



CIENCIA MÁS TECNOLOGÍA

1 de agosto de 2018 - Año 3, N.º 36



Mujeres en la ciencia

Cada año aumenta la cantidad de mujeres graduadas en carreras afines a la ciencia y la tecnología, pero la inequidad de género continúa en los sectores con mayor demanda laboral.



La lucha por la igualdad en el campo científico promovió la creación de 500 Women Scientists (foto tomada del Facebook oficial de 500 Women Scientists).

Científicas del mundo contra el sexismo



Miles de científicas alrededor del planeta crearon una coalición para luchar contra el sexismo en el ámbito científico y para promulgar la importancia de la ciencia.

Lucía Vargas Araya
Bióloga marina, Universidad Nacional

El desproporcionado protagonismo masculino en conferencias, en el liderazgo de grupos de investigación, así como en puestos académicos de mando son un reflejo del sexismo en el gremio científico.

Además, la remuneración de las mujeres investigadoras suele ser menor que la de sus colegas hombres. Según datos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la diferencia general entre los salarios por hora entre uno y otro sexo ronda el 20 %.

Asimismo, las investigadoras muchas veces son víctimas de comentarios o contacto físico no deseado en el ambiente laboral y académico, por parte de acosadores, principalmente las más jóvenes. Esto tiene repercusiones emocionales y las inhibe en su crecimiento profesional.

La mayoría calla por temor a represalias que puedan afectar su progreso profesional, como arriesgar sus becas, financiamiento de proyectos y su credibilidad. Por otro lado, las mujeres que sí denuncian suelen observar que los acosadores reinciden en su comportamiento ofensivo y discriminatorio, y permanecen impunes en sus puestos académicos.

Por todas estas razones y ante la elección de Donald Trump como presidente de Estados Unidos, en el 2016 Jane Zelikova, ecóloga e investigadora de la Universidad de Wyoming, redactó con sus colegas una carta, en la que expresaron su preocupación por la negativa del mandatario de reconocer el fenómeno del cambio climático y por la misoginia liderada por él.

En el documento se comprometieron a luchar por la igualdad en la comunidad científica y a destacar la relevancia de la ciencia. Su meta era reunir 500 firmas. “Fue un impulso más allá de los Estados Unidos, que resonó en personas de casi todos los países”, explicó Zelikova.

De ese modo, se fundó 500 Women Scientists, una organización sin fines de lucro que ahora supera las 20 000 mujeres aliadas, de más de 100 países.

500 mujeres científicas

La agrupación realiza actividades para divulgar la importancia de la ciencia, empoderar a las científicas y proponer soluciones a la desigualdad existente en las carreras de ciencias.

Para esto, ellas se organizan en grupos locales o *Pods*. Resulta muy simbólico el hecho de que, en el campo de la biología, los *Pods* constituyen un grupo social de ballenas, frecuentemente liderado por hembras, en el que estas se protegen durante el proceso de migración.

Las científicas costarricenses se sintieron identificadas con el movimiento y organizaron su propio *pod*: 500 científicas Costa Rica. Muchas investigadoras han

encontrado un apoyo en el colectivo femenino al conocerse entre ellas e identificar en otras sus mismas inquietudes.

En una atmósfera de sororidad, las científicas son escuchadas y apoyadas por la comunidad de más de 400 simpatizantes. “Me hubiera encantado que existiera –500 científicas– cuando empecé la carrera”, expresó Denisse Sánchez, joven bióloga y organizadora del grupo de mujeres.

El grupo local o *pod* se divide en un núcleo organizador, un grupo de gestión y uno de planeamiento social, con el fin de involucrar a más mujeres, realizar trabajo en redes y proyectarse a la sociedad. Mediante su grupo digital en redes sociales comparten entre ellas ofertas laborales, publicaciones científicas de su autoría, artículos de apoyo moral y de interés científico.

Para trabajar y aunar la pluralidad de opiniones de todas las simpatizantes, las integrantes se reúnen periódicamente. En estos espacios, ellas han logrado conformar equipos de trabajo, crear una página web, participar en las marchas por la ciencia y en la del Día de la Mujer, así como crear vínculos laborales.

El grupo 500 científicas Costa Rica está abierto a las mujeres identificadas con el objetivo de trabajar por su mayor incorporación en la ciencia, y que deseen colaborar con el grupo.

Después de la pasada campaña electoral en el país, las científicas redactaron y firmaron una carta para promover el pensamiento crítico y rechazar los estereotipos en cuanto al papel de la mujer en la sociedad.

Según Sánchez, en uno de los encuentros organizado por el colectivo y abierto a todo el público: “la gente se dio cuenta de

que el sexismo en el ámbito científico es un tema importante y falta mucho conocimiento al respecto”.

Además, la bióloga comentó que el evento demostró la necesidad de establecer un plan estratégico para proyectarse con mayor claridad a la sociedad, como mujeres científicas y como grupo.

Unidas son más fuertes

Las integrantes del grupo reconocen que para tomar mayor fuerza y alcanzar el éxito en sus carreras, deben darse cambios institucionales y culturales profundos, de modo que el acceso y apoyo a los hombres y mujeres que hacen ciencia sean igualitarios.

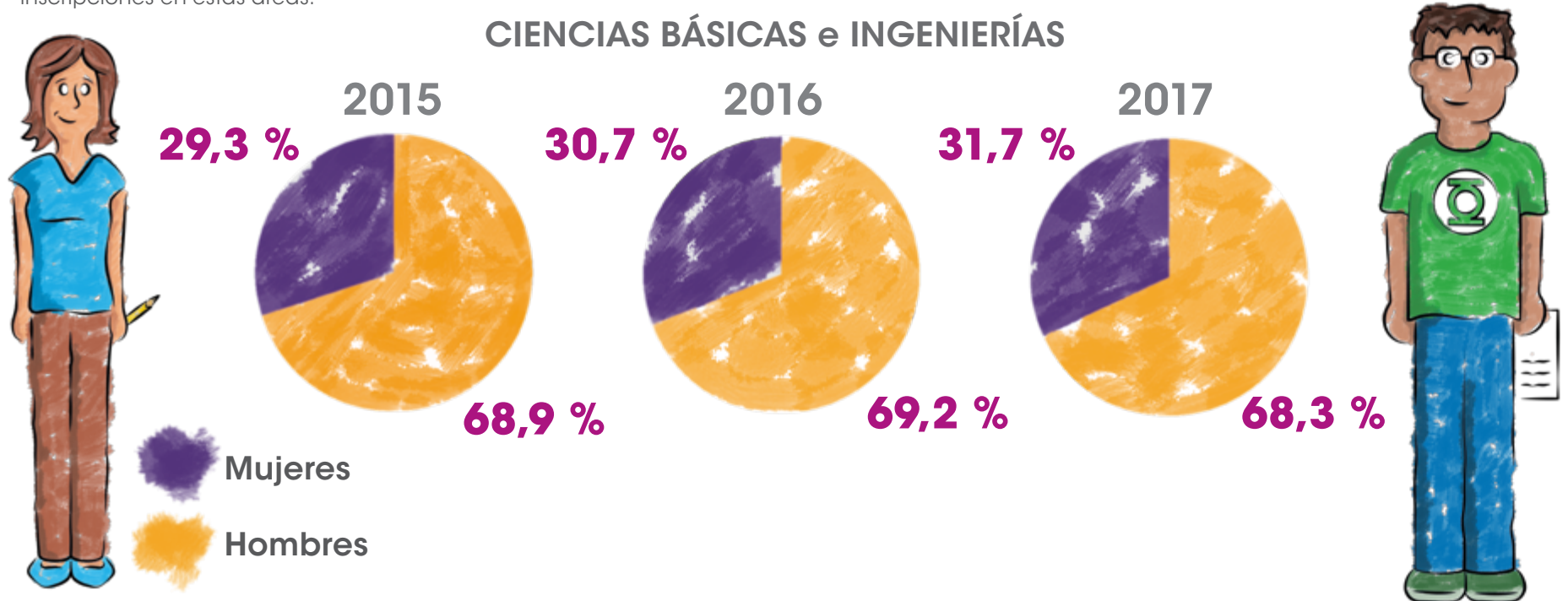
La inclusión de la mujer en los grupos científicos y su mayor incidencia es necesaria no solo por un tema de justicia, sino también porque la diversidad dentro de cualquier equipo de trabajo genera mejores resultados, y, en la ciencia, estos son cruciales para que la sociedad avance.

A pesar de las limitaciones, el entusiasmo de 500 científicas sugiere que el proceso de cambio puede acelerarse y que todas juntas dibujan un panorama muy positivo. Así, mujeres empoderadas han logrado motivar a otras y unidas se comprometen a derribar obstáculos.

De esta manera, se trabaja y se lucha por el derecho de las científicas a ejercer plenamente su curiosidad, compartir sus ideas, capacidades y propuestas, necesarias para el desarrollo social. ■

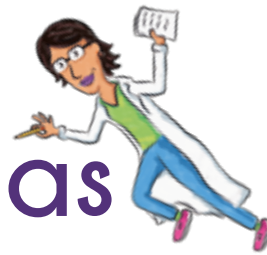
Brecha de género en la matrícula en ciencias e ingeniería

Las matrículas regulares en las carreras de Ciencias Básicas e Ingeniería de las universidades públicas son un cuello de botella para las mujeres. Por el contrario, los hombres siguen presentando una mayor cantidad de inscripciones en estas áreas.



Fuente: Observatorio Laboral de Profesiones (OLAP, Conare) / Diseño: Rafael Espinoza.

Mujeres continúan relegadas en las ciencias



Aunque las cifras han mejorado para las mujeres, las estadísticas siguen a favor de los hombres en el campo laboral y de la investigación, en áreas científicas y tecnológicas.

Paula Umaña González
paula.umana@ucr.ac.cr

¿Qué nombre se le viene a la mente si le preguntaran por alguna científica? Posiblemente recuerde los nombres de la polaca Marie Curie o de la inglesa Rosalind Franklin, ambas estandarizadas femeninas en el campo científico. ¿Y si le preguntaran acerca de científicos? Es casi seguro que los nombres en la lista se triplicarían.

La ciencia, la innovación y la tecnología son palabras que se han relacionado a través de la historia con un quehacer masculino, mientras que para las mujeres estas áreas siguen presentando obstáculos para su ejercicio pleno.

Si bien el número de mujeres profesionales en carreras relacionadas con el campo STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés) ha aumentado en el país, la brecha de género persiste en las aulas y en escenarios como la investigación y la academia.

En este tema, cabe destacar el estudio *Las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe*, del Banco Interamericano de

Desarrollo (BID). Según dicho análisis, más del 40 % de investigadores en América Latina son mujeres y, en las empresas, el porcentaje de mujeres que investigan se sitúa entre el 18 % y 28 %.

En Costa Rica, a partir del 2011, las graduaciones en disciplinas científicas comenzaron a tener más rostro femenino. Los datos de la plataforma *Hipatia*, del Estado de la Nación, señalan que en el 2017 la titulación de mujeres en áreas científicas y tecnológicas reportaba una tasa de crecimiento promedio anual de 11,8 %, mientras que la de los hombres era de 7,9 %.

Este cambio histórico tiene su punto de inflexión en las ciencias médicas, ya que se acentúa la cantidad de mujeres graduadas en este campo, específicamente en la carrera de Enfermería. No obstante, las demás ciencias (agrícolas, exactas y naturales, y las ingenierías) continúan marcando una brecha a favor de los hombres.

Además, el Primer Informe del Estado de las Capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación en Costa Rica, publicado en el 2014, aseguraba que en los grupos investigativos el 43 % de los actores relevantes eran mujeres, una cifra que ha crecido a través de los años, pero que sigue reflejando la desigualdad.

“Aunque hay un cambio que está facilitando la inserción de las mujeres de una forma más plena en las investigaciones, estas siguen siendo lideradas principalmente por hombres. Uno esperaría que al incorporarse nuevas investigadoras, esta distribución sea más equitativa en algún momento”, explicó

Ana María Durán Quesada, investigadora en física atmosférica.

De la misma manera, la brecha de género se remarca en los niveles más altos de formación, ya que según el Informe citado, de los 34 mejores perfiles del país, solo tres son mujeres.

“Conforme se avanza, la cantidad de mujeres disminuye. En el caso de los ingresos a posgrado, por ejemplo, la mayor parte de los cupos sigue siendo ocupada por hombres. Y a nivel de carrera académica, la participación de la mujer se ha centrado en un papel muy tradicional”, señaló Durán.

Matrículas marcadas

Al tomar en cuenta las matrículas regulares (no únicamente las de primer ingreso), reportadas por las universidades estatales en el primer período del ciclo lectivo en las carreras de Ciencias Básicas e Ingenierías, se evidencia que la brecha entre hombres y mujeres es abismal.

“Hay un efecto tijera, que es que aunque haya igual cantidad de mujeres que entran a esas carreras, a medida que uno va avanzando se va ampliando la diferencia entre hombres y mujeres, se va abriendo la brecha”, manifestó Henriette Raventós Vorst, investigadora de la UCR en el campo de la genética humana.

“Si usted ve los Premios Nacionales o las mujeres que están en la Academia Nacional de Ciencias, la brecha es aún mayor”, añadió.

En este sentido, si bien la cantidad de mujeres que se inscriben en estas áreas ha aumentado, lo cierto es que el crecimiento lo presentan también los hombres.

Por ejemplo, en el 2015, la cantidad de hombres que matricularon las disciplinas en cuestión fue 19 037, mientras que el total de mujeres apenas sobrepasaba las 8 000. En el 2016, las mujeres alcanzaron 8 802 matrículas en Ciencias Básicas e Ingenierías y los hombres abarcaron más del doble (casi 20 000).

El año anterior, las universidades públicas tuvieron 19 803 matrículas de parte del género masculino y 9 197 del género femenino. Estas últimas presentaron un leve aumento.

“Las personas relacionan que los hombres son mejores en carreras de ciencias, matemáticas e ingenierías y esto se ha demostrado en muchos estudios. Incluso, las mismas mujeres a veces tenemos ese sexismo incorporado y no nos damos cuenta. Por diferentes factores sociales y el condicionamiento durante la infancia, creemos que somos menos capaces en esas áreas. Es algo que nos metieron en la cabeza y que hay que ir venciendo”, expresó Raventós.

En suma, aunque la situación de las mujeres en el campo científico ha mejorado, los números indican que aún queda un amplio camino por recorrer para alcanzar la equidad de género, sobre todo en disciplinas con mayor demanda laboral. ■

Ticas en la ciencia

La Universidad de Costa Rica (UCR) aporta diariamente al avance de la ciencia y la tecnología en el país. Y cada vez son más las mujeres que se incorporan a la investigación científica desde diferentes disciplinas.

Conozca a Denise, a Ana María y a Celeste, tres científicas jóvenes de la UCR.

Denise Dajles Kellermann, 35 años Ingeniera biomédica

Apasionada desde siempre por la ingeniería, Dajles concluyó su Bachillerato en Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Costa Rica (UCR). Para combinar sus conocimientos con otra de sus pasiones, la medicina, viajó a Estados Unidos, donde obtuvo una Maestría en Ingeniería Biomédica, con énfasis en Ingeniería Neurológica.

Actualmente, la ingeniera es investigadora del Laboratorio de Reconocimiento de Patrones y Sistemas Inteligentes (PRIS-LAB) de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UCR.

Para Dajles, la situación de las mujeres en carreras científicas ha cambiado a lo largo de los años. "Debemos cambiar las ideas preconcebidas de que las mujeres somos 'malas' para la ciencia o la ingeniería. Es muy importante impulsar la mentoría y programas de acompañamiento, porque las jóvenes, a veces, al verse en minoría se sienten asustadas y eso les impide desarrollarse al máximo", opinó.

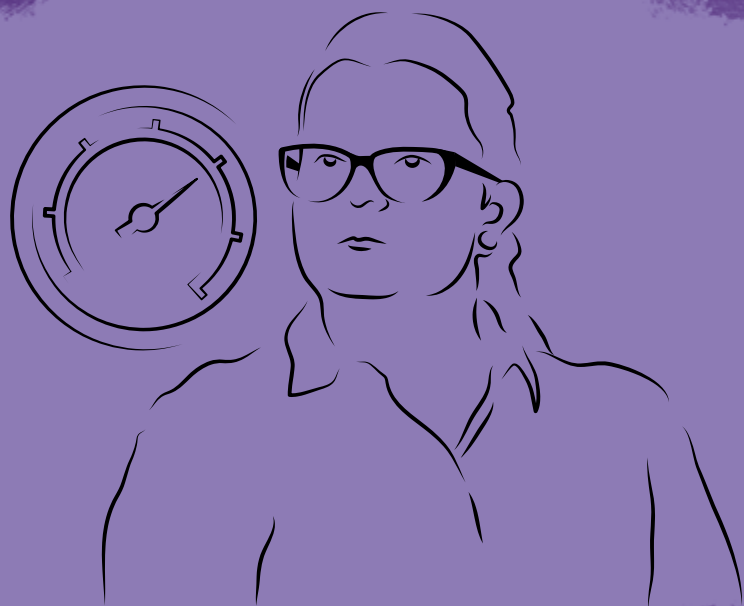


Ana María Durán Quesada, 33 años Física atmosférica

Su interés por la forma en que ocurren los procesos en la naturaleza la llevó a estudiar Física. Después de obtener su bachillerato en la UCR, cruzó las fronteras hasta llegar a España, donde cursó la Maestría en Meteorología, Oceanografía Física y Cambio Climático. Luego, obtuvo un Doctorado en Física Aplicada.

En la actualidad, Durán se desempeña como investigadora del Centro de Investigaciones Geofísicas (Cigefi) y es la directora del Posgrado en Ciencias de la Atmósfera, de la UCR. Para la física, es necesario motivar un cambio sustancial tanto en el sistema educativo como en la formación en la familia para promover una verdadera equidad.

"No se trata de promover que las mujeres estudien o no una carrera determinada. Se debe trabajar con programas de integración que borren las brechas de género y dignifiquen la igualdad, con independencia de género y también de contexto social, que es un elemento importante para asegurar una sociedad más equitativa en todo sentido", explicó Durán.



Celeste Sánchez Noguera, 32 años Bióloga marina

Siguiendo su interés por la naturaleza, Sánchez estudió la carrera de Biología en la UCR, donde escogió el campo de la biología marina. La bióloga se ha especializado en la ecología de arrecifes coralinos y la acidificación oceánica. Cuenta con una Maestría en Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales, de esa misma universidad. Actualmente, es candidata a doctorado en la Universidad de Hamburgo, en Alemania.

Además, es investigadora en el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (Cimar) de la UCR.

De acuerdo con Sánchez: "existe el mito de que los hombres son los buenos en cosas relacionadas con las matemáticas. Esto es lamentable, porque en el campo nos damos cuenta de que somos igual de capaces. Tiene que haber un cambio de mentalidad, el cual debe empezar desde que las chicas están en la escuela o en el colegio, que entiendan que este tipo de carreras son una opción para ellas".



Textos: Paula Umaña / Diseño: Rafael Espinoza.



A través de la paleoclimatología, se ha podido reconstruir las condiciones climáticas desde épocas prehistóricas (foto: Cristian Araya).

El clima del pasado ayuda a entender el presente

Para comprender la magnitud del cambio climático actual, la ciencia hurga las huellas dejadas por el clima hace miles y millones de años.

Patricia Blanco Picado
patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

En el último período glacial, hace unos 20 000 años, las cumbres de Talamanca permanecían cubiertas de nieve. Este dato, que hoy puede resultar una simple curiosidad, no se habría conocido sin la reconstrucción de las condiciones climáticas antiguas.

De igual modo, se ha podido rehacer los períodos más cálidos desde la formación de la Tierra, insumo clave para entender e interpretar el porqué del cambio climático del presente, y para realizar proyecciones hacia el futuro.

Según los científicos, el calentamiento global de nuestro planeta no tiene puntos de comparación en el tiempo reciente. De ahí que han puesto la mirada en las variaciones climáticas de hace miles o millones de años, cuando los seres humanos no existían, para encontrar huellas de condiciones semejantes que ayuden a comprender la magnitud del fenómeno actual.

Esta área de investigación se conoce como paleoclimatología, y en Costa Rica aún es poco conocida. Sin embargo, los primeros pasos para desarrollar los estudios paleoclimáticos en la Universidad de Costa Rica (UCR) ya se están dando.

Desde el año pasado, la especialista chilena Carmen Paulina Vega Riquelme trabaja como investigadora invitada en el Centro de Investigaciones Geofísicas (Cigefi) e imparte un curso en la Escuela de Física, el cual está abierto a estudiantes de diversas disciplinas. Vega ha trabajado el tema en el Instituto Polar Noruego y en la Universidad de Uppsala, en Suecia.

Registros históricos

La académica explicó que algunas de las referencias históricas disponibles sobre el comportamiento del clima en los últimos 300 años se basan en anotaciones de misioneros o en bitácoras de barcos, que dan cuenta de observaciones del tiempo atmosférico durante varios años. Esto permitió hacer una reconstrucción climática de determinados períodos.

Igualmente, se cuenta con registros del clima que se obtuvieron con la ayuda de instrumentos; por ejemplo, sobre la temperatura registrada durante las cosechas de viñedos y de barcos de exploración o

balleneros que viajaban por el Ártico entre los siglos XVII al XIX.

Una de las mediciones de temperatura más antigua se encuentra en Uppsala, Suecia, y fue iniciada por el físico y astrónomo sueco Anders Celsius (1701-1744), el inventor de la escala de temperatura centígrada en la que se basa el sistema actual.

No obstante, no es posible conocer los cambios climáticos de largos períodos geológicos mediante métodos convencionales, razón por la cual los científicos han tenido que buscar nuevas pistas que ayuden a explicar el clima del presente.

Durante mucho tiempo se pensó que los trópicos no ejercían un efecto significativo en las regiones polares; pero, gracias a los archivos paleoclimáticos, la ciencia pudo determinar que hay una conexión de los trópicos con los sectores polares, y que dichas zonas cálidas son importantes controladores del clima durante las épocas frías y calientes.

“Siempre es necesario contrastar el clima actual con el del pasado, para ponerlo en un contexto anterior. Por eso, se requiere conocer cómo ha variado el clima a lo largo de grandes espacios de tiempo”, afirmó.

Sin embargo, en la búsqueda de situaciones análogas al pasado hay una dificultad, y esta reside en la influencia del ser humano. “Hoy vemos que hay una

variante antropogénica muy marcada, que en el pasado no teníamos”, reconoció la científica.

¿Cómo se estudia?

La paleoclimatología es una rama en la que participan especialistas de diversas disciplinas. La física, meteorología, química, geografía, hidrología y geología brindan herramientas y miradas diferentes para estudiar el clima del pasado. Asimismo, esta área resulta de interés para la arquitectura y la antropología, cuando se trata de hacer reconstrucciones históricas o arqueológicas.

Al igual que en la práctica forense, donde para esclarecer un crimen ocurrido tiempo atrás se recopila información y se identifican pistas que ayuden a reconstruir los hechos, en la paleoclimatología “se buscan trazas que pudo haber dejado el clima del pasado en una zona en particular”, reveló Vega.

Dicha pesquisa se realiza por medio de datos de referencia llamados *proxies*, estos pueden ser diferentes características químicas, físicas o biológicas preservadas en archivos naturales, que están relacionadas con algún proceso

Continúa en la página 6

Núcleos de hielo: para extraerlos se realizan perforaciones en las regiones polares, en las capas de hielo que se forman en las áreas planas de los glaciares. Como indicadores se pueden encontrar isótopos de oxígeno, concentraciones de metano y polvo, entre otros.

Núcleos de sedimento: el sedimento es arrastrado por el agua y se deposita en ríos, lagos y mares en forma de capas. Cada una de estas corresponde a una fecha determinada, la cual puede establecerse por medio de varios métodos.



Corales: pueden dar información de las zonas poco profundas del mar, como la temperatura y la salinidad de varios siglos.

Espeleotemas: son los depósitos de minerales que se han formado por las aguas del subsuelo en las cavernas subterráneas. Las estalagmitas, por ejemplo, pueden aportar datos sobre la precipitación y poseen componentes que se identifican por medio de la radiometría.

Anillos de los árboles: miden la edad de los árboles. Cuando se realiza un corte transversal a un tronco, se puede observar las diferentes etapas de crecimiento de este. Según las características del anillo, como el grosor, color y textura, es posible conocer las condiciones climáticas que afectaron al árbol.

Textos: Patricia Blanco
Diseño: Rafael Espinoza

físico del pasado. Por ejemplo, el aumento o disminución de la temperatura, o la presencia o ausencia de hielo.

“Nos limitamos a ver los cambios desde el inicio de la revolución industrial hacia el presente, 200 o 300 años atrás, pero el clima ha venido cambiando desde que el planeta es planeta”. Carmen Paulina Vega, investigadora visitante de la UCR.

Tales archivos pueden encontrarse en los anillos de los árboles, en arrecifes de coral, en sedimentos marinos o lacustres, en formaciones de minerales de las cavernas

de roca, como las estalagmitas, o también permanecen preservados en núcleos de hielo que se extraen de los glaciares.

Los archivos se llevan al laboratorio para fecharlos y, luego, se estudian a través de varios métodos. Por ejemplo, los núcleos de sedimento se forman por la acumulación de capas de material, esto ocurre debido a que el sedimento es arrastrado por el agua y se deposita en ríos, lagos y mares en forma de capas. Cada una de estas corresponde a una fecha determinada, la cual puede establecerse por medio de varios procedimientos, como los isótopos radiactivos de plomo.

En un glaciar ocurre algo parecido, por eso hay que identificar las zonas donde los flujos o láminas de hielo están ordenadas. “Hay que saber qué capa vino primero y cuál después para poder ponerles fecha. En las montañas, por lo general, los flujos de hielo están muy desordenados; mientras que en las superficies planas, la nieve cae y va quedando una sucesión de capas”, añadió.

El conteo de los años para establecer la edad de cada porción de los núcleos de hielo se hace de forma manual. No obstante, para datar núcleos muy antiguos, como los de Antártida, de casi un millón de años, se utilizan técnicas estadísticas más sofisticadas.

Igualmente, se puede buscar capas muy ácidas asociadas a erupciones volcánicas, gracias a que existe un registro mundial de estas. Cuando la erupción fue muy fuerte, ese material logró llegar a las zonas donde hay glaciares y se depositó allí como ceniza o lluvia ácida.

Según la investigadora: “estamos acostumbrados a pensar en cinco u ocho décadas, que es el tiempo de duración de la vida humana, pero pensar en cambios de nuestro planeta a escalas de cientos, miles y millones de años cuesta un poco. Son otros mecanismos los que controlan el clima en esas escalas de tiempo, no necesariamente los que uno ve ahora”.

Potencial futuro

En Costa Rica hay bastantes posibilidades de realizar estudios sobre el paleoclima, sobre todo en cavernas de roca, como las ubicadas en Guanacaste, así como en archivos de sedimento marino.

Se puede extraer información para ver qué tan secas fueron ciertas décadas, qué tan húmedas otras y con qué frecuencia se alternaban los períodos más secos y los más húmedos, con el fin de evaluar las sequías actuales en el norte de Centroamérica.

La otra zona de interés para reconstruir las variaciones climáticas del pasado es Talamanca. No se conoce con mucho detalle la transición del último período glaciar a la época más cálida del presente, lo cual —a criterio de la especialista— se podría relacionar con los cambios regionales del clima. ■



La Escuela de Ingeniería Industrial de la UCR posee un laboratorio de robótica, donde se replican los diversos procesos que caracterizan a la Industria 4.0 (foto: Laura Rodríguez).

Industria 4.0: la era de la ciberfísica

Los avances tecnológicos en el área de la ciberfísica han progresado al punto de que esta se considera la cuarta revolución industrial.

Max Martínez Villalobos
max.martinez@ucr.ac.cr

La cuarta revolución industrial o Industria 4.0 hace referencia a los actuales cambios que se viven dentro de los sistemas de manufactura de las áreas de producción de bienes y servicios en todos los ámbitos, en los cuales las máquinas se transforman en sistemas ciberfísicos, definidos así porque pueden ser controlados, interactuados, modificados y conectados mediante el mundo virtual o internet.

Según aseveró Eldon Caldwell Marín, director de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica (UCR), la Industria 4.0 tiene tres características esenciales que la diferencian de las demás tecnologías. La primera es la interoperabilidad, la cual alude a la aptitud tecnológica de poder establecer protocolos de comunicación entre diferentes plataformas y distintos tipos de protocolos, para que funcionen como uno solo.

La segunda es la interconectividad, es decir, el poder establecer protocolos de funcionalidad para compartir datos y sistemas por medio de tecnologías de conexión (internet). Finalmente, la última característica es la visibilidad virtual, una tendencia asociada a la emulación del mundo físico en espacios virtuales (esta tecnología utiliza la realidad virtual y 3D

para simular procesos, identificar errores y mejorar el desempeño de las industrias).

Caldwell mencionó, además, que existen dos ejes transversales que están presentes en la Industria 4.0. El primero es la tecnología limpia, que refiere al aprovechamiento de la tecnología para evitar contaminar y transgredir el ambiente, así como para mejorar el rendimiento de las fuentes de energía.

El segundo eje apunta hacia la “inteligencia” de los sistemas, una noción que se ha comenzado a abandonar, pues “‘inteligencia’ es un término muy complejo, ahora se habla más de una ‘robótica cognitiva’, se han desarrollado técnicas de aprendizaje para las máquinas, se entra en un espacio tecnológico que va dirigido hacia la automatización”, explicó el director de la Escuela de Ingeniería Industrial.

“Todo mundo reflexiona acerca del empleo. Va a pasar lo mismo que con los herreros en la primera revolución industrial, en la que el automóvil sustituyó al caballo y cambiaron los empleos relacionados con este animal”. Eldon Caldwell, director de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica.

Continúa en la página 8

INDUSTRIA 4.0

Es un nuevo modelo socioeconómico, en el cual la colaboración entre los ámbitos del conocimiento y el desarrollo tecnológico multidisciplinario son la clave.



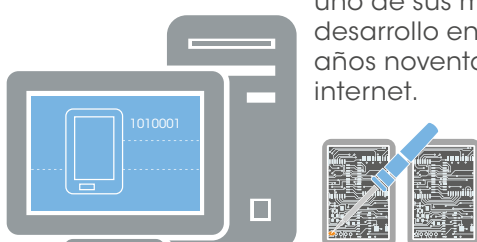
Siglo XIX: se explotó el uso de la energía térmica. La máquina de vapor transformó por completo el transporte y la producción industrial.

I revolución industrial



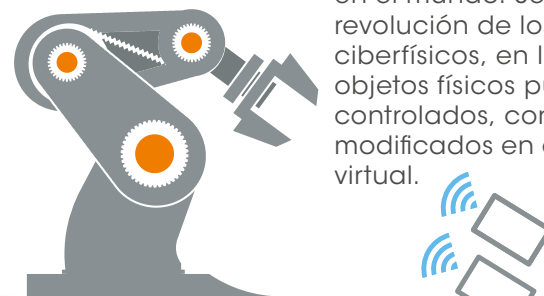
Siglo XX: se extendió hasta la Segunda Guerra Mundial, en esta se perfeccionó la comprensión y el control de la energía eléctrica.

II revolución industrial



Finales del siglo XX: está asociada con el uso de las computadoras, los datos y los cambios en las telecomunicaciones. Alcanzó uno de sus momentos de mayor desarrollo en la década de los años noventa con el uso de internet.

III revolución industrial



Siglo XXI: está cambiando la dinámica del sector industrial en el mundo. Se refiere a la revolución de los sistemas ciberfísicos, en los que los objetos físicos pueden ser controlados, conectados y modificados en el mundo virtual.

VI revolución industrial

(INDUSTRIA 4.0)

Las tecnologías limpias: se refiere al aprovechamiento de la tecnología para evitar la contaminación y la transgresión del ambiente, así como para mejorar el rendimiento de las fuentes de energía.

La "inteligencia" de las máquinas: el término "inteligencia artificial" se ha empezado a sustituir por la idea de una robótica cognitiva; es decir, la capacidad de las máquinas de replicar tareas que realizan las personas en los campos de la industria, la manufactura y los servicios, entre otros.

Textos: Patricia Blanco
Diseño: Rafael Espinoza

Revolución Social

Caldwell prevé cambios radicales en los sectores de producción y prestación de servicios como el transporte, control de calidad, sistemas de pago, sistemas de seguridad industrial, contratación de mano de obra y en sistemas de administración de servicios básicos públicos. Él estima que dentro del ámbito económico, los sectores productivos se enfrentarán a formas diferentes de competir.

"Vamos a pasar de una obsesión por el costo y la búsqueda de la excelencia

por medio del costo, a una búsqueda de excelencia por medio de la calidad y la velocidad", pronosticó el especialista. Por ejemplo, el sector del transporte se vería afectado por estas tecnologías, con la utilización de aviones ciberfísicos. En cuanto a la salud, los médicos tendrían que cambiar su forma de hacer medicina para concentrarse en resolver los problemas más complejos y dejar a los robots las labores más fáciles.

Asimismo, se transformará por completo la forma de producir materiales a escala industrial. Habrá procesos de manufactura que anteriormente se realizaban en cuatro

o cinco pasos y ahora se podrán realizar en uno solo y a mayores volúmenes.

"Todo mundo reflexiona acerca del empleo. Va a pasar lo mismo que con los herreros en la primera Revolución Industrial, en la que el automóvil sustituyó al caballo y cambiaron los empleos relacionados con este animal. También podemos recordar a los cargueros que sustituyeron a los barcos de vapor. Los empleos se han ido acoplando a los avances tecnológicos", expuso el ingeniero.

Eldon Caldwell Marín reveló que en vez de sustituir al ser humano por máquinas, se vislumbra una cuarta revolución industrial

que abrirá espacios a nuevos tipos de empleos. Por tanto, serán necesarias políticas y cambios en los sistemas educativos que se adapten a las transformaciones y que generen mayor acceso a estos nichos de trabajo. "Soy un fiel defensor de las ciencias sociales porque son las que nos permiten investigar y comprender los cambios asociados a todo esto. La tecnología es un elemento más de la vida social", concluyó. ■