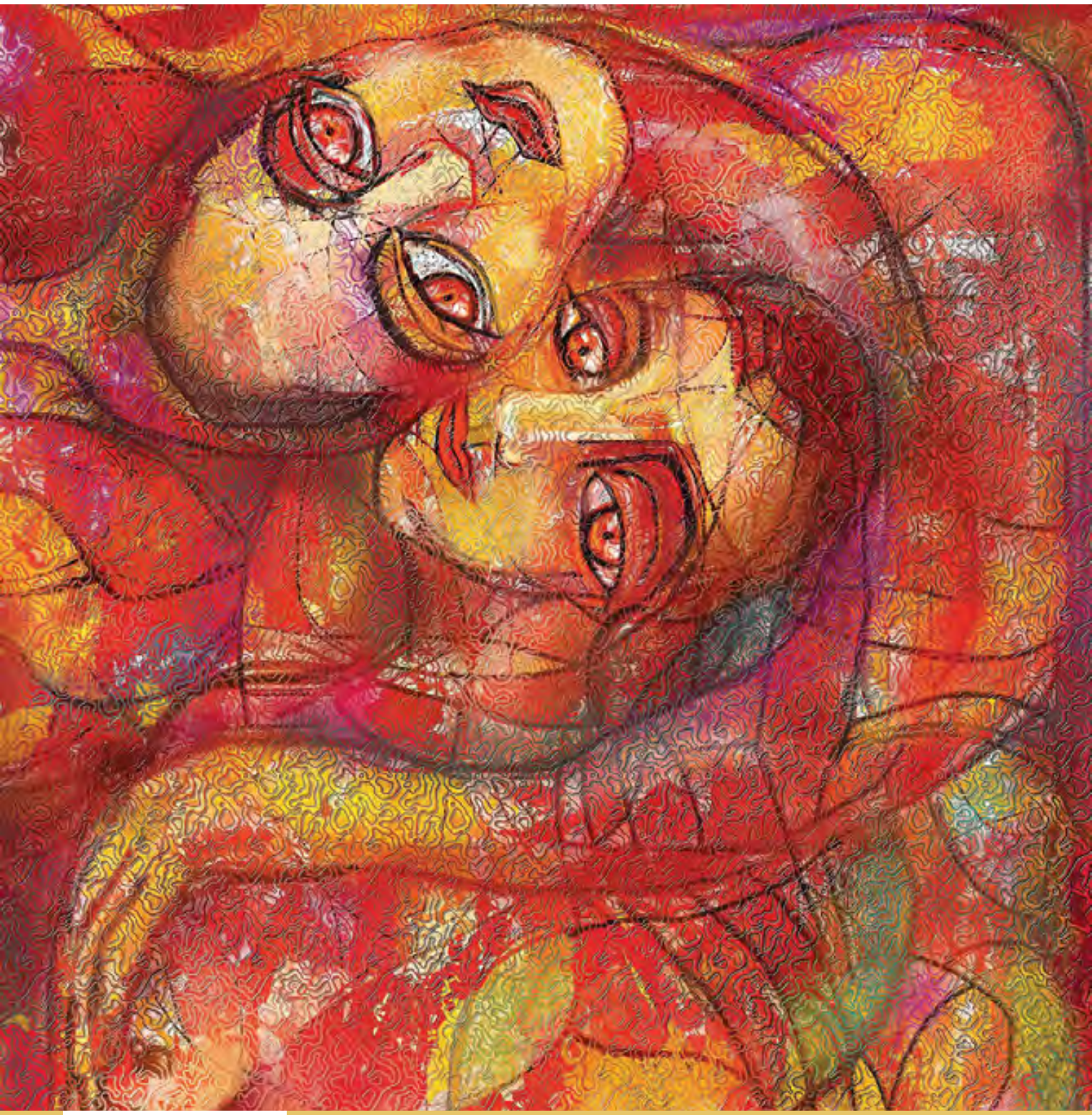
elementos

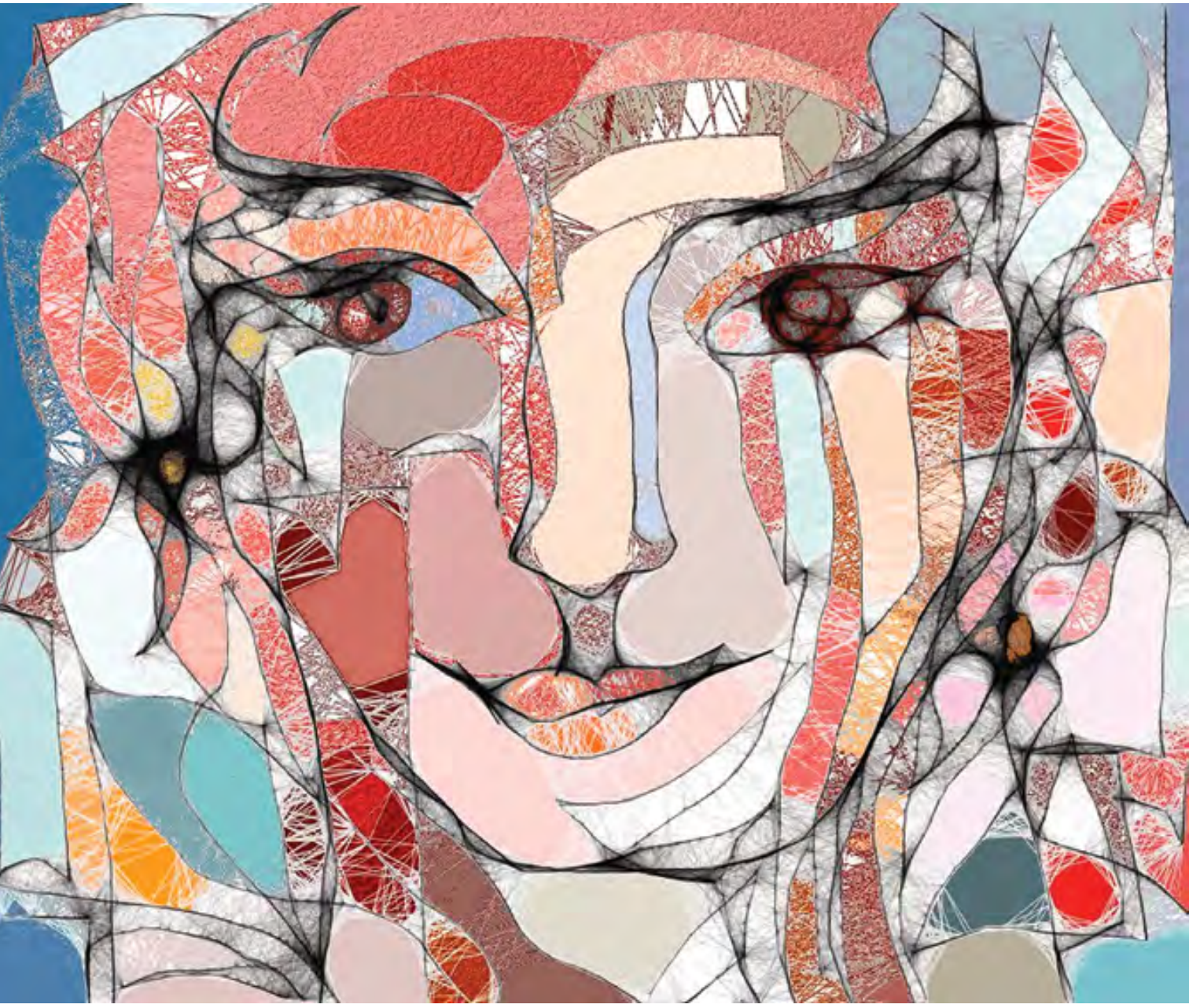
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 108 • Vol. 24 • octubre - diciembre 2017 • $40.00

CONACYT
Incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACyT



00108
7 52435 06402 6
EXHIBIR HASTA EL 31-DIC-2017

La revisión por pares y el papel del editor en las revistas de divulgación de la ciencia | Las direcciones del pensamiento | La perpetuidad del discurso | Los excusados del Che | La nebulosa de Orión | Variables ambientales en la síntesis de ácidos orgánicos en plantas MAC | Los errores de medicación en México y la calidad de los servicios farmacéuticos | La medicina espacial | Obra gráfica. Malú Méndez Lavielle



© Malú Méndez Lavielle. *Centauro,* 2016.

BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
rector, José Alfonso Esparza Ortiz
secretario general, René Valdiviezo Sandoval
vicerrector de investigación y estudios de posgrado, Ygnacio Martínez Laguna

ELEMENTOS
www.elementos.buap.mx
revista trimestral de ciencia y cultura
número 108, volumen 24, octubre-diciembre de 2017
director, Enrique Soto Eguibar
subdirector, José Emilio Salceda
consejo editorial, Beatriz Eugenia Baca, María Emilia Beyer Ruiz, María de la Paz Elizalde, Enrique Vergara, Jesús Mendoza Álvarez, Francisco Pellicer Graham, Leticia Quintero Cortés, José Emilio Salceda, Enrique Soto Eguibar, Gerardo Torres del Castillo
edición, José Emilio Salceda y Enrique Soto Eguibar
obra gráfica, Malú Méndez Lavielle
1ª de forros, © Malú Méndez Lavielle, *Arena,* 2014
2ª de forros, © Malú Méndez Lavielle, *Centauro,* 2016
diseño y edición gráfica, Mirna Guevara
corrección de estilo, Leopoldo Noyola e Ileana Gómez
redes sociales, Leopoldo Noyola y Mirna Guevara
administración y logística, Lorena Rivera e Ileana Gómez
impresión, El Errante Editor, S.A. de C.V.
redacción, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria
Apartado Postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72570
email: esoto24@gmail.com
Revista registrada en Latindex (www.latindex.unam.mx),
Miembro de la Federación Iberoamericana de Revistas Culturales,
Afiliada a CiteFactor-Directory of International Research Journals
Reserva de derechos al uso exclusivo 04-2017-062916004600-102
Certificados de licitud de título y contenido 8148 y 5770
ISSN 0187-9073

CONACYT ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

CC

© Malú Méndez Lavielle. *Inconforme,* 2016.

S U M A R I O

La revisión por pares y el papel del editor en las revistas de divulgación de la ciencia **3**
Emilio **Salceda** y Enrique **Soto**

Las direcciones del pensamiento: **9**
la transdisciplina como alternativa de estudio
L. Angélica **Cabrera Torrecilla**

La perpetuidad del discurso **15**
La temporalidad de las ideas
Luis Marcos **Palacios Romero**

Los excusados del Che **19**
Entrevista con el ingeniero Luis Méndez Izquierdo
Leopoldo **Noyola**

La nebulosa de Orión **31**
Una historia visual
Susana **Biro**

Malú Méndez Lavielle **38**
Obra gráfica

Variables ambientales en la síntesis de ácidos orgánicos en plantas MAC **41**
David **Martínez-Moreno** y Jenaro **Reyes-Matamoros**

Los errores de medicación en México y la calidad de los servicios farmacéuticos **47**
Fausto **Atonal Flores,** Juan Carlos **Bastida Herrera** y José Gustavo **López y López**

La medicina espacial **55**
Rosario **Vega** y Enrique **Soto**

Ciencia a tiempo **61**

Libros **63**

© **Malú Méndez Lavielle.** *Perlada*, 2017.

© **Malú Méndez Lavielle.** *Basuritas en el ojo,* 2017.

La revisión por pares y el papel del EDITOR en las revistas de divulgación de la ciencia*

Emilio **Salceda**
Enrique **Soto**

Decir que una revista de divulgación de la ciencia es por su alcance y sus objetivos un medio de comunicación completamente diferente a una revista de ciencia equivale a decir que un pato y un gato son animales diferentes por más que las palabras que los nombran sean parecidas. Una verdad de Perogrullo, pues.

Una revista científica es una publicación de carácter periódico que reporta los resultados de investigaciones originales y cuyo principal público lector está constituido por científicos especializados en un área de interés común. La divulgación científica, por su parte, es un conjunto de actividades centradas en hacer accesible el conocimiento científico a la sociedad. Una revista de divulgación representa, por tanto, apenas una de tales actividades y no es desde luego la menos significativa.

Un problema que ha preocupado durante muchos años a los editores de revistas de ciencia es el de acreditar la calidad y la credibilidad de sus contenidos. La respuesta ha sido la creación de un proceso de evaluación por expertos que es considerado actualmente el mecanismo más eficaz para garantizar la calidad, originalidad y en última instancia la confiabilidad de la literatura académica. Este proceso, denominado comúnmente

"revisión por pares", tiene su base fundamental en la labor de los revisores (también llamados árbitros), que son expertos seleccionados por los editores y cuya tarea principal consiste en emitir un dictamen acerca del trabajo sujeto a consideración editorial. Idealmente dicho dictamen debe apoyarse en criterios objetivos y para ello los revisores deben hacer una lectura crítica del artículo en cuestión, revisando la originalidad, las técnicas y métodos utilizados, sugiriendo si es necesaria la realización de experimentos adicionales, cuestionando afirmaciones que a su parecer carezcan de sustento, evaluando los métodos estadísticos empleados o la forma de presentar los resultados, recomendando el análisis de tal o cual artículo con el fin de fortalecer la discusión, y un largo etcétera con alcances que dependerán del rigor y la seriedad que el revisor esté dispuesto a poner en esta faena. En resumen: los revisores validan las ideas y los resultados de un artículo, y hacen un juicio acerca de su relevancia en un área del conocimiento. Sin dejar de mencionar que sus intereses y prejuicios se interponen entre el análisis "objetivo" del texto y el que realmente se lleva a cabo y que finalmente se basa en la suma de lo que el revisor conoce, entiende, cree, quiere y considera.

Pero el hecho de que el proceso de revisión por pares en sus diversas modalidades haya sido adoptado por buena parte de la comunidad científica no significa que sea infalible. Muchas de sus fallas y limitaciones han sido señaladas y, en algunos casos, bochornosamente exhibidas por sus propios actores. Es de sobra conocido el escándalo generado en 1996 por el físico Alan Sokal que puso en evidencia al equipo editorial de la hasta entonces prestigiosa revista de estudios culturales *Social Text,* que publicó un texto de Sokal pergeñado desde un principio como un engaño, cuya tesis central era que la gravedad cuántica es un constructo social. Visto con buenos ojos, este podría ser un caso que demostrara la necesidad de la revisión por pares, ya que en la época en que fue publicado el artículo de Sokal *Social Text* no tenía implementado tal mecanismo de control. Esto, desde luego, no exime de responsabilidad a la revista y cabe preguntarse en dónde diablos estaba el editor.

Menos conocido, aunque igualmente indecoroso, ha sido el caso de los Bogdanov. Estos dos hermanos originarios de Francia hicieron a las ciencias físicas lo que Sokal hizo a las sociales, logrando colar hasta seis artículos de física teórica en revistas acreditadas –estas sí con revisión por expertos–, textos que muchos especialistas han catalogado *a posteriori* como un engaño a pesar de que los Bogdanov han afirmado en reiteradas ocasiones que sus trabajos no son una broma. Como sea, el sistema de revisión por pares fue puesto en jaque nuevamente.

Si a esto se suman los resultados de trabajos que casi podríamos catalogar como experimentales, realizados con el fin de investigar la validez del método de revisión por pares, la verdad es que el sistema no sale bien parado. Como ejemplo,

© Malú Méndez Lavielle. *Perla negra*, 2017.

transcribimos aquí el siguiente caso tomado de un artículo de Juan Miguel Campanario que, desde el título, apunta ya a la necesidad de una reflexión seria y profunda acerca de esta práctica editorial: "El sistema de revisión por expertos: muchos problemas y pocas soluciones" (*Rev. Esp. Doc. Cient.* 25, 3, 2002).

> En 1982, un polémico artículo de Peters y Ceci, publicado en Behavioral and Brain Sciences, provocó un acalorado debate sobre la validez del sistema de revisión por expertos. En este trabajo, Peters y Ceci explicaban un experimento que consistió en el envío de 12 trabajos previamente publicados a las mismas revistas de psicología en las que habían aparecido. Los únicos cambios que Peters y Ceci introdujeron en los artículos se referían a los nombres y afiliaciones institucionales de los supuestos autores (ahora las instituciones de trabajo eran menos prestigiosas que las originales) y algunos otros cambios menores. Los resultados fueron sorprendentes: de 38 editores y referees que evaluaron los trabajos, solo 3 detectaron los envíos duplicados. Como consecuencia, nueve de los doce artículos enviados fueron sometidos a un nuevo proceso de evaluación y ocho de ellos fueron rechazados sin ser detectados por las revistas como previamente publicados. Según Peters y Ceci, las razones fundamentales para los rechazos (¡de artículos previamente publicados en las propias revistas!) fueron "problemas metodológicos graves".

Pero no se piense que estas irregularidades son privativas de las llamadas ciencias sociales. Muy por el contrario, ocurren en prácticamente todos los campos de conocimiento. Citamos, del mismo autor:

> Otros investigadores han analizado la validez del sistema de revisión por expertos sometiendo trabajos previamente analizados y "bendecidos" por el sistema a un segundo análisis. Así, por ejemplo, Garfunkel, Ulshen, Hamrick y Lawson enviaron 25 artículos que ya habían sido revisados y aceptados para su publicación en Journal of Pediatrics, a una nueva revisión por un equipo adicional de 2 referees que descubrieron suficientes problemas en la mayoría de los trabajos como para no dar fácilmente el visto bueno para su posible publicación. En otro estudio similar, Gardner y Bond analizaron 45 artículos publicados en British Medical Journal y encontraron que 7 de ellos tenían problemas estadísticos serios.

© Malú Méndez Lavielle. *Encuentro*, 2016.

Y así podríamos continuar. No obstante, para ser justos, también hay que señalar que la práctica de la revisión por pares tiene algunas virtudes. Por ejemplo, muchos autores reconocen que se ven beneficiados por la lectura crítica que de sus trabajos hacen los árbitros, perfeccionando sustancialmente sus abordajes experimentales, detectando las fallas en el diseño de sus experimentos, descubriendo nuevas maneras de interpretar, presentar y discutir sus resultados, e incluso mejorando la redacción de sus escritos.

© Malú Méndez Lavielle. *Cheek to cheek*, 2016.

© Malú Méndez Lavielle. *Circunspecto*, 2016.

Muchas revistas de divulgación de la ciencia han adoptado el modelo de la revisión por pares como una forma de certificar la calidad, consistencia e integridad de sus contenidos. Como consecuencia deben encarar algunos de los vicios y fallas del sistema, pero también se ven obligadas a enfrentar problemas específicos de la labor divulgativa. Así, las primeras preguntas que surgen son: ¿a quién debemos considerar "par" del divulgador? ¿A un científico? ¿A otro divulgador? ¿A un periodista interesado en los avances de la ciencia? ¿A un profesor con amplia cultura científica? La respuesta no es fácil y esta dificultad muchas veces convierte a los editores de nuestras revistas en funambulistas que, a la hora de asignar revisores para un trabajo, se balancean sin red de protección entre el rigor del científico "duro" y la laxitud de quien considera que basta con que un artículo esté bien escrito para que sea publicable. Es por eso que el editor debe ser algo más que un simple intermediario entre los autores, los revisores y el equipo de producción, reclamando para sí un papel activo en el flujo de trabajo que tiene que ver con la valoración y la toma de decisiones referentes a los contenidos, en el juicio sobre la calidad de un manuscrito, pero también sobre la pertinencia de las revisiones efectuadas por los árbitros, manteniendo en todo momento un punto de equilibrio que descanse sobre una vasta cultura general, un conocimiento profundo de la filosofía y los métodos de la ciencia y un ejercicio permanente del pensamiento crítico.

Evidentemente, el juicio de los revisores de los trabajos de divulgación debe tener como centro la legibilidad del trabajo. Este es uno de los elementos medulares que definen si un trabajo es realmente conveniente como trabajo de divulgación, ya que el público al que se dirige en principio no tiene un conocimiento especializado, así que deberá hacerse una explicación precisa de todos los aspectos que se tratan en el trabajo y, sobre todo, explicitar el motivo por el cual dicho trabajo es relevante, invitando al lector en los primeros párrafos a continuar leyéndolo. La originalidad del texto es un aspecto indispensable que también debe ser evaluado. No así –en contraste con los textos científicos– la originalidad del contenido. Digamos que la parte concerniente a los datos que se refieran en sustento de tal o cual idea, más bien deberán ser conocidos por la comunidad académica de referencia según el tema que se trate.

Así, el juicio crítico de los "pares" en los trabajos de divulgación difiere ampliamente del que ejercen dichos "pares" en un trabajo científico especializado;

es por ello que cuando hablamos de dictamen de trabajos de divulgación, si bien usamos la misma terminología que se usa en ciencia, debemos tener claro que se trata de un asunto completamente diferente y, en principio, el juicio crítico de los editores respecto a la legibilidad de un artículo pudiera ser suficiente para aceptar o no la publicación de un trabajo. Sin embargo, se hace indispensable la participación de revisores debido a que difícilmente un editor puede conocer todos los campos de la ciencia. Es por ello indispensable que en el examen crítico que realizan los revisores se privilegie el análisis de la veracidad de las afirmaciones de los autores. Es frecuente que las revistas de divulgación reciban trabajos cuya veracidad puede fácilmente ser puesta en duda, por ello el papel de los revisores es indispensable para definir la veracidad del contenido y la información que provee el texto.

Por otra parte, a diferencia de los textos científicos que finalmente se publican de la forma en que el autor los escribió, bajo un formato muy rígido (resumen, introducción, material y métodos, resultados, conclusiones, bibliografía), algunas veces *camera ready* (es decir, fotográficamente exacto con respecto a lo que el autor envía), en el caso de la divulgación científica el formato es abierto y se espera que tanto los revisores, como el editor y los correctores de estilo de la revista intervengan intensivamente en el texto, lo mismo en su presentación como en su contenido. Especialmente, es el editor quien solicita, recibe y finalmente juzga críticamente las opiniones de los revisores; es él quien decide lo que procede, incluyendo una intervención editorial exhaustiva en textos que pueden aparecer con un contenido muy interesante pero inadecuadamente presentado para el público objetivo de la revista. Esta –la revisión y el dictamen– es una diferencia fundamental del trabajo editorial: en ciencia es poco probable que lleve a alteraciones del texto propuestas directamente por los revisores o el editor, cosa que es altamente deseable en divulgación de la ciencia. Ni qué decir que a algunos autores este aspecto del trabajo editorial de divulgación les resulta incómodo; particularmente los autores en ciencias sociales suponen sus textos «intocables», hecho que frecuentemente dificulta el trabajo editorial en estos casos.

Debe entonces quedar claro que cuando hablamos de dictamen en divulgación nos referimos a un proceso editorial que juzga aspectos y tiene procedimientos completamente diferentes a aquellos establecidos para los textos científicos, ni mejores ni peores, solamente diferentes en correspondencia con el objetivo de los medios en cuestión, pero que comparten un fin común: la comunicación de la ciencia con la certidumbre de que los aspectos que se tratan en textos científicos o de divulgación obedezcan a resultados científicos serios, bien fundamentados, que derivan de una procedimiento científico establecido y que son tratados con base en resultados adecuadamente referidos.

***** Ponencia presentada en el II Simposio del Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica efectuado en la ciudad de Torreón, Coah., del 21 al 23 de junio de 2017.

Emilio Salceda
Enrique Soto
Revista Elementos
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
emilio.salceda@gmail.com
esoto24@gmail.com

© Malú Méndez Lavielle. *Paseo por el parque*, 2016.

© Malú Méndez Lavielle. *Medusa*, 2017.

www.elementos.buap.mx

Las direcciones del pensamiento:
la transdisciplina como alternativa de estudio

L. Angélica **Cabrera Torrecilla**

1. PENSAMIENTO ESCINDIDO

Es cosa familiar a todos que cuando se trata de ciencia y humanidades, descubrimientos científicos y teóricos, lo físico y lo espiritual,[1] lo intelectual y lo estético o la razón y la pasión, se produzca una división estricta de particularidades que diferencian el conocimiento humano en dos esferas categóricas.

La presente propuesta, no obstante, busca reflexionar en torno a la necesidad de desarrollar un diálogo disciplinar interconectado, que permita acceder a un tipo de conocimiento más vasto y transdisciplinario.

Históricamente, la forma tradicional de estudiar el mundo (gracias al legado de la Ilustración) ha sido desde la división disciplinar: las nociones llegan a través del mundo externo (lo Otro), se reflexionan analíticamente y finalmente legitiman su propia área de estudios. Su intención es que los conocimientos permanezcan en su estado más prístino. El establecimiento de disciplinas autónomas surgió a partir del siglo XVII con el desarrollo de la física newtoniana y perduró (mayoritariamente) hasta bien entrado el siglo XX.

En su *Discurso del método* (1637), René Descartes explora las "leyes básicas" del pensamiento estableciendo

© **Malú Méndez Lavielle.** *Alada*, 2017.

una metodología clave para la investigación: liberar cualquier problema de concepciones superfluas; es decir, reducirlo a sus términos más simples, dividir cualquier cuestión en pequeñas partes analizables. Lo que Descartes propuso como las reglas primordiales para inquirir se ha institucionalizado en la academia. En este sentido, una disciplina puede especializarse tanto, que exige establecer límites distintivos que definan su identidad, reduciendo y/o restringiendo su campo de estudio a nuevas sub-disciplinas instauradas. Así, estas últimas penden de la disciplina "primigenia", pero operan aisladas en función de legitimarse. De tal forma, las sub-disciplinas pueden llegar a desvincularse notablemente entre ellas, aun cuando en un principio habían surgido de la misma vertiente.

Evidentemente, el que las disciplinas (con todas sus subdisciplinas) hayan recorrido senderos propios ha permitido, a través del tiempo, la complejidad, maduración y sofisticación de sus postulados. Así mismo, la especialización también ha sido la base de muchos logros, sean descubrimientos, reflexiones y/o técnicas. La independencia disciplinar, por tanto, ha habilitado la génesis de nuevos y específicos campos de estudio.

En la actualidad, sin embargo, empleamos y trabajamos con disciplinas cada vez más aisladas que, lejos de encarar la realidad de la situación de las problemáticas a tratar, crean enormes puntos vacíos en el entendimiento. Sin un diálogo entre disciplinas, el abordaje de cualquier cuestión se presenta desintegrado, con perspectivas insuficientes para una valoración ética y equitativa. Sin duda, que las divisiones disciplinares se hayan especializado tanto ha generado, en muchos de los casos, incomunicación, una incapacidad de plantear vínculos, egoísmo, soberbia intelectual, y un sinfín de fenómenos vinculados con nuestra actual forma de vida. Posiblemente, el mejor ejemplo para demostrar lo dicho sea el enorme impacto ambiental de un tipo de progreso humano cuya finalidad ha sido meramente la económica (las reservas de arena para la construcción inmobiliaria, la obsolescencia programada, la fracturación hidráulica para la extracción de gas y petróleo, los desechos de refinerías, el mercurio presente en aparatos tecnológicos, etc.); y este impacto no solo se reduce al medio ambiente, también tiene efectos económicos, socioculturales, psicológicos y sobre la salud. No sorprende, entonces, saber que las finanzas, los negocios, la química y la ingeniería industrial son las carreras universitarias más demandadas y mejor remuneradas por el sector privado en México.

Contrario a lo que podría pensarse, reflexionar en torno a la falta de vínculos entre las diversas disciplinas no es solo una preocupación académica, sino vital, pues nuestra forma de inquirir condiciona cómo nos relacionamos con el mundo.

2. ESTABLECIENDO CONEXIONES

La historia occidental de la división disciplinaria ha pasado por dos grandes fases: la agrupación por temáticas y la estructuración por jerarquías, esta última sobre todo a partir del siglo XIX. Para ejemplificar lo dicho, se puede mencionar la enorme popularidad que alcanzó el positivismo a partir de la Revolución Francesa, y cómo este se extendería hasta el cientificismo de principios del siglo XX. Ambos pensamientos abogaban por

que cada disciplina, si aspiraba a ser considerada ”ciencia”, requería una explicación científica de los fenómenos propios de su estudio. Para lograrlo, toda ciencia debía prescindir de enfoques subjetivos, metafísicos, idealistas, teológico/espirituales o mágicos; por tanto, y a diferencia de dichos enfoques, el discurso cientificista se encontraba en un rango superior y más legítimo para la explicación y definición de cualquier fenómeno.

Las consecuencias derivadas de este particular enfoque científico tan desvinculado de aquello que no podía ser cuantificable, son harto conocidas: toda ciencia “libre” de subjetividad, pone en peligro al sujeto y, eventualmente, al mundo mismo.

Fue así como esta creciente y continua clasificación disciplinar trajo consigo la necesidad de formular pensamientos más complejos que se alejan de divisiones ortodoxas. En 1970, el psicólogo Jean Piaget acuñó el término *transdisciplinarity* (transdisciplinariedad) durante un taller internacional en Francia organizado por el Ministerio Francés de Educación, la Universidad de Niza y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés). Con este término, Piaget quería ofrecer una relación disciplinar más completa que no se limitara a reconocer los vínculos y la reciprocidad entre los distintos campos del conocimiento, sino que creara un sistema total sin límites disciplinarios. Independientemente de cuán vaga pudo haber resultado esta propuesta, el mérito del psicólogo suizo reside en apuntar la necesidad científica de un nuevo espacio del conocimiento que permitiera crear, a diferencia de la inter o la multidisciplina, un nuevo marco conceptual resultado de la suma de propuestas disciplinarias distintas.

La creciente tendencia hacia este horizonte epistemológico condujo al físico Basarab Nicolescu a diferenciar las cuatro posibles formas de entender y estudiar el mundo: la disciplina, que se encarga unilateralmente de una esfera del saber; la interdisciplina, es la transferencia metodológica de una disciplina a otra respetando sus diferencias y permitiendo crear nuevas; la multidisciplina, es el estudio de un objeto que suma varias disciplinas; y la transdisciplina, en la que cada disciplina

© Malú Méndez Lavielle. *Mapuche*, 2017.

se integra a un nuevo campo de estudio, con nuevas herramientas y enfoques sin suprimir la formación especializada de cada una de ellas.

La transdisciplina, así, se define como una forma de pensar que permite recuperar el conocimiento que se pierde o escapa a la fragmentación disciplinar. Es decir, aquel que se genera entre, a través y más allá de las disciplinas; reconociendo, de esta manera, que el conocimiento del mundo es complejo, incierto y plural. El antropólogo Carlos Reynoso, por ejemplo, afirma que la transdisciplina es posible porque los problemas son los mismos en todas partes y únicamente cambia el enfoque de ellos. Centrándonos únicamente en los siglos XX y XXI, comprobamos que hay una multitud de artistas y pensadores que abogan por un pensamiento transdisciplinario a través de su trabajo: el filósofo-psicoanalista-ecologista Felix Guattari; el sociólogo-epistemólogo-antropólogo Edgar Morin; el ingeniero-filósofo-editor-escritor Salvador Pániker; el escritor-científico-académico Douglas Hofstadter o la socióloga-psicóloga, especialista en las tecnologías, Sherry Turkle.

En la actualidad, cada vez es más extensa la lista de autores y científicos que han escrito, desde

diversos ámbitos científicos, sobre los peligros a los que nos lleva una excesiva división y aislamiento disciplinar. Tania Singer, Luis Racionero, Slajov Žižek, Katherine Hayles o Jorge Wagensberg, por ejemplo, son reconocidos académicos y estudiosos con una propuesta que gira en torno a –sobre todo– los beneficios colectivos e individuales que ofrece abrazar el discurso transdisciplinario, pues reconocen que, como afirmaba Werner Heisenberg:

> Probablemente una verdad muy general en la historia del conocimiento humano la constituya el hecho de que los fructíferos descubrimientos tienen lugar en aquellos puntos en los que se encuentran dos líneas de pensamiento distintas. Estas líneas pueden tener sus raíces en sectores muy diferentes de la cultura humana, en diferentes épocas, en diferentes entornos culturales o en diferentes tradiciones religiosas. Por ello, si tal encuentro sucede, es decir, si entre dichas líneas de pensamiento se da, al menos, una relación que posibilite cualquier interacción verdadera, podemos entonces estar seguros que de allí surgirán nuevos e interesantes descubrimientos. (Capra, 2000).

© **Malú Méndez Lavielle.** *Bálsamo*, 2017.

3. HERMANANDO EL CONOCIMIENTO

A pesar de los enormes esfuerzos que se han hecho para lograr un verdadero concierto entre las disciplinas, todavía existe mucha incredulidad y minusvaloración de este tipo de propuestas. Para hablar de esta cuestión, primero hay que aceptar las condiciones actuales de las que partimos: todavía existe una división entre las ciencias y las humanidades (en sentido amplio), y son las primeras quienes le están ganando la batalla a las segundas.

Podemos considerar que dos son los factores clave en este "declive humanístico" y, en ambos casos, las transformaciones de la sociedad de consumo y ocio han jugado un papel muy importante. El primero implica reconocer que nuestra relación con la lectura, o si se prefiere, nuestra atención a ella, ha sido profundamente trastocada por las interacciones virtuales (baste mencionar las aplicaciones para celular de historias breves en formato chat, las aplicaciones de mensajería instantánea, los "poemojis" o los "poetuits"); el segundo –y quizá más importante– es que, a diferencia del plano científico, la academia humanística –en general– se muestra todavía reacia al conocimiento divulgativo (como muestra el desprestigio que aún sufren el cómic como literatura seria, los videojuegos, el manga, la literatura juvenil, el cine de masas o las series televisivas).[2] Independientemente de la legitimidad cultural con que cada uno dote a estas manifestaciones, lo cierto es que debemos ser conscientes de que el futuro académico de las humanidades está perdiendo un lugar muy importante ante fenómenos que despiertan un gran interés social. Evidentemente, cada vez son más los espacios que generan alternativas frente a la estructura ortodoxa de la academia. Considero, sin embargo,

que a las humanidades aún les falta un largo trecho para igualar el recorrido divulgativo de las ciencias y llevar nuestras reflexiones más nodulares al público en general. Solo de esta manera la academia humanística logrará adaptarse a los nuevos escenarios que el mundo actual propone.

Los objetivos son entonces hermanar las ciencias sociales con las ciencias naturales sin que ocurra una desacreditación mutua ni se establezcan jerarquías entre ellas; así también, aprender a apreciarlas y reconocer que sus propios discursos y prácticas nos pueden ser útiles para establecer conexiones de elementos que pueden dar respuestas a las interrogantes sobre los fenómenos del mundo.

La pregunta es, por tanto, cómo lograr ese diálogo. Muchas teorías o descubrimientos de la física de partículas y la cosmología parecieran ser muy cercanos a las reflexiones filosóficas y metafísicas de, por ejemplo, pensadores presocráticos, o incluso material propio de ficciones desarrolladas por literatos y artistas (la tesis del multiverso, la realidad simulada o la materia oscura son buenos ejemplos de ello). No por nada, la Web of Science posiciona a Jorge Luis Borges como el autor de ficción más citado por científicos de áreas tan diversas como la física, la cosmología, las matemáticas o la lingüística. David Bohm, por su parte, encontraría que su teoría del orden implicado en física cuántica poseía múltiples coincidencias con las expresadas por su amigo el escritor y orador espiritual Jiddu Krishnamurti. Quizá es el momento adecuado para sumar la riqueza epistemológica de las diversas vertientes disciplinarias, en pos de actitudes y actuares más íntegros.

De manera general se puede decir que, por un lado, tenemos disciplinas cuya finalidad es dirigir los resultados de sus experimentos hacia la objetividad; por otro lado, existen disciplinas que preponderan una perspectiva subjetiva de los fenómenos. Sin lugar a dudas, todas intentan dar cuenta de algo que al final comparten: una sensible e intelectual apreciación del mundo. Para lograr un equilibrio entre ambas visiones se requiere una valoración ética seguida de una aproximación transdisciplinaria, factores necesarios tras corroborar la fragilidad que posee cualquier sistema de pensamiento aislado del resto. Así, se apunta la siguiente proposición: la eficacia de cualquier unidad se logra considerando todo aquello que la edifica.

N O T A S

[1] Del alemán Geist. Entendido como *nous*-intelecto, trasciende lo vital y lo orgánico; y *psyche*-alma, lo afectivo y emotivo.

[2] Pierre Bordieu en *La distinción. Criterios y bases sociales del gusto* (1988) y Enrique Serna en *Genealogía de la soberbia intelectual* (2013) ofrecen un profundo estudio en torno a las motivaciones de esta problemática.

B I B L I O G R A F Í A

Biagini H, Roig A (2008). *Diccionario del pensamiento alternativo*. Buenos Aires: Biblos.

Capra F (2000). *El tao de la física*. Málaga: Sirio,.

Descartes R (1985). *Philosophical Writings. Vol. 1*. Trad. John Cottingham (*et al*.). Cambridge: The Cambridge University Press.

Forbes Staff (18/01/2016). Las 10 profesiones más demandadas en 2016. *Forbes México*, https://www.forbes.com.mx/las-10-profesiones-mas-demandadas-en-2016.

Hayles K (2009). *La evolución del caos. El orden dentro del desorden en las ciencias contemporáneas*. Barcelona: Gedisa.

Nicolescu B (2002). *Manifesto of Transdisciplinarity*. Trad. Karen-Claire Voss. Nueva York: State of New York Press.

Nicolescu B (2008). *Transdisciplinarity: Theory and practice*. Nueva York: Hampton Press.

Nicolescu B (2010). Methodology of Transdisciplinarity: Levels of Reality, Logic of the Included Middle and Complexity. *Transdisciplinarity Journal of Engineering & Science*, vol. 1, no. 1 (pp. 19-38).

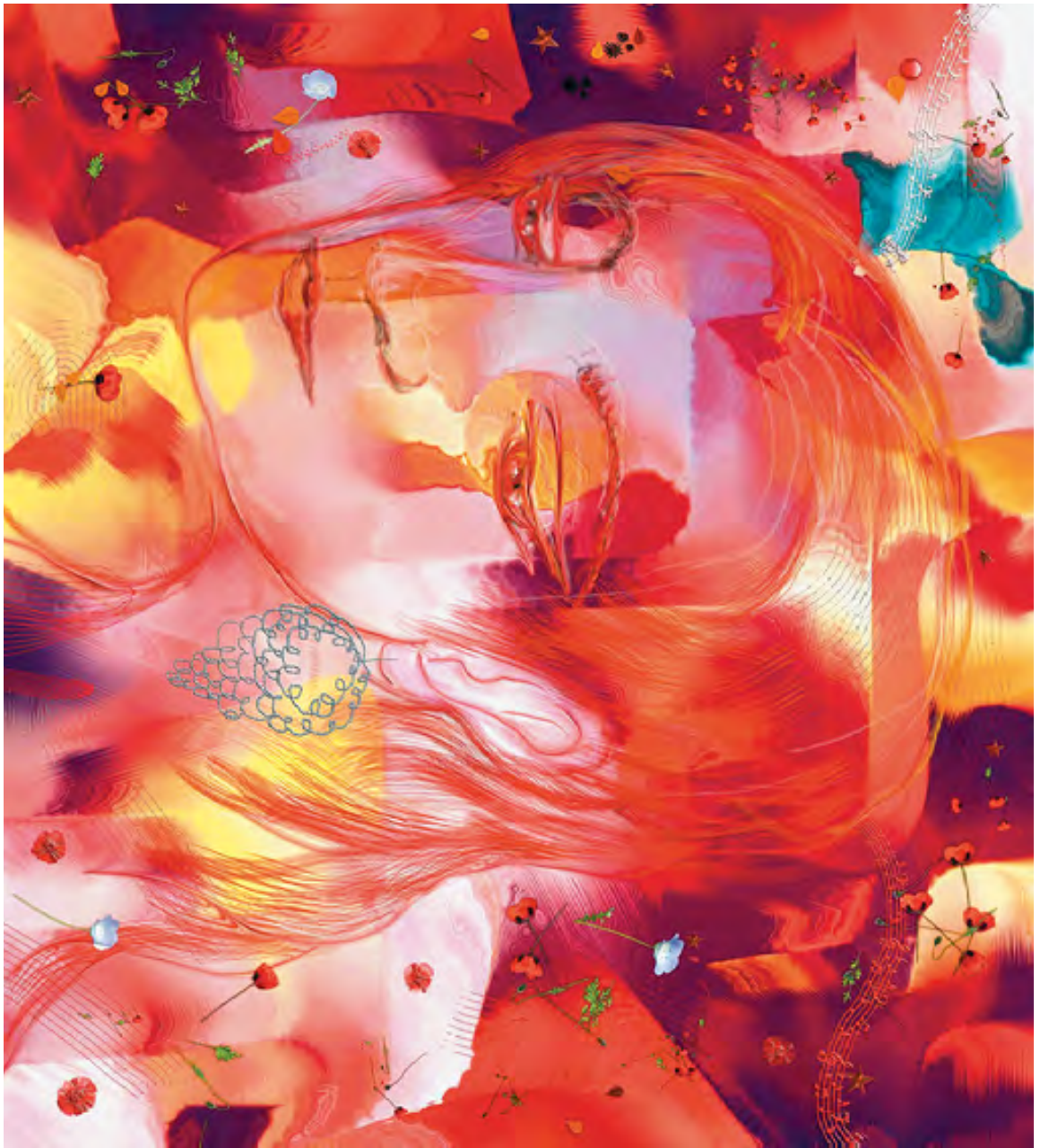
Redacción (06/01/2017). Top 10 de carreras mejor remuneradas en México. *Excelsior*, http://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/01/06/1138223.

Reynoso C (2012). *Redes sociales y complejidad. Modelos interdisciplinarios en la gestión sostenible de la sociedad y la cultura*. Buenos Aires: SB.

Vilar S (1997). *La nueva racionalidad: comprender la complejidad con métodos transdisciplinarios*. Barcelona: Kairós.

L. Angélica Cabrera Torrecilla
Universidad Autónoma de Barcelona
(becaria CONACyT en el extranjero)
cato.ang@gmail.com

© Malú Méndez Lavielle. *Amapolas*, 2017.



www.elementos.buap.mx

La perpetuidad del DISCURSO

La temporalidad de las ideas

Luis Marcos **Palacios Romero**

Sobre el tiempo, el cambio que provoca en todo,
la relatividad inherente y su potencial al acumularse

La locación está ubicada en el mismo sitio en el que hace 2,343 años se encontraba la ciudad de Nueva York, y en la que por casualidad también se encontró por mucho tiempo la pintura que ahora pasa enfrente de tus ojos, pero ahora no de forma física y tangible, sino como resultado de una serie de estímulos cerebrales inducidos para permitirte "ver" lo que hace más de 2,000 años pintó un artista llamado Claude Monet (Figura 1). Los colores púrpuras y azules de la pintura de Monet ahora en el año 4,359 se han descompuesto y degradado incluso antes que el lienzo que los soportaba. Sin embargo, su discurso pretende sobrevivir al tiempo.

Los colores que componen una pintura representan lo mismo que las palabras que forman parte de un texto escrito o incluso de una conversación cotidiana; y de la misma forma en ambos casos se pretende transmitir un discurso que se compone de forma precisa por cada una de sus partes. Sin embargo, cada uno de estos componentes tiene su propia susceptibilidad al tiempo. Los colores se transforman y degradan al mismo tiempo que el lenguaje cambia, y con ello el significado y las ideas a transmitirse se deforman en algo que sin duda ya no representa la concepción original.

Figura 1. Nymphéas, Claude Monet. Museo de Arte Moderno (MoMA), New York. Foto original tomada de: https://www.flickr.com/photos/97402095@N00/3317065058. Licencia de uso: https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/.

Figura 2. Vista aérea del "Centre de Stockage de la Manche". © Andra/Zorilla Production. Foto original tomada de: https://www.andra.fr/hd.php?id_photo=43.

El mantener los discursos y mensajes a pesar del paso del tiempo puede ser de gran importancia. Un ejemplo de esto es lo que Sergio de Régules describe en uno de sus libros (de Régules, 2012) como el caso de la Agencia Nacional de Gestión de Desechos Radioactivos en Francia, ANDRA por sus siglas en francés, el cual es un organismo que contempla dentro de sus actividades y responsabilidades enviar mensajes a la gente del futuro (ANDRA, 2006). Esto, por más extraño que parezca, es de gran relevancia al pensar que todos los residuos radioactivos generados por actividades bélicas, médicas o de investigación son dispuestos en depósitos, los cuales tienen un estricto control para evitar cualquier tipo de percance radioactivo. Actualmente, el CSM (Centre de Stockage de la Manche) es el primer centro de almacenamiento en Francia en fase de control posterior al cierre (Figura 2), esto quiere decir que a pesar de que este depósito se encuentra "cerrado" por haber llegado al tope de su capacidad, el material que se encuentra resguardado debe mantenerse bajo ciertas condiciones por un periodo de al menos 500 años, en los cuales no se debe perturbar de ninguna forma. Esto implica que al menos 20 generaciones deben mantener esta información sin modificación, considerando que actualmente el registro impreso en papel permanente (papel que por su composición química puede mantenerse durante varios cientos de años) consta de 10,000 documentos (ANDRA, 2007). Sin embargo, este depósito contiene materiales radioactivos con tiempos de vida media corto e intermedio. Las discusiones continúan para aquellos depósitos que deben permanecer intactos por al menos 10,000 años, en donde las preguntas inmediatas son: ¿Qué tipo de medio puede mantener un mensaje por esta cantidad de tiempo? ¿Qué lenguaje debe utilizarse? ¿Cómo podemos imaginar en este momento un mundo futuro a 3,000 años de distancia? Esta última pregunta se relaciona con uno de los objetivos principales de la ANDRA, que es conservar la memoria que detalla las condiciones del tiradero radioactivo a pesar de los trastornos potenciales futuros, como guerras, grandes catástrofes o cualquier otro tipo de fenómeno que pudiese modificarla.

El tiempo parece ser tan solo el soporte sobre el cual todo ocurre, incluyendo por un lado la formulación de los discursos, pero también su modificación o eliminación a causa de la acumulación de fenómenos naturales y sociales que tienen un efecto inexorable sobre estos. En lo que respecta al discurso científico, que sin lugar a dudas es de importancia por ser parte fundamental del desarrollo de la sociedad tal y como hoy la conocemos, no hay una excepción, del mismo modo está sujeto al transcurrir del tiempo y todo lo que esto implica.

> La ciencia es valiosa como herramienta para domar la naturaleza y remodelar la sociedad;

> es valiosa en sí misma, como clave para la inteligencia del mundo y del yo; y es eficaz en el enriquecimiento, la disciplina y la liberación de nuestra mente. (Bunge, 1976)

El mecanismo para la construcción del conocimiento científico ha sido objeto de discusiones, por lo que existe más de una postura para describir cómo es que los desarrollos científicos evolucionan y se transforman. Por un lado, la tesis de Karl Popper (1902-1994), filósofo estudioso de la ciencia, aseguraba que el conocimiento científico era resultado de contrastar teorías, en donde una de ellas demostraba ser mejor que la otra, generando así el desarrollo del conocimiento científico. De esta forma, Popper aseguraba que la ciencia es una revolución permanente y que el cambio científico es racional; o bien, racionalmente construido. Por otro lado, Thomas Khun (1922-1996), físico y filósofo de la ciencia, hace una clara diferenciación entre el ejercicio de lo que él llama ciencia "normal", como todo aquello que es descrito y construido con teorías previamente concebidas; y la creación de nuevo conocimiento por una revolución científica, que es aquello que surge para modificar de forma radical aquello que se creía anteriormente y que, además, no necesita de conocimiento previo para sustentarse en sus principios fundamentales. Sin embargo, cualquiera que sea la concepción, el tiempo sigue jugando un papel muy importante. El reflexionar sobre esto puede llevarnos a cuestiones como: ¿Qué discursos, de todos aquellos generados a lo largo del tiempo, tienen el valor suficiente para ser resguardados y perpetuados? e incluso, ¿es posible hacer esta selección de forma consciente?

No todas las teorías o discursos científicos son considerados como "adecuados" para ser tomados en cuenta como parte de esta construcción científica global. Por ejemplo, la teoría de "varios mundos" postulada por el físico Hugh Everett (Everett, 1957) para dar solución a la incertidumbre de medición que plantea la mecánica cuántica, es una teoría que desde que se formuló en 1957 no fue aceptada por la comunidad científica, a pesar de que no existen pruebas suficientes para descartarla. Por lo tanto, pensando en la postura propuesta por Popper (Lakatos, 1969), esta clase de discursos científicos que probablemente podrían servir de elementos de construcción de la ciencia por acumulación de conocimiento, o bien, bajo la perspectiva de Kuhn hacia la ruptura de la ciencia normal (Kuhn, 1962), pueden quedar perdidos o modificados por acción del tiempo –el olvido–.

El problema sobre la modificación del discurso en el tiempo puede representar algo más allá que solo una idea para reflexionar y pensar sobre el hecho que las personas del futuro simplemente no podrán leer, escuchar u observar a un autor[a] de la misma forma en la que hoy en día lo hacemos.

NOTAS

[a] *"El autor es quien da al inquietante lenguaje de la ficción sus unidades, sus nudos de coherencia, su inserción en lo real." (Foucault, 1992).*

BIBLIOGRAFIA

[1] De Régules S (2012). *La mamá de Kepler*. Ed. Ediciones B.

[2] ANDRA (2006). *Disposal facilities: Preserving a collective memory*. Recuperado de: http://www.andra.fr/internacional/download/andra-international-en/document/editions/299.pdf.

[3] ANDRA (2007). *Mémoire de synthèse pour les générations futures*. Recuperado de: http://www.andra.fr/internacional/download/site-principal/document/CSM_memoire_de_synthese_pour_les_generations_futures.pdf.

[4] Bunge M (1976). *La ciencia. Su método y su filosofía*. Ediciones siglo veinte.

[5] Everett H (1957). Relative state formulation of quantum mechanics. *Review of modern Physics* 29: 454-462.

[6] Vaidman L (2014). *Many-worlds interpretation of quantum mechanics*. Recuperado de: https://plato.stanford.edu/archives/fall2016/entries/qm-manyworlds.

[7] Lakatos I (1969). Criticism and the methodology of scientific research programs. *Proceedings of the aristotelian society* 69.

[8] Kuhn TS (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago press.

[9] Foucault M (1992). *El orden del discurso*. Ed. Tusquets.

Luis Marcos Palacios Romero
Universidad Iberoamericana
Departamento de Ingeniería y Ciencias Químicas
ayreonauts@gmail.com

© Malú Méndez Lavielle. *Simbiosis,* 2016.

www.elementos.buap.mx

Los excusados del CHE

entrevista con el ingeniero Luis Méndez Izquierdo

Leopoldo **Noyola**

En qué momento la memoria importa, cuándo dejan de ser interesantes los recuerdos para los lectores en la hambrienta dinámica cotidiana de las redes sociales y la expansiva multimedia que comunican lo pensable y lo impensable. Esta entrevista inédita fue realizada en abril de 1999 en la terraza de un enorme jardín de Cuernavaca perteneciente al ingeniero civil Luis Méndez Izquierdo, constructor de decenas de puentes y carreteras mexicanas en los años cuarenta, entre las que destacan las primeras vías modernas y puentes hacia el sureste mexicano.

El ingeniero Méndez, en ese momento retirado, era una fuente inagotable de historias y vivencias de un México que, en efecto, ya no existe, pero cuya sustancia revela los detalles que los interesados en la historia y la memoria desconocemos porque no están escritos en ningún lado. En su enorme menú memorioso el ingeniero podía hablar de su familia, pues fue hijo de Federico Méndez Rivas Echenique, un militar porfirista condecorado de cadete por el mismísimo don Porfirio según cuenta la fotografía que Gustavo Casasola incluyó en su *Historia gráfica de la Revolución Mexicana*,[1] misma persona que diseñó y construyó el edificio obregonista de la Secretaría de Educación Pública de la calle de República de Argentina,[2] en la Ciudad de México, y también el mismo al que

José Vasconcelos agradece por sus ayudas en su huida postelectoral de 1929, casi con el mismo entusiasmo con el que agradece a su amigo Joaquín Méndez Rivas, poeta, escritor, locutor y primer egresado de la Escuela de Derecho, hermano de Federico y tío del ingeniero. Otras sabrosas historias fueron sus andanzas con Lázaro Cárdenas del Río en obras michoacanas, ya como expresidente; o en la selva tabasqueña o en las interminables historias de ingenieros y peones, de ingenieros y políticos, de ingenieros y clientes singulares, como la historia elegida en esta ocasión.

Es interesante también porque tiene que ver con ciertas cosas que han ocurrido recientemente en el mundo, como la muerte de Fidel Castro y la inevitable obsolescencia de su hermano Raúl que más pronto que tarde deberá abandonar el poder, escribiendo un punto y aparte a la revolución cubana. Los hechos que se narran aquí ocurrieron en los meses previos y posteriores a la revolución de ese país, circunstancias agridulces para sus actores que como accionistas de una fábrica de excusados en La Habana defendían sus intereses ante un gobierno empírico y desorientado. Una historia del Che, más que de Fidel, recordada por un hombre común sin otra intención que la de recordar, a pregunta expresa de un curioso.

Cuénteme la historia del Che Guevara, ingeniero ¿cómo empezó eso?

Un contratista de las gentes de Fulgencio Batista era Mario Espino, que tenía nexos muy íntimos con Batista, me imagino que económicos y políticos, nos hizo llegar hasta la fábrica la idea de que en ese momento Cuba tenía la necesidad de entrar a la industria. Luego de consolidar el recurso de los cabaretes y con una producción de azúcar estable y acomodada en el mercado de Estados Unidos, como que empezó a tener cierta prosperidad y se vio que la industria era la solución para los países de Latinoamérica. Entonces, pues, claro, el cubano era en aquel momento afecto al mexicano, de alguna forma se estableció contacto con la gente de Mario Espino y se les comunicó que había interés nuestro en hacer una fábrica de muebles de baño basados en la experiencia de Sanitarios El Águila, que fue la primera fábrica de cerámica industrial mexicana, fabricante de azulejo, y que era una opción para ellos, ya que Cuba no producía muebles y elementos de calidad para baños. Y aunque siempre ha existido la idea de que el cubano juega cubano, que también es transa como el mexicano, y más o menos así lo pensaron ellos, se hicieron los arreglos para avanzar en ese propósito.

Sanitarios El Águila fue la primera fábrica de baños y azulejos en México, situada por el rumbo de la Merced, y a mí me había tocado hacerla para don Héctor Peralta (de la célebre familia Peralta, hermano de Carcho Peralta el de los toros y del hotel Regis; de Alejo Peralta el del béisbol y de la empresa IUSA; n. del r.). Entonces hubo un contacto y fui a La Habana donde, al cabo de unos días, se me ocurrió que la estructura de la fábrica no fuera de fierro, como se acostumbraba en esa época para las fábricas, sino de concreto, y las razones eran varias: La Habana es un puerto y había poco concreto armado en general; entonces la estructura de fierro requiere mucho mantenimiento, mucha pintura, puesto que la isla está sujeta a corrosión por los vientos marinos, altamente cargados de sulfatos y sustancias agresivas. Les convenía el concreto. Además, porque a mí siempre me ha gustado mucho el concreto, y cuando proyecté la fábrica de Cuba me dejó muy satisfecho, tiene ángulos muy bonitos, en su disposición tiene una estructura bellísima y me tocó hacer desde la idea, después el proyecto, hasta la construcción y la puesta en marcha. Mientras la hacíamos confirmé que el concreto era la solución para La Habana, porque todos estaban haciendo estructuras metálicas que tenían que importar de Estados Unidos, armazones de fierro que tenían que pintar cada año, pues los americanos les imponían todo. Y para el concreto había muy buen material, una caliza muy buena, dura y resistente, y una magnifica mano de obra. La mano de obra

© Malú Méndez Lavielle. *Coral*, 2017.

de Cuba era –y me imagino que es– superior a la mexicana. La razón es más o menos obvia: ahí, para ser albañil se estudia, para ser maestro carpintero se estudia, para ser maestro plomero se estudia; así era desde tiempos de Batista y antes, sí. En México no se estudia. Entonces, un albañil común y corriente sabe de ángulos, que a 35 grados, a 32 grados, y en el México de aquella época –y en la de ahora también– el albañil no sabe de qué le estás hablando, porque muchas veces no saben ni leer. Entonces era gente preparada. El cubano es más inteligente que el mexicano, pero menos profundo; el mexicano tiene más angustias, más problemas, más inquietudes.

Se me ocurrió un diseño muy bonito, uno que se llama diente de fierro, donde también iban cuatro tipos de estructura, la cáscara tipo diente de fierro no la inventé yo, ya Noruega las hacía, con suficientes tragaluces es una estructura maravillosa.

Cuando yo llegué a la Habana con el proyecto, una perspectiva con cálculos y todo, me fueron a esperar al aeropuerto los Espino, que eran los dueños, gente completamente de Batista. Cuando vio la perspectiva en el propio aeropuerto, el señor Espino hizo un escándalo que me avergonzó, pues nunca me ha gustado la notoriedad; en el restaurante a donde fuimos sacó la perspectiva, y que, miren, aquí, el ingeniero mexicano y esto y lo otro.

Y la hicimos, quedó magnífica, no había en Cuba ninguna obra de concreto, ni hay ninguna todavía de esa calidad, no la hay. Completamos la obra y comenzamos a trabajar.

El ambiente político en Cuba era efervescente en 1958, la guerrilla crecía tanto en la ciudad como en la Sierra Maestra. ¿Qué recuerda usted de eso?

En la Habana se hablaba de los guerrilleros, de que los ricos les daban dinero, pero como que estaban

© Malú Méndez Lavielle. *Luna juego*, 2015.

quietos; se decía que había 800 levantados en armas; el más peligroso era el que estaba en Santa Clara, a 200 kilómetros de La Habana, uno que por cierto desapareció de la escena rápidamente, de apellido como de francés. Fue uno de los que realmente le dieron el triunfo a Fidel.

El problema era sencillo, para el pueblo de Cuba el rey era Fidel, pero en las noches ellos entraban y los soldados de Batista, que eran inteligentes, no se iban a dejar matar así como así; entonces lo que ocurría era una especie de aceptación, los ricos sí le mandaban dinero a Fidel Castro, me lo dijo Mario Espino, que era el socio principal, varias veces lo platiqué con él.

El gobierno de Batista, que también había llegado al poder con un golpe de estado, compra en Inglaterra unos tanques, un montón de armas y cosas por el estilo y se pone a batirse con Fidel a 800 kilómetros de la Habana, en Santiago de Cuba, como en las películas, con grandes despliegues y carros llegando, muy espectaculares. El que les pegó no fue Fidel, sino el que estaba levantado en Santa Clara, fue él quien realmente dio el golpe bueno. (El ingeniero Méndez probablemente se refiera a Pedro Luis Boitel, participante en Santa Clara, detenido y acusado de conspiración contra el Estado revolucionario en 1961, que muere en 1972 en la cárcel tras una larga huelga de hambre; n. del r.).

Inmediatamente, con los mismos tanques con los que iban a combatir a Fidel en la Sierra Maestra, los guerrilleros los agarran y les dan la vuelta, los dirigen hacia La Habana y en un rato ya estaban llegando. Lo sabe Batista en aquella famosa fiesta de fin de año y, como siempre tenía un avión listo, pues vámonos. Los ricos, como jugaban con los dos bandos, pues les daban dinero a los dos, en un primer momento se quedaron.

¿En dónde estaba usted en ese momento?

Yo estaba en Cuba cuando Batista tuvo que huir. La Habana cae, pero lo hace de inmediato, cosa que a todos nos agarró por sorpresa. Fueron momentos de mucha incertidumbre. Como quiera que sea había un convenio, un contrato. En el contrato nosotros teníamos derecho al 25 % y ellos ponían toda la lana, era nuestra utilidad; vamos, éramos accionistas al 25 %.

Nosotros teníamos un departamento en el centro de La Habana, ahí estaba yo esa noche. No fue algo trágico, fue más bien cómico, no fue agresivo. Hubo un muerto y fue por atropellamiento. Entonces Fidel sí se aventó y agarró las riendas. Se asoció con el de Santa Clara. Pero todos recibieron bien a Fidel, no tanto por convencimiento, sino por conveniencia. Todos que: ¡Fidel, Fidel, Fidel!

¿Le tocan los primeros días de la revolución?

Sí, cuando empezaron a hacer una serie de leyes muy tontas, por ejemplo: nadie puede hacer edificios de departamentos porque el gobierno de Fidel va a hacer casas para todos; luego, como se paralizó el comercio, otra ley: nadie puede correr a un empleado. Entonces empezaron con leyes que cambiaban al tercer día, cuando veían que no funcionaban. Al suspender los edificios de departamentos y todo eso se paró la construcción; usted no podía quitar en una zapatería al personal

porque lo acusaban de contrarrevolucionario; o sea, llegó un momento en que era pura inercia, y eran puras leyes y contra-leyes, y el perico aquel hablando y hablando y pa´aquí y pa´allá; pronto agarraron las casas de los ricos y los coches de los ricos, a los pocos días veía usted Lincolns, Cadillacs y coches europeos hechos garras saliendo de las borracheras. La revolución estaba, por ejemplo, en El Sierra, un cabaret, ahí íbamos don Héctor y yo, y las mujeres muy guapas se empezaron a vestir de revolucionarias, con sus gorritas muy lindas, porque lo que sea de cada quien las cubanas son muy bonitas, muy lindas, con su gorrita, su pistola sin balas, eso se convirtió en un teatro. Entonces en el Tropicana y sobre todo en El Sierra, que era un lugar donde se bailaba y todo, las muchachas vestidas de verde olivo, ahora eran las "compañeras"; nos íbamos don Héctor, el

© Malú Méndez Lavielle. *Atardecer*, 2015.

© **Malú Méndez Lavielle.** *Homenaje 8 de marzo*, 2015.

ingeniero Eduardo Fuentes y yo todas las noches a festejar la revolución. Fuentes era el encargado de las obras que venía trabajando conmigo desde Córdoba (Veracruz), un muchacho inteligente que tuvo ahí oportunidades maravillosas ¿no?

Tenían que pactar con el nuevo gobierno el destino de la fábrica. Platíqueme cuáles fueron sus primeros pasos, ingeniero.

Nosotros intentamos hablar con Fidel, pero no fue sencillo. Héctor Peralta figuraba como el principal accionista mexicano, un accionista importante de la nueva industria llamada Industria Sanitarios Nacional. Entonces apareció una persona pues, según esto, a nuestro negocio le correspondía revisarlo al Ministerio de Bienes Malversados, ja ja, cosas muy cómicas. Nombraron ahí de secretario a un jovencito muy simpático cuyo nombre se me olvida y al cual vimos en forma verdaderamente increíble. Empezaron a ocupar las mejores casas para ubicar algunos ministerios como el de bienes malversados. El mexicano tiene en Cuba –y tenía más en aquellos tiempos– una posición muy particular, el mexicano era el ídolo de los cubanos, por ejemplo Pedro Vargas era un ídolo, borraba a cualquier artista americano; Pedro Infante y Jorge Negrete; Cantinflas era lo máximo que ha habido en la Tierra, el general Cárdenas también. O sea, hay una admiración para el mexicano y un odio histórico hacia los americanos.

Nos dieron la dirección de bienes malversados y ahí vamos, estaba en una residencia muy bonita, con escaleras de mármol, que habían agarrado de uno de los ricos y supimos que el secretario se apellidaba... X, no me acuerdo, un muchacho por cierto, lo vimos de inmediato, porque usted en La Habana como mexicano tenía charola. Queremos ver al Ministro de Bienes Malversados. ¿Son mexicanos, verdad? Sí. Pasen, pasen. Soldados por

aquí y por allá. En diez minutos estábamos con él; ah, mexicanos, conocí a Carcho Peralta en el Regis, don Héctor, una plática magnífica; sí, sí, estamos preocupados por nuestra fábrica; no se preocupen, hombre, ustedes los mexicanos ya saben que aquí son los meros meros y que esto y que lo otro, voy a hablar con Fidel. Y así estuvimos dos o tres días. Buscamos a Celia (Sánchez; n. del r.) a través de un distribuidor, Capote, cubano que compraba muebles de baño y azulejos de la fábrica de don Héctor en México. Fuimos con ella y le planteamos el problema; una chica inteligente, práctica, fue la que nos hizo una cita con Fidel. Platicamos dos horas con él, pensábamos decir que estábamos cansados de tanta vuelta, que no se resolvía nada. Pero fue un fracaso.

Vimos a Fidel en un café del hotel Capri, me acuerdo que llegó y habló todo el tiempo, de todo, habló hasta de los *switch*, como allá les llaman, y luego quiso explicar en la televisión qué cosa eran los *switch*. Una serie de cosas inconcebibles. Decía cosas sin sentido. No se le veía sustancia a la revolución absolutamente, un merolico, un tipo que, como él, había muchos en San Juan de Letrán, hablaba puras babosadas, duraba 16 horas hablando por televisión. Con Fidel no pudimos ni hablar, él habló de él, de la revolución. Era afectuoso y agradable, pero a la hora se daba usted cuenta de que estaba perdiendo el tiempo. Le pesqué algunas cosas más o menos brillantes, astutas, dijo que nuestra fábrica era innecesaria, pero después que quería comprarla. O sea, no era tonto ¿verdad?, hablaba de un montón de cosas, afectuoso, te enredaba con tanta palabra. Al salir de ahí don Héctor y yo comentamos: aquí no hacemos nada, este hombre está en la Luna, completamente fuera de toda posibilidad, concluimos que era una gente inconsistente, simpático, pero luego de dos horas de estar escuchando puntadas, pues no.

Lo único bueno que salió de ahí fue la relación con esa mujer, Celia, la compañera Celia, que fue la que nos hizo la cita y nos explicó por dónde debíamos movernos para arreglar nuestro negocio. Nosotros seguíamos teniendo el 25 % de las acciones de la fábrica por el *know how*, que representaban 300,000 dólares, entonces lo que queríamos era recuperarlos. Si se van a quedar con la fábrica quédensela, pero paguen. Ya no fabricábamos, salieron al final algunas piezas mal hechas, defectuosas. Unos personeros de los que andaban con ellos querían que don Héctor y yo firmáramos un acta en la cual renunciábamos totalmente a nuestros derechos, que no firmamos. Pues no, cómo vamos a firmar eso, es absurdo. "No, chico, pero es que la única manera que funcione". No, no, mira, aquí nos vamos hasta donde sea, dijo don Héctor, trataremos de ver al Che.

Nos costó trabajo, no fue tan fácil, pero tuvimos el primer contacto con el comandante Guevara, que fue agrio y desagradable. Para esa entrevista consideramos que era oportuno reportarse con otra persona para que nos acompañara, Mondragón, que había trabajado como auditor en el gobierno del DDF y era muy hábil como contador, porque ahora la única realidad era que nos debían dinero. Entonces fuimos a ver al Che Guevara, en el despacho había como cinco grupos de mexicanos; unos que eran contratistas de petróleos, otros que mineros, y estuvimos ahí hasta que nos

© **Malú Méndez Lavielle.** *Las gracias*, 2015.

© Malú Méndez Lavielle. *Gato Luna*, 2015.

tocó pasar. Entramos don Héctor, Mondragón y yo. Pasen, pasen. ¿Quién de ustedes es el ingeniero?, preguntó el Che ni bondadoso, ni agresivo. Yo, respondí. Explíqueme usted por qué están saliendo fisurados los azulejos y los muebles de baño. Le dije: es difícil una explicación simple, porque hay muchas razones, pero voy a tratar de explicarle exactamente en qué consiste, comandante. Empiezo por comentarle la verdad, mire, el mueble de baño, el excusado, ya ve que tiene un bache con una como lengüeta, que es donde cae el excremento, esa lengüeta se tiene que pegar después, porque si no, no se podría vaciar, y luego se sella, pero para eso tiene que mover el mueble de baño, lo tiene que girar, si no, lo pega usted con el borde de arriba; entonces hubo un error ahí, negligente, de huevón, pues por no darle la vuelta comenzaron a salir cuarteados. A estas alturas ya había en la fábrica un grupo que estaba en contra de nosotros, no les faltaban razones, pues nuestros técnicos y especialistas, encabezados por Fuentes, lo único que hacían bien era estar con un montón de cubanas.

La explicación era esa, desafortunadamente la persona que habíamos dejado había descuidado ese aspecto; entonces, al meter la temperatura había impedido el pegado y eso ocasionaba la fisura. Y luego, que los azulejos estaban saliendo pandos. Ese es un error increíble de la persona que mandamos ¡y que era un especialista!, que había estado en la fábrica tanto tiempo. Mire, muy sencillo, el esmalte, lo que se llama el azulejo, se hacía por el cocimiento de dos fuegos; en el primer fuego se hacía lo que se llama el bizcocho, lo que es la pasta, y en el segundo se le metía el esmalte, queda muy bonito. Claro que hay un problema entre el esmalte y la pasta, tienen diferencias cuando viene la temperatura, por lo que hay que poner la temperatura de acuerdo con las características de uno y de otro. Por eso se cuecen aparte, al ingeniero este que se llamaba Flores, que no era ingeniero pero que era competente, le pasó una cosa muy curiosa, él me dio la explicación cuando le pregunté cómo es posible que nos estuviera pasando esto. ¿Cuánto le dio usted al gramil?, que es la medida de milésimas. No, pues le di 24. No, pues, altísimo. Es que, sabe ingeniero, debe ser un poquito más grueso porque la pasta no es muy blanca. Pues sí, pero es peor que le ponga usted esa temperatura, cuando lleva 18, 16. Esto es un error de temperatura, es una metida de pata. Para mañana hacemos esto y esto. Así lo ha hecho usted siempre, por qué lo hace usted ahora así.

El Che se me quedaba viendo circunspecto, pero no hostil. Mire comandante, con toda franqueza, yo sugeriría que lo primero que usted debe hacer es conocer la planta, para que se familiarice con los equipos. Todas las plantas, al arrancar, tienen ciertos problemas; nos estamos ocupando, como debe ser, con personal eminentemente cubano; si no, no sería ningún beneficio la industria que hemos instalado. Y hemos tenido algunas personas que, probablemente, el medio, el ambiente, los han hecho un poquito... desentendidos. Mal, pero estamos tratando de resolverlo. Qué le parece si para nivelar cuentas nos hace una visita a la planta. Me dijo sí, sí, me parece razonable. Ya verá usted ahí cómo es. Además,

© **Malú Méndez Lavielle.** *Viento hoja*, 2015.

ya había cubanos que nos estaban echando para quedarse en posiciones dentro de la fábrica; pero realmente el ingeniero Eduardo Fuentes, hay que reconocerlo, nos falló, porque tantas oportunidades de mujeres, vino y eso, realmente no estaba pensando en cómo hacer bien el azulejo. Flores era el especialista en el azulejo, pero el que estaba encargado de todo era Fuentes. Su hermano Yeyo borracho, él borracho; el mejor elemento era Benito Vargas, que también era borracho, pero él era activo, él hacía cosas, los otros no.

Fuentes fue muy afortunado ahí, ganaba muy buen sueldo, era simpático, muy agradable, y eso lo perdió bastante. Anduvo borracho. Benito era muy trabajador y era muy brillante como maniobrista, pero no conocía la industria, ¿me entiende? No era de la fábrica, era del personal mío de construcción, vamos. Muy inteligente, muy hábil, pero tampoco se metía mucho a la fabricación. Y finalmente, también ellos avizoraron la posibilidad de que los mexicanos eran un lastre, fue cuando apareció en la fábrica un letrero que decía "Mexicanos go home", como a los gringos, nos lo llegaron a poner.

Cuando me reuní con el comandante Guevara en la fábrica me pareció un muchacho completamente ignorante de lo que era la cosa industrial, fuimos a la parte alta y se le ocurrió preguntarme por un tinaco: ingeniero, ¿y eso qué es? Es un tinaco, para el almacenamiento de agua. Ni idea. Le expliqué todo el proceso, por qué hacíamos dos juegos y que eso podría ser un poco más caro, pero de mejor calidad y a la larga más económico. En el mueble de baño le expliqué por qué había que darle la vuelta, es molesto, pasa esto y así. Se mostró más receptivo, era una persona inteligente y lo entendió muy bien. Después hicimos una buena amistad. Cuando llegaba yo a La Habana iba a verlo y me decía: aquí está mi programa de reforestación. Sí, comandante, muy buen programa. Era de 100 mil eucaliptos. Lástima que no escogieron la planta adecuada. Yo, con mi experiencia, sabía que el eucalipto no sirve para nada, es un árbol que daña su entorno, que chupa mucha agua. Pero lo dejé así, no era mi especialidad.

© **Malú Méndez Lavielle.** *Crepúsculo*, 2016.

Un día me pidió que fuera a ver una fábrica de tabiques con ciertos problemas. Sí, como no, comandante. Ese sí era mi ámbito, escudriñar los problemas que se presentan durante la fabricación, fui aprendiendo lo que se debe aprender, porque cometí todos los errores y luego para superarlos y hacer tubos de alta calidad tuve que hacer muchas rectificaciones, entonces llegué a tener un buen criterio. La fábrica era de tubos de vaso, pero ¡apagaban los hornos! (ja ja); obviamente los tubos se les cuarteaban, el horno no debe apagarse nunca. Qué es lo que mata una cosa térmica: el enfriamiento brusco. Nomás le apagas y le arruinas la vida, pues todavía no ha alcanzado la solidez, es un proceso.

Descríbame un poco al comandante Guevara, ingeniero, ¿cómo era él?

El Che andaba vestido muy sencillamente, con su boina, su puro, muy agradable, muy joven. Hablaba muy quedito. Tenía unos 28 años (en realidad, en 1960 tenía 32 años, frente a 41 del ingeniero Méndez; n. del r.). Y hubo pláticas interesantes.

La plática final, en la que llegamos al acuerdo en que nos pagaban todo, fue muy bonita, muy brillante por parte de él cuando dijo algunas cosas sobre la cooperación. Lo manejamos muy bien.

¿Ustedes arreglaron lo que iban a arreglar?

El acuerdo fue muy bueno para todos, porque nos quedaban a deber una cantidad considerable de dinero, algo así como 300,000 dólares, y el comandante fue bastante agresivo con mi socio, don Héctor, mientras conmigo fue prudente. Ya habíamos detectado que yo le caía muy bien al comandante Guevara, que me hacía mucho caso. Y a don Héctor Peralta lo veía como el capitalista, que lo era, de corazón. Yo era el técnico y él era el de la lana que tenía que ponderar. Por otra parte, don Héctor tenía una personalidad... muy agradable, no cabe duda, pero decía cosas, de repente, medio fuertes; o fuertes, medio peladonas y hacía que el comandante levantara las cejas. Entonces el Che y yo lo hacíamos pedazos porque realmente no le caía simpático. Cuando llegó la hora de la liquidación el comandante nos encontró a don Héctor y a mí para decirnos: quisiera seguir contando con la asesoría del ingeniero y usted, que vinieran con cierta frecuencia, hay ciertas cosas que ustedes saben. Ah, sí, cómo no, comandante, por supuesto. Claro que les vamos a poner un coche, dijo. No, coche ya tenemos, comandante. Bueno, pues les damos un departamento. No, también tenemos departamento. Bueno, para los viáticos. Sí, eso sí. Y cuánto necesitarían para los viáticos al día. Pues, hombre, respondió don Héctor, con unos 60 dólares diarios sería suficiente. El comandante Guevara por poco se cae de su silla. Es mucho dinero, dijo, yo saco tres dólares diarios. ¿Y qué cree que le dijo don Héctor? No sea pendejo, comandante, haga sus ahorritos, ja ja. Y volteó el comandante a verme. ¡Don Héctor!, le dije, qué pasa, hombre, más respeto, por favor. Pero él decía este tipo de cosas de manera muy tranquila, muy suavecita.

Cuando llegamos al acuerdo final no fue nada más el Che Guevara, que era el director del banco nacional; estuvo un señor que decía ser secretario de Hacienda, un señor flaquito así como yo, del mismo porte que yo, estaba el licenciado Santiesteban, que era el secretario particular del comandante en la oficina del Banco de Cuba, y llegamos a una de las pláticas importantes en las que se lograron varios acuerdos. Y estaba un señor que había sido funcionario de Hacienda en los tiempos de Batista y que ahora trabajaba en el banco, era de los importantes, pero con grandes temores. Cada vez que le preguntaba algo el comandante, como estábamos pegaditos los tres, sentía yo cómo temblaba. Me acuerdo que dijo: No, comandante, a estas alturas no respondo de mi criterio. Ja ja. Eran como las doce de la noche. El comandante vivía ahí, ¿eh? tenía un departamentito. Se explicaba lo de los tres dólares diarios.

Sacamos de la negociación lo que valía nuestra inversión, los 300,000 dólares. Hicimos don Héctor Peralta y yo una mancuerna muy buena, era magnífica, siempre planeábamos lo que íbamos a decir. Fue como nos hizo justicia la Revolución.

Muchas gracias por su recuerdo, ingeniero.

N O T A S

[1] Casasola G (1992), *Historia Gráfica de la Revolución Mexicana*, Tomo 1, p. 142, Editorial Trillas, México.

[2] "...busqué un hombre de acción y lo encontré en la persona del señor ingeniero don Federico Méndez Rivas, autor de este edificio desde sus cimientos, y de cuyos méritos da fe la obra misma; no pudiendo menos de agregar que, alguna vez, mirándolo trabajar con ímpetu ordenado y certero al frente de setecientos hombres que a diario cumplían con puntualidad y eficacia su labor, me acordé del general Joffre, que cuando contemplaba el acierto tenaz de algún oficial competente se llenaba de júbilo y le enviaba un beso de entusiasmo.", José Vasconcelos (1922), http://www.sep.gob.mx/es/sep1/sep1_Discurso_inaugural1#.WTrMIOs182w.

Leopoldo Noyola
Antropólogo
Revista Elementos
polo.noyola@gmail.com

Biro S. La nebulosa de Orión. Una historia visual.
Elementos 108 (2017) **31-37**

www.elementos.buap.mx

La nebulosa de Orión

Una historia visual

Susana **Biro**

Al apuntar los primeros telescopios al cielo nocturno, los astrónomos encontraron que la superficie de la Luna es rugosa y que el Sol presenta manchas cambiantes. Pasaron de ver meros puntos brillantes o esferas perfectas, a discernir los detalles de cuerpos extendidos. Surgieron nuevos objetos de estudio, nuevas preguntas y nuevas maneras de buscar respuestas. Para reportar todo esto, los astrónomos comenzaron a usar dibujos y de este modo, a principios del siglo XVII, la astronomía se transformó. A las prácticas comunes de determinar posiciones precisas y reportarlas en tablas para elaborar calendarios, se agregó otro elemento: la astronomía visual (Winkler y van Helden, 1992). Para mirar y registrar los objetos revelados por el telescopio, se usaron técnicas de otras disciplinas y tradiciones provenientes de una rica cultura visual en el arte y en otras áreas de la ciencia como la botánica y la anatomía. También tuvieron que innovar de acuerdo con los retos que se les fueron presentando.

En este ensayo mostraré las maneras en que se usaron las imágenes al observar, registrar y reportar los objetos celestes. Veremos que estas representaciones visuales no solamente constituyeron el producto final, sino una parte integral del proceso de ir entendiendo más sobre la naturaleza. Me centraré en el ejemplo del estudio de la nebulosa de Orión entre los siglos XVII y XIX; esto

© **Maiú Méndez Lavielle.** *Baroque muse*, 2015.

es, a partir de la invención del telescopio y hasta antes del uso de la fotografía.

Las nebulosas son cuerpos tenues, extendidos, que no se conocían antes del telescopio, y que aún con este instrumento eran difíciles de ver. Su estudio requirió de una combinación de desarrollos técnicos, teóricos y sociales para avanzar (Biro, 2015). Para mostrar el papel de las imágenes en la práctica de la astronomía, he seleccionado seis representaciones de la nebulosa de Orión que considero ilustran el papel de lo visual en la práctica científica.

ANUNCIAR

Los reportes iniciales de cuerpos nebulosos, que no eran ni estrellas ni planetas, fueron descripciones dentro de los múltiples textos resultantes del uso del recién inventado telescopio a principios del siglo XVII. Por ejemplo, el alemán Simon Marius reportó ver una nubecilla ovalada en la región de Andrómeda y el francés Nicolás de Peiresc otra, en el centro de la daga de Orión. La primera imagen de una nebulosa que se publicó fue realizada por el astrónomo holandés Christian Huygens. Él construyó un telescopio mucho más potente que los anteriores y con él se propuso resolver la pregunta acerca del curioso cambio de forma del planeta Saturno. Huygens realizó múltiples observaciones y dibujos de este planeta a lo largo de su periodo de traslación en torno del Sol. En 1659 publicó el libro *Systema Saturnium* donde presentaba grabados sencillos y claros hechos a partir de sus dibujos, así como un diagrama con una secuencia en el tiempo de las formas aparentes de Saturno. Sumando esta evidencia mostraba que el cambio de forma del planeta a lo largo de su año se debe a que está rodeado de un disco y que su eje de rotación está inclinado respecto de la Tierra. Esta forma visual de construir un argumento era novedosa para la astronomía, pero era característica de una tradición de representación descriptiva en su natal Holanda (Alpers, 1983).

Figura 1. Imagen de la Nebulosa de Orión. Christian Huygens, *Systema Saturnium*, 1659.

En este libro aparecía además un grabado con el cual Huygens anunciaba que Theta Orionis, la estrella central de la espada de Orión, eran en realidad tres estrellas muy cercanas rodeadas de una zona nebulosa extendida. El libro fue leído por astrónomos en toda Europa e impulsó el interés por estos extraños cuerpos nebulosos. Edmund Halley repitió la observación de la nebulosa en Orión, y además encontró otros cinco objetos celestes tenues "que brillan por su propio lustre." Dos décadas después otro astrónomo inglés, William Derham, dio un discurso ante la Royal Society para "instigar a otros para que hagan observaciones adicionales, pues las considero dignas de investigación."

COMPARAR

Estimulados por las descripciones, los discursos y especialmente por las imágenes, pronto otros astrónomos se interesaron en las nebulosas y las fueron incluyendo en sus programas de trabajo. Por ejemplo, en 1750 el astrónomo francés Louis de Lacaille montó un observatorio en el Cabo de Buena Esperanza con el propósito de medir las distancias a las estrellas y así conocer la forma

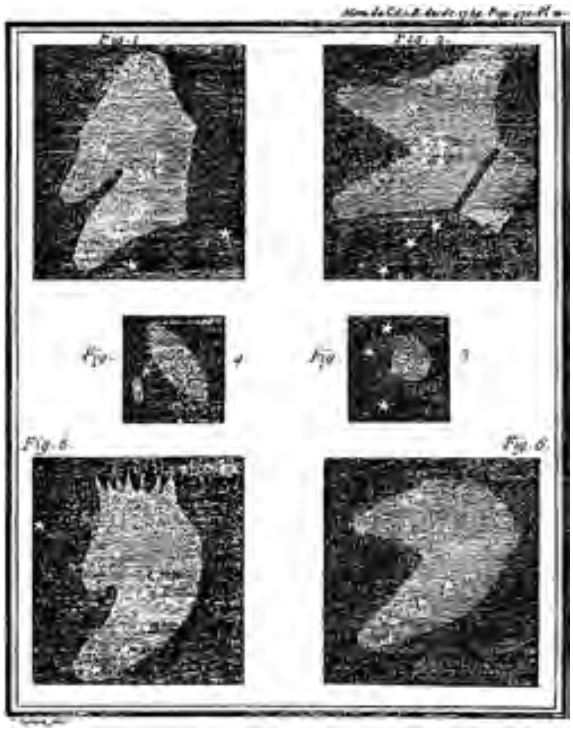


Figura 2. Comparación de diversas imágenes Orión, 1. Según Huygens (1659), 2. Según Le Gentil (1758), 5. Según Picard, 6. Según Le Gentil (1752). Guillaume le Gentil, Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, 1759.

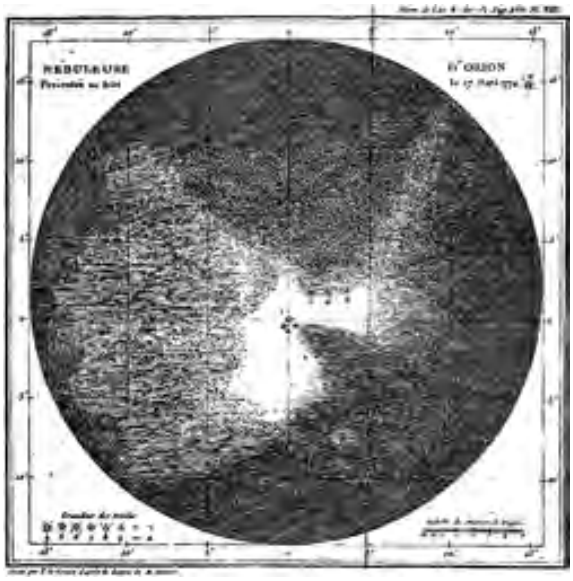
que tiene el universo. Estando allá, aprovechó para repetir las observaciones reportadas hasta entonces, descubrió otras y elaboró un catálogo de 42 nebulosas.

Hacia mediados del siglo XVIII ya se conocían suficientes objetos nebulosos y se empezaron a clasificar en tres tipos según su apariencia: aquellos que son un cúmulo de estrellas, los que son solo nebulosas y los que combinan los dos tipos anteriores. Naturalmente, por su gran tamaño aparente en el cielo, Orión fue una de las más observadas y dibujadas. Los dibujos realizados por cada astrónomo eran notablemente diferentes y esto llevó a muchos a pensar que la nebulosa cambiaba con el tiempo. El astrónomo francés Guillaume Le Gentil pensaba más bien que estas diferencias se debían a que las observaciones habían sido realizadas con telescopios diferentes. Para demostrarlo reunió las imágenes de Orión publicadas hasta el momento y él mismo la observó con diferentes telescopios. De este modo, además de estudiar la nebulosa, estaba utilizando a Orión como un objeto prueba (Schikore, 2007) para comparar telescopios. A diferencia de los estudiosos del mundo microscópico, todos los astrónomos podían observar el mismo objeto. Pero entonces prácticamente no había dos telescopios iguales, de modo que resultaba muy difícil comparar los resultados de las observaciones. Aunque Le Gentil no llegó a una conclusión precisa, su trabajo sirvió para hacer conscientes a los observadores de sus instrumentos.

Otro astrónomo francés del mismo periodo, Charles Messier, hizo el catálogo más extenso de nebulosas de su tiempo. Su catálogo con 110 nebulosas contiene información sobre las observaciones (los diversos telescopios utilizados, las condiciones atmosféricas), tablas con las coordenadas, una brevísima descripción de cada nebulosa y un apéndice dedicado a la nebulosa de Orión. Esta última sección incluye una representación muy detallada de esta nebulosa, realizada a partir de múltiples observaciones y dibujos. Messier proponía que esta imagen podía servir para comparar con futuras observaciones y así saber si la nebulosa presenta algún cambio.

Messier mostró sus resultados en una reunión de la *Academie des Sciences* en París, donde explicó

Figura 3. La Nebulosa de Orión (M42). Charles Messier, *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 1771.



que el punto de partida de sus estudios habían sido los catálogos, descripciones y representaciones de otros astrónomos. Como se acostumbraba entonces, su ponencia se publicó más adelante en las memorias de la *Academie.* De este modo, su trabajo se integró al creciente cuerpo de conocimiento que circulaba por el mundo en medios diversos: desde cartas entre individuos (que luego se copiaban y reenviaban) hasta reuniones de las sociedades científicas; en las memorias de las academias y en libros. Así, Messier abonaba a un creciente empirismo colectivo en torno de las nebulosas, mediante el cual se compartían los detalles de la práctica que habían llevado a los resultados (Daston y Galison, 2007). Su impresionante imagen de Orión, junto con las anteriores, servía como evidencia a distancia, permitiendo que otros astrónomos con otros telescopios (e incluso estudiosos sin telescopio) también "observaran" Orión y reflexionaran acerca del tema (Bleichmar, 2012).

Figura 4. Ilustración de varios tipos de nebulosas. Al fondo, comparación de Orión según Herschel (izquierda) y Huygens (derecha). William Herschel, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 1814.

EXPLICAR

Las nebulosas pasaron de ser una curiosidad, a ser un objeto de estudio importante para los astrónomos; se comenzaron a realizar trabajos extensos y sistemáticos. El astrónomo británico William Herschel construyó telescopios reflectores cada vez más grandes para conocer la forma del universo. Aunque llegó a hacer uno aún más grande, el telescopio que más usó tenía un espejo de medio metro de diámetro y seis metros de distancia focal. Enterado de la existencia de las nebulosas por muchos medios, pero especialmente a través del catálogo de Messier, pronto las incluyó en sus estudios del cielo. Dentro de sus primeras observaciones encontró que con su telescopio muchas de las nebulosas que Messier veía como nubecillas eran en realidad cúmulos con numerosas estrellas. A este proceso de distinguir las estrellas que componen una nebulosa le llamó "resolver" la nebulosa.

Su gran telescopio, que atrapaba más luz que cualquier otro de su tiempo, lo hacía ideal para observar las tenues nebulosas, pero resultaba muy difícil de mover. Además, un objeto celeste permanecía poco tiempo dentro del campo de visión del observador. Sumado a esto, cada vez que los ojos de Herschel pasaban de la oscuridad del cielo al papel iluminado, debía esperar para acostumbrarse, y esto le quitaba mucho tiempo. De modo que optó por permanecer pegado al telescopio y dictar una descripción de lo que veía. Solamente después, a partir de sus descripciones y lo que recordaba, realizaba algunos dibujos.

Herschel fue coleccionando nebulosas, sistematizando la información que registraba acerca de cada una de ellas, y agrupándolas por sus características visuales como tamaño, brillo o grado de compresión. Él mismo decía que se sentía como historiador natural (lo que hoy llamamos biólogo), coleccionando y clasificando especímenes. Al igual que los historiadores naturales de su época,

no estaba tan interesado en cada objeto particular; más bien buscaba tipos generales, representativos de un grupo (Daston y Galison, 2007; Bleichmar, 2012). Cuando tuvo dos mil nebulosas, todas meticulosamente descritas, Herschel vio que emergía un patrón y propuso un modelo en el que todas las nebulosas son cúmulos de estrellas que van cambiando con el tiempo. Planteó que las estrellas inician dispersas y se van compactando debido a una fuerza central, de modo que las más compactas son también las más antiguas. Aunque él no había visto este cambio, decía que –como en un jardín con plantas en diversos grados de crecimiento– las nebulosas observadas estaban en varios estados de desarrollo. En los informes publicados por Herschel predominan largas tablas con las posiciones de cada nebulosa y descripciones muy breves (con letras para cada propiedad como forma o brillo).

Aunque Herschel estaba buscando generalizar para entender todas las nebulosas, claramente también se fijaba en los detalles todo el tiempo, pues pronto reconoció un objeto que simplemente no embonaba con su modelo, que de ningún modo se podía decir que era un cúmulo de estrellas. Así que revisó sus vastas bitácoras (con descripciones y dibujos), repitió algunas observaciones, y finalmente anunció la existencia de otro tipo de nebulosas hechas de un "fluido luminoso". A partir de esta evidencia amplió su modelo, proponiendo que a partir del fluido luminoso se forman las estrellas y luego, como antes, estas se agrupan en cúmulos. Por lo tanto, un observador de nebulosas encontraría regiones de fluido luminoso y también cúmulos de estrellas.

CONOCER

John Herschel, el hijo de William, también estudió las nebulosas. Inicialmente repitió y organizó el trabajo realizado por su padre, reforzando su modelo y su estilo de trabajo. Pero más adelante John usó una técnica muy diferente, con objetivos distintos. Como sucedió en otras ramas de la ciencia en el siglo XIX, en la astronomía se pasó de buscar los objetos típicos o representativos para crear modelos generales, a concentrarse en observar y registrar con precisión objetos particulares para entenderlos mejor (Daston y Galison 2007). Para este propósito, John le agregó un micrómetro al telescopio de seis metros de William, de modo que ahora podía medir con mayor precisión las posiciones y registrar los rasgos particulares de las nebulosas. Mediante repetidas observaciones, y la integración de técnicas provenientes de la geografía, pudo realizar imágenes muy detalladas –casi retratos– de varias de las nebulosas peculiares que le interesaban.

Se dedicó especialmente a la nebulosa de Orión, estudiándola primero desde el hemisferio norte y, más adelante, desde el hemisferio sur. Para extraer toda la información posible sobre esta nebulosa, desarrolló un complejo procedimiento: comenzó por medir la posición de las estrellas más brillantes de la región y las conectó en triángulos para obtener una rejilla. Separar de este modo la región lo ayudaba a poner especial atención en cada sección. Mediante repetidas observaciones se fue familiarizando con cada área triangular y así con la nebulosa completa. Este método de triangulación era similar al que utilizaban los geógrafos y topógrafos para levantar

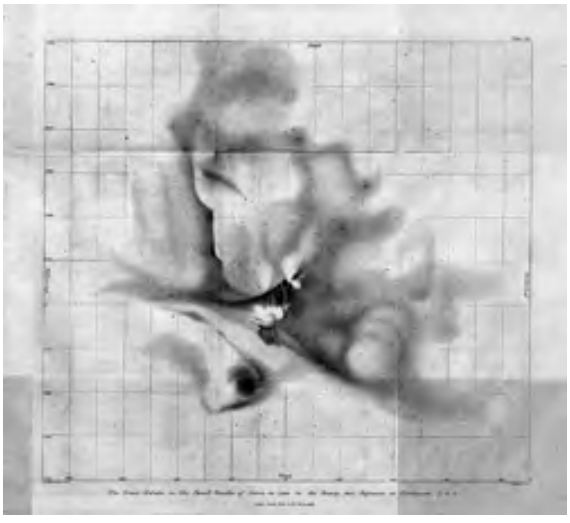


Figura 5. La Gran Nebulosa de Orión. John Herschel, Results of Astronomical Observations at the Cape of Good Hope, 1847.

el mapa de una región, y el resultado de John Herschel fue un "mapa descriptivo" de la nebulosa (Nasim, 2013).

El dibujo final de John Herchel fue la imagen más espectacular de la nebulosa de Orión de su tiempo. Esto se debió a la nueva técnica para registrar lo observado, y a una gran cantidad de trabajo; pero también influyeron la habilidad del dibujante y los instrumentos con los que contaba. Por entonces se pasó de usar la pluma con tinta, al lápiz de grafito y con ello se volvió posible registrar detalles más finos. Además, las técnicas para hacer grabados habían avanzado mucho. En la primera mitad del siglo XIX ya era posible la reproducción fiel del dibujo final (Nasim, 2013). Este grabado es el que todos verían, los otros observadores de nebulosas y los demás astrónomos.

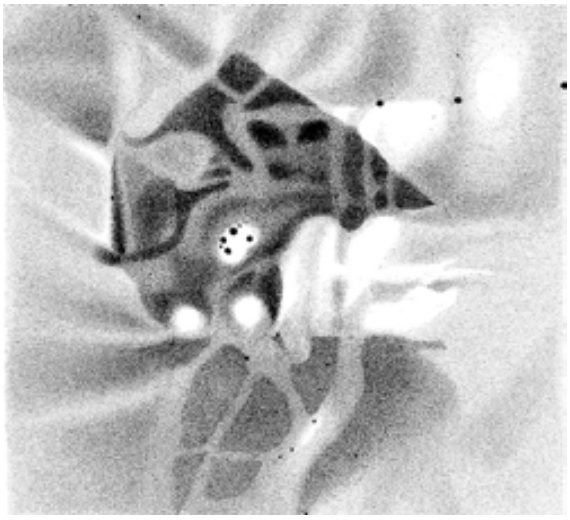


Figura 6. Zona central de la Nebulosa de Orión. Conde de Rosse, Philosophical Transactions of the Royal Society, 1868.

DISCUTIR

El tercer Conde de Rosse, astrónomo irlandés contemporáneo de John Herschel, también estaba interesado en las nebulosas y, consciente de la necesidad de atrapar mucha luz para poder ver estos tenues objetos, fue haciendo telescopios cada vez más grandes. Finalmente logró fundir un espejo de 1.8 metros de diámetro y construyó un telescopio con una distancia focal de 16 metros, un verdadero monstruo. Como le había pasado a Herschel padre, encontró que con su telescopio se resolvían muchas nebulosas (se distinguían múltiples estrellas en su interior) que hasta entonces se consideraban hechas de fluido luminoso. Esto lo convenció del gran poder de su instrumento y pronto concluyó que todas las nebulosas son cúmulos de estrellas. Incluso llegó a la controvertida conclusión de que la nebulosa de Orión estaba hecha solamente de estrellas.

Por sus múltiples ocupaciones, Rosse no podía hacer observaciones todo el tiempo y a través de los años fue contratando una serie de observadores. Así que él definía el programa de trabajo y el observador en turno lo llevaba a cabo. El proceso se registraba en bitácoras, con anotaciones y dibujos. De este modo, las imágenes provenientes de su observatorio contenían el trabajo de varios pares de ojos y manos. Rosse trabajó con asistentes muy diversos y esto dio lugar a que hiciera una reflexión acerca del observador ideal: ¿era mejor que fuera un astrónomo que estuviera informado sobre el tema; o un artista que fuera buen dibujante, pero no prejuiciado? Se estaba preguntando si era mejor que un observador fuera activo o pasivo a la hora de ver y registrar (Daston y Lunbeck, 2011).

A partir de múltiples registros –escritos y visuales– en las bitácoras, Rosse creaba un dibujo final que le enviaba al grabador. Al igual que los Herschel, escogió trabajar con el taller de grabado de la familia Basire, y como ellos encontró que eran necesarias varias iteraciones para que sus imágenes quedaran como él quería. Es decir, también el grabador participaba en la creación de la imagen final.

Los resultados obtenidos por Rosse eran realmente novedosos y naturalmente llamaron la atención en todo el mundo. Por ejemplo, observó la nebulosa M51 (del catálogo de Messier) y encontró que tiene forma espiral. Esto era algo nunca antes visto y reafirmaba que su instrumento era mucho más potente que todos los anteriores.

En el seno de la *Royal Astronomical Society* –fundada unas décadas antes– se dieron discusiones que dividieron a los astrónomos en dos bandos:

aquellos a favor del segundo modelo de William Herschel, que planteaba que hay unas nebulosas compuestas de estrellas y otras de fluido luminoso; y los que pensaban, como Rosse, que todas las nebulosas son cúmulos de estrellas. La objeción más importante de la comunidad de astrónomos a los resultados de Rosse era que su instrumento cambiaba con el tiempo. Por un lado, había dos espejos supuestamente iguales, y cuando aquel que estaba en uso necesitaba ser limpiado o ajustado, se intercambiaban. Además, por su gran peso (4 toneladas), estos espejos se deformaban al ser movidos. Aunque muchos tenían dudas de los resultados de Rosse, en ese momento tuvieron que conceder pues él tenía el mejor instrumento.

REPRESENTAR

El trabajo científico es un proceso colectivo complejo que involucra una diversidad de elementos materiales, intelectuales y sociales. Este rápido repaso del estudio de la nebulosa de Orión muestra el lugar que ocupa la cultura visual en el proceso. Las representaciones se usan para reportar y comparar resultados, para clasificar objetos del mismo tipo, para estudiar los detalles de uno en particular y para discutir todo lo anterior en diversos medios.

Lo que uno puede ver depende de los instrumentos que se tengan, pero también depende de lo que se sabe antes de acercar el ojo al ocular. Las representaciones del objeto observado son resultado tanto de la cultura visual circundante como del concepto que tenga el dibujante sobre el conocimiento y su producción. Importa igual tanto el material que se tenga para registrar como la habilidad de quién lo hace. Y a lo largo de todo el proceso es indispensable compartir, circular el conocimiento sobre los objetos, los instrumentos y las prácticas.

Aunque este ensayo trata sobre un periodo remoto y una disciplina particular, considero que las reflexiones que se desprenden de este caso se pueden extrapolar al presente y a otras disciplinas. Estar consciente del papel que juegan las imágenes en la producción del conocimiento puede enriquecer el trabajo de los científicos y de los estudiosos de la ciencia por igual.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer al árbitro anónimo por sus sugerencias que ayudaron a mejorar el texto.

BIBLIOGRAFÍA

Alpers S (1983). *The Art of Describing. Dutch Art in the Seventeenth Century*. The University of Chicago Press, Chicago.

Biro S (2015). *La luz. Historia de las nebulosas*, DGDC-UNAM, México.

Bleichmar D (2012). *Visible Empire. Botanical Expeditions & Visual Culture in the Hispanic Enlightenment.* The University of Chicago Press, Chicago.

Daston L y P Galison (2007). *Objectivity*. Zone Books, New York.

Daston L y E Lunbeck (eds.) (2011). *Histories of Scientific Observation*. The University of Chicago Press, Chicago.

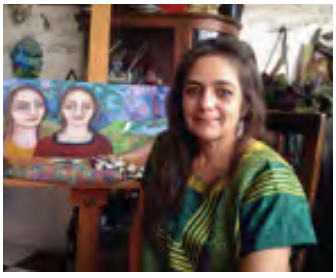
Nasim O (2013). *Observing by Hand. Sketching the Nebulae in the Nineteenth Century*. The University of Chicago Press, Chicago.

Schickore J (2007). *The Microscope and the Eye. A History of Reflections 1740-1870.* The University of Chicago Press, Chicago.

Winkler M y A van Helden (1992). Representing the Heavens: Galileo and Visual Astronomy. *Isis* 83:195-217.

Susana Biro
Dirección General de Divulgación de la Ciencia
Universidad Nacional Autónoma de México
sbiro@unam.mx

© Malú Méndez Lavielle. *Sirenas*, 2016.



MALÚ
Méndez Lavielle

Malú Méndez Lavielle es una pintora nacida en la Ciudad de México residente en Puebla hace 30 años. En 1980 realiza una estancia en Barcelona en la que estudia arte, de regreso a México estudia piano y flauta transversa en el Conservatorio de Xalapa, posteriormente hace estudios de pintura en la Escuela de Artes Plásticas de la Universidad Veracruzana, así como en la UVYD de la Ciudad de México en 1986.

© **Malú Méndez Lavielle.** *Caras vemos*, 2015.

© Malú Méndez Lavielle. *Cómo nos ven*, 2015.

Ha presentado tres exposiciones individuales de su pintura al óleo: *Familias*, en las Galerías del Palacio Municipal de la ciudad Puebla, en diciembre de 2000; *Caras vemos*, en la sala de exposiciones de la Secretaría de Finanzas del Estado de Puebla, en enero de 2001 e *Indagaciones paralelas*, en la galería Casa Nueve de Cholula, Puebla, en diciembre de 2012, donde ya proliferaron sus pinturas digitales.

Actualmente sus retratos y pinturas se hallan en colecciones particulares de Australia, Texas, Chile, Francia y Alemania, así como la CDMX, Cuernavaca, Jalapa, Cancún, Chihuahua y Puebla.

Su obra pictórica está sustentada en la técnica de óleo sobre papel y sobre lienzo; pero en los últimos años destaca una prolífica producción de pintura digital, como puede apreciarse en esta selección que presenta *Elementos*, correspondiente a su producción más reciente.

Por al menos una década, Malú Méndez Lavielle ha experimentado en la técnica digital empleada en programas como Corel Painter, CorelDRAW, Corel Photo-Paint, Adobe Photoshop, ArtRage, Sketch Pro y ScribblerToo. Al día de hoy, a excepción de CorelDRAW y Corel Photo-Paint, sigue utilizando, a veces de manera mixta, todos esos programas. El principal obstáculo que enfrenta en esta etapa es la novedad que representan a escala mundial estas técnicas computarizadas. “La gente cree que las pinturas las hacen las computadoras –afirma no sin congoja Méndez Lavielle-, como ocurre con la manipulación de fotografías en algunos programas, pero la experiencia artística sobre la tableta o en el monitor es completa la mayoría de las veces; en mis pinturas los dibujos son hechos por mí, la composición de colores también, no hay mucha diferencia entre esto y el papel o la tela, solo que ahora lo haces sobre una superficie de plasma, con un lápiz mudo o directamente con el mouse.”

Entre las ventajas de las técnicas digitales está su sencilla transferencia a plataformas y redes sociales que la pintora ha aprovechado con profusión. Es posible apreciar su obra en:

- www.visosopuestos.blogspot.mx
- www.facebook.com/malu.mendezlavielle
- www.youtube.com/watch?v=R-4HSewq3HE

© Malú Méndez Lavielle. *Geisha*, 2015.

www.elementos.buap.mx

Variables ambientales en la síntesis de ácidos orgánicos en plantas MAC

David **Martínez-Moreno**
Jenaro **Reyes-Matamoros**

México alberga unas 30,000 especies de plantas, de las cuales 21,600 son plantas con semillas y entre el 50 y el 60 % son únicas del país; figuran más de 150 especies de árboles y arbustos y 49 especies de pinos que representan el 50 % del total mundial; existen además de 900 a 1,000 especies de helechos, más de 2,300 especies de musgos y líquenes y alrededor de 23,791 especies de plantas con flores. También se cuenta con un alto grado de especies únicas como matorrales con espinas y pastizales (Rzedowski, 1991). Entre las plantas de las especies de matorral con espinas se distinguen las cactáceas nativas del Continente Americano; en México se reportan 63 géneros con 669 especies, de las cuales 518 son exclusivas del país (Guzmán y cols., 2003).

Las cactáceas presentan resistencia a la sequía (definida como "el grado al cual una planta puede tolerar la falta de lluvia"), esta resistencia se debe a las adaptaciones morfológicas y fisiológicas adquiridas a lo largo de su evolución para poder enfrentar eficientemente la aridez. González (2012) menciona que entre las características morfológicas se encuentran las siguientes: gran desarrollo de la raíz; cutícula gruesa, con frecuencia impregnada de ceras; estomas situados en depresiones, hendiduras, surcos, etc.; tejido esponjoso para el almacenamiento de agua; reducción en el tamaño de células,

y ausencia de hojas asociada a la presencia de espinas. Mientras que las características fisiológicas son: capacidad para absorber agua rápidamente, propiedad ligada a un sistema de conducción muy eficiente; propiedad de las células para subsistir en estado de falta de agua, con capacidad de recuperarse cuando la humedad vuelve; reducción del periodo de crecimiento de ramas a lapsos muy cortos; capacidad de regulación de la transpiración a través de un mecanismo eficiente de cierre de estomas; y una combinación de las distintas vías fotosintéticas llamada C_3 durante el día, y un mecanismo fisiológico llamado Metabolismo Ácido Crasuláceo (MAC), que se caracteriza por la fijación de dióxido de carbono (CO_2) durante la noche. Este artículo tiene como propósito puntualizar la importancia de las cactáceas con fotosíntesis MAC, características de zonas semisecas y secas, ya que estas representan un potencial como recurso natural para los seres humanos y, principalmente, para los mexicanos.

LUZ

La luz que captan las plantas se conoce como Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR, por sus siglas en inglés). La luz considera la naturaleza de la clorofila, ya que esta absorbe intensamente la luz azul y roja, reflejando la longitud que corresponde al color verde (Nobel, 1998). Algunos estudios muestran que el promedio de la radiación diaria es alrededor de 20 moles por metro cuadrado (m^{-2}) por día (d^{-1}) al año para superficies de las ramas verticales que no estén sombreadas en días claros, una reducción de la radiación, debido al sombreado hace que el tejido vegetal tenga una baja compensación de luz, lo que afecta la captura de CO_2 durante la noche en plantas MAC. Por otro lado, la morfología de las plantas puede afectar la intercepción y distribución de la radiación y la captación de CO_2 en superficies horizontales, como el abultamiento longitudinal de los cactus, llamado costilla, presentando una captación máxima de radiación diaria a 34° N de 66 moles m^{-2}, mientras que en superficies verticales de 7 a 33 moles m^{-2} (Geller y Nobel, 1987).

TEMPERATURA

Debido a que la temperatura de los tallos todavía es baja por la mañana, la fijación de CO_2 está acompañada por bajas tasas de transpiración, por lo tanto, la captación diaria de CO_2 ocurre a temperaturas ambientales diaria/nocturna de 25/15 °C, respectivamente (Nobel, 1998). Mientras que Acevedo y cols. (1983) concluyen que en plantas de nopal (Opuntia ficus-indica), cuando la temperatura se incrementa en la noche de 5 °C a 18 °C, se afecta la absorción de luz al pasar de 27 a 20 moles $m^{-2}d^{-1}$, Tinoco y Molina (2000) mencionan que las temperaturas del tallo en plantas de cardón gigante (Pachycereus pringlei) son similares a los promedios diarios de temperatura; mientras que las costillas orientadas al lado Norte experimentan una baja temperatura, lo cual hace que permanezcan cerrados los estomas como punto de compensación, las costillas del lado Este y Oeste experimentan una alta temperatura durante la mañana y la tarde, en tanto que las que se ubican en la orientación Sur experimentan una alta temperatura durante la mayor parte del día, lo que hace que el tejido reciba una mayor cantidad de luz, posiblemente saturándose. Esta hipótesis indica que la inducción de la aréola (protuberancia que aparece en el tejido de la superficie de la costilla en la parte superior de las ramas y que presenta cinco espinas circulares y una más grande en la parte central) depende de la acumulación de carbohidratos y de la temperatura óptima alrededor del tejido y que no hay suministro entre las costillas.

RELACIONES DE AGUA

La epidermis controla la pérdida de agua por medio de los estomas (de 15-60 para cactus), a través de los cuales el vapor de agua y el CO_2 se pueden difundir con facilidad entre las plantas con

© Malú Méndez Lavielle. *Vidriado*, 2015.

metabolismo MAC (Ting, 1985). Hay suficientes evidencias que muestran la importancia que tiene el agua en el comportamiento del metabolismo MAC (Martínez y cols., 2014). La conservación del agua es una de las ventajas ecológicas potenciales más importante de los magueyes y cactus. Los tallos acumulan grandes volúmenes de agua en relación a su superficie; además, hay una relación directa entre las raíces a poca profundidad, esto es importante en época de lluvia debido a que no se humedece el suelo a gran profundidad, de esta manera las raíces superficiales son eficientes para la captación de agua de lluvia, pero cuando se presenta la escasez de agua en las zonas secas y semisecas existe un desprendimiento de las raíces laterales, disminuyendo el área radical y evitando de esta manera la pérdida de agua, lo cual indica que la relación raíz-tallo (peso seco de raíces entre peso seco del tallo) es la más baja; por tanto, la planta asigna menos azúcares desde donde se producen hacia las raíces (Nobel, 1998).

ORIENTACIÓN

La orientación de tallos, flores y frutos de las plantas es de interés para los investigadores. Geller y Nobel (1987) observaron que la orientación de las pencas terminales de nopales de *Platyopuntia* maximiza la intercepción de la luz durante la estación de crecimiento. Tinoco y Molina (2000) señalan que en plantas de cardón gigante (*Pachycereus pringlei*) las costillas con orientación Este interceptan más luz en la mañana, las del Oeste en la tarde, las del Norte reciben menos luz y las del Sur reciben la más alta intensidad de luz durante el día. Dado que la luz diaria varía constantemente en las distintas zonas debido a la trayectoria del sol, la luz puede ser una limitante en ciertas pendientes del lado Norte. No obstante, Figueroa y Valverde (2011) encontraron que la intercepción de la luz en la cara Sur de los tallos de candelabro

© Malú Méndez Lavielle. *Carmín*, 2015.

(*Pachycereus weberi*) puede estar asociada con una mayor disponibilidad de recursos para la reproducción en esta especie. Nobel (1981) menciona que la orientación incrementa la absorción de luz en la época favorable del año para el crecimiento de las pencas de nopal. Pero la sombra causada por las nubes, entre pencas y por pencas orientadas en dirección desfavorable, puede disminuir la acumulación de ácidos nocturnos, así como su producción (Acevedo y cols., 1983). La orientación de las hojas afecta la absorción de luz y por lo tanto a la fotosíntesis. De esta manera, la orientación de las pencas de ciertos nopales de *Platyopuntia* puede ser importante para una mayor absorción de la luz por la cara de la penca con la orientación Norte-Sur cerca del solsticio de verano, y menor comparada con la orientación Este-Oeste (Nobel, 1981). Por otra lado, la orientación de las ramas al Sur en plantas de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) permite una mayor intercepción de la luz y, como consecuencia, aumenta la captura de CO_2, mientras que las flores y frutos que se producen en la orientación Norte experimentan limitación de azúcares, por lo que las flores y frutos se desarrollan preferentemente en las costillas y ramas con orientación Sur en plantas de esta especie (Rosas, 2010).

RELACIÓN FUENTE-DEMANDA

Los términos "fuente" y "demanda" (*source* y *sink*, en inglés) se han utilizado frecuentemente para enfocar los problemas de crecimiento y desarrollo. Después de que se fija el CO_2 de la atmósfera y se elaboran los productos de la fotosíntesis (fotosintatos) en las células superficiales de las hojas, hay movimiento de sustancias hacia el tejido conductor, llamado floema, por lo general de sacarosa, entre otros azúcares, según la especie de que se trate; estas forman una gran masa de materia orgánica que se mueve por el floema desde el lugar de abastecimiento (la fuente) hasta el órgano o tejido que las consume (la demanda). Para que esto sea posible se requiere una alta eficiencia en la intercepción de la radiación solar de la planta; una velocidad de fotosíntesis alta; un transporte eficiente de fotosintatos a través del sistema de conducción; y una óptima utilización de azúcares en los órganos que constituyen la demanda de interés. En plantas con fisiología MAC hasta la fecha no se han efectuado estudios que involucren a la fuente-demanda de fotosintatos de acuerdo a la orientación del tejido fotosintético.

En México los estudios realizados sobre el metabolismo ácido de las crasuláceas son escasos y no son más aquellos donde se involucre el efecto de la orientación de las plantas en la acidez acumulable en plantas con MAC; la mayoría de trabajos se han llevado a cabo en especies de importancia económica como el nopal (*Agave ficus-indica*), sisal (*Agave sisalana*), pitaya (*Hylocereus undatus*), sábila (*Aloe vera*) y *Agave tequilana*. Mandujano (2002), al analizar en ecosistemas naturales el metabolismo ácido crasuláceo en ramas jóvenes y maduras de la jiotilla (*Escontria chiotilla*) con orientación Norte-Sur, en Coxcatlán, Puebla, encontró que la orientación Sur y las ramas jóvenes presentaron fluctuaciones de acidez más pronunciadas, registrándose con ello un comportamiento no sincrónico en las estructuras reproductivas

en los meses de diciembre a agosto, presentando un amarre de frutos de 8.2 %. Martínez y cols. (2016) estudiaron la fluctuación fotosintética de jiotilla (*Escontria chiotilla*) en San Juan de los Ríos, Chiautla de Tapia, Puebla, realizando una evaluación de los ácidos orgánicos producidos durante un año; ellos concluyen que la acidez diurna mostró la mayor cantidad en el mes de septiembre y la menor en los meses de enero a abril. Con respecto a la producción de frutos, las orientaciones Norte y Este presentaron la mayor cantidad y peso seco de frutos. Las plantas que registraron los menores valores se ubicaron en terrenos con pendiente pronunciada. Asimismo, Rosas (2010) estudió el efecto de la orientación preferencial sobre las estructuras reproductivas (yemas, flores y frutos) y vegetativas (crecimiento y número de ramas) de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) en dos laderas con orientación contrastante (Norte y Sur) en la Reserva de la Biosfera Barranca de Meztitlán, en el estado de Hidalgo. Ella concluye que las flores y frutos se desarrollan y producen preferentemente en las costillas y ramas con orientación Sur, y que las estructuras que se producen en sectores distintos al Sur, particularmente hacia el Norte, experimentan limitación de azúcares. Figueroa y Valverde (2011), al estudiar la orientación de flores en plantas de candelabro (*Pachycereus weberi*) y su efecto en la producción de óvulos, semillas y peso de las semillas, concluyeron que las flores orientadas al lado Sur producen un mayor número de óvulos, semillas y mayor peso de las semillas, y que esto está en asociación con la luz recibida en la cara Sur del tallo de las plantas. Por último, Martínez y cols. (2014) cuantificaron los ácidos orgánicos y su efecto en la producción de frutos de plantas de candelabro (*Pachycereus weberi*) en Santo Domingo Huehuetlán el Grande, Puebla; allí encontraron que las plantas no producen ramas nuevas y que la mayor cantidad de ácidos orgánicos se genera en el mes de junio, mientras que en el mes de marzo se presenta la menor cantidad, siendo la orientación Sur la que presentó la mayor cantidad de frutos.

© **Malú Méndez Lavielle.** *Dualidad*, 2014.

Como puede verse, con base en los estudios realizados sobre la vegetación de las zonas secas y semisecas, se puede constatar que esta tiene un alto potencial que no ha sido utilizado para el beneficio de los seres humanos, y solo algunas especies de estas áreas se aprovechan de manera local, pues en su mayoría el recurso se explota de forma irracional. La información vertida en este trabajo podría a ayudar para que los recursos de interés para los seres humanos se amplíen y se aprovechen de manera racional sin alterar los ecosistemas naturales.

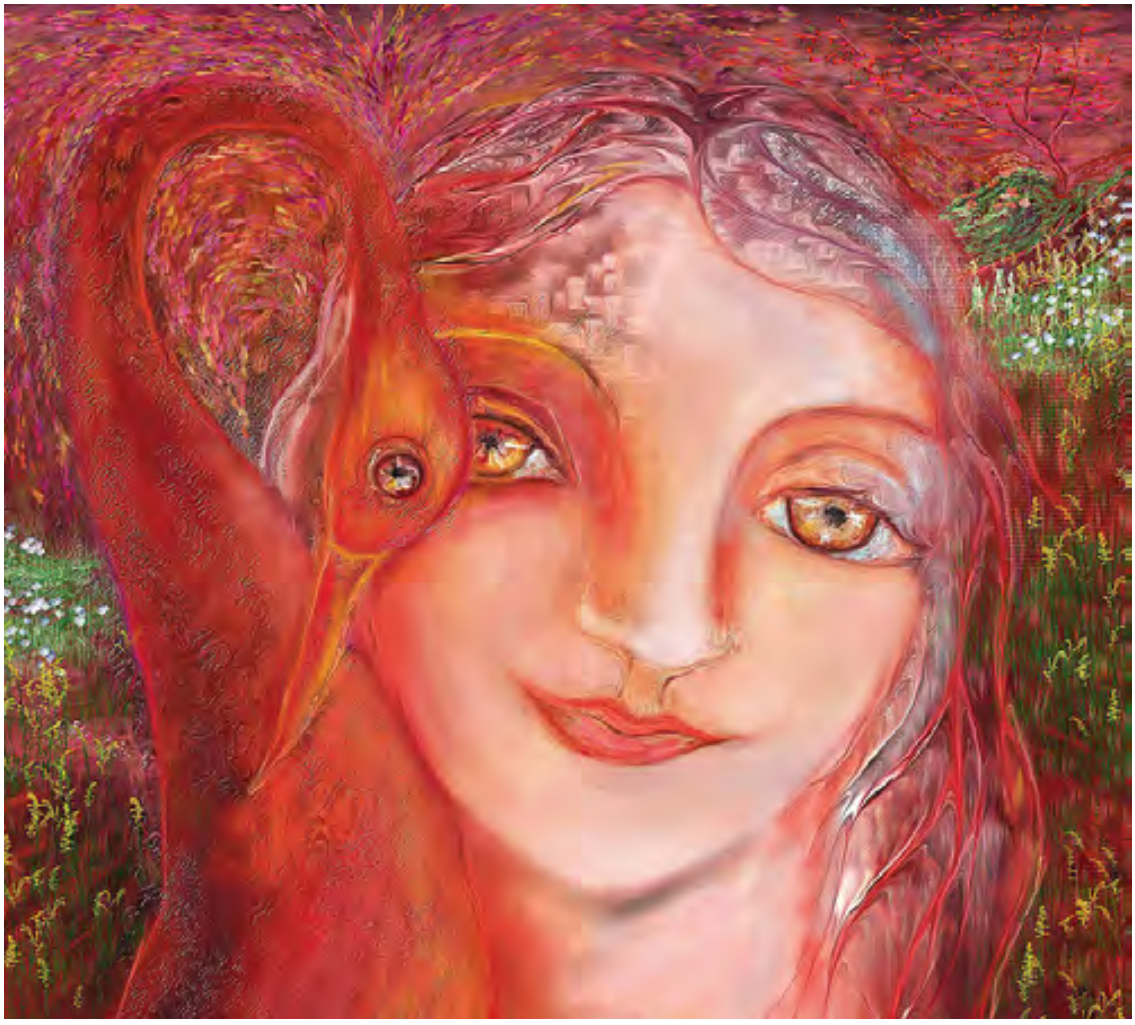
B I B L I O G R A F Í A

Acevedo E, Badilla I and Nobel PS (1983). Water relations, diurnal acidity changes, and productivity of a cultivated cactus, *Opuntia ficus-indica*. *Plant Physiology* 72: 775-780.

Figueroa DM and Valverde PL (2011). Flower orientation in *Pachycereus weberi* (Cactaceae): effects on ovule production, seed production and seed weight. *Journal of Arid Environmental* 75: 1214-1217.

Geller GN and Nobel PS (1987). Comparative cactus architecture and PAR interception. *American Journal of Botany* 74(7): 998-1005.

González MF (2012). *Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación*. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología, México.



© **Malú Méndez Lavielle.** *Ibi mujer*, 2015.

Guzmán U, Arias S y Dávila P (2003). *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM, Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad, México.

Mandujano PM (2002). *Evaluación del metabolismo ácido de las crasuláceas en ramas jóvenes y maduras de Escontria chiotilla* (Weber) Rose, con orientación norte y sur en el municipio de Coxcatlán, Puebla. Tesis de Maestría, FES Iztacala, UNAM, México, 81 p.

Martínez D, Reyes J, Andrés AR y Pérez L (2016). Fluctuación fotosintética en *Escontria chiotilla* (Weber) Rose en San Juan de los Ríos, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 3(1): 11-21.

Martínez D, Reyes J, Figueroa DM y Rodríguez T (2014). Efecto de los ácidos orgánicos en la producción de frutos de *Pachycereus weberi* (J.M.Coult.) Backeb en el municipio de Santo Domingo, Huehuetlán El Grande, Puebla, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 1(3): 113-125.

Nobel PS (1981). Influences of photosynthetically active radiation on cladode orientation, stem tilting, and height of cacti. *Ecology* 62: 982-990.

Nobel PS (1998). *Los incomparables Agaves y Cactos*. Ed. Trillas, 211 p.

Rosas GEM (2010). Efecto de la orientación preferencial sobre las estructuras reproductivas y vegetativas en *Myrtillocactus geometrizans*. Tesis de Maestría, UAM, Unidad Iztapalapa, México, 75 p.

Rzedowski J (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.

Ting IP (1985). Crassulacean acid metabolism. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 36: 595-622.

Tinoco C and Molina F (2000). Flower orientation in *Pachycereus pringlei*. *Canadian Journal of Botany* 78: 1489-1494.

David Martínez-Moreno
Facultad de Ciencias Biológicas
Jenaro Reyes-Matamoros
Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
jenaro.reyes@correo.buap.mx

Los ERRORES de medicación en México y la calidad de los servicios farmacéuticos

Fausto **Atonal Flores**
Juan Carlos **Bastida Herrera**
José Gustavo **López y López**

Para reducir los riesgos en el suministro de medicamentos, los sistemas de salud han diseñado programas de detección-notificación de errores de medicación. En México se han iniciado algunas estrategias al respecto, haciendo evidente que es necesario que se generalice en todo el sistema de salud un programa de detección-notificación de errores de medicación. La detección de errores de medicación permitirá al personal sanitario instrumentar las estrategias a fin de evitar que el paciente sufra daños, mientras que la notificación permitirá replantear las políticas relacionadas con la logística del suministro de medicamentos en nuestro país. En el presente trabajo describimos el impacto de la utilización inadecuada de los medicamentos y las principales iniciativas para la prevención de los acontecimientos adversos a medicamentos.

LA SEGURIDAD EN EL SISTEMA DE UTILIZACIÓN DE LOS MEDICAMENTOS

La Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations definió el sistema de utilización de los medicamentos como el “conjunto de procesos interrelacionados

© **Malú Méndez Lavielle.** *Con la luna*, 2016.

cuyo objetivo común es la utilización de los medicamentos de forma segura, efectiva, apropiada y eficiente" (Nadzam, 1998). Se ha observado que los incidentes derivados del uso de medicamentos se deben principalmente a fallos en alguno de los procesos de prescripción, transcripción, validación, dispensación y administración. Pueden ocurrir en cualquier ámbito de la asistencia a los pacientes, ya sea hospitalaria, atención primaria o comunitaria, o bien en las farmacias o en las visitas domiciliarias. Sin embargo, es habitual que los incidentes por medicamentos sean detectados principalmente en los centros sanitarios, puesto que no es fácil distinguir entre efectos adversos derivados del cuidado del paciente o de los factores intrínsecos del fármaco.

Varios países han desarrollado programas encaminados al aseguramiento de la calidad de la atención sanitaria estableciendo sistemas de información, notificación y análisis de los incidentes y efectos adversos. También han diseñado políticas que favorecen las prácticas seguras en el Sistema Nacional de Salud, además se han puesto en marcha programas para fomento a la investigación en temas de seguridad del paciente.

PROGRAMAS INTERNACIONALES DE NOTIFICACIÓN DE ERRORES DE MEDICACIÓN

El informe "*To err is human"* del Committee on Quality of Health Care in America del Institute of Medicine de 1999, menciona que los errores asistenciales ocasionaron entre 44,000 y 98,000 muertes al año en EEUU y señalaba a los errores de medicación como causa de más de 7,000 muertes al año, superando a las causadas por los accidentes de trabajo. En España, el "Estudio Nacional de Efectos Adversos Ligados a la Hospitalización" del 2005,

mencionó que un 9,3 % de pacientes ingresados tenía algún efecto adverso relacionado directamente con la asistencia hospitalaria, siendo la principal causa la relacionada con el uso de medicamentos (37,4 %) y se considera que el 42,8 % eran evitables. En el 2007, la agencia de calidad del Sistema Nacional de Salud (SNS) y el Instituto para el Uso Seguro de los Medicamentos, con la colaboración de las Comunidades Autónomas y de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria, llevaron a cabo un trabajo de cobertura nacional para conocer la situación de los hospitales españoles en materia de seguridad de medicamentos, mediante la cumplimentación de un cuestionario de autoevaluación. Participaron voluntariamente 105 centros respondiendo a distintos elementos clave: la información sobre pacientes y medicamentos, las condiciones de prescripción, estandarización, manejo y administración de fármacos, la competencia y formación del personal, la educación al paciente y los programas en marcha sobre calidad y gestión de riesgos.

A nivel latinoamericano, en el 2010 se dan a conocer los resultados del Estudio Iberoamericano de Eventos Adversos (estudio IBEAS), como resultado de la colaboración de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Ministerio de Sanidad y Política Social de España, y los Ministerios de Salud e instituciones de Argentina, Colombia, Costa Rica, México y Perú. Los resultados de este estudio indican que de cada 100 pacientes ingresados, 20 presentaron al menos un incidente dañino a lo largo de su estancia en el hospital y que de cada 100 pacientes que sufrieron incidentes dañinos, 7 murieron, 17 quedaron con una incapacidad total, 12 con una incapacidad severa y 64 con incapacidades leves o sin incapacidad (OMS, 2010). Los eventos adversos detectados se relacionaron con la infección nosocomial en un 35.99 %, con algún procedimiento en un 26.75 %, con los cuidados en un 16.24 %, con el uso de la medicación en un 9.87 %, y con el diagnóstico en un 5.10 % (Ministerio de Sanidad y Politica Social, 2010). También se describe que de cada 10 incidentes debidos a los cuidados sanitarios que produjeron daño, casi 6 podrían haberse evitado. Dicho estudio, también buscó incrementar el número de profesionales involucrados en la seguridad del paciente, e incorporar a la agenda nacional de salud los objetivos y las actividades encaminadas a la mejora de la seguridad del paciente.

© **Malú Méndez Lavielle.** *Mar*, 2016.

PROGRAMAS NACIONALES DE NOTIFICACIÓN DE ERRORES DE MEDICACIÓN

En México, la Secretaría de Salud ha puesto en marcha algunas iniciativas para la prevención y el control de los eventos adversos (EA), donde se ha alertado a las instituciones de salud sobre las consecuencias de los EA y la necesidad de desarrollar programas específicos para evitarlos. En el 2004 y en el marco de la Cruzada Nacional por la Calidad, la Secretaría de Salud inició el Sistema Nacional de Reporte y Aprendizaje de Eventos Centinela, como un sistema de notificación voluntario, anónimo, por Internet, con los siguientes objetivos: a) Conocer los puntos vulnerables del sistema de salud para fortalecerlo, aprendiendo de fallas y errores presentados; b) Proponer mejoras del sistema de atención a la salud y no señalar

© **Malú Méndez Lavielle.** *Índigo*, 2014.

culpables; c) Reconocer los riesgos para alertar a otros y tomar medidas al respecto**.**

El reporte voluntario se ha enfrentado con varias barreras: por una parte, el médico no registra por temor de ser sancionado, mientras que los pacientes piensan que su notificación no tendrá ninguna respuesta satisfactoria. Además, no existe una legislación que facilite la notificación como medida para mejorar el sistema de salud. En este sentido y con el fin de facilitar la notificación de los errores del acto médico y propiciar su análisis para encontrar medidas para prevenirlos, en el 2005 la Comisión Nacional de Arbitraje Médico (CONAMED) desarrolló el sistema Reporte de Errores Resultado del Acto Médico (RERAM), a fin de conocer las experiencias de quien estuvo involucrado en circunstancias que ocasionaron un error en la atención del enfermo. Esta iniciativa busca identificar factores que intervienen en la génesis del error con el objetivo de abatirlo mediante la mejora de métodos, procedimientos y protocolos.

Por otra parte, el Sistema de Vigilancia de Eventos Centinela y Riesgos (VENCER) del IMSS, desarrollado a partir de 2005, propuso un enfoque proactivo y preventivo basado en el análisis de los eventos centinela y en el establecimiento de planes de acción para evitar su recurrencia. Este sistema continúa vigente y, si bien tiene cobertura nacional, es exclusivo para los establecimientos que pertenecen al IMSS, por lo que no incluye la notificación para otras instituciones del Sistema Nacional de Salud. Más recientemente, la CONAMED propuso el Sistema de Registro Automatizado de Incidentes en Salud (SIRAIS), basado en la Clasificación Internacional para la Seguridad del Paciente de la OPS. Esta herramienta fue utilizada de forma local, aunque actualmente está disponible en página web. De los resultados reportados, se ha descrito que los eventos adversos relacionados con los medicamentos ocupan el tercer lugar **(**Meljem Moctezuma, 2009**)**.

¿QUÉ SON LOS ERRORES DE MEDICACIÓN?

No se dispone de una terminología normalizada internacionalmente para definir los efectos negativos asociados al uso de los medicamentos; ello dificulta la comparación de los datos procedentes de diferentes estudios. Según la American Society of Health-System Pharmacist (ASHSP), un "incidente por medicamentos" incluye a todos los accidentes, problemas o sucesos inesperados o no deseados

que se producen por error o no, durante los procesos de utilización de los medicamentos y que pueden o no causar daños a los pacientes. Por otra parte, el National Coordinating Council for Medication Error Reporting and Prevention (NCCMERP), define a los errores de medicación (EM) como "Cualquier incidente prevenible que puede causar daño al paciente o dar lugar a una utilización inapropiada de los medicamentos, cuando estos están bajo el control de los profesionales sanitarios o del paciente o consumidor". Estos incidentes pueden estar relacionados con las prácticas profesionales, con los productos, con los procedimientos o con los sistemas, e incluyen los fallos en la prescripción, comunicación, etiquetado, envasado, denominación, preparación, dispensación, distribución, administración, educación, seguimiento y utilización de los medicamentos.

La OMS refiere que un acontecimiento adverso por medicamentos (AAM) es cualquier daño, grave o leve, causado por el uso terapéutico (incluyendo la falta de uso) de un medicamento, pero es un EM cuando estos acontecimientos adversos pudieron ser prevenibles (AAM prevenible). Cuando los acontecimientos adversos se producen a pesar de un uso apropiado de los medicamentos (AAM no prevenible, daño sin error), se denominan reacciones adversas a medicamentos (RAM). Las RAM se refieren a todo efecto perjudicial y no deseado que se presenta después de la administración de un medicamento a las dosis que normalmente son utilizadas para la profilaxis, diagnóstico o tratamiento de una enfermedad o con objeto de modificar una función biológica. Cabe aclarar que existen EM que pudiendo haber provocado un daño al enfermo, por fortuna no lo llegó a causar; sin embrago, el registro y análisis de estos EM son importantes para identificar debilidades del sistema de medicación. Estos incidentes también se han llamado acontecimientos adversos potenciales (AAM potenciales).

¿CÓMO SE ANALIZAN LOS ERRORES DE MEDICACIÓN

Una vez detectado el incidente relacionado con los insumos para la salud, es necesario realizar la identificación y la consecuente notificación. El análisis de las causas de los errores detectados permite adoptar medidas correctivas, mientras que la notificación permite que otros pacientes (de otra institución hospitalaria) no lleguen a sufrir el mismo tipo de incidente. Un segundo aspecto a determinar es la gravedad de las consecuencias de los EM. El NCCMERP propone que la categoría A (error sin daño), en la que se incluyen las circunstancias o incidentes con capacidad de causar error, define los errores potenciales o no errores. Pertenecen a esta categoría, por ejemplo, los etiquetados y envasados que pueden inducir a error. En la categoría B, el error se produjo pero no alcanzó al paciente, siendo por lo tanto, un error sin daño. Ejemplos de esta categoría serían el almacenamiento incorrecto de medicamentos o los errores producidos en cualquiera de los procesos de la cadena terapéutica que son detectados antes de que el medicamento sea administrado al paciente. En las categorías C y D, el error alcanzó al paciente pero no le causó daño. Por último, las categorías E, F, G y H representan los errores con daño para el paciente, aumentando el grado de severidad a lo largo de la clasificación, hasta llegar a la categoría I, en la que se incluyen los errores que contribuyen o causan la muerte del paciente.

¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES CAUSAS DE LOS ERRORES DE MEDICACIÓN?

Con frecuencia no se dispone de información sobre las características demográficas, clínicas o de tratamiento de los pacientes (diagnóstico, edad, peso, alergias, función renal o hepática, medicación previa, datos de laboratorio, etcétera) cuando se prescriben, dispensan o se administran los medicamentos. Por lo tanto, la falta de información sobre los pacientes es una de las causas más frecuente de EM.

Los problemas de comunicación entre los profesionales sanitarios implicados en el sistema de utilización de medicamentos son causa de muchos

EM. Se ha referido que este tipo de fallos se deben a escritura ilegible, uso de abreviaturas, prescripciones incompletas o ambiguas, expresión inadecuada del nombre de los medicamentos o de la dosis, incorrecta interpretación de las prescripciones verbales, etcétera. Por otra parte, la similitud fonética y ortográfica en los nombres de los medicamentos (*Look-Alike*, *Sound-Alike*), el etiquetado incorrecto o confuso y el envasado parecido de especialidades diferentes son fuentes frecuentes de errores de dispensación y de administración.

La segunda causa de error son los fallos relacionados con los sistemas de infusión. Estos fallos incluyen la falta de estandarización de los sistemas o a la ausencia de doble control para verificar la dosis y la velocidad de infusión de los medicamentos. Además, diversos factores ambientales tales como iluminación deficiente, lugar de trabajo desordenado, ruido, interrupciones, falta de tiempo para el descanso, horarios excesivamente largos, ambiente de trabajo agobiante o interrupciones repetidas favorecen los errores, especialmente de transcripción. También la información a los pacientes sobre los medicamentos prescritos (qué están tomando, para qué lo toman y cómo lo deben tomar) es importante para evitar errores en la administración de los medicamentos y mejorar el cumplimiento. Los pacientes deben jugar un papel importante en la prevención de los EM, para lo cual deben sentirse partícipes del tratamiento.

PRÁCTICAS QUE REDUCEN LOS ERRORES DE MEDICACIÓN

Mediante la declaración de la visión y la misión, las instituciones sanitarias deben poner la seguridad de los pacientes en un objetivo corporativo prioritario y deben demostrar su compromiso con dicho objetivo a través del control continuo y estrecho sobre la seguridad, brindar apoyo a nivel organizativo, normativo y ejecutivo. Los administrativos de alto rango deben proporcionar los recursos humanos y la infraestructura necesaria para desarrollar actividades de mejora de la seguridad.

El sistema de utilización de los medicamentos tiene múltiples pasos y componentes y su eficiencia depende de las actuaciones de los profesionales sanitarios y de los propios pacientes; sin embargo, las nuevas tecnologías pueden mejorar la seguridad de los procesos. Por otra parte, cuando los profesionales sanitarios conocen sus responsabilidades y las del resto del equipo, así como las interrelaciones de sus actividades, es más fácil detectar los errores antes de que causen un incidente. Por lo tanto, las organizaciones sanitarias deben proporcionar programas de formación de equipos, con métodos de eficacia probada que aseguren su organización y coordinación.

Es importante que las organizaciones y los individuos adopten una actitud proactiva en la prevención y reducción de los EM. Los proyectos para evaluar los riesgos y la formación de un ambiente de aprendizaje en una organización sanitaria desempeñan un papel decisivo en la calidad del servicio farmacéutico. Del mismo modo, el desarrollo de una cultura de seguridad enfocada al mejoramiento del sistema, así como la propuesta de medidas o prácticas específicas centradas en la mejora de los procesos pueden reducir los EM o la gravedad de estos. En tal sentido, es recomendable la estandarización de los procedimientos, sobre todo de aquellos que implican coordinación entre diferentes profesionales.

También es recomendable desarrollar protocolos de uso y procedimientos especiales para manejar los medicamentos de alto riesgo, e implementar prácticas como difundir listas de medicamentos de alto riesgo, establecer límites de dosis, limitar el número de concentraciones disponibles, implantar la doble revisión para la prescripción, preparación y/o administración de estos medicamentos o utilizar envasado y etiquetado especial. Por estas razones es recomendable suministrar los medicamentos intravenosos de alto riesgo preparados desde el Servicio de Farmacia, por ejemplo insulina, lidocaína, heparina, potasio y otros electrólitos intravenosos (calcio, magnesio, sodio), citostáticos,

© Malú Méndez Lavielle. *Diversas*, 2017.

opiáceos intravenosos, agentes adrenérgicos, bloqueadores neuromusculares, etcétera.

Para que las acciones antes mencionadas se puedan ejecutar eficientemente es importante conseguir una mayor presencia del farmacéutico en las unidades de hospitalización a fin de asegurar la disponibilidad continua de asistencia farmacéutica al equipo de salud y a los pacientes. En México, las funciones relacionadas de gestión y utilización de los medicamentos en el ámbito hospitalario son cubiertas por el licenciado en farmacia o por el químico farmacobiólogo (con especialidad en farmacia); sin embargo, debe mejorarse el marco normativo de las instituciones de salud con el fin de respaldar las acciones de intervención del servicio de farmacia.

Por lo anteriormente descrito, es importante que se instrumenten programas interinstitucionales para detectar, evaluar y prevenir EM, con el fin de coadyuvar a la mejora de la calidad de los servicios de salud de los hospitales y, por lo tanto, incrementar la seguridad de los pacientes en nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

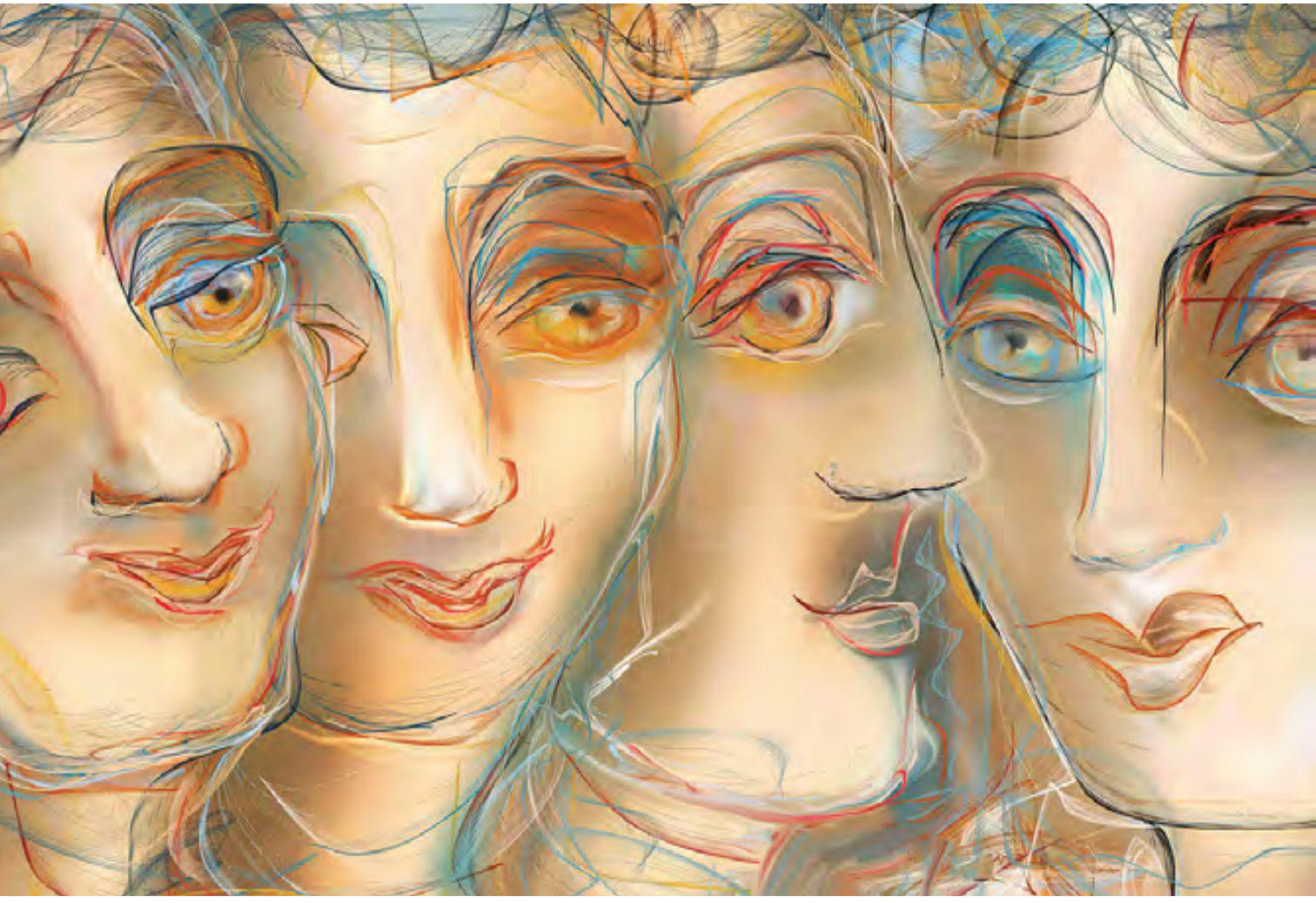
Nadzam D (1998). A systems approach to medication use. En: Cousins DD, ed. *Medication use: A systems approach to reducing errors*. Oakbrook Terrace, IL: Joint Commission (pp: 5-17).

Organización Mundial de la Salud (2010). *Hacia una atención hospitalaria más segura*. WHO/IER/PSP/3.

Ministerio de Sanidad y Politica Social. Estudio IBEAS Prevalencia de efectos adversos en hospitales de Latinoamérica. Madrid. 2010.

Meljem Moctezuma J (2012). Los sistemas de notificación de eventos adversos en la mejora de la seguridad del paciente. *Revista CONAMED*, 17(2): 51.

Fausto Atonal Flores
Facultad de Medicina
Juan Carlos Bastida Herrera
José Gustavo López y López
Facultad de Ciencias Químicas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
jose.lopez@correo.buap.mx



© Malú Méndez Lavielle. *De alabastro*, 2015.

www.elementos.buap.mx

La medicina ESPACIAL

Rosario **Vega**
Enrique **Soto**

El desarrollo de la tecnología espacial, tanto en la Estación Espacial Internacional (ISS) como en las estaciones de China (Tiangong II lanzada en septiembre de 2016 y Tiangog-1, hoy posiblemente fuera de control y en proceso de reingreso balístico a la Tierra), así como en diversos proyectos para desarrollar una misión a Marte, además de los programas para retornar y finalmente habitar la Luna, y otros planes más exóticos de viajes planetarios, plantean varios problemas de orden médico-biológico relacionados con la vida en las condiciones extremas del espacio exterior. Entre otras condiciones encontramos la ausencia de la atmósfera, la existencia de temperaturas extremas, los efectos adversos de la microgravedad, de la aceleración y desaceleración, la presencia de radiaciones ionizantes, además de que en las naves o habitáculos espaciales puede producirse exposición a tóxicos en el ambiente, traumatismos, accidentes por impacto con meteoritos o, como se plantea en la película *Gravity*, impactos con restos espaciales, además de que la nutrición de los astronautas se convierte en un verdadero reto, así como el manejo de su condición psíquica en aislamiento y las diversas alteraciones que presentan en los patrones de sueño y ritmos circádicos, entre otros aspectos médicos. Problemas médico-biológicos no tan severos se producen también por el desarrollo en la aeronáutica moderna, donde los pilotos se someten a aceleraciones y desaceleraciones muy altas, así como

Medicina Espacial. Coordinadores; Raúl Carrillo Esper, Juan Alberto Díaz Ponce Medrano, Lucio Padrón San Juan. CONACyT, México, 2016.

La medicina espacial es una rama de la medicina encargada de estudiar la adaptación del ser humano y de la respuesta de los distintos órganos y sistemas a los ambientes de microgravedad o ausencia de ella y a la exposición a radiación solar y cósmica a la que está expuesta el ser humano fuera de los confines de seguridad de nuestra atmósfera. La medicina espacial se nutre de ciencias afines como son la medicina aeronáutica, la astrobiología, la telemedicina, la nutrición y la biotecnología. Con el auxilio de todas ellas, los aeronautas han podido sobrevivir, por tiempos prolongados, en ambientes adversos, y con su estudio y soluciones se ha ido preparando las condiciones biológicas necesarias para un eventual viaje interplanetario.

Al haberlo hecho y por las condiciones mismas de las cabinas espaciales se ha propiciado un gran desarrollo tecnológico colateral derivado de la medicina espacial, ejemplos de ello son la nutrición elemental, pañales desechables, el velcro, y los recicladores y purificadores de agua, por mencionar algunos. Muchos de estos desarrollos espaciales han también impulsado decididamente el avance de la medicina y como ejemplos de esto tenemos los brazos del robot quirúrgico, la telemedicina y el seguimiento satelital de enfermedades.

Se antoja lejana aún la era espacial mexicana, pero no por ello se han dejado de hacer valiosos esfuerzos que han permitido a un puñado de expertos interactuar en el ámbito de la investigación internacional. Es indudable que esta disciplina de la medicina representa una oportunidad de crecer y sentar las bases para un gradual desarrollo de esta área del conocimiento.

La Academia Nacional de Medicina de México, consciente de la importancia del tema se adhirió en forma entusiasta al proyecto iniciado por la Agencia Espacial Mexicana a fin de fortalecer el programa de medicina espacial en México.

a diversos grados de exposición a radiaciones y fenómenos de pérdida de la orientación debidos a las aceleraciones extremas y a condiciones de microgravedad. Por todo esto se ha desarrollado una rama de la medicina moderna que es la medicina espacial y aeronáutica.

La medicina espacial aborda el problema de definir cuáles son los riesgos para la salud del vuelo espacial y concretar estrategias que permitan prevenir y tratar desórdenes diversos en el espacio. Para ello se desarrollan tareas de investigación tendientes a simular el entorno espacial, se realizan procesos muy estrictos de selección médica de astronautas y prevención de riesgos, se diseñan protocolos para el tratamiento médico en el espacio y planes para misiones de emergencia y rescate de astronautas.

Por otra parte, cabe destacar que el espacio puede ofrecer un entorno ventajoso para el tratamiento de ciertas patologías médicas, no solo para obtener efectos deletéreos, sino algunos que pueden ser favorables a mediano y largo plazo como son, por ejemplo, el tratamiento de lesiones ortopédicas, particularmente las lesiones de la columna vertebral que producen paraplejias y cuadriplejias que pueden ser tratadas de mucho mejor manera –desde el punto de vista de la mecánica músculo esquelética– en el espacio, o casos de sujetos en estado de coma prolongado cuya atención en Tierra es complicada y que en el espacio, en condiciones de microgravedad, podrían manejarse de manera mucho más sencilla y eficaz.

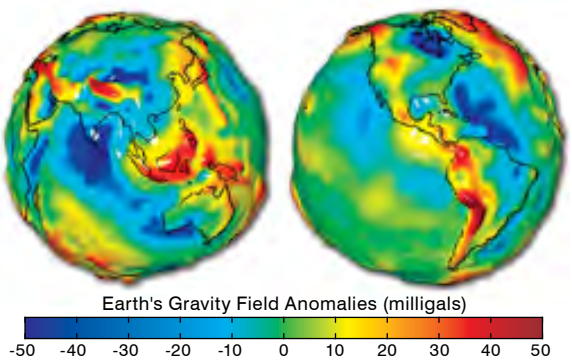


Figura 1. La gravedad cambia a través de la superficie de la Tierra y a través de su atmósfera, debido a varias causas. Primero, hay la variación de la gravedad con la latitud: usted pesa aproximadamente 0.5 % más en los polos que en el ecuador. Wikipedia. Public Domain, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=479365.

De hecho, es dable imaginar que se pueden desarrollar módulos de atención médica para estos pacientes en el espacio, constituyendo unidades médicas de tratamiento para desórdenes específicos en casos extremos.

MICROGRAVEDAD

De todos los efectos adversos de la navegación espacial, la casi total ausencia de la fuerza de atracción gravitatoria es probablemente el que afecta de forma más directa la capacidad de los astronautas para desarrollar diversas actividades. La microgravedad tiene efectos adversos cardiovasculares, óseos, musculares y cognitivos. Estos últimos han sido el foco de atención de la investigación que se ha desarrollado en el Laboratorio de Neurofisiología Sensorial del Instituto de Fisiología de la Universidad Autónoma de Puebla.

La atracción gravitatoria es una de las fuerzas fundamentales y eje del desarrollo de la vida. Isaac Newton (1642-1726) describió esta fuerza que determina que, en la Tierra, los objetos caigan debido a la atracción que ejerce el planeta sobre todos los cuerpos que se encuentran en su superficie, incluido el aire que conforma la atmósfera. Curiosamente, la fuerza de gravedad es uno de los pocos procesos cuya intensidad es esencialmente constante a lo largo del tiempo y de la evolución de la vida en el planeta (varía apenas 0.5 % entre los polos y el ecuador, Figura 1). Podemos imaginar otros fenómenos como la temperatura, que varía ampliamente en la superficie del planeta (desde -40 a +100 °C); lo mismo sucede con la cantidad de luz o la radiación solar, que son altamente variables; la humedad, el viento, el magnetismo, la lluvia, prácticamente todos los fenómenos del medio son variables, en tanto hay uno que se mantiene prácticamente constante: la atracción gravitatoria. Eso ha llevado a proponer que esta fuerza esencial de la naturaleza es un elemento que contribuye a la organización de los seres vivos (Ross, 1984). Las plantas se polarizan en parte gracias a la acción de esta fuerza, aunque las secuoyas parecieran desafiar, por su altura, la atracción gravitatoria.

NEUROBIOLOGÍA Y MICROGRAVEDAD

En prácticamente todos los animales existen órganos con la capacidad para detectar la atracción gravitatoria. En los invertebrados se trata de los estatocistos, que les permiten detectar su movimiento respecto de la atracción gravitatoria. En los vertebrados, el sistema vestibular (que forma parte del oído interno) se ha desarrollado como un sistema altamente especializado que permite detectar el movimiento del animal respecto a la atracción gravitatoria, y más aún, las rotaciones de la cabeza en el espacio referidas respecto a un sistema de coordenadas tridimensional.

Este sistema ha evolucionado desde los vertebrados inferiores, como las lampreas, hasta los vertebrados superiores, en los que tiene una estructura compleja. Su función se basa en el desarrollo de un conjunto de sacos membranosos y túbulos que les conectan y en los cuales se ubican las células ciliadas (Figura 2) que son células que, mediante un sistema de prolongaciones apicales que se flexionan con los estímulos mecánicos, detectan el desplazamiento de una masa sensible ubicada sobre ellas y que de esta forma convierten aceleraciones lineales o angulares en cambios de su potencial eléctrico, dando así

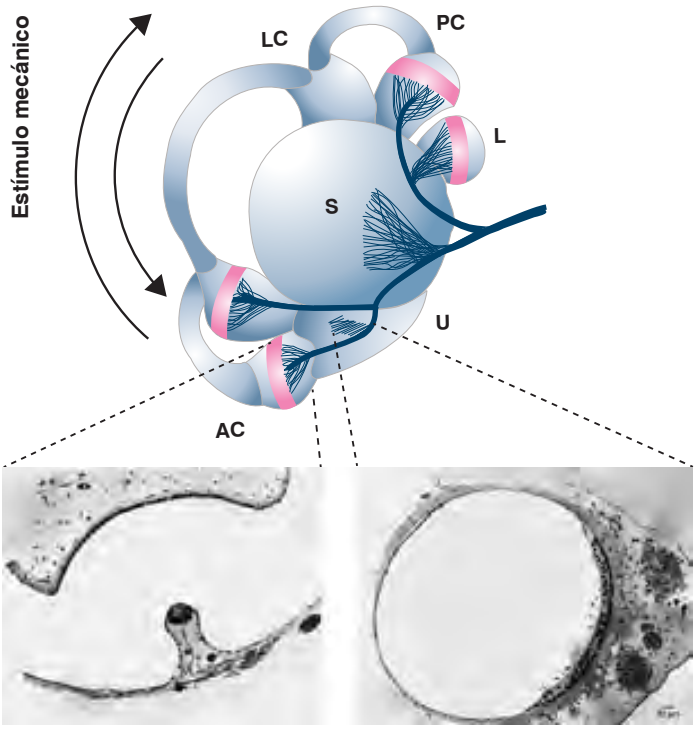


Figura 2. Esquema del sistema vestibular. Se muestra un esquema del vestíbulo en que se destacan los tres canales semicirculares (anterior CA, posterior CP y lateral CL) y los órganos otolíticos (utrículo U y sáculo S). En la parte inferior cortes histológicos de la cresta del canal semicircular y del utrículo.

origen a la respuesta del organismo a los movimientos de la cabeza.

El esquema muestra las células ciliadas y los órganos otolíticos y canales semicirculares que censan aceleraciones lineales y angulares de la cabeza, respectivamente.

Este sistema de detección de aceleraciones origina cambios en la actividad de neuronas vestibulares y la integración de dichos cambios se percibe en los sujetos como movimientos de la cabeza, ya sean rotaciones, inclinaciones o desplazamientos. Para definir el movimiento exacto de la cabeza se requiere de varios niveles neuronales de procesamiento representados por los núcleos vestibulares, los núcleos talámicos y la corteza cerebral. Lo que nos lleva finalmente a la percepción del movimiento en el entorno.

En el espacio, las masas sensibles que se encuentran en los órganos otolíticos dejan de funcionar normalmente, ya que estas masas que en Tierra están sujetas a la atracción gravitatoria, en condiciones de viaje espacial –ya sea en una órbita estable alrededor del planeta, como en la Estación Espacial, o en viajes más allá– se hallan en condiciones de microgravedad, y las aceleraciones lineales, que en la Tierra llevan a definir la dirección de la normal, que es la dirección de la fuerza de atracción gravitatoria, dejan de ser significativas. Los sujetos no tienen entonces la sensación de que existe una dirección, de lo que es arriba y abajo; de hecho, los objetos no caen, lo cual impide definir una dirección de la normal; es como si la manzana de Newton se hubiera mantenido flotando en el espacio y él, entonces, no habría podido desarrollar las leyes de la gravitación universal. En el espacio, los astronautas son capaces de compensar la falta de sensación de peso mirando alrededor, pero a largo plazo se producen alteraciones importantes en la estructura celular del oído interno, además de que los sujetos, cuando cierran los ojos, tienen sensaciones anormales, como la de estar girando, o sienten extraño el cuerpo y sus partes y, en casos extremos, sienten que abandonan su cuerpo y no se reconocen a sí mismos. Además, a largo plazo se producen cambios plásticos en el cerebro que tienden a eliminar completamente la función vestibular produciendo, en consecuencia, que al retornar a Tierra los astronautas presenten alteraciones en la percepción de su posición y en la estabilización de su mirada.

Debido a esto se ha propuesto el desarrollo de dispositivos basados en microsensores (giróscopos y acelerómetros) capaces de responder a aceleraciones angulares y lineales minúsculas (un décimo de la fuerza gravitatoria normal en la ISS) e inyectar pulsos eléctricos en la región periauricular a fin de devolver a los cosmonautas la sensación de la

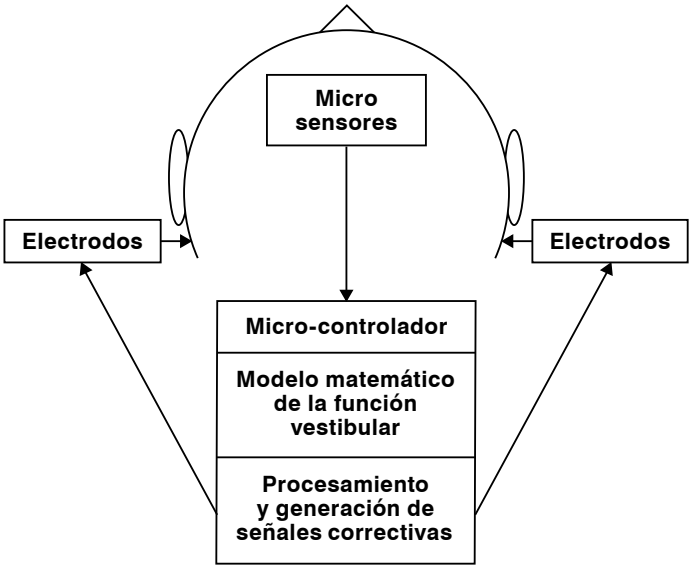


Figura 3. Esquema del dispositivo. Auxiliar vestibular (prótesis) que se basa en el uso de la Estimulación Eléctrica Vestibular (EGV). En esta propuesta se utiliza un sistema de microgiróscopos y microacelerómetros para detectar los desplazamientos de la cabeza, procesar la salida de dichos sensores a través de un modelo matemático de la función vestibular y, finalmente, inyectar una corriente eléctrica en las regiones periauriculares, la cual deberá contribuir a corregir la posición del sujeto o a devolver la sensación de posición y mejorar la estabilidad de la mirada en condiciones de microgravedad.

dirección de la normal y de los desplazamientos lineales y angulares (giros) de la cabeza (Figura 3). Este dispositivo es actualmente motivo de investigación en el Instituto de Fisiología de la BUAP, en colaboración con investigadores de la Universidad Estatal de Moscú, y ha sido objeto de una patente en los Estados Unidos, una patente en Rusia y, finalmente, otra en México. Adicionalmente a su uso en medicina espacial, dicho dispositivo puede ser utilizado en Tierra para sustituir la función del sistema vestibular en sujetos con lesiones del oído interno y pérdida del equilibrio, o en ancianos con presbiestasis (mal funcionamiento del sistema del equilibrio debido al proceso de envejecimiento). Cabe destacar que actualmente existen diversos grupos de investigación en el mundo trabajando en el desarrollo de prótesis vestibulares, entre los que destacan el grupo de medicina de la Universidad Johns Hopkins, en Estados Unidos, o el Grupo Paneuropeo de Implante Vestibular con sede en el Centro Médico de la Universidad de Maastricht, entre otros.

A diferencia de la mayor parte de dispositivos actualmente en investigación para uso como prótesis vestibulares, el dispositivo propuesto por nuestro grupo de trabajo no requiere la implantación de electrodos en el oído interno, sino que es un dispositivo auxiliar que puede usarse por un tiempo determinado o de forma continua, pero sin necesidad de realizar un procedimiento quirúrgico, por ello es susceptible de usarse en sujetos normales (pilotos o astronautas), en pacientes y en ancianos con déficit vestibular secundario al envejecimiento (presbiestasia). Cabe destacar que la presbiestasia se presenta en alrededor del 30 % de los adultos mayores a 65 años convirtiendo este en un problema de relevancia médica.

¿Conviene a países del tercer mundo realizar investigación en cuestiones espaciales?

Esta es una pregunta que frecuentemente se realiza en nuestro medio. Se trata de una cuestión pertinente y merece ser discutida considerando sobre todo que México es un país con graves carencias de orden social y, por tanto, no son pocas las personas que se cuestionan la pertinencia de invertir en investigación espacial en tanto hay compatriotas que carecen de lo necesario para una vida digna (habitación, alimento, salud, educación). Nosotros, al igual que ellos, pensamos que hay que ser cuidadosos y considerar que si bien existen carencias en sectores significativos de la población, ello no es debido a que México sea, como un todo, un país pobre, sino fuertemente desigual, y que la falta de cobertura para ciertos sectores de la población es esencialmente debida a malas inversiones del gobierno cuando no directamente al mal uso de los recursos públicos. Por ello pensamos que la dicotomía planteada en la pregunta se resuelve siempre y cuando las inversiones, tanto en

© Malú Méndez Lavielle. *Edades*, 2016.

ciencia como en atención a grupos de población en condiciones de pobreza, se realicen de manera lógica, correctamente planificada y honesta y sin detrimento de una en interés de la otra. Si se cumplen estas condiciones no hay duda que México debe participar, y tiene necesidad de desarrollar programas de investigación espacial que contribuyan al avance de tecnologías modernas en ingeniería, comunicaciones, electrónica, control y medicina, entre otras. Mantenernos fuera de la investigación en el campo aeroespacial implica desarrollar una mayor dependencia del exterior y, a largo plazo, pagar por el uso de tecnologías de las cuales pudiéramos ser copropietarios.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado con fondos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México y la Agencia Espacial Mexicana (AEM), apoyo 275058 a Rosario Vega), financiamiento del PFCE 2017 y de la Vicerrectoria de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP-BUAP a Rosario Vega y Enrique Soto).

LECTURAS RECOMENDADAS

Baloh RW, Honrubia V (2001). *Clinical Neurophysiology of the Vestibular System*. Oxford University Press.

Ross MD (1984). The influence of gravity on structure and function of animals. *Advanced Space Research* 4(12):305-14.

Vega R, Soto E, Pliego A, Alexandrov A, Alexandrova A (2016). Dispositivo para la estabilización de la postura en microgravedad (Cap. 9). *Medicina Espacial.* Coordinadores: Raúl Carrillo Esper, Díaz Ponce Medrano JA, Padrón San Juan L (pp. 121-137). Academia Nacional de Medicina. ISBN 978-607-443-624-2.

Rosario Vega
Enrique Soto
Instituto de Fisiología
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
axolotl_56@yahoo.com

Ciencia a TIEMPO

EN 70 AÑOS, EL VALLE DE TEHUACÁN PERDERÁ 20 POR CIENTO DE SU SUPERFICIE DE CULTIVO DE MAÍZ

En menos de 70 años, la temperatura del Valle de Tehuacán aumentará tres centígrados debido a los efectos del cambio climático. En consecuencia, esta región, considerada la cuna del maíz al ser el lugar donde se originó, diversificó y distribuyó al resto del país y América Latina, perderá el 20 % de su superficie de cultivo. Es decir, cerca de 3 mil hectáreas, el equivalente a la extensión del municipio de Zaragoza.

Daniel Jiménez García, investigador del Centro de Agroecología y Ambiente del Instituto de Ciencias de la BUAP (ICUAP), explicó que este cambio drástico y acelerado en las condiciones climáticas supondrá un mayor estrés hídrico a las plantas de maíz, lo que asegura un decremento en las áreas de cultivo.

Dicha estimación –3 mil hectáreas– es resultado de los trabajos que el investigador del ICUAP desarrolla en torno a los riesgos que supone el cambio climático para determinadas acotaciones geográficas –como municipios, entidades federativas o regiones–, así como aquellos relacionados con los cambios de uso de suelo, para lo cual emplea imágenes satelitales y cartografía ambiental, entre otros recursos científicos y tecnológicos.

ANÁLISIS DE GENES MUTANTES PARA CONOCER ARRITMIAS CARDIACAS

Para conocer las mutaciones de proteínas o canales iónicos que provocan arritmias cardiacas, científicos del Instituto de Fisiología y de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP forman parte de un equipo multidisciplinario enfocado a detectar tales padecimientos, con el propósito de ofrecer un diagnóstico y tratamiento a los pacientes, así como encontrar a nivel molecular la causa de las alteraciones de este órgano.
José Everardo Avelino Cruz, investigador del Instituto de Fisiología de la BUAP, indicó que este equipo se formó tras la invitación del doctor Manlio Fabio Márquez Murillo, del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio

Chávez", para desarrollar un protocolo de diagnóstico similar al de laboratorios de primer mundo.

Las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte en el mundo: representan 30 por ciento del total de las defunciones. En México, se registran en promedio 289 muertes al día por estos padecimientos. Por ello, se pretende canalizar a los pacientes con síntomas de arritmias para realizarles un diagnóstico clínico, de acuerdo con los parámetros establecidos por los especialistas. Además de proporcionarles tratamiento, se les tomarán muestras de sangre para realizar un tamizaje genético y conocer los genes causantes de tales males.

En caso de encontrar genes de significado clínico incierto –que no se sabe si por estar mutados provocan enfermedad–, estos se colocarán en células de murinos y mediante una técnica de *patch clamp* (método electrofisiológico para conocer la corriente eléctrica que pasa a través de la membrana celular) se medirán sus corrientes para compararlas con las de un grupo control. Este procedimiento ayudará a incrementar la base de datos de genes causantes de enfermedades cardiovasculares, así como mejorar los tratamientos.

DISEÑAN "PIANO HUMANO" PARA NIÑOS INVIDENTES

Integrantes del grupo de divulgación científica y tecnológica de la Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE), Hipercubo, entre ellos el doctor Daniel Mocencahua Mora, diseñaron un piano con sensores ultrasónicos cuya función es permitir que niños con discapacidad visual comprendan el fenómeno físico de la onda y desarrollen su sentido auditivo mediante sonidos programados.

El "piano humano", como también lo llaman sus creadores, está conformado por 14 sensores ultrasónicos encargados de emitir una onda de sonido, con una frecuencia tan alta que resulta imperceptible al oído humano, la cual es recuperada por efecto de rebote.

El sensor al identificar una señal a determinada distancia emite diferentes notas musicales, según el sensor que se activó. De esta manera, los menores con discapacidad visual comprenden el fenómeno físico de la onda, a través de la música.

Ciencia a Tiempo es el canal de divulgación de la investigación en ciencia y tecnología de la BUAP. Elizabeth López Juárez, Yassin Radilla Barreto y José Enrique Tlachi Rodríguez, reporteros. Beatriz Guillén Ramos, responsable de Información y Prensa de la Dirección de Comunicación Institucional de la BUAP.

Libros

DISCURSOS DEL INGRESO DE RAÚL DORRA
A LA ACADEMIA MEXICANA DE LA LENGUA
Raúl Dorra, Felipe Garrido, Enrique Pimentel
El Errante Editor
México, 2016

Se trata de un pequeño libro que recoge, con ánimo de camaradería, el espíritu que prevaleció en la Biblioteca José María Lafragua para acompañar a Raúl Dorra en la ceremonia de entrega del nombramiento e insignias con motivo de su ingreso a la Academia Mexicana de la Lengua.

El pequeño volumen, de acabado artesanal con pasta dura y cosido superficial, con un tiraje de apenas 250 ejemplares, contiene, además de un breve prólogo, las tres piezas discursivas que formaron parte de la solemne ceremonia de entrega: el discurso del homenajeado titulado *Acerca del habla en México*, la *Respuesta al discurso del ingreso de Raúl Dorra a la Academia Mexicana de la Lengua*, pronunciado por el director adjunto de la propia Academia, Felipe Garrido, y una semblanza biográfica presentada por el poeta y novelista Enrique Pimentel.

Raúl Dorra es el cuarto miembro correspondiente que la Academia Mexicana de la Lengua ha tenido en el estado de Puebla, comentó Felipe Garrido en su discurso. Los tres primeros fueron Enrique Gómez Haro en 1921; Enrique Cordero y Torres en 1955 y Salvador Cruz Montalvo en 1976.

En su alocución, Raúl Dorra, coordinador del Programa de Semiótica y Estudios de la Significación de la BUAP, aunque agradecido, no perdió el tiempo en alabanzas. Habló del habla mexicana, siempre ligada al deseo y a las emociones. Dorra dejó constancia de sus conocimientos, su capacidad como expositor, su pasión por la libertad y el lenguaje, y aun de su sentido del humor. “Todos lo hemos escuchado calificarse –dijo Felipe Garrido–, hace un momento, con retórica humildad, como un simple aficionado a la lingüística.” E invitó al público a apreciar la obra de Raúl Dorra “que en todo tiempo y lugar ha vinculado la oralidad con la escritura y con los lenguajes no verbales”

UN TORBELLINO DE MIRADAS A LA GLÁNDULA TIROIDES
SU HISTORIA A TRAVÉS DEL ARTE, EL MITO Y LA CIENCIA

Carlos Valverde y Alejandro Bullé Goyri

UNAM, Instituto de Neurobiología

México, 2014

Como su título lo explicita, este libro trata de la inagotable fantasía que la glándula tiroides ha propiciado en el imaginario colectivo desde la Antigüedad, en voz de dos especialistas de distintos ámbitos encontrados con este pretexto. Por un lado, Alejandro Ortiz Bullé Goyri, doctor en Estudios Ibéricos y Latinoamericanos, dramaturgo, maestro de literatura, y del otro, Carlos Valverde, neurocientífico especializado en la fisiología evolutiva de los sistemas tiroideos.

La innata curiosidad y la imperante necesidad de explicaciones, se manifiestan de manera divertida y a veces inesperada en este libro. Carmen Aceves, del Instituto de Neurobiología de la UNAM, campus Juriquilla, afirma en la introducción que las devastadoras consecuencias de la carencia de hormonas tiroideas, así como la fácil evidencia de la patología de la glándula que las produce, nos permiten seguir la huella en el México prehispánico con las caritas sonrientes –aparentemente niños con cretinismo–; durante el medioevo, caracterizado por un pueblo alpino de bochones –hipotiroidismo endémico austriaco–, hasta épocas recientes cuando la comprensión científica de la función tiroidea demandó la obligatoriedad mundial de la sal yodatada y el tamiz de hipotiroidismo neonatal.

El libro es un delicioso relato en el que se entrecruzan mitos, leyendas, supersticiones y evidencia científica a propósito de la famosa glándula, ilustrado con representaciones históricas y artísticas que revelan la identidad y la función de la glándula tiroides.

MEXNIRS 2017

I MEXICAN SYMPOSIUM ON NIRS NEUROIMAGING (MEXNIRS)

October 20-21, 2017

Santa Maria Tonantzintla, San Andrés Cholula, Puebla, México

Speakers

Prof. David Boas, Massachusetts General Hospital, United States (Closing keynote)

Prof. Clare Elwell, University College London (UCL), United Kingdom (Opening keynote)

Dr. Jafet Arrieta, Harvard Chan Shoool of Public Health, United States

Prof. Joseph P. Culver, Washington University in St. Louis, United States

Prof. Turgut Durduran, The Institute of Photonic Sciences (ICFO), Spain

Prof. Kaja Jasinska, University of Delaware, United States

Prof. Nasser Kashou, Wright State University, United States

Prof. Frédéric Lesage, Polytechnique Montreal, Canada

Prof. Rickson Coelho Mesquita, University of Campinas (UNICAMP), Brazil

Prof. John P. Spencer, University of East Anglia, United Kingdom

Prof. Marija Strojnik, Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), Mexico

Dr. Ilias Tachtsidis, University College London, United Kingdom

Prof. Arjun G. Yodh, University of Pennsylvania, United States

Topics

Within the Global NIRS research:

+ Challenges related to measurements in low-resource settings
+ Mechanical and instrumental challenges
+ Socioeconomic and cultural challenges
+ Neurophysiological challenges
+ Basic science challenges
+ Data analysis challenges
+ Educational challenges

Important dates

+ Abstract submission opens: March 20, 2017
+ Abstract submission deadline: June 30, 2017
+ Notification of acceptance: Aug 11, 2017
+ Pre-Registration deadline: Sept. 22, 2017
+ Symposium: Oct. 20-21, 2017

Committee

Prof. Maria Angela Franceschini
(Harvard Medical School, USA) - Chair

Dr. Felipe Orihuela-Espina
(INAOE, Mexico) - Chair

Dr. Carlos Treviño-Palacios
(INAOE, Mexico) - Local Chair

Mr. Javier Herrera-Vega
(INAOE, Mexico) - Local Chair

Prof. Mamadou Diop
(Western University, Canada) - PC member

Prof. Theodore J. Huppert
(University of Pittsburgh, USA) - PC member

Dr. Sarah Lloyd-Fox
(Birkbeck College, University of London, UK) - PC member

Prof. Banu Onaral
(Drexel University, USA) - PC member

Dr. Katherine Perdue
(Boston Children's Hospital, USA) - PC member

Prof. Martin Wolf
(ETH Zürich, Switzerland) - PC member

http://ccc.inaoep.mx/~bio/NIRS2017

CONACYT ISS CÁMARA DE DIPUTADOS LXIII LEGISLATURA NIRX FM GOWERLABS INAOE

SCT | AEM AGENCIA ESPACIAL MEXICANA | CONACYT | UPAEP | INAOE | SOMMEM

Tercer Congreso Mexicano de

MEDICINA ESPACIAL

2017

OCTUBRE 05 Y 06

SEDE: UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA

Prolongación 21 Sur la Noria 1103, Santiago,

Barrio de Santiago, 72410 Puebla, Pue.

Registro: http://www.upaep.mx/medicinaespacial/

CONTACTO:

vazquez.fabiola@aem.gob.mx

HOSPITAL BENEFICENCIA ESPAÑOLA DE PUEBLA