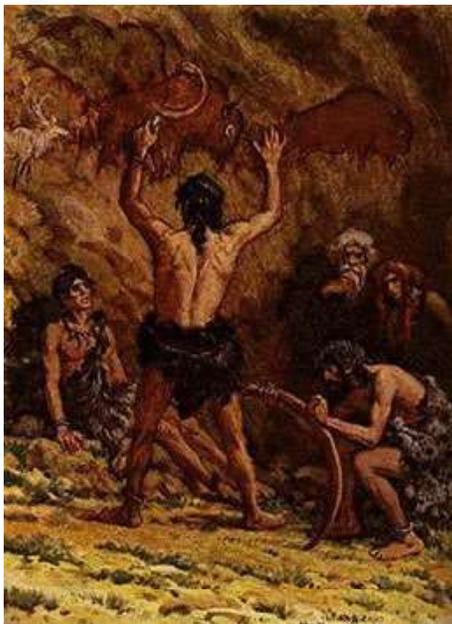




Imaginemos que esta noche nos acostamos a dormir y en la mañana despertamos en el suelo de una caverna y por cobija tenemos únicamente un poco de hierba seca o, en el mejor de los casos, la piel reseca y mugrosa de un animal que murió ya hace algún tiempo. Un sabio loco (y bromista) nos hizo el favor (¿?) de transportarnos por medio de su máquina del tiempo al año 33791 a.C. y tenemos la inmensa fortuna de pertenecer a una tribu de paisanos cromañones.

Si logramos acordarnos con nostalgia de nuestros tiempos siglo-veintiuneros (no sé si la máquina del tiempo borra la memoria), veremos que perdimos muchas de las comodidades con las que contábamos. Se podría repetir la lista del párrafo anterior; sin embargo, si reflexionamos un poco nos daremos cuenta de que la gran ventaja que perdimos, la gran herencia que nos han dejado todos los siglos de estudio de muchas generaciones se reduce a una palabra que podría parecer simple, pero que tiene un gran significado: *materiales*.

¡Perdimos los materiales!



Un material se puede definir como una sustancia que posee peso, o volumen, o incluso forma, dependiendo del estado de agregación en el que se encuentre, pero que además cuenta con características específicas que le pueden dar una determinada utilidad. Entonces, en nuestro viaje a la casa de los abuelos perdimos las aleaciones con las que están hechos los cubiertos o muchas partes de los automóviles o del transporte colectivo, los plásticos de las cubiertas de los utensilios domésticos, el celular, las pantallas, la cerámica de nuestros trastos o dientes postizos y además otros materiales que no tenemos tan en cuenta por desconocimiento, los cristales líquidos de las pantallas, los pares iónicos de las baterías o los semiconductores de los circuitos integrados.

Ir a la caverna nos costó muy caro y si tenemos la posibilidad de recordar nuestra vida en la época actual y todas sus comodidades, seguramente nos pondremos muy tristes. Pero deprimirse no es buena idea en la Edad de Piedra. Debemos estar alerta porque en cualquier momento un tigre dientes de sable podría convertirnos en su sabrosa cena. Para aliviar la nostalgia vamos a reflexionar cuánto hemos ganado en tantos siglos de experiencia. Afortunadamente en el transcurso de todo ese tiempo ha habido varios señores muy inteligentes o con mucha suerte que han puesto los materiales a nuestra disposición porque por alguna razón los descubrieron. Y justo ahora, en la Edad de Piedra, tendremos la gran oportunidad de presenciar un momento de gran trascendencia, el descubrimiento de un material nuevo. Así que pongámonos cómodos y preparémonos para la gran hazaña.

La caverna donde hemos aparecido es hogar de Truk, un joven troglodita que gusta de ir a pasear junto al mar. Por ser paseador no era muy buen trabajador y ya varios miembros de la tribu lo ven con malos ojos por su actitud displicente (es una manera de llamar a la hol-



gazanería). Esta mañana Truk decidió escabullirse para no ayudar a mover piedras junto a la caverna y se fue por la selva hacía su playa favorita. Después de un par de horas de disfrutar de las olas y el sol, súbitamente vio llegar un visitante. De entre la vegetación de la selva surgió un inmenso mamut.

Truk no era tonto (era nada más flojo), su cerebro empezó a funcionar a gran velocidad (dicen que esa característica del hombre de Cro-Mañón es la que le permitió sobrevivir hasta la época actual), regresó rápidamente a la caverna y comunicó a los demás habitantes de la presencia del exquisito y enorme filete. Dando a entender que él había pasado la mañana entera consiguiendo la cena para la tribu. Ser el héroe del cuento es siempre muy tentador.

Como resultado, la playa y el mamut recibieron la visita de una treintena de huéspedes armados de lanzas, piedras y mucha hambre. Saldo final: algunos muertos, varios heridos y un descomunal mamut que brindará alimento por semanas. Truk ha pasado de ser el perezoso del grupo al gran campeón que alimentó a la tribu. Aunque hemos de decir que pasó la mayor parte de la hazaña brincando, gritando y dando ánimo desde lejos a sus compañeros que libraban la batalla. A nuestro campeón le falta un poco de valor, pero esa es otra historia.



En la actualidad es un problema cargar algo que pesa cinco toneladas y en las épocas de Truk también, entonces se decidió llamar a las muchachas de la tribu con todos sus pedernales de cocina para condimentar “el pollo” en la misma playa. Entre todos y con mucha inventiva idearon unas horquetas, le atravesaron al mamut un tronco de lado a lado y lo pusieron a dar vueltas sobre una inmensa hoguera. Utilizaron medio bosque para que alcanzara (en la Edad de Piedra no había ningún tipo de control ambiental).

El mamut quedó delicioso.



Al día siguiente toda la gente se quedó en la caverna digiriendo el succulento banquete. Además se propusieron clasificar y guardar todo aquello aprovechable que quedó del mamut. Truk comió como cinco Truks el día del festín y después durmió por treinta horas seguidas.

Dejemos que el campeón Truk continúe descansando de su gran aventura y conozcamos a otras integrantes del grupo.

Entre las mujeres de la tribu vivían Chila y Nala, dos jóvenes muy amigas: Chila era venerada y asediada por todos los hombres de la tribu por poseer una espléndida figura. Recordemos que nos hemos trasladado a la prehistoria y el prototipo de mujer ideal de entonces es



aquella con un cuerpo exuberante, justo como el de Chila; su amiga Nala distaba mucho de ser una Venus prehistórica, su figura era más bien delgada y fina y por eso pasaba más o menos desapercibida para la tribu (hasta para su mamá). Sin embargo, eso no desanimaba a Nala, quien era muy trabajadora, inteligente y sumamente curiosa.



Y es precisamente su curiosidad la que está a punto de cambiar su vida y la de toda su tribu. El día posterior a la gran comilona había relativamente poco trabajo en la caverna y Nala decidió ir a ver los restos de la fogata. La mañana era muy fresca y el viento frío se colaba entre sus piernas haciéndola estornudar, se dio cuenta de que en donde había estado la fogata la arena aún se sentía caliente, se recostó en ese sitio y comenzó a jugar con la arena tibia que le daba una sensación de agradable calor.

En un momento dado introdujo su mano entre la arena y sintió un objeto muy duro, pero al mismo tiempo muy suave. Lo tomó con fuerza y lo extrajo del lugar donde estaba sepultado. El asombro de Nala no tuvo límites, en su mano tenía el objeto más hermoso que hubiera visto en su vida, era un cristal transparente con lados definidos como caras de gran tersura y vértices marcados y ocupaba la mitad del hueco de su mano. Por alguna extraña razón Nala sintió que tenía algo valioso en su mano.

Al principio pensó en esconderlo en la playa e ir a contemplarlo cada vez que pudiera escapar por un rato, comenzó a dar vueltas alrededor del sitio buscando algún buen escondite. Sin embargo, había una fuerza irresistible que la obligaba a voltear a verlo constantemente. Dejó la búsqueda de un escondite y reflexionó: ella quería seguirlo viendo y tenerlo con ella por siempre.



Con los dientes cortó una liana delgada que colgaba de un árbol de la selva cercana, se las ingenió durante un par de horas en alguna forma de amarrar su cristal sólidamente con la liana y después de lograrlo se lo ató al cuello a manera de collar. Sintióse feliz, regreso a la caverna.

Al día siguiente lo que había sido simplemente un gusto (eso sí, un súper gusto) de Nala se volvió todo un acontecimiento en la caverna. Todos admiraban el brillante objeto que Nala llevaba colgado en el cuello. Ese hipnotizante brillo solo podía ser producto de algún tipo de magia. Eso era, ¡Nala llevaba un amuleto mágico en el cuello!

Todos querían ver la maravilla, inclusive trataron en repetidas ocasiones de tocar el colgante y de hecho dos o tres impertinentes (de ambos sexos) se acercaron a ella con malas intenciones. La pequeña Nala pasó de ser prácticamente invisible a alguien importante y sin saber de dónde, surgieron guardias que la cuidaban y acompañaban a todos lados (has-



ta para ir al baño). Y la pobre Chila vio cómo de un día para otro desaparecía su popularidad: su consuelo fue convertirse en la confidente de la persona más importante del clan.

Obviamente se le interrogó, pero debemos comprender que en aquella época el lenguaje era muy limitado a diferencia de la imaginación, que era inmensa. Pronto existieron diversas versiones acerca del origen del amuleto mágico: en una Nala había dado a luz al cristal y debía considerársele como algo sagrado; en otra la Luna se lo había regalado y entonces creían que ella mantenía relaciones interplanetarias. Algunos descabellados pensaban que no era mala idea poner a ambos (el cristal y Nala) en una hoguera para aplacar la ira divina. Nala con sus cortos medios únicamente repetía la verdad, ella extrajo el cristal de los restos de la hoguera donde cocinaron el mamut. No podremos saber hasta dónde hubieran llegado las cosas porque todas las especulaciones cesaron al arribar visitas a la caverna. El aroma del mamut rostizado y la historia de la cacería se habían diseminado rápidamente y tribus vecinas de otras cavernas mandaron embajadores en busca de negociaciones para poder obtener al menos una costilla del enorme mamut. Una tribu en particular que era muy grande (y agresiva) pretendía llegar y tomar sin más todo lo que quedaba del mamut y estaban dispuestos a todo para conseguirlo. En un momento muy tenso ambos jefes se enfrentaron cara a cara con todos los integrantes de su tribu detrás de ellos, armados y listos para el combate.



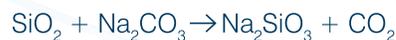
De pronto, los miembros de la tribu vecina repararon en el cristal de Nala y como había sucedido antes, quedaron hipnotizados por su esplendor. Inició la segunda ronda de especulaciones y una mujer de los invasores mencionó que la niña llevaba un trozo de cielo en el cuello y que debía ser hechicera. Súbitamente los miembros de la tribu invasora tiraron sus armas y se inclinaron ante la sacerdotisa del cielo.

El jefe de la tribu de Nala se dio cuenta de todo el partido que podía sacar de su niña maravillosa y su cristal mágico (la astucia era un requisito para sobrevivir en esta salvaje era) y aprovechando el momento se acercó a Nala, la abrazó y la llamó su amada hija.

La situación cambió completamente, se establecieron verdaderas negociaciones, se intercambiaron armas, regalos y alimentos y a la larga se llegó a formar una especie de asociación entre ambos grupos porque todos querían pertenecer al clan de los hijos del cielo, todo esto gracias al cristal de Nala.

Y ahora reflexionemos un poco en el gran suceso de la playa. ¿Qué era ese cristal maravilloso que Nala descubrió?

La respuesta es muy sencilla. ¡Era vidrio! Los miembros de la tribu nunca habían cocinado un mamut entero sobre el suelo de arena de la playa, nunca habían levantado una hoguera de esa magnitud (tamaño mamut) y sin darse cuenta al mismo tiempo que cocinaban al mamut cocinaron también la arena llevando a cabo la siguiente reacción:



El compuesto dióxido de silicio (SiO_2) se conoce como cuarzo de una manera elegante. Sin embargo, en la calle o en la ferretería se le conoce como arena (o piedras, o de la manera más humilde como tierra). Es el compuesto más abundante en nuestro planeta y por lo

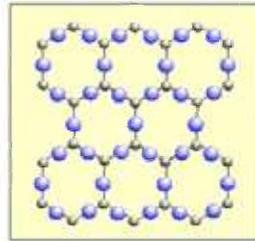


mismo se le encuentra en todos lados y en muy diversas formas. Por ejemplo, algunos silicatos de berilio se conocen como esmeraldas y otros de manganeso o aluminio se llaman granates, esas son joyas muy apreciadas. Pero volviendo a nuestra historia, los miembros de la tribu de Nala hicieron la reacción de cuarzo (SiO_2) y carbonato de sodio (Na_2CO_3) que son componentes comunes en la arena de las playas y sin darse cuenta descubrieron el primer material artificial: el vidrio.

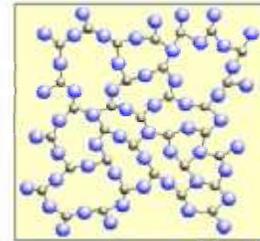
Y ya que estamos entusiasmados describiendo al vidrio, vamos a hablar un poco de otro material que es muy similar e incluso comúnmente es tratado como un sinónimo del vidrio. Sin embargo, es de hecho bastante diferente: el cristal. El vidrio es un curioso misterio de la ciencia, su acomodo a nivel molecular puede llegar a ser inclusive amorfo. En contraste, un cristal es una de las cosas más simétricas que hay en la naturaleza y es que el problema es bastante complejo: todos estamos acostumbrados a que la materia puede existir únicamente en tres estados de agregación, sólido, líquido o gas, pero la realidad que han encontrado los científicos es mucho más compleja. Existen otros estados que presentan peculiaridades únicas, por ejemplo el fuego, que justamente es otro estado de la materia diferente a los tres antes citados y al que se le denomina plasma. Por increíble que parezca, el humilde vidrio de la ventana de nuestro cuarto o del envase de nuestro refresco (o cerveza) no se encuentra en estado sólido, aunque a nuestra vista parece que sí. A este quinto estado de la materia se le denomina precisamente estado vítreo.



El estado vítreo se asemeja mucho al estado sólido (aunque es un poco más elástico). Sin embargo, presenta una característica importante del estado líquido a la que científicamente se le llama isotropía óptica y que en la calle se conoce como transparencia. Los científicos denominan a esta textura como la de un líquido sobre-enfriado (de hecho, el vidrio fluye, aunque con una lentitud desesperante) y su estructura molecular no necesariamente es simétrica, puede tener muchos grados de desorden hasta llegar al estado amorfo.



Estructura cristalina.



Estructura amorfa.

En el otro extremo están los cristales que tienen marcadas diferencias respecto al vidrio que se describe arriba. Para empezar cualquier sustancia que pueda arreglar sus moléculas en patrones que se repitan en las tres dimensiones del espacio dará lugar a un cristal y este último puede ser desde una joya hasta una muestra de ADN (ácido desoxirribonucleico), o sea el portador de mensajes genéticos. Se podría decir que un cristal más que una piedra es un estado (pero no de ánimo sino de agregación). Una sustancia dada puede presentar dos estados de agregación en la misma fase: por ejemplo, el carbono se puede presentar como diamante (que es sólido y está en estado cristalino) o fullereno (que es un sólido no asociado que tiende a ser amorfo).

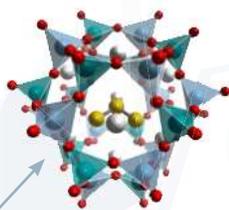
Como se indicó antes, para que se considere que una sustancia se encuentra en estado cristalino únicamente debe acomodar sus unidades discretas (átomos o moléculas) en patrones que se repitan, y estos tienden a



¡Ciencia en las fronteras!

formar poliedros regulares (cubos, prismas, etcétera). Aprovechando esos patrones se tallan gemas, se hacen cristales ópticos o dispositivos electrónicos.

Estructura cristalina de la Lazurita. Componente del Lapislázuli.



confundiéndolos sin que haya mucho daño (a menos que se le quiera vender a alguien un florero en un millón de pesos porque es de cristal mágico).



Un vidrio puede encontrarse en estado cristalino (aunque es raro), pero en general no es lo mismo que un cristal y tampoco se estudian de la misma manera. Sin embargo, estamos acostumbrados a revolver ambos términos porque en la vida cotidiana así lo hemos visto desde niños: “Vamos a brindar con las copas de cristal cortado” (en realidad son de vidrio); “Se ha empañado el cristal del coche”; “¿Será un diamante? No creo, yo le veo cara de vidriante”.

Después de esta singular explicación, el Sol vuelve a salir, abrimos los ojos y con alegría nos damos cuenta de que estamos nuevamente en nuestra cómoda cama (y rodeados de nuestros maravillosos materiales a los que ahora amaremos más). Afortunadamente nuestra aventura ha sido solo un sueño. Sin embargo, hemos sido testigos de un fabuloso suceso que cambió la vida de Nala y probablemente también la nuestra: el descubrimiento de un material nuevo.

Únicamente a nivel científico se hace hincapié en la diferencia, en la calle podemos continuar





MONITOR CARDIACO

GUSTAVO SHEPARD NAVA Y ERIC FERNANDO GARCÍA PARRA
Ing. Biomédica, 5.º semestre e Ing. Mecatrónica, 5.º semestre



El monitor cardiaco o monitor de signos vitales es un dispositivo que detecta, procesa y muestra los parámetros fisiológicos de un paciente conectado a éste. Para lograrlo, utiliza las señales eléctricas del corazón para desplegar gráficamente su estado funcional. Por lo general solo se utiliza en personas que tienen alguna enfermedad cardíaca o que se han sometido a una operación o han sufrido un infarto recientemente.

El monitor opera con el uso de electrodos conectados al paciente que transforman la corriente iónica del corazón humano en corriente

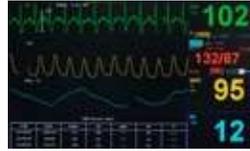
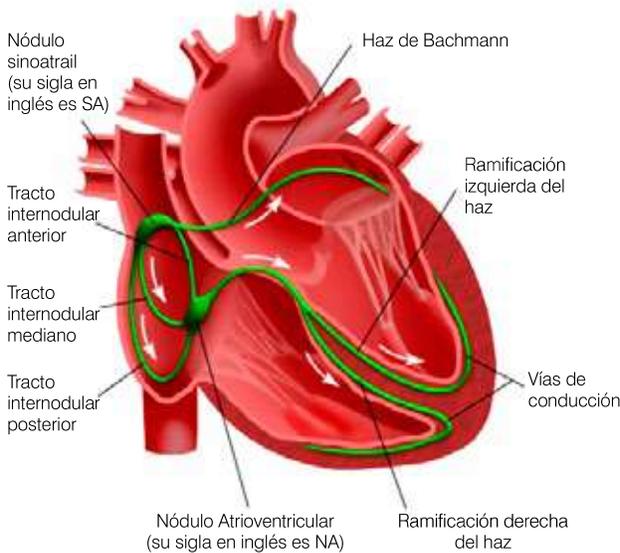
electrónica de baja amplitud (100 μ V a 5mV), que a su vez se amplifica para poder ser digitalizada. Los electrodos deben estar organizados en una manera específica en primer lugar para lograr la mejor recepción de la señal y –en segundo lugar– para tener una mejor lectura de los datos, los electrodos tratan de tomarle una foto al circuito del corazón, las fotos tienen que estar organizadas para que representen correctamente la secuencia. El monitor lo podemos encontrar en distintas presentaciones. En los hospitales, como pequeños monitores en la pared o en carritos portátiles; otros son implantados de manera subcutá-



nea para un uso personal mayor a tres años, y otros son tan pequeños que pueden estar integrados en los relojes inteligentes.

El corazón genera impulsos eléctricos para poder bombear sangre a todo el cuerpo. Para hacerlo cuenta con un sistema que los genera, envía un impulso eléctrico para contraer las aurículas y que la sangre llegue a los ventrículos; después, impulsos eléctricos contraen a los ventrículos logrando el bombeo de sangre al cuerpo entero. Para generar estos estímulos eléctricos los nódulos emiten impulsos que viajan por los fascículos. El nódulo sinusal genera los impulsos para contraer las aurículas, mientras el nódulo atrioventricular recibe el impulso de las aurículas y lo envía a los ventrículos, y las ramas conducen a los impulsos por los ventrículos mientras se contraen.

El sistema eléctrico del corazón



Expresión de resultados.



Monitor de signos vitales portátil con monitor cardíaco integrado.



Monitor cardíaco hospitalario móvil.

Tomadas de: <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=anatomyandfunctionoftheelectricalsystem-90-P04865>

Estos monitores son capaces de desplegar información tan importante como: frecuencia respiratoria, presión no invasiva (PNI), presión invasiva (PI), saturación de oxígeno (SpO₂), saturación venosa de oxígeno (SvO₂), presión intracraneana, presión de gases de vía aérea o anestesia, etcétera. Es importante recordar que los resultados deben ser interpretados por un profesional de la salud.

Referencias:

- Anónimo. "El sistema eléctrico del corazón". Recuperado de: <https://www.fairview.org/patient-education/82748#:~:text=Patient%20EducationEl%20sistema%20el%C3%A9ctrico%20del%20coraz%C3%B3n,dos%20c%C3%A1maras%20inferiores%20del%20coraz%C3%B3n>
- Carlos C. A., Eduardo G. (2007). "Procesamiento digital sobre monitor cardíaco", Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba, Argentina. Recuperado de: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-74471-9_116
- Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2003). "Monitor de signos vitales", Secretaría de Salud, México. Recuperado de: http://www.cenotec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/13gt_monitores.pdf
- Monitores de eventos cardíacos: MedlinePlus Enciclopedia Médica. (s.f.-b). Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007700.htm>



EL CRONÓMETRO MIDE MÁS QUE SOLO EL TIEMPO

KARLA XIMENA ÁNGELES DÍAZ
Ingeniería Industrial, 4.º semestre

A bordo no hay más cuerda que la del reloj.
Marinero (refrán popular)

La navegación marítima en el siglo XVI no alcanzaba a satisfacer los estándares actuales de precisión y seguridad. Uno de sus mayores obstáculos fue “el problema de la longitud”, ya que era una de las causas principales de innumerables muertes, naufragios y pérdidas de cargamento. Con el incremento del comercio y el número de exploradores, queda claro que esta situación necesitaba una solución inmediata.

La posición de un barco está dada por dos coordenadas: latitud y longitud. La primera es la posición norte-sur relativa al ecuador, lo cual los astrónomos localizaron basándose en el ángulo del Sol sobre el horizonte cuando éste se encontraba en su punto más alto y con la ayuda de un conjunto de tablas. Por otro lado, cuando caía la noche, dado que los polos de la Tierra son inmóviles, la latitud puede ser determinada por la Estrella del Norte, Polaris, sobre el horizonte.

Sin embargo, el verdadero problema yace al tratar de obtener la longitud, la cual es la posición este-oeste. Las complicaciones surgen a causa de que la Tierra rota constantemente alrededor de su propio eje; pero, se logró comprender un principio básico que ayudó al cálculo de la longitud en el océano: la distancia de la longitud a otro lugar es la misma que la diferencia horaria local de ese lugar, expresada en términos angulares alrededor del eje de la Tierra. Lo que significa que la Tierra gira 360° en 24 horas, y que cada hora de diferencia horaria equivale a 15° en longitud.

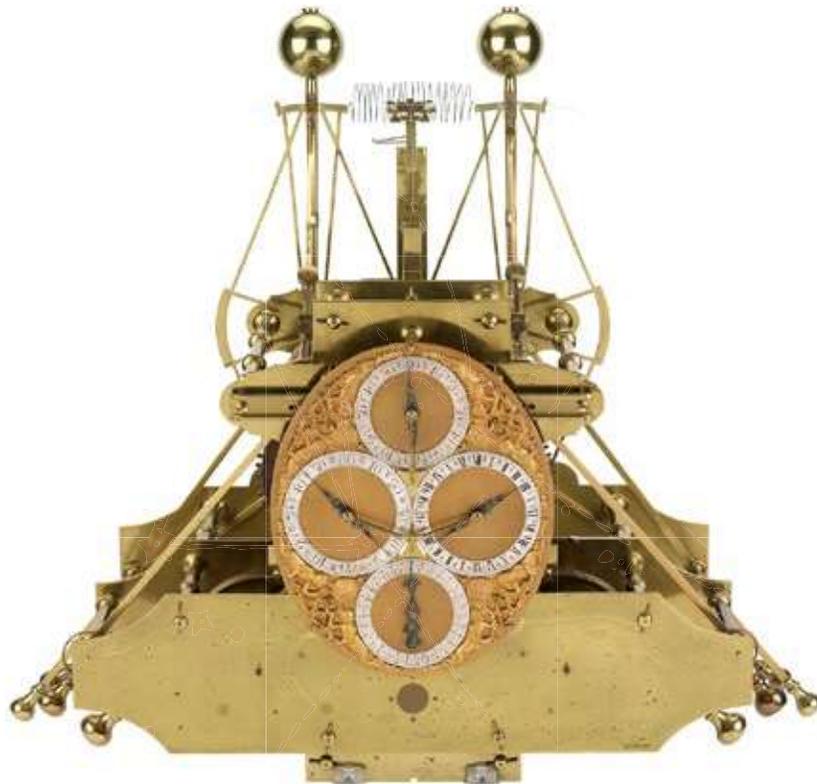




De la necesidad al invento

Era tanta la demandada en el siglo XVII que varios gobernantes ofrecían premios monetarios a quien lograra encontrar un método para calcular la longitud, y es aquí donde entra en acción nuestro gran héroe, John Harrison, un relojero inglés.

En 1735, Harrison construyó el primer cronómetro marino, H1, que tenía gran precisión. El aparato era un reloj hecho mayormente de guayacán (una madera dura y densa) en combinación con latón. Contenía una rueda de escape diseñada para dar impulso al péndulo de manera recta sin necesidad de deslizarse, lo que evitó la necesidad de lubricación.



Primer cronómetro marino, H1.

El relojero se basó en tres principios para crear este cronómetro: insensibilidad a la cantidad de poder disponible para manejar el regulador, resistencia a la temperatura y operatividad fiable por largos periodos de tiempo en condiciones severas (durabilidad).

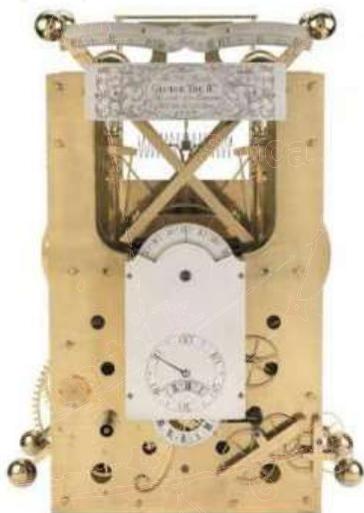
Con el fin de cubrir el primer principio, Harrison incorporó un 'caracol' para mantener el movimiento mientras se le daba cuerda, además de ruedas de escape, *remontoires*, y espirales del reloj con movimientos de igual duración. En cuanto al segundo principio, Harrison utilizó un método llamado "compensación", el cual cam-



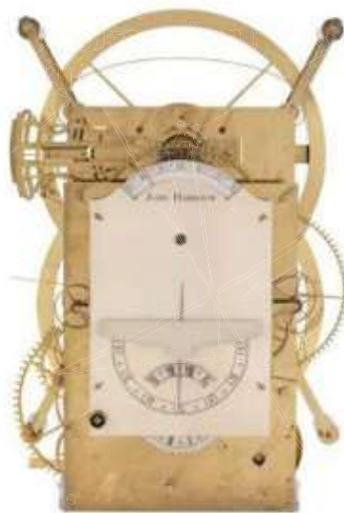
bia la longitud del espiral de reloj en función de la temperatura. Sin embargo, más adelante, en 1765, Pierre Leroy desarrolló un mejor método llamado “balance de compensación”, el cual cambia el momento de inercia del balance en función de la temperatura. Por último, el tercer principio: para evitar el desgaste, óxido y fatiga de los materiales, Harrison optó por el guayacán, rodillos, ruedas de escape antifricción, y espirales de reloj de oro, posteriormente reemplazados por espirales de acero y paladio.

En 1736, Harrison comenzó la construcción de un segundo cronómetro marino, H2, en busca de mejoras. Este modelo fue más grande y hecho enteramente de metal, quitando la caja y la suspensión cardánica en donde antes venía montado; sin embargo, al momento de terminar el diseño se dio cuenta de errores en el balance, por lo que rápidamente empezó el diseño del cronómetro H3, al cual le incorporó ruedas de latón, una encima de la otra, como solución al problema anterior. Asimismo, se dio cuenta de que los resortes espirales no podían ofrecer un torque uniformemente creciente cuando se le daba cuerda al aparato, por lo que decidió remover el resorte espiral secundario y el helicoidal con un sistema de palanca. Este modelo no fue tan bueno, pero sí incluyó dos ideas brillantes: la tira bimetálica y el cojinete de rodillos.

El H4 fue un modelo más pequeño, portátil, lo cual era una gran ventaja en el mundo marítimo. Este es el reloj más famoso de todos los tiempos por ser el primer cronómetro marino capaz de respaldar la navegación marítima mundial. En él, se utilizaron rubíes y diamantes, se balanceó su movimiento en cardán de latón para que se mantuviera perfectamente nivelado en alta mar, ofreciendo



Segundo cronómetro marino, H2.



Tercer cronómetro marino, H3.



El famoso cronómetro marino, H4.

así, una mayor precisión. El H4 fue cercanamente hecho sin fricción, y haciendo que tuviera su primera prueba en un viaje a Jamaica en 1760. El aparato logró perder solamente 5.1 segundos en un viaje de 81 días. Por primera vez en todos los tiempos, los marineros pudieron saber su posición en el océano con un buen grado de exactitud.

Después del H4, Harrison intentó un último cronómetro, el H5. En este, buscó simplificar los aspectos mecánicos del H4; sin embargo el más famoso y con la base científica de los cronómetros marinos seguía y sigue siendo el H4.

Además del H5, se hicieron las copias K1, K2 y K3, realizadas por el discípulo de Harrison, Larcum Kendall. Todos estos cronómetros se encuentran actualmente exhibidos en el Museo Marítimo Nacional de Greenwich, Gran Bretaña.

A lo largo de los años, hubo otros interesados en hacer contribuciones significativas a este gran invento. Por ejemplo, Pierre Leroy, quien inventó el dispositivo de frenado de la rueda de escape en 1765 y construyó su propio cronómetro con todos los conceptos modernos de su época.

Por otro lado, Berthoud, Breguet y Motel diseñaron cronómetros para la marina. Sin embargo, a pesar de ser más artísticos, eran imprácticos y caros. Adicionalmente, Thomas Mudge inventó un mecanismo que consistía en una palanca de rueda de escape. Este mecanismo fue dominante hasta la introducción de relojes eléctricos de quartz.

Earnshaw laminó los componentes de latón y acero del balance bimetálico. En el mejoramiento de este aparato, también intervinieron relojeros que buscaban colocar los productos en el mundo comercial. Y hoy, como sabemos, esta es una de las industrias más poderosas a nivel internacional. Se crearon varias marcas para los cronómetros marinos, por ejemplo: Ulysse Nardin, fundada en 1846 por un joven suizo del mismo nombre. Aprovechando la demanda de cronómetros marinos y de bolsillo en la marina y en el transporte marítimo, Nardin logró posicionarse rápidamente en el mercado internacional. Otros de los que decidieron entrar en este mercado fueron los alemanes, con la marca Glashütte en el siglo XIX. Asimismo, se encontraban Ditisheim y Paillard, que junto con la marca Nardin, lideraron la industria suiza de cronómetros.

A pesar de los buenos tiempos por los que pasó el cronómetro marino, no siempre tuvo éxito. En los años de 1918 a 1939, este

