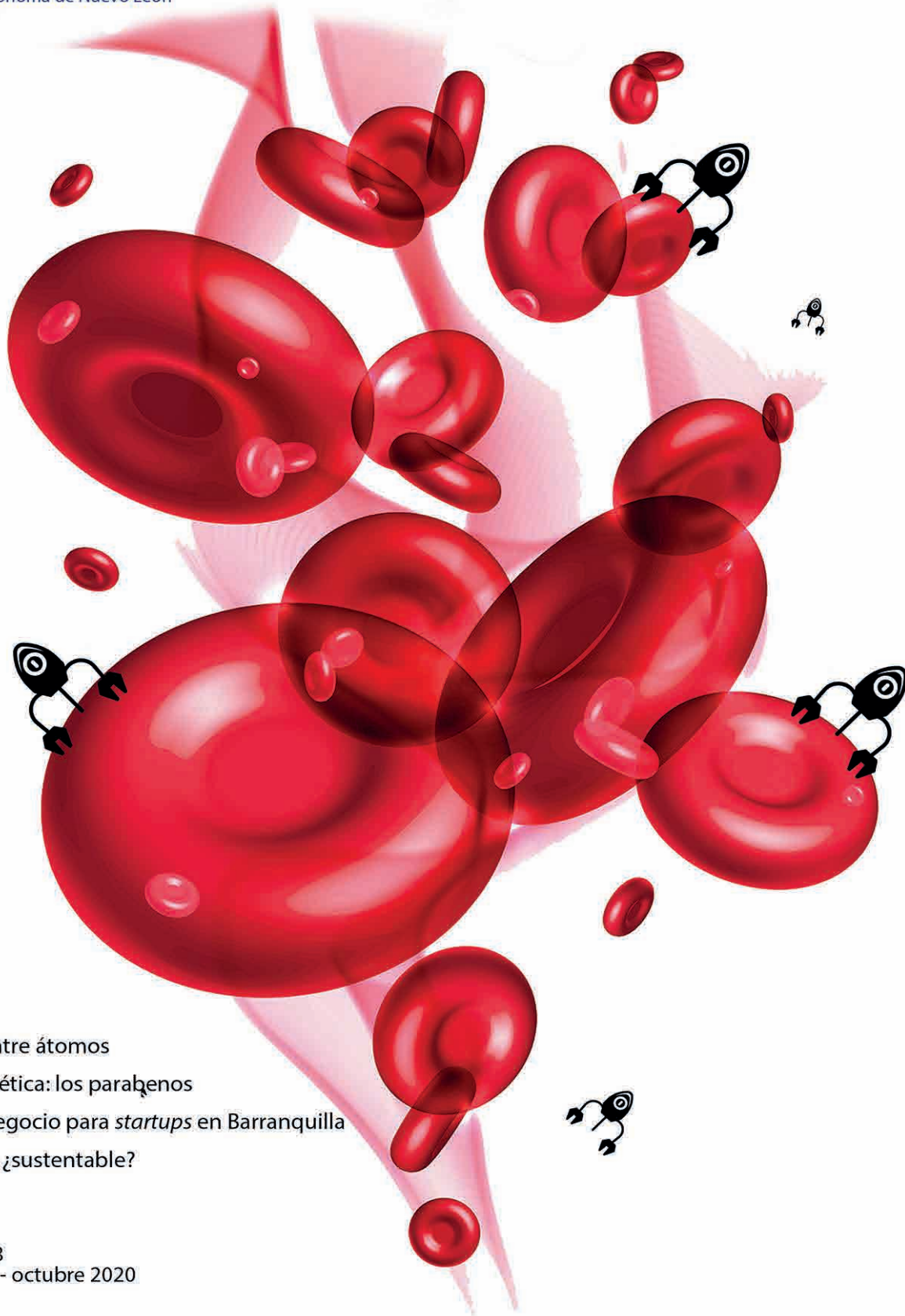




CIENCIAUANL

Revista de divulgación científica y tecnológica
de la Universidad Autónoma de Nuevo León



- NANO: el futuro entre átomos
- Quimiofobia cosmética: los parañenos
- Aceleradoras de negocio para *startups* en Barranquilla
- Ambiente urbano, ¿sustentable?



Año 23,
Número 103
septiembre - octubre 2020

ISSN: 2007-1175



Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Mtro. Rogelio Garza Rivera
Rector

Dr. Santos Guzmán López
Secretario general

Dr. Juan Manuel Alcocer González
Secretario de investigación científica y desarrollo tecnológico

Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo

Consejo editorial

Dr. Sergio Estrada Parra / Dr. Jorge Flores Valdés /
Dr. Miguel José Yacamán / Dr. Juan Manuel Alcocer González /
Dr. Ruy Pérez Tamayo / Dr. Bruno A. Escalante Acosta /
Dr. José Mario Molina-Pasquel Henríquez

Coordinadora editorial: Melissa Martínez Torres
Redes y publicidad: Jessica Martínez Flores
Diseño: Mónica Lozano
Correctora de inglés: Mónica L. Balboa

Corrección: Luis Enrique Gómez Vanegas
Asistente administrativo: Claudia Moreno Alcocer
Portada: Francisco Barragán Codina
Webmaster: Mayra Silva Almanza
Diseño de página web: Rodrigo Soto Moreno

Ciencia UANL Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Año 23, N° 103, septiembre-octubre de 2020. Es una publicación bimestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Domicilio de la publicación: Av. Manuel L. Barragán 4904, Campus Ciudad Universitaria, Monterrey, N.L., México, C.P. 64290. Teléfono: + 52 81 83294236. Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2013-062514034400-102. ISSN: 2007-1175 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Licitud de Título y Contenido No. 16547. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1437043. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 1 de septiembre de 2020, tiraje: 2,500 ejemplares. Distribuido por: la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Prohibida su reproducción total o parcial, en cualquier forma o medio, del contenido editorial de este número.

Publicación indexada al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.

Impreso en México
Todos los derechos reservados
© Copyright 2020

revista.ciencia@uanl.mx

CiENCiAUANL

COMITÉ ACADÉMICO

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Lourdes Garza Ocañas

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Ma. Aracelia Alcorta García

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dra. María Julia Verde Star

CIENCIAS NATURALES

Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Veronika Sieglin Suetterlin

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. María Idalia del Consuelo Gómez de la Fuente

CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera

COMITÉ DE DIVULGACIÓN

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Gloria María González González

CIENCIAS NATURALES

Dr. Sergio Moreno Limón

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Hugo Bernal Barragán

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Nora Elizondo Villarreal

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Blanca Mirthala Taméz

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. Yolanda Peña Méndez

CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Héctor de León Gómez

ÍNDICE



6
EDITORIAL

8

CIENCIA Y
SOCIEDAD

Aceleradoras de
negocio para *startups*
en Barranquilla


Jheison Contreras Sa-
linas, Fernando López
Irraragorri

14

OPINIÓN

NANO: el futuro
entre átomos

Eréndira Santana
Suárez, Bryan Daniel
Herrera Lozada, En-
rique Cuauhtémoc
Samano Tirado

20

EJES

Control basado en
pasividad de siste-
mas modelados en
gráficas de ligadura

René Galindo Orozco

28

TENDENCIAS
EDUCATIVAS

Prospectiva de la
educación superior
ante la pandemia de
COVID-19

Rogelio G. Garza Rivera

34

**SECCIÓN
ACADÉMICA**

54

**CON-
CIENCIA**

61

**CIENCIA
DE FRON-
TERA**

35

**Desgaste por
abrasión del con-
creto con agrega-
do calizo de alta
absorción**

Rómel G. Solís-Car-
caño, Gerardo E.
Chan-Magaña

**Quimiofobia cos-
mética: los para-
benos**

Juan Daniel Her-
nández Altamirano

**De cómo cum-
plir un sueño en
investigación de
frontera.
Entrevista al doc-
tor Fabián Fer-
nández-Luqueño**

María Josefa Santos

43

**Análisis y simu-
lación de trans-
ferencia de calor
en órbita de un
CubeSat usando
iOS**

Roberto C. Cabria-
les Gómez, Luis A.
Reyes Osorio, Car-
los E. Chávez Felix,
Diana Cobos Zaleta,
Patricia C. Zambra-
no Robledo

70

**SUSTEN-
TABILIDAD
ECOLÓGICA**

80

**CIENCIA
EN BRE-
VE**

48

**Análisis electro-
magnético me-
diante FDTD de
un sustrato para
etiquetas RFID
pasivas**

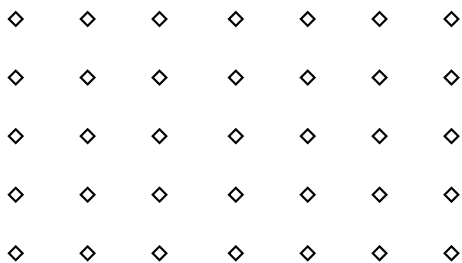
Mario Ángel Rico
Méndez, Norma
Patricia Puente Ra-
mírez, Noemí Lizá-
rraga Osuna

**Ambiente urbano:
¿sustentable?**

Pedro César Can-
tú-Martínez

90

**COLABO-
RADORES**



EDITORIAL **103**

UN CAMBIO TRANSFORMADOR: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

LUIS ARTURO REYES OSORIO*

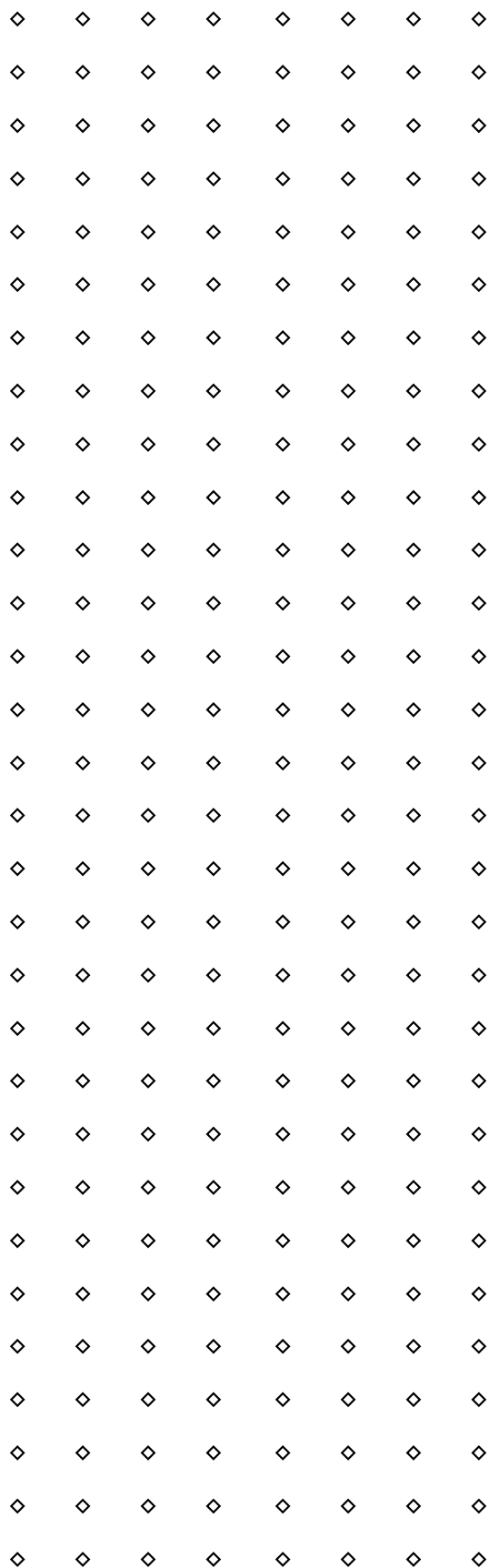
La ingeniería es un área interesante y fascinante, en ella se puede descubrir lo extraordinario y aplicarlo en la búsqueda de nuevas tecnologías, este número 103 de *Ciencia UANL*, correspondiente a los meses septiembre-octubre está dedicado precisamente a la ingeniería y la tecnología.

Los ingenieros tienen una característica distintiva: gran pasión y deseo por encontrar soluciones novedosas y eficientes para las diversas problemáticas que surgen día a día, mejorando los procesos y tecnologías que el ser humano utiliza en su vida cotidiana.

Las problemáticas en la ingeniería y tecnología comienzan como problemas de caja cerrada, es decir, sólo unas cuantas variables del sistema son reconocidas. El progreso consiste entonces en la apertura progresiva de cajas subsecuentes para conseguir un mejor entendimiento de la evolución de los procesos y los sistemas tecnológicos.

México cuenta con científicos y tecnólogos sobresalientes, así como con instituciones educativas y centros de investigación que destacan a nivel internacional. El apoyo de las instituciones ha permitido impulsar el interés por las STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés). Por ejemplo, nuestro país cuenta con instituciones educativas dedicadas al desarrollo de vehículos aéreos no tripulados, así como empresas e instituciones de gobierno que trabajan con esta tecnología. En un futuro los vehículos aéreos no tripulados o drones necesitarán cambios en su configuración para realizar misiones más complejas en las que

*Universidad Autónoma de Nuevo León.



será requerida mayor autonomía y alcance. Por lo tanto, será necesario desarrollar conocimiento científico, así como capacidades tecnológicas que permitan abordar los desafíos de este sector.

El Centro de Investigación e Innovación en Ingeniería Aeronáutica de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CIIA-FIME-UANL), cuenta con líneas de aplicación y generación de conocimiento enfocadas a estudiar estructuras aeroespaciales, desarrollando prototipos y su validación física en laboratorios dedicados al estudio de la dinámica de vuelo, aerodinámica experimental, aviónica y dinámica de fluidos computacional.

Actualmente nos encontramos inmersos en la cuarta revolución industrial, caracterizada por una mayor velocidad, alcance e impacto de los sistemas. El desarrollo de las tecnologías en los próximos años tendrá un profundo impacto transformador en la sociedad, en este sentido, la divulgación de la ciencia y la tecnología tienen una gran importancia en la vida moderna, ya que permiten acercar a estudiantes, investigadores y profesionales a este fascinante universo del conocimiento.

Sin más, les damos la bienvenida a nuestro número 103, esperamos que sea de su agrado, ¡que lo disfruten!



Aceleradoras de negocio para *startups* en Barranquilla

JHEISON CONTRERAS SALINAS*, FERNANDO LÓPEZ IRARRAGORRI**

La industria 4.0 ha generado una revolución que está permeando todos los escenarios del quehacer humano, incluidos el social, económico y productivo, siendo este último uno de los más impactados debido a que las empresas, para ser competitivas, se ven obligadas a vincularse a escenarios que implican mayores presiones en términos de gestión, producción, calidad y ambiente, entre otros (Geinbot, 2018). Este nuevo panorama para las organizaciones debe generalizarse en los próximos años, dado que a las empresas que no incorporen la tecnología como factor fundamental de desarrollo, les será difícil competir en un mercado cada vez más globalizado y dinámico.

En este sentido, las empresas demandan cada vez más soluciones efectivas para los procesos productivos, empleando herramientas que proporciona la industria 4.0, mientras el mercado, desde la oferta, responde por medio de la creación de *startups*. Estas últimas se definen como empresas emergentes que se caracterizan por desarrollar ideas innovadoras en el marco del entorno digital y tecnológico (Frederiksen y Brem, 2017). Por otra parte, suelen ser pequeñas y medianas (pymes) y están constituidas generalmente por tres o más socios, quienes desarrollan la idea de negocio e invierten una mínima cantidad de capital (Kühnel, 2017). Sin embargo, los emprendedores carecen, en su mayoría, de habilidades para el desarrollo de la nueva empresa, requiriendo apoyo profesional que les ayude a diseñar un modelo de negocio viable y sostenible en el tiempo, lo cual sólo es posible a través de la participación en procesos de aceleración empresarial, de lo contrario, están propensos a que pongan en marcha la idea y fracasen en el intento (Cantamessa, *et al.*, 2018).



* Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.
** Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: jcontreras@unisimonbolivar.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente artículo se desarrolla bajo un enfoque cualitativo fundamentado en la revisión documental de artículos y publicaciones científicas que permitieran mostrar la estructura de las aceleradoras de negocio para startups, indagando, además, en la problemática actual que enfrentan este tipo de organizaciones y el impacto que tiene en el fomento del emprendimiento en la actualidad. Con base en lo anterior, los resultados expuestos son de carácter descriptivo, pues se orientan a mostrar la composición, fases y demás elementos clave de estas entidades sin realizar inferencias o caracterizaciones estadísticas (Willis *et al.*, 2016). Por otra parte, se siguen los procedimientos analíticos sugeridos por autores como Hart (2018) con referencia a diseños documentales, los cuales se componen de las siguientes etapas: *a)* definición de criterios de selección (publicaciones de los últimos cinco años, idiomas inglés y español); *b)* búsqueda de palabras clave en bases de datos científicas (Scielo, Redalyc, Scopus y Dialnet, entre otras) asociadas con el estudio, utilizando operadores booleanos Y/O; *c)* análisis de resúmenes; *d)* selección según criterios establecidos y *e)* reflexiones según los hallazgos evidenciados.

DESARROLLO

Actualmente, las *startups* generan innovación y dinamismo en la economía de la mayoría de los países (OCDE, 2016), tanto así que, para 2018, esta clase de iniciativas en América Latina recaudó cerca de 2000 millones de dólares para inversión, cuatro veces más que el monto registrado en 2015, abriendo 25,000 empleos de tiempo completo (Expansión, 2019). Sin embargo, la mayoría de las nuevas empresas fracasan en sus etapas iniciales, siendo éstas las principales causas: falta de un modelo de negocio, insuficientes fondos monetarios y falta de un equipo de trabajo adecuado (Calderón, García y Betancourt, 2018). De igual forma, organizaciones como la Sociedad de la Innovación (2017), afirman que las *startups* fracasan porque: *a)* no dan respuesta a una necesidad del mercado, *b)* se quedan sin dinero, *c)* no se enfocan en ser competitivas, *d)* tienen mala relación precio-costes, *e)* ofrecen un producto pobre, *f)* tienen mala comunicación y marketing, *g)* ignoran al cliente, *h)* lanzan prematuramente el producto, y, finalmente, *i)* no se logran acuerdos entre inversores y emprendedores.

La problemática anterior se refleja en las estadísticas de fracaso de *startups* en América Latina, las cuales son preocupantes dado el alto porcentaje de estas empresas que no sobreviven en sus primeros años (OCDE, 2016). Por ejemplo, se evidencia que México, Argentina, Brasil, Colombia, Chile y Perú, son países que tienen ecosistemas de *startups* más dinámicos y sólidos, dentro de los cuales se observa que 75% de estas iniciativas fracasan a los dos años de actividad, es decir, sólo

25% de las *startups* que se crean sobreviven (Panamericanworld, 2019).

En respuesta a esta situación, en 2005 surgieron las aceleradoras (Cohen y Hochberg, 2014), las cuales se definen como organizaciones que apoyan *startups* para lograr su escalamiento a través de *mentoring*, proporcionando relaciones comerciales, recursos financieros y formación adecuada (Cohen, 2013). Estas entidades tienen como objetivo asesorar a nuevas empresas, con el propósito de ayudarles a tener éxito en su ampliación y supervivencia (Hausberg y Korreck, 2018), es decir, buscan que estos proyectos productivos superen las fases más críticas del ciclo de vida de la empresa, contribuyendo a disminuir la probabilidad de fracaso.

Por tal motivo, es importante preguntarse qué significa la aceleración empresarial. Ante este cuestionamiento, Cohen y Hochberg (2014) argumentan que éste se constituye como un proceso de duración pre-determinada con base en grupos definidos y que cuenta con el apoyo de expertos, así como diversos componentes educativos, de manera que contribuya a potencializar la organización mediante la intervención de sus fortalezas y minimizar sus debilidades. Las principales características del proceso de aceleración empresarial se definen en cinco criterios, según se exponen en la figura 1.



Figura 1. Factores del proceso de aceleración empresarial (fuente: elaboración propia, 2019).

En concordancia con lo anterior, los programas de aceleración empresarial se conforman por una serie de fases que, finalmente, pretenden ayudar a la organización intervenida a desarrollar habilidades para detectar sus oportunidades de crecimiento y desarrollarlas exitosamente. En la figura 2 se muestran las etapas y actividades que las componen.

Los procesos de aceleración, especialmente para la industria 4.0, se deben centrar en la solución para el cliente más que en el uso específico de una tecnología, es decir, el usuario pasa a ser el factor central hacia el cual debe enfocarse el producto propuesto de la *startup* (Basco *et al.*, 2018). También, en estos procesos se debe lograr como mínimo: *a)* diseño de un producto basado en los requisitos del

cliente, *b)* diseño de un producto mínimo viable y fortalecimiento de las competencias empresariales en los integrantes, *c)* estructuración del modelo de negocio, y *d)* inversión de capital, estructura y fortalecimiento de los procesos de la organización a nivel productivo, financiero, propiedad intelectual y legal, entre otros (Frederiksen y Brem, 2017).

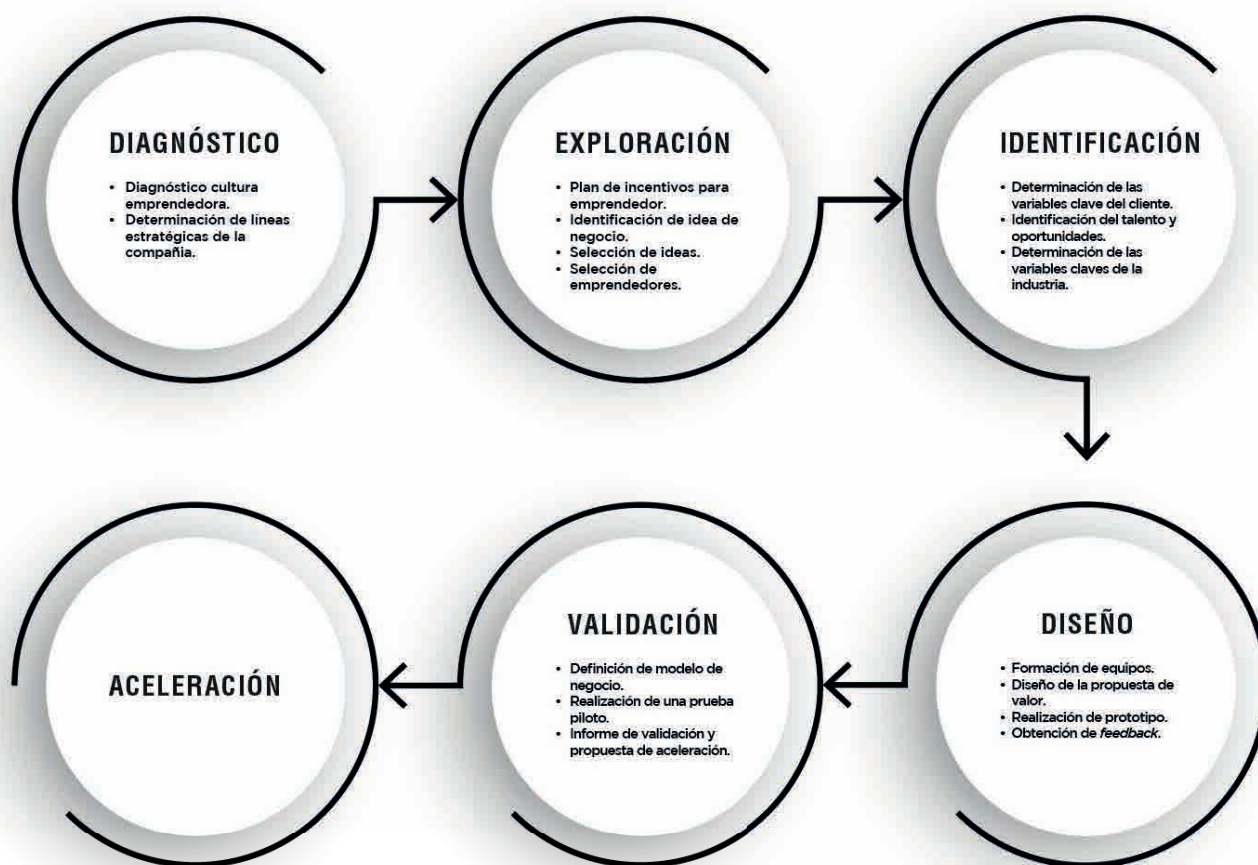


Figura 2. Etapas de un programa de aceleración empresarial (Yanaculis y Segui, 2015).

Las aceleradoras tienen presente el perfil de los integrantes de la *startup* antes de seleccionarla, dado que en la medida en que estos no tengan las competencias requeridas para poner en marcha el negocio y que no estén prestos al cambio, es decir, no sean flexibles, las metas no se podrán alcanzar en el tiempo requerido (Kim y Hong, 2017). De hecho, la preparación del equipo emprendedor es considerado por la mayoría de las aceleradoras como el factor principal y primordial para seleccionar una *startup* (Brattström, 2019). Por su parte, los procesos de aceleración para las *startups* son particulares para cada una, dado que tienen necesidades y productos diferentes, por ello es im-

portante para las iniciativas seleccionar bien la aceleradora a la cual aplican, puesto que éstas se especializan en diversos sectores para atender de manera específica cada uno de éstos (Sarmiento, 2016).

En este mismo orden de ideas, dentro de los procedimientos de aceleración para las *startups* se identifican algunos aspectos relevantes e implícitos que deben considerar, tanto las aceleradoras como los emprendedores, y que, incluso, se reflejan en aquellas iniciativas que hoy en día triunfan en el mercado. Dentro de estas características se encuentran: *a)* enfocarse en atender problemas globales, *b)* debe ser escalable e involu-

crar tecnología para resolver un problema, *c)* enfocarse en el mercado de servicios y *d)* gratuidad en el servicio (Expansion, 2018).

La atención de *startups* en América Latina ha cobrado una fuerte relevancia, a tal punto que las empresas de capital de riesgo comienzan a invertir más en esta clase de organizaciones en la región; de igual forma, los programas internacionales también están tomando más interés en el territorio, logrando atraer aceleradoras importantes, como *MassChallenge*, *Techstars* y *Startupbootcamp*, las cuales expandieron sus inversiones en nuevas empresas latinoamericanas (Crunchbase News, 2018).

CONCLUSIONES

Considerando la dinámica que se espera que sigan teniendo las *startups* en los próximos años, es importante que se consideren algunos aspectos en sus procesos de aceleración, dentro de los cuales se recomiendan:

Aspectos clave
Se deben crear nuevas aceleradoras o las que están deben ampliar la cobertura, dado que las existentes sólo abarcan 3% de las propuestas presentadas (Luo y Yin, 2018), excluyendo en cada convocatoria a 97% que seguramente también presenta iniciativas viables.
En América Latina, los gobiernos nacionales deben fortalecer o crear incentivos para la inversión en <i>startups</i> , dado que para el primer trimestre de 2018 la mayor parte de éstas se concentró sólo en tres países latinoamericanos: Brasil, Colombia y México (BBC, 2019).
El número de aceleradoras en América Latina debe considerarse escaso, puesto que para 2016 se identificaron un total de ochenta y uno, entre Brasil, Chile, México, Argentina, Colombia, Perú, Uruguay, Venezuela, Paraguay y Costa Rica, siendo que 66% de éstas se encontraban en los tres primeros países mencionados. Por lo anterior, se deben crear estrategias públicas para dinamizar la creación de estas organizaciones.
Silicon Valley en EE.UU. es conocido como el gran <i>hub</i> tecnológico, sin embargo, en los países emergentes se carece de modelos de aceleración empresarial estructurados (Ntshadi <i>et al.</i> , 2017). Por lo anterior, se debe fortalecer el desarrollo de modelos de aceleración para <i>startup</i> en países de América Latina.
Es necesario crear procesos de educación formal para fortalecer las competencias de los profesionales, en lo que concierne a desarrollo de procesos de aceleración en <i>startups</i> , específicamente para el desarrollo de acciones <i>mentoring</i> y asesoría, ya que en la actualidad esta clase de conocimientos es escaso.
Los gobiernos nacionales o locales deben crear políticas públicas que promuevan la puesta en marcha de las nuevas <i>startups</i> , ya que al ser éste un escenario empresarial nuevo, pueden darse limitantes que ponen en riesgo la supervivencia de estas iniciativas.
Incluir en los programas de pregrado, que se relacionen con la industria 4.0, el componente de formación en desarrollo de nuevos negocios.

Por otro lado, se identificaron ciertas falencias en las aceleradoras empresariales dedicadas al impulso de *startups*, éstas se originan a partir del escaso apoyo evidenciado por parte de las entidades gubernamentales en todo el territorio nacional, que limita la expansión y crecimiento de estas iniciativas. Casos como éstos se presentan en la actualidad con *startups* como Uber y Rappi (El

Espectador, 2019) que, por la poca regulación de sus servicios por parte del gobierno, empiezan a presentar desafíos para su operación, afectando ampliamente su desarrollo empresarial.

Por su parte, el conocimiento de las tendencias del mercado desempeña un factor decisivo al momento de desarrollar una idea de negocio

con base tecnológica; en función de ello, el emprendimiento en sectores productivos tradicionales aún está arraigado, en gran parte, en los proyectos presentados ante las aceleradoras.

Asimismo, resulta importante resaltar que la orientación, capacitación y asesoría especializada para que estas empresas nacientes logren

una rápida adaptación y posicionamiento en el mercado, constituye uno de los factores clave para la expansión de esta tendencia. En este sentido, se espera que los procesos de aceleración empresarial para las *startups* se fortalezcan; sin embargo, se requiere que esta serie de aspectos mencionados anteriormente sean considerados por los emprendedores, así como por los organismos públicos y privados que abordan los temas de emprendimiento en la industria 4.0, desarrollo económico y aceleración empresarial.

REFERENCIAS

- Basco, A.I., Beliz, G., Coatz, D., y Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro* (Vol. 647). Inter-American Development Bank.
- BBC. (2019). *Qué son las aceleradoras de empresas y en qué países de América Latina invierten más*. Disponible en: BBC News Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46802528>
- Brattström, A. (2019). Working with Startups? These are the Three Things You Ought to Know about Startup Teams. *Technology Innovation Management Review*. 9(11).
- Calderón, G.G.A., García, V.G.A., y Betancourt, H.A.R. (2017). Hierarchization of Factors Involved in the Failure of Startups. In *Annual Meeting of the European Academy of Management and Business Economics* (pp. 200-213). Springer, Cham.
- Cantamessa, M., Gatteschi, V., Perboli, G., et al. (2018). Startups' Roads to Failure. *Sustainability*. 10(7):2346. DOI: 10.3390/su10072346
- Cohen, S. (2013). What Do Accelerators Do? Insights from Incubators and Angels. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*. 8(3):19-2. DOI: 10.1162/INOV_a_00184
- Cohen, S., y Hochberg, Y. (2014). Accelerating Startups: The Seed Accelerator Phenomenon. *SSRN Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.2418000
- Crunchbase News. (2018). El año en que América Latina comenzó a cerrar la brecha. Crunchbase News. Disponible en: <https://news.crunchbase.com/news/2018-the-year-vc-in-latin-america-began-to-close-the-gap/>
- El Espectador. (2019). El Ministerio de Trabajo buscar plataformas tipo Rappi y uber. *El Espectador*. Disponible en: <https://www.elespectador.com/economia/el-ministerio-de-trabajo-buscara-regular-plataformas-del-tipo-rappi-y-uber-articulo-869882>
- Expansión. (2018). Cuáles son las claves para tener una empresa unicornio. Expansión. Disponible en: <https://expansion.mx/emprendedores/2018/09/28/cuales-son-las-claves-para-tener-una-empresa-unicornio>
- Expansión. (2019). En 10 años las startups han creado 25,000 empleos en América Latina. Expansión. Disponible en: <https://expansion.mx/emprendedores/2019/04/26/en-10-anos-las-start-ups-han-creado-25-000-empleos-en-america-latina>
- Frederiksen, D.L., y Brem, A. (2017). How do entrepreneurs think they create value? A scientific reflection of Eric Ries' Lean Startup approach. *International Entrepreneurship and Management Journal*. 13(1):169-189.
- Ganamotse, N.G., Samuelsson, M., Abankwah, M., et al. (2017). The Emerging Properties of Business Accelerators: The Case of Botswana, Namibia and Uganda Global Business Labs. *Journal of Entrepreneurship and Innovation in Emerging Economies*. 3(1):16-40.
- Geinbot. (2018). Geinbot. Disponible en: <https://geinfor.com/blog/industria-40/>
- Hart, C. (2018). *Doing a literature review: Releasing the research imagination*. Sage.
- Hausberg, J., y Korreck, S. (2018). Business incubators and accelerators: a co-citation analysis-based, systematic literature review. *The Journal of Technology Transfer*. 45:151-176.
- Kim, N.R., y Hong, S.G. (2017). A Study on the Moderating Effects of Startup Platforms in the Relationship Between Entrepreneurship and Entrepreneurial Competencies. *Advanced Science Letters*. 23(10): 0159-10162.
- Kühnel. (2017). *¿Qué es una startup? Definición, ejemplos y ventajas competitivas*. Disponible en: <https://www.kuhnel.es/blog/que-es-una-startup-definicion-ejemplos-y-ventajas-competitivas>
- Luo, J., y Yin, B. (11 de 2018). How Do Accelerators Select Startups? Shifting Decision Criteria Across Stages. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 65(4):574-589.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2016). *Startup América Latina 2016: Construyendo un futuro innovador*. Panamericanworld. (2019). Por qué fallan las startups. *Panamericanworld*. Disponible en: <https://panamericanworld.com/revista/startups/porque-fallan-las-startup/>
- Sarmiento, M.R.C. (2016). O papel das aceleradoras na consolidação de novas empresas de cultura empreendedora a luz da metodologia lean startup. *EmpíricaBR-Revista Brasileira de Gestão, Negócio e Tecnologia da Informação*. 1(1):65-86.
- Sociedad de la Innovación. (2017). 10 razones del fracaso de una startup. *Sociedad de la Innovación*. Disponible en: <https://www.sociedaddelainnovacion.es/10-razones-fracaso-una-startup/>
- Willis, D.G., Sullivan-Bolyai, S., Knafel, K., et al. (2016). Distinguishing features and similarities between descriptive phenomenological and qualitative description research. *Western journal of nursing research*. 38(9):1185-1204.



: el futuro entre átomos

Eréndira Santana Suárez*, Bryan Daniel Herrera Lozada*, Enrique Cuauhtémoc Samano Tirado*

¿Alguna vez has pensado cómo será la tecnología en el futuro? Seguramente estarás recordando muchas de las escenas de películas de ciencia ficción que nos invitan a reflexionar un poco sobre el porvenir de la humanidad. No es difícil imaginar que dentro de algunas décadas nuestros medios de transporte serán vehículos que empleen energías limpias, que podremos comunicarnos en cualquier parte del mundo con dispositivos móviles flexibles y resistentes, o que existan robots que nos ayuden en nuestras tareas cotidianas. Sería fantástico que la tecnología llegara al punto que pudiéramos, por ejemplo, conocer nuestra condición médica mediante un simple escaneo corporal y poder corregir así cualquier tipo de anomalía. Pero, ¿cuánto tiempo estimas que tendremos que esperar para poder disfrutar de este tipo de tecnologías? Aunque no lo creas, es menor del que imaginas (figura 1).



Figura 1. Tecnologías del futuro (Science Focus, 2016).

Hasta hace algunos años, la ciencia y la tecnología se limitaban a lo que la humanidad captaba y conocía a través de sus sentidos, o con la ayuda de herramientas como el microscopio óptico. El conocimiento acerca de la naturaleza estaba limitado esencialmente a la escala macroscópica. En la década de los ochenta, con la invención de microscopios más sofisticados, como el microscopio de efecto túnel (1981) (Binnig y Rohrer, 1983), el ser humano pudo adentrarse a una escala desconocida: la nanométrica. Gerd Binnig y Heinrich Rohrer recibieron el Premio Nobel en Física en 1986 por “el diseño del microscopio de efecto túnel” (The Nobel Prize, 2020).

Para tener una idea de la escala nanométrica, puedes suponer que cortas longitudinalmente 100 mil veces el grosor de tu cabello, aunque probablemente sea algo difícil de imaginar, esta fracción corresponde aproximadamente a un nanómetro. Un nanómetro es la milmillonésima parte de un metro, o 1×10^{-9} metros, pero ¿qué tipo de objetos podemos encontrar con este tamaño? Ésta es la escala de objetos como la anchura de fibrillas de celulosa (20-100 nm), el diámetro de la doble hélice del ADN (2 nm), e inclusive la distancia entre átomos de un cristal de silicio (0.1 nm). La nanociencia es el estudio e investigación de nuevas propiedades y comportamiento de la materia que ocurren a escala nanométrica.

En 1998, Neal Lane, asesor en ciencia y tecnología de los Estados Unidos, expresó: “Si me preguntaran qué área de la ciencia e ingeniería es la que probablemente generará grandes avances del mañana, yo apuntaría hacia la ciencia e ingeniería a escala nanométrica” (National Science Foundation, 2000). La nanotecnología es el uso de las propiedades de la materia en la nanoescala para el desarrollo de dispositivos tecnológicos con nuevas aplicaciones, entre otros. Hoy, esta área es considerada como una de las más prometedoras para el desarrollo de tecnología de punta. Pero, ¿qué tiene de especial la materia a escala nanométrica?

El microscopio de efecto túnel o STM (*Scanning Tunneling Microscope*, por sus siglas en inglés) es un microscopio que basa su funcionamiento en el fenómeno cuántico denominado “efecto túnel”. Este efecto consiste en el paso de partículas a través de una barrera de potencial.

Una forma sencilla de visualizar el efecto túnel es imaginar que estás jugando fútbol en la playa tratando que una pelota sobrepase un montículo de arena. En el mundo macroscópico, el balón pasará al otro lado del montículo si su energía cinética (KE) es suficiente para vencer la barrera o energía potencial (U), es decir, la necesaria para subir y pasar el montículo (figura 2a). Si la energía cinética no es al menos ligeramente mayor a la energía potencial, la pelota no pasará al otro lado y probablemente regrese (figura 2b). Esto se debe a que tanto la energía cinética como potencial pueden ser intercambiables de acuerdo a la ley de la conservación de la energía, aunque la primera sea debida al movimiento y la segunda a la posición del objeto en el espacio.

Si redujéramos nuestras dimensiones y la pelota fuera del tamaño de una partícula atómica, ésta tendría la posibilidad de atravesar una barrera de energía potencial aun cuando su energía cinética no sea suficiente –pareciendo que es capaz de atravesar la barrera mediante un túnel, por increíble que parezca– (figura 2c). Esto se debe a que a esta escala la pelota adquiere características cuánticas de onda-partícula que no se pueden explicar adecuadamente por medio de la mecánica clásica. El primer gran cambio es que

LA MATERIA A ESCALA NANOMÉTRICA

A dimensiones muy pequeñas, la materia se comporta de una forma distinta debido a dos razones principales: el incremento de su área superficial y la aparición de nuevos fenómenos (IPN, 2019). Para comprender el efecto del área superficial es necesario imaginar que tienes un material en bulto. Al dividir el material en pedazos, el área superficial total del material será mayor, e irá incrementando si el material se divide en pedazos aún más pequeños (figura 3). En otras palabras, al disminuir el volumen de los elementos que conforman un material, su área superficial total aumenta. Dicha propiedad es conocida como relación área superficial-volumen.

¿Qué implica la disminución del tamaño? Cualquier material sólido que esté en bulto, está conformado por una gran cantidad de átomos que se encuentran interactuando, en una mayor proporción, con los átomos del mismo material que con átomos de la superficie. Lo anterior da al material estabilidad química y estructural, es decir, cuenta con mayor cohesión. Cuando el material se divide en pedazos pequeños, el área expuesta al entorno aumenta (figura 3) y, como consecuencia de esto, el material se vuelve mucho más reactivo debido a que su cohesión disminuye.

Como ya se mencionó, en la escala nanométrica se pueden presenciar efectos que en la macroescala son imperceptibles. Algunos de éstos son

efectos cuánticos que se explican por la mecánica cuántica, la cual establece reglas de comportamiento para sistemas de dimensiones pequeñas. Aquí la materia se comporta bajo la dualidad onda-partícula y es regida por el principio de incertidumbre. Los efectos cuánticos pueden modificar las propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas de un material (IPN, 2019).

Además de la aparición de nuevos efectos, en la nanoescala se hace

presente el confinamiento del movimiento de los electrones al reducir el tamaño de los materiales a la escala nanométrica. Una forma sencilla de imaginar el confinamiento cuántico de electrones es pensar que estas partículas subatómicas son automóviles. Un automóvil no puede moverse en ninguna dirección cuando está dentro de una cochera, por lo que está confinado. Si el automóvil estuviera en una carretera de un solo carril, éste podría moverse a lo largo de la carretera, pero no podría moverse

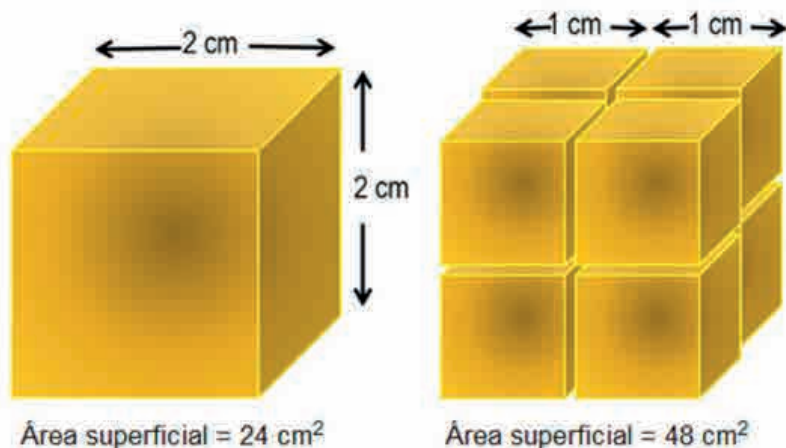


Figura 3. Incremento del área superficial como consecuencia de la disminución del tamaño (Peta International Science Consortium LTD, 2018).

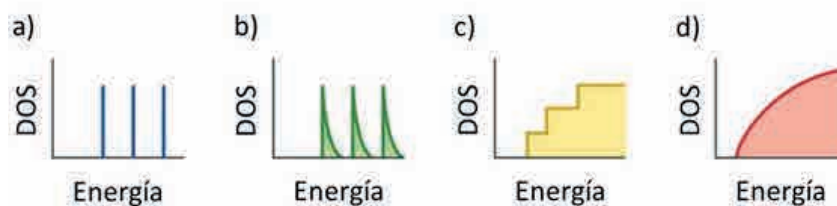
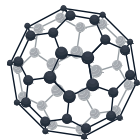
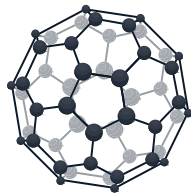
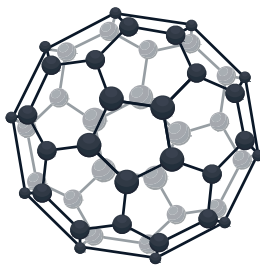
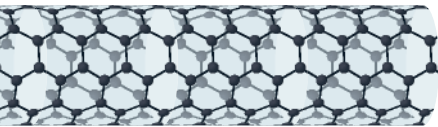


Figura 4. Estados de energía para nanoestructuras a) 0D, b) 1D, c) 2D y d) 3D (Rabouw y De Mello, 2016).



ni a la derecha ni a la izquierda. Si el automóvil estuviese en un estacionamiento de un nivel, podría moverse en dos dimensiones: lateral y frontal-reversa. Finalmente, si el automóvil estuviera en un estacionamiento de varios pisos podría moverse en tres direcciones independientes.

El confinamiento de los electrones tiene como consecuencia que la energía se comporta de formas distintas a las que lo haría en la macroescala. En aquellos casos en que el movimiento de los electrones es cero dimensional, la longitud de onda asociada al electrón es similar al tamaño del sistema en el cual está confinado. Debido a lo anterior, el número de estados existentes para cada nivel de energía del electrón toma valores discretos (figura 4a). En el caso de sistemas en los que el movimiento de los electrones es en una dirección, el número de estados dentro del intervalo de energía límite está restringido, por lo que no todos los valores son posibles (figura 4b). Por otra parte, en el caso en el que los electrones pueden moverse en dos dimensiones, la energía es continua, pero el número de estados posibles es discreto, debido a la cuantización (figura 4c). Finalmente, tanto la energía como el número de estados en materiales en bulto son continuos (figura 4d) (Mitin, Semestov y Vagidov, 2010).

mientras la mecánica clásica “predice” matemáticamente la posición y el momento lineal (ímpetu que tiene un cuerpo para realizar un trabajo) precisos de una partícula, la mecánica cuántica le asigna una “función de onda” a estos parámetros con una probabilidad entre cero y uno. Es decir, la posición y el momento de una partícula regida por la mecánica cuántica no se pueden conocer simultáneamente, hay una incertidumbre en su medición. Esto implica que si se le asigna una “función de onda” a la partícula dirigiéndose hacia una barrera (onda incidente) habrá una pequeña probabilidad de que “tunee” (onda transmitida) al otro lado, aun cuando la KE sea menor que la U (figura 2d). En el mundo macroscópico, es imposible que la pelota cruce esta barrera si su energía cinética no es mayor que su energía potencial. Sin embargo, en el mundo nano, la partícula tiene una probabilidad finita de “existir” en el lado opuesto al que incide debido a la dualidad onda-partícula y tal partícula “aparecerá” del otro lado de la barrera a pesar de no tener la energía necesaria para cruzarla. Como te habrás dado cuenta, el comportamiento de la materia en la escala nanométrica es diferente al que estamos acostumbrados en la macroescala (Max Planck Society, 2007).

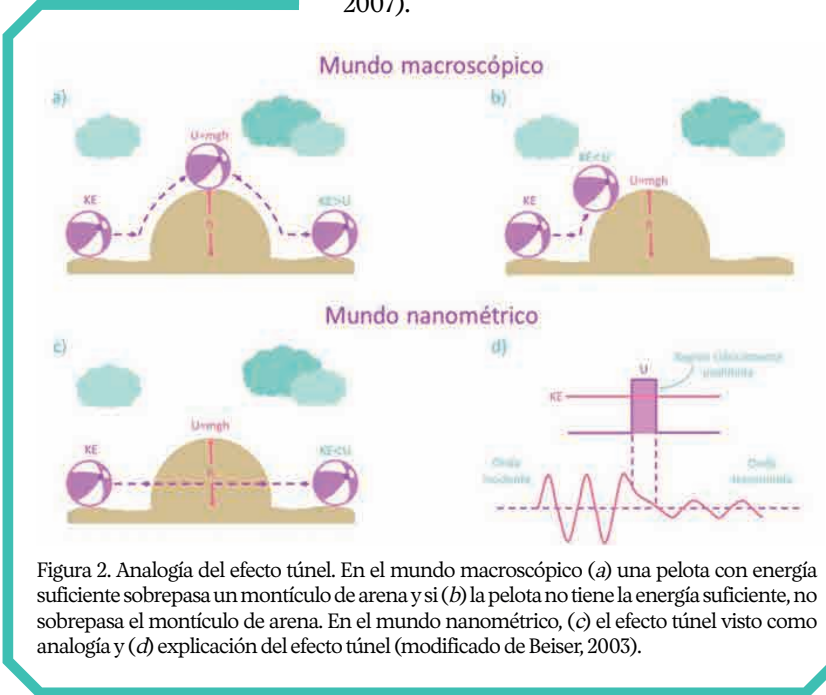


Figura 2. Analogía del efecto túnel. En el mundo macroscópico (a) una pelota con energía suficiente sobrepasa un montículo de arena y si (b) la pelota no tiene la energía suficiente, no sobrepasa el montículo de arena. En el mundo nanométrico, (c) el efecto túnel visto como analogía y (d) explicación del efecto túnel (modificado de Beiser, 2003).

NANOESTRUCTURAS Y NANOMATERIALES

Una de las principales características de la materia en la nanoescala es que se encuentra conformada por estructuras que tienen al menos una dimensión en la escala nanométrica (generalmente menos de 100 nm), a éstas se les denomina nanoestructuras. Las nanoestructuras pueden clasificarse de acuerdo al número de dimensiones que no están confinadas a la nanoescala. Entre las nanoestructuras cero dimensionales (figura 5a) se pueden encontrar las nanopartículas y los puntos cuánticos (figura 5e). También se pueden encontrar nanoestructuras unidimensionales (figura 5b) como las nanovarillas, los nanohilos y los nanotubos (figura 5f). Las nanoestructuras bidimensionales (figura 5c) como las películas delgadas (figura 5g) y las nanoestructuras tridimensionales (figura 5d) como el material en bulto (figura 5h).

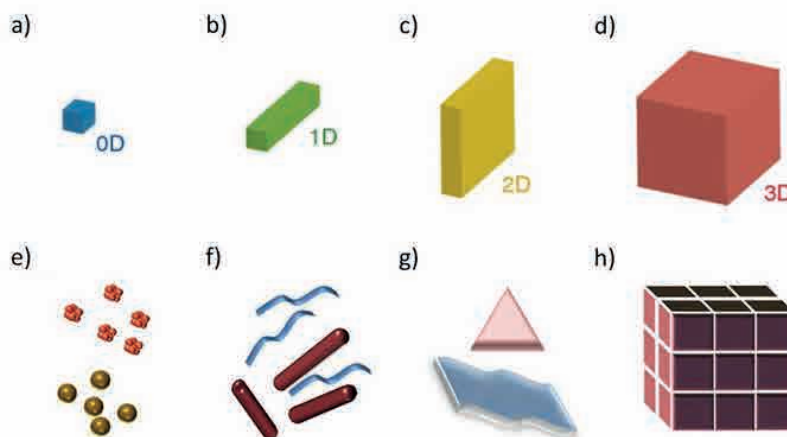


Figura 5. Nanoestructuras a) cero, b) uno, c) bi y d) tri dimensionales; e) nanopartículas, f) nanohilos, g) películas delgadas y h) material en bulto (Rabouw y De Mello, 2016; Sajjanlal *et al.*, 2011).

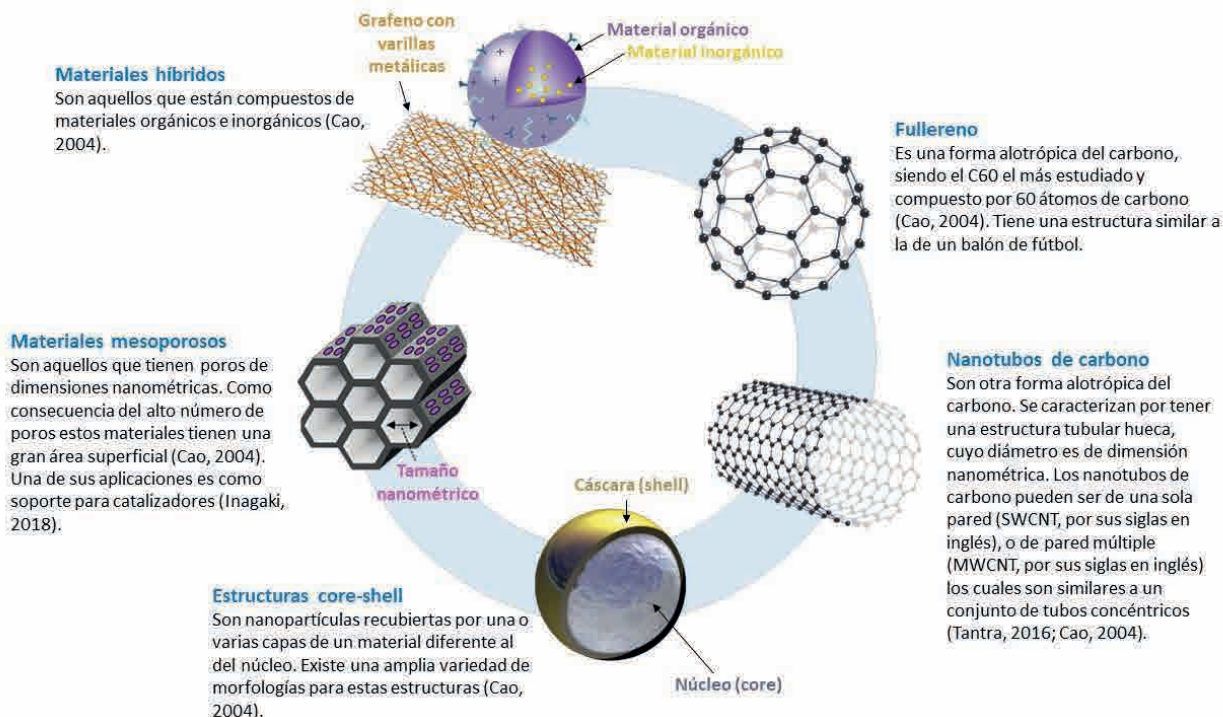


Figura 6. Nanomateriales (Bitesize, 2020; Atwater, 2007; Inagaki, 2018; Ling *et al.*, 2014; Empa, 2019; Tantra, 2016; Cao, 2004).

tubos de carbono (figura 5f). Entre las nanoestructuras bidimensionales (figura 5c) se hallan las películas delgadas (figura 5g) con grosores en el orden de unos cuantos nanómetros, las cuales por lo regular son depositados en materiales en bulto. Las propiedades de estas estructuras se encuentran dominadas por sus características de superficie y efectos de interfaz (Tantra, 2016).

Por último, pueden hallarse nanoestructuras tridimensionales, las cuales se caracterizan porque los átomos se encuentran en tres dimensiones del material (figura 5d) teniendo ciertas propiedades físicas semejantes a las del bulto, como las nanoestructuras porosas. Cada tipo de nanoestructura se comporta de manera distinta pues, además del tipo de material y el método de síntesis, el tamaño y la morfología determinan una gran variedad de propiedades físicas y químicas del material. Al conjunto de nanoestructuras en un material, o a los materiales que poseen una estructura interna o de superficie con características nanométricas se les conoce como materiales nanoestructurados o nanomateriales (figura 5h). Entre los nanomateriales más populares se encuentran los fullerenos, los nanotubos de carbono, los materiales mesoporosos, las estructuras tipo “core-shell” y los materiales híbridos (figura 6) (Tantra, 2016).

La nanotecnología es un campo multidisciplinario, es decir, es un área de investigación en la que se involucran diferentes campos de la ciencia. Requiere del trabajo conjunto de químicos, biólogos, físicos e ingenieros para poder llevar a cabo el desarrollo de nuevas tecnologías y búsqueda de aplicaciones.

REFERENCIAS

- Atwater, H.A. (2007). The Promise of Plasmonics. *Scientific American Reports*. 17:56-63. DOI: 10.1038/scientificamerican0907-56sp
- Beiser, A.. (2003). *Concepts of Modern Physics*. Estados Unidos de América: McGraw-Hill.
- Binnig, G., y Rohrer, H. (1983). Scanning Tunneling Microscopy. *Surface Science*. 126:236-244.
- Bitesize. (2020). *Why are nanoparticles so useful?* BBC. Disponible en: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zpvfk2p/revision/3>
- Cao, G. (2004). *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, properties and Applications*. Inglaterra: Imperial College Press.
- Empa: Material Science and Technology. (2019). *Particles-Biology interactions Lab*. Disponible en: <https://www.empa.ch/web/s403>
- Inagaki, S. (2018). Synthesis and Optical Applications of Periodic Mesoporous Organosilicas. *The Enzymes*. 44:11-34. DOI: 10.1016/bs.enz.2018.09.004
- Instituto Politécnico Nacional. (2019). *Fenómenos y procesos fundamentales en nanociencia*. Red de Nanociencia y Micronanotecnología. Disponible en: <https://www.ipn.mx/coriyp/redes/red-de-nanociencia-y-micronanotecnologia/lineas-de-investigacion-de-nano.html>
- Ling, S., Li, C., Adamcik, J., et al. (2014). Directed Growth of Silk Nanofibrils on Graphene and Their Hybrid Nanocomposites. *ACS Macro Letters*. 3:146-152. DOI: 10.1021/mz400639y
- Max Planck Society. (2007). Electrons Caught In The Act Of Tunneling. *ScienceDaily*. Disponible en: www.sciencedaily.com/releases/2007/04/070412131304.htm
- Mitin, V., Semestov, D., y Vagidov, N. (2010). *Quantum Mechanics for Nanostructures*. Nueva York: Cambridge University Press.
- National Science Foundation. (2000). *Testimony Dr. Neal Lane*. Disponible en: <https://www.nsf.gov/about/congress/105/nlane498.jsp>
- Peta International Science Consortium LTD. (2018). *Nanotechnology and Nonanimal Testing Methods*. Disponible en: <https://www.piscltd.org.uk/nano/>
- Rabouw, F.T., y De Mello, D.C. (2016). Excited-State Dynamics in Colloidal Semiconductor Nanocrystals. *Topics in Current Chemistry*. 374:58. DOI 10.1007/s41061-016-0060-0
- Sajanlal, P., Sreepasad, T., Samal, A., et al. (2011). Anisotropic nanomaterials: structure, growth, assembly, and functions. *Nano Reviews*. 2:5883. DOI: 10.3402/nanov2i0.5883
- Science Focus. (2016). *Future technology: 22 ideas about to change our world*. BBC Science Focus Magazine. Disponible en: <https://www.sciencefocus.com/future-technology/future-technology-22-ideas-about-to-change-our-world/>
- Tantra, R. (editor). (2016). *Nanomaterial Characterization: An Introduction*. Nueva Jersey: John Wiley & Sons.
- The Nobel Prize. (2020). *All Nobel Prizes in Physics*. NobelPrize.org. Disponible en: <https://www.nobelprize.org/prizes/lists/all-nobel-prizes-in-physics/>



Control basado en pasividad de sistemas modelados en gráficas de ligadura

René Galindo Orozco*

El control automático ha sido ampliamente utilizado para mejorar el desempeño de sistemas en lazo cerrado o reducir el efecto de perturbaciones o de dinámicas no modeladas sobre salidas de interés, y el incremento en la complejidad de los sistemas requiere de modelos matemáticos para control automático. Se presentan herramientas o técnicas útiles para modelado y para configuraciones presentes en control y mecatrónica. Los modelos matemáticos de la planta y del controlador son desarrollados y sintetizados en el dominio físico, utilizando la técnica de gráficas de ligadura (Bond Graph, BG) (Kamoyy y Rosenberg, 1975). Así, el controlador es físicamente realizable y sus parámetros de control son sintonizados preservando algunas propiedades físicas. En particular, se garantiza que el sistema en lazo cerrado sea pasivo. Pasividad implica que cierta función de transferencia es de grado relativo cero o uno y es positiva real, estas propiedades logran estabilidad robusta (Brogliato *et al.*, 2007), esto es, se garantiza estabilidad del sistema retroalimentado ante la presencia de perturbaciones externas o incertidumbres. Además, pasividad asegura cierto nivel de seguridad para el usuario del sistema, debido a que en ausencia de fuentes externas la energía total que puede extraerse del sistema en cada instante de tiempo es siempre menor que la energía inicial almacenada.

El control basado en modelos en BG ha utilizado ligaduras que permiten el in-

tercambio de energía y ligaduras activas que solamente permiten el intercambio de información. En el primer enfoque, cada controlador es diseñado específicamente para una planta, incorporando información de ésta, de su ambiente y argumentos físicos, tal como en el control de un sistema múltiple péndulo (Gawthrop, 1995). Además, un observador no lineal en BG (Roberts, Balance y Gawthrop, 1995) ha sido propuesto para estimar las velocidades angulares de un doble péndulo. En estos trabajos no se garantiza la estabilidad del sistema en lazo cerrado, en cambio, la estabilización de un equilibrio deseado (Donaire y Junco, 2009) se logra resolviendo el conjunto de ecuaciones diferenciales parciales que minimizan la función de energía de lazo cerrado. Esta función se expresa junto con la interconexión y amortiguamiento en un BG objetivo, que se construye a partir del BG de la planta. Además, la Estructura de Unión (EU) (Donaire y Junco, 2009) ha sido utilizada para determinar equivalencias y propiedades entre el BG de la planta y su representación Hamiltoniana, y mejoran la robustez de los métodos basados en pasividad, agregando al BG objetivo elementos virtuales que representan la acción integral. En el segundo enfoque, el controlador es diseñado utilizando las técnicas de control convencionales, como en el control de una celda de combustible (Vijay, Samantaray y Mukherjee, 2009).

* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: rgalindoro@gmail.com



Por otro lado, propiedades del sistema, como controlabilidad y observabilidad estructurales, han sido analizadas utilizando la EU del BG de la planta y manipulaciones causales (Dauphin-Tanguy, Rahmani y Sueur, 1999). Las propiedades estructurales de los sistemas dinámicos (Lin, 1974) son propiedades válidas para casi todos los valores numéricos de sus parámetros. Además, la estabilidad estructural y el desacoplamiento entrada/salida (Dauphin-Tanguy, Rahmani y Sueur, 1999) han sido analizados, aplicándolo a un modelo de suspensión de medio carro. Propiedades de BG singulares han sido analizadas (Lamb, Woodall y Asher, 1997) mostrando su relación con la causalidad. Lazos algebraicos se eliminan (González y Galindo, 2009a; 2009b), basándose en una Estructura de Pseudounión (EPU) (González y Galindo, 2009a) que se construye para una descripción en espacio estados de un sistema lineal invariante en el tiempo dado.

Muchos trabajos sobre Control Basado en Pasividad (CBP) han sido desarrollados (Ortega y García, 2004), pero pocos sobre CBP basado en modelos en BG, en uno

de ellos (Brogliato *et al.*, 2007) se agrega amortiguamiento a un convertidor de potencia de CD/CD tal que el sistema en lazo cerrado sea pasivo.

Notación: I_p es la matriz identidad de dimensión $p \times p$; $\text{diag}\{a_1, \dots, a_n\}$ es una matriz diagonal de dimensión $n \times n$ cuyos elementos son a_1, \dots, a_n ; una matriz real M es semidefinida positiva si y sólo si la parte simétrica $0.5(M+M^t)$ es positiva semidefinida, donde M^t es la transpuesta de M ; e_M y f_M son el esfuerzo y flujo del elemento M , respectivamente, y 0 y 1 son conexiones en paralelo y en serie, respectivamente. $\begin{matrix} \left[\dots \right] \\ \text{SEP} \end{matrix}$

EPU PROPUESTAS

Uno de los objetivos principales es utilizar las propiedades de la EU de BG para diseñar controladores robustos. Las uniones están clasificadas como uniones externas, conectando los elementos almacenadores de energía I y C , los disipativos R y las fuentes moduladas de e y f , MS_e y MS_f , respectivamente, y en uniones internas conectando las uniones 0 y 1, y los elementos transformadores TF y giradores GY . La EU,

$S(0, 1, TF, GY)$ habilita o deshabilita los intercambios de energía que hacen cumplir las restricciones de balance de energía y algebraicas de los sistemas dinámicos. Las relaciones de la EU están dadas por,

$$\begin{bmatrix} \dot{x}^T(t) & D_i^T(t) & y^T(t) \end{bmatrix}^T = S(0, 1, TF, GY) \begin{bmatrix} z^T(t) & D_o^T(t) & u^T(t) \end{bmatrix}^T \quad (1)$$

donde $x(t) \in \mathcal{R}^{n \times 1}$ es el estado asociado con los elementos I y C en causalidad integral, $z(t) \in \mathcal{R}^{n \times 1}$ es la coenergía compuesta de variables de e y f , $D_o(t) \in \mathcal{R}^{q \times 1}$ y $D_i(t) \in \mathcal{R}^{q \times 1}$ asocian esfuerzos y flujos entre el campo disipativo R y la EU, $u(t) \in \mathcal{R}^{m \times 1}$ y $y(t) \in \mathcal{R}^{p \times 1}$ son la entrada y salida del sistema, respectivamente, y $S(0, 1, TF, GY)$ tiene una partición a bloques acorde con las dimensiones de $\dot{x}(t)$, $D_i(t)$, $y(t)$, $z(t)$, $D_o(t)$ y $u(t)$, y se asume que todos los estados tienen una asignación de causalidad integral. Relaciones lineales de los campos disipativos y de almacenamiento son $z(t) = Fx(t)$ y $D_o(t) = L - D_i(t)$ donde F y L son matrices diagonales compuestas de elementos $1/I$ y $1/C$, y de elementos R y $1/R$, respectivamente. Las EU son tipos especiales de campos- R que nunca disipan potencia, sus propiedades

(Lin, 1974; Sueur y Dauphin-Tanguy, 1989) de continuidad de potencia son,

- P1. S_{11} y S_{22} son antisimétricas,
- P2. $S_{12} = -S_{21}^T$

Sin embargo, modelos en BG que usan ligaduras activas no satisfacen P1 y P2. Estos sistemas no conservativos surgen en la interconexión de subsistemas sin efecto de carga o en modelos en BG que incluyen escalamientos de potencia (Li y Ngwompo, 2005) o en sistemas que incluyen fuentes internas MS_e o MS_p , como los actuadores en sistemas de control. En este caso la EU es función de estas fuentes, esto es, $S(0, 1, TF, GY, MS_e, MS_p)$.

Se proponen nuevas EPU para el sistema en lazo cerrado, que permiten enfocarse en las propiedades de energía de su multipuerto disipativo, en particular pasividad. CBP es investigado basado en las EPU propuestas. Uno de los objetivos es diseñar un control tal que el sistema en lazo cerrado sea pasivo, esto es, el control debe ser tal que el multipuerto disipativo sea pasivo en las EPU propuestas, entonces si el resto de los elementos es pasivo y solamente se tienen entradas y salidas cuyo producto es potencia, el sistema retroalimentado es pasivo (Beaman y Rosenberg, 1988). Se dan aplicaciones de este resultado cuando la planta y el controlador están descritos por EU propuestas. Estas EPU requieren que el número de I_s y C_s sea igual al de R_s (Ortega y García, 2004). Esta condición se puede lograr mediante,



Proposición 1 (Ngwompo y Galindo, 2017). Si se requiere aumentar el modelo en BG,

1. Conectando R_s relativamente grandes en paralelo con cada C o conectando C_s relativamente pequeñas en paralelo con cada R , y
2. conectando R_s relativamente pequeñas en serie con cada I o conectando I_s relativamente pequeñas en serie con cada R .

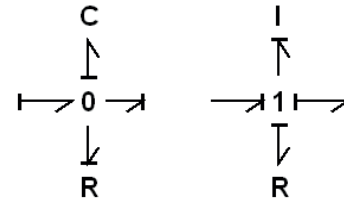


Figura 1. Aumentando el modelo en BG utilizando elementos parásitos.

Esta proposición constructiva se muestra en la figura 1, donde se realiza una asignación de causalidad integral predefinida. Así, las ligaduras fuertes imponen la causalidad a todos los elementos conectados a estas uniones y aseguran que $e_R = e_C$ y $f_R = f_I$. Por lo que, dado que esto se realiza por cada par $R - C$ y $R - I$, entonces, se asume que,

Suposición 1. Cada subsistema a ser interconectado sin efecto de carga satisface $q=n$, $S_{21} = -I_n$, $S_{22} = 0$ y $S_{23} = 0$.

Además, la figura 1 implica que $S_{12} = -I_n$ para un sistema conservativo. Sin embargo, esto no es cierto para sistemas no conservativos, para los cuales, en el siguiente lema se propone una representación alternativa y su construcción, es decir, se establece la EPU para un BG aumentado.

Lema 1 (Ngwompo y Galindo, 2017). Dada una EU, $S(0, 1, TF, GY, MS_e, MS_p)$, de un BG modelando a un sistema lineal invariante en el tiempo,

$$\begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ D_i(t) \\ y(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ \mathfrak{X}_n & 0 & 0 \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z(t) \\ D_o(t) \\ u(t) \end{bmatrix} \quad (2)$$

que satisface la suposición 1, donde $x(t) \in \mathbb{R}^{n \times 1}$, $z(t) \in \mathbb{R}^{n \times 1}$, $D_i(-t) \in \mathbb{R}^{n \times 1}$, $D_o(t) \in \mathbb{R}^{n \times 1}$, $z(t) = Fx(t)$ y $D_o(t) = LD_i(t)$. Entonces, una EPU interna equivalente S^i satisfaciendo P1 y P2 es,

$$\begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ D_i(t) \\ y(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\mathfrak{X}_n & S_{13} \\ \mathfrak{X}_n & 0 & 0 \\ S_{31} + S_{32}L & 0 & S_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z(t) \\ \bar{D}_o(t) \\ u(t) \end{bmatrix} \quad (3)$$

donde el nuevo multipuerto disipativo está definido por la ecuación constitutiva, $\hat{D}_o(t) := -(S_{11} + S_{12}L)Di(t) \in \mathbb{R}^{n \times 1}$. Más aún, el sistema es pasivo si: $\hat{L} := -(S_{11} + S_{12}L) \geq 0$.

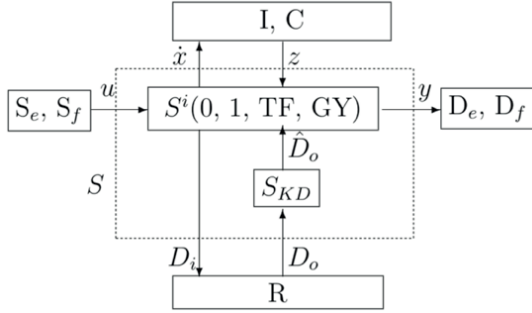


Figura 2. EPU detallada para modelos en BG.

La ecuación (3) y la definición del multipuerto disipativo sugieren que la EPU tiene la representación detallada dada en la figura 2, donde $S_{KD} := -(S_{11}L^{-1} + S_{12})$. Esta representación claramente muestra que la EPU consiste de una estructura interna S^i y una estructura externa S . S^i es conservativa, dado que contiene únicamente elementos 0, 1, TF y GY , satisfaciendo P1 y P2, esto es, $x^T(t)z(t) + D_i^T(t)\hat{D}_o(t) = 0$ cuando $u(t)=0$, que en general no se cumple para S .

La unión entre S^i y R , mostrada en la figura 2, tiene la particularidad de que mientras $D_i(t)$ es transferida sin ningún cambio, su variable conjugada $D_o(t)$ es escalada por el factor matricial S_{KD} en $\hat{D}_o(t)$. Esto ocurre en los elementos con escalamiento de potencia (Li y Ngwompo, 2005) que ahora son multipuertos PTF y PGY teniendo un factor de escala matricial S_{KD} , involucrando un acoplamiento entre las ganancias de las fuentes moduladas en las submatrices S_{11} y S_{12} y los parámetros de R en L .

Se ha desarrollado una aplicación simple del Lema 1 a un circuito RC en lazo cerrado (Ngwompo y Galindo, 2017), donde se da el BG con PTF y se analizan las propiedades de pasividad. Además, se ha desarrollado (Ngwompo y Galindo, 2017) el análisis de pasividad para una configuración con retroalimentación estática de salida y su aplicación a un sistema de dos puertos.

El Lema 1 provee una representación donde todos los elementos disipativos y la generación interna de potencia están incluidos en el nuevo campo- R . El balance de la disipación y la generación interna está entonces expresado en la ecuación constitutiva de este elemento y por lo tanto determina la propiedad de pasividad del sistema completo. Intuitivamente, si el sistema retroalimentado es pasivo, la potencia total disipada deberá ser mayor que la potencia generada por las fuentes internas.

CBP PROPUESTO

Se propone (Galindo y Ngwompo, 2017) una EU, $S^s(0, 1, TF, GY)$, asociada a un modelo en BG para el controlador y se asume que la EU, $S^s(0, 1, TF, GY)$, asociada a un modelo en BG de la planta controlable y observable satisface,

Suposición 2. Con $j = a$ para el controlador y $j = b$ para la planta,

1. son sistemas conservativos, esto es, $S_{32}^j = -I_n$ y es antisimétrica, y
2. las salidas $y_j(t)$ no están relacionadas con los campos disipativos $D_o^j(t)$, esto es, $S_{32}^j = 0$.

Bajo esta suposición,

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_j(t) \\ D_i^j(t) \\ y_j(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11}^j & -\mathfrak{X}_n & S_{13}^j \\ \mathfrak{X}_n & 0 & 0 \\ S_{31}^j & 0 & S_{33}^j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_j(t) \\ D_o^j(t) \\ u_j(t) \end{bmatrix} \quad (4)$$

donde S_{11}^j es una matriz antisimétrica, $X_j(t) \in \mathbb{R}^{n_j \times 1}$, $Z_j(t) = F_j X_j(t) \in \mathbb{R}^{n_j \times 1}$, $D_i^j(t) \in \mathbb{R}^{n_j \times 1}$, $D_o^j(t) = L_j D_i^j(t) \in \mathbb{R}^{n_j \times 1}$, $y_j(t) \in \mathbb{R}^{m_j \times 1}$ y $u_j(t) \in \mathbb{R}^{m_j \times 1}$.

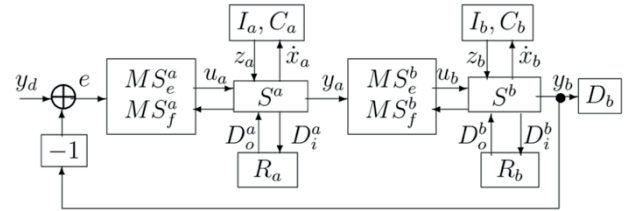


Figura 3: Configuración retroalimentada de modelos en BG.



Se propone una EPU para la configuración retroalimentada mostrada en la figura 3, donde S^v y S^b son las EU asociadas a los BG del controlador y de la planta, respectivamente. Se asume que los subsistemas están interconectados por ligaduras activas que modulan las fuentes de esfuerzo y flujo, esto es,

$$u_b(t) = K_b y_a(t), \quad u_a(t) = K_a (y_a(t) - y_b(t)) \quad (5)$$

siendo $K_a \in \mathcal{R}^{m_a \times p_b}$ y $K_b \in \mathcal{R}^{m_b \times p_a}$ matrices no singulares compuestas por las ganancias de MS_e^a , MS_f^a , MS_e^b y MS_f^b . Debido a esta conexión, el sistema completo puede no ser conservativo. El siguiente Teorema presenta condiciones de pasividad (que implican estabilidad) basadas en las propiedades del multipuerto disipativo del sistema en lazo cerrado. El objetivo es seleccionar las ganancias K_a , K_b , los elementos de la EU propuesta y el multipuerto disipativo del controlador dado por (4).

Teorema 1 (Galindo y Ngwompo, 2017). Suponga que dos modelos en BG están conectados en lazo cerrado como se muestra en la figura 3, satisfaciendo las suposiciones 1 y 2. Considere dos EU asociadas a estos modelos en BG , $S^v(0, 1, TF, GY)$ y $S^b(0, 1, TF, GY)$ dadas por (4). Entonces, una EPU equivalente interna $(0, 1, TF, GY, MS_e, MS_f)$ para el sistema en lazo cerrado, satisfaciendo P1 y P2 es,

$$\begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ D_i(t) \\ y_b(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\mathfrak{I}_n & S_{13}^o \Psi K_a \\ \mathfrak{I}_n & 0 & 0 \\ (I + S_{33}^o K_a)^{-1} S_{31}^o & 0 & S_{33}^o \Psi K_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z(t) \\ \bar{D}_{cl}^o(t) \\ y_a(t) \end{bmatrix} \quad (6)$$

con el multipuerto disipativo, $\bar{D}_{cl}^o(t) := (L_{ab} + S_{13}^o \Psi K_a S_{31}^o) D_i(t)$, donde $D_i(t) := [(D_i^a(t))^T \ (D_i^b(t))^T]^T$, $x(t) := [x_a^T(t) \ x_b^T(t)]^T$, $n = n_a + n_b$, $z(t) := [z_a^T(t) \ z_b^T(t)]^T$, $L_{ab} := \begin{bmatrix} L_a - S_{11}^a & 0 \\ -S_{13}^b K_b S_{31}^a & L_b - S_{11}^b \end{bmatrix}$, $\Psi := (I_{n_a} + K_a S_{33}^o)^{-1}$, $S_{13}^o := \begin{bmatrix} S_{13}^a \\ S_{13}^b K_b S_{33}^a \end{bmatrix}$, $S_{31}^o := [S_{33}^b K_b S_{31}^a \ S_{31}^b]$ y $S_{33}^o := S_{33}^b K_b S_{33}^a$. El sistema retroalimentado es pasivo si,

$$\begin{bmatrix} L_a & 0 \\ -S_{13}^b K_b S_{31}^a & L_b \end{bmatrix} + S_{13}^o \Psi K_a S_{31}^o \geq 0 \quad (7)$$

Más aún, para sistemas estrictamente propios, esto es, para $S_{33}^b = 0$, la desigualdad (7) se reduce a,

$$\begin{bmatrix} L_a & S_{13}^a K_a S_{31}^b \\ -S_{13}^b K_b S_{31}^a & L_b - S_{13}^b K_b S_{33}^a K_a S_{31}^b \end{bmatrix} \geq 0 \quad (8)$$

En el siguiente Corolario se resuelve el problema de colocación de polos para una clase particular de sistemas, asignando un

polinomio característico deseado a la función de transferencia de lazo cerrado. Se asume que las entradas y las salidas de la planta son linealmente independientes.

Corolario 1 (Galindo y Ngwompo, 2017). Bajo las suposiciones del Teorema 1, además asuma que la planta es estrictamente propia, esto es, $S_{33}^b = 0$, $rank(S_{13}^b) = m$ y $rank(S_{31}^b) = p$. Sean $S_{11}^a = 0$, $S_{13}^a = S_{13}^b$, $S_{31}^a = S_{31}^b$, y $det(s^2 I_m + A_1 s + A_2)$ el polinomio característico de lazo cerrado deseado de la función de transferencia de $y_d(t)$ a $y_b(t)$, donde $\Lambda_1 \in \mathcal{R}^{m \times m}$ y $\Lambda_2 \in \mathcal{R}^{m \times m}$. Entonces, la función de transferencia de $y_d(t)$ a $y_b(t)$ es,

$$y_b(s) = [\Omega_{11} + K_b \Gamma K_a - \Omega_{12} \Omega_{22}^{-1} \Omega_{21}]^{-1} K_b \Gamma K_a y_d(s) \quad (9)$$

donde $\begin{bmatrix} \Omega_{11} & \Omega_{12} \\ \Omega_{21} & \Omega_{22} \end{bmatrix} := U(sF_b^{-1} + L_b - S_{11}^b)V$ y $\Gamma := S_{33}^a + S_{31}^b F_a (sI_{n_a} + L_a F_a)^{-1} S_{13}^b$, con, $U \in \mathcal{R}^{n_b \times n_b}$ y $V \in \mathcal{R}^{n_b \times n_b}$ siendo matrices no singulares tales que,

$$US_{13}^b := \begin{bmatrix} \mathfrak{I}_m \\ 0 \end{bmatrix}, \quad S_{31}^b V := [I_p \ 0] \quad (10)$$

Más aún, sean $z_a(t) := diag\{F_1^a, F_2^a\} x_a(t)$, $z_b(t) := \{F_1^b, F_2^b\} x_b(t)$, $D_o^a(t) := diag\{L_1^a, L_2^a\} D_i^a(t)$ y $D_o^b(t) := diag\{L_1^b, L_2^b\} D_i^b(t)$, con $F_1^a \in \mathcal{R}^{m \times m}$, $F_2^a \in \mathcal{R}^{(n-m) \times (n-m)}$, $F_1^b \in \mathcal{R}^{m \times m}$, $F_2^b \in \mathcal{R}^{(n-m) \times (n-m)}$, $L_1^a \in \mathcal{R}^{m \times m}$, $L_2^a \in \mathcal{R}^{(n-m) \times (n-m)}$ y $L_2^b \in \mathcal{R}^{(n-m) \times (n-m)}$.

Además, sean $S_{11}^b := \begin{bmatrix} \Theta_{11} & \Theta_{12} \\ -\Theta_{12}^T & 0 \end{bmatrix}$, $S_{13}^b := \begin{bmatrix} \mathfrak{I}_m \\ 0 \end{bmatrix}$, $S_{31}^b := [I_p \ 0]$, $L_1^a = 0$, $K_a = I_m$ y $L_2^b = 0$ entonces cuando S_{33}^a es una matriz no-singular,

$$\begin{aligned} K_b &:= [A_1 (F_1^b)^{-1} - L_1^b + \Theta_{11}] (S_{33}^a)^{-1} \\ F_1^a &:= K_b^{-1} [\Lambda_2 (F_1^b)^{-1} - \Theta_{12} F_2^b \Theta_{12}^T] \end{aligned} \quad (11)$$

y cuando $S_{33}^a = 0$,

$$K_b := \Lambda_2 (F_1^b)^{-1} - \Theta_{12} F_2^b \Theta_{12}^T, \quad F_1^a := I_m \quad (12)$$

La ganancia de la referencia,

$$y_d(s) = (F_1^a)^{-1} K_b^{-1} \Lambda_2 (F_1^b)^{-1} \bar{y}_d(t) \quad (13)$$

así \bar{y}_d asigna la siguiente función de transferencia de lazo cerrado deseada de $\bar{y}_d(t)$ a $y_b(t)$, cuando S_{33}^a es una matriz no-singular,

$$F_1^b (s^2 \mathfrak{I}_m + A_1 s + A_2)^{-1} [s K_b S_{33}^a (F_1^a)^{-1} K_b^{-1} + \mathfrak{I}_m] \Lambda_2 (F_1^b)^{-1} \quad (14)$$

y cuando $S_{33}^a = 0$,

$$F_1^b (s^2 \mathfrak{I}_m + (L_1^b - \Theta_{11}) F_1^b s + \Lambda_2)^{-1} \Lambda_2 (F_1^b)^{-1} \quad (15)$$

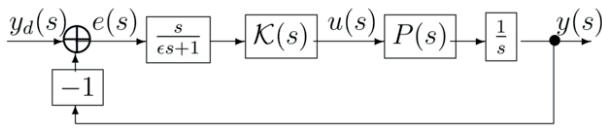


Figura 4. Configuración retroalimentada de un grado de libertad para seguimiento de la referencia.

A continuación se da un ejemplo de CBP de un sistema de dos masas (Galindo y Ngwompo, 2017) aplicando el Teorema 1 y el Corolario 1.

APLICACIÓN A UN SISTEMA DE DOS MASAS

De acuerdo a la suposición 1, se seleccionan salidas y referencias de velocidades, cuyo producto es potencia, para que el sistema retroalimentado sea pasivo (Beaman y Rosenberg, 1988), cuando todos los elementos son pasivos. Este control es aplicado para salidas de posición utilizando una aproximación de una derivada, como se muestra en la figura 4, donde $0 < \epsilon \in \mathbb{R}$ es un parámetro real relativamente pequeño.

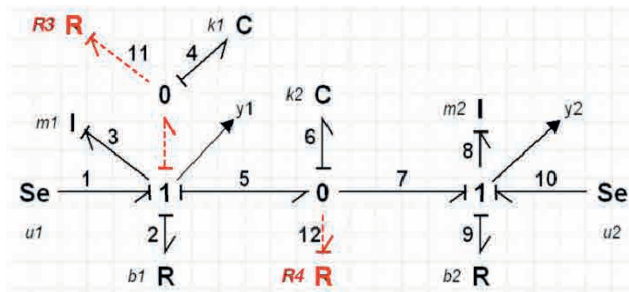


Figura 6. Modelo en BG aumentado de un sistema de dos masas, resortes y amortiguadores.

Considere el sistema de dos masas mostrado en la figura 5, donde $m_i, k_i, b_i, i=1, 2$, son las masas, los coeficientes de rigidez y fricción, respectivamente, $e_1(t)$ y $e_{10}(t)$ son fuerzas aplicadas a m_1 y m_2 , respectivamente, $f_3(t)$ y $f_8(t)$ son las velocidades de m_1 y m_2 , respectivamente. Sin las resistencias R_3 y R_4 y sin los bonds en líneas discontinuas que las conectan, la figura 6 muestra un modelo en BG de este sistema. En relación a aplicar el Teorema 1 y el Corolario 1, asegurando que S_{21}^b sea una matriz no-singular, se agregan resistencias R_3 y R_4 relativamente grandes como se muestra en la figura 6. La EU de este modelo en BG aumentado es,

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_b(t) \\ D_i^b(t) \\ y_b(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11}^b & -\mathfrak{T}_4 & S_{13}^b \\ \mathfrak{T}_4 & 0 & 0 \\ S_{31}^b & 0 & S_{33}^b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_b(t) \\ D_o^b(t) \\ u_b(t) \end{bmatrix} \quad (18)$$

donde $S_{11}^b = \begin{bmatrix} 0_2 & \Theta_{12} \\ -\Theta_{12}^T & 0_2 \end{bmatrix}$ con $\Theta_{12} = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, $S_{13}^b := \begin{bmatrix} \mathfrak{T}_2 \\ 0_2 \end{bmatrix}$, $S_{31}^b := \begin{bmatrix} I_2 & 0_2 \end{bmatrix}$, $\dot{x}_b(t) := [e_3 \ e_8 \ f_4 \ f_8]^T$, $D_i^b(t) := [f_2 \ f_9 \ e_{11} \ e_{12}]^T$, $y_b(t) := [f_3 \ f_8]^T$, $z(t) := D_i^b(t) D_o^b(t) := [e_2 \ e_9 \ f_{11} \ f_{12}]^T$, y $u_b(t) := [e_1 \ e_{10}]^T$. Esta EU es estrictamente propia y tiene la estructura de (7). Así, el controlador con la EU propuesta por (6) se aplica a la planta nominal con la EU dada por (18) en la interconexión retroalimentada de la figura 3.

Del Teorema 1, una EPU para el sistema en lazo cerrado está dada por (6) con el multipuerto disipativo asociado. R_3 y R_4 introducen algunos términos cero en el campo $-R$, y dado que no se agregan elementos almacenadores, entonces el sistema no es singularmente perturbado. Además, sean $S_{33}^a = 0$, $S_{13}^a = S_{13}^b$ y $S_{31}^a = S_{31}^b$ en la EU asociada al modelo en BG del controlador, así, la condición de pasividad dada por (8) se satisface si $K_a = K_b^T$. Más aún, del Corolario 1, $U=I$, $V=I$ y conforme R_3 y R_4 tienden a infinito entonces $L_2^b \rightarrow 0$, en relación a obtener la función de transferencia de lazo cerrado dada por (9), sean $K_a = I_2$, $L_1^a = 0$, $L_2^a = I_2$, $F_2^a = F_2^b$, $A_1 = 2I_2$ y $A_2 = I_2$, así, si $S_{33}^a = I_2$ de (11),

$$K_b = \begin{bmatrix} 2m_1 - b_1 & 0 \\ 0 & 2m_2 - b_2 \end{bmatrix}, \quad F_1^a = \begin{bmatrix} m_1 - k_1 - k_2 & k_2 \\ 2m_1 - b_1 & 2m_1 - b_1 \\ k_2 & m_2 - k_2 \\ 2m_2 - b_2 & 2m_2 - b_2 \end{bmatrix} \quad (19)$$

y si $S_{33}^a = 0$ de (12),

$$K_b = \begin{bmatrix} m_1 - k_1 - k_2 & k_2 \\ k_2 & m_2 - k_2 \end{bmatrix}, \quad F_1^a = I_2 \quad (20)$$

y de (13) la ganancia de la referencia es

$$y_{dss} = \frac{1}{(m_1 - k_1)(m_2 - k_2) - k_2 m_2} \begin{bmatrix} (m_2 - k_2)m_1 & -k_2 m_2 \\ -k_2 m_1 & (m_1 - k_1 - k_2)m_2 \end{bmatrix} \bar{y}_d \quad (21)$$

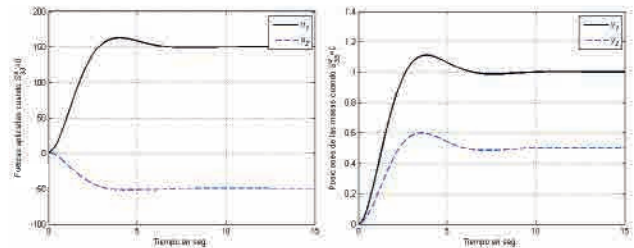


Figura 7. Lado izquierdo, fuerzas aplicadas; lado derecho, posiciones de las masas cuando $S_{33}^a = 0$.

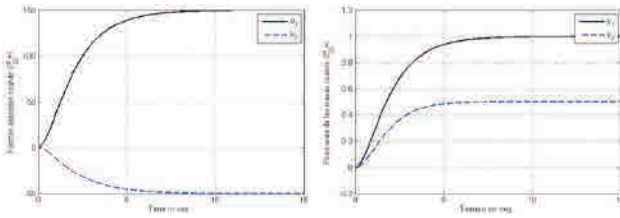


Figura 8. Lado izquierdo, fuerzas aplicadas; lado derecho, posiciones de las masas cuando $S_{33}^a = I_2$.

En relación a controlar posiciones utilizando el control anterior diseñado para velocidades, el controlador es implementado en MATLAB/Simulink en la configuración retroalimentada de la figura 4, donde los parámetros de la planta son $m_1=m_2=1$ Kg, $b_1=b_2=1$ Ns/m y $k_1=k_2=100$ N/m. Las posiciones de m_1 y m_2 y las fuerzas aplicadas se muestran en la figura 7 cuando $S_{33}^a=0$, y en la figura 8 cuando $S_{33}^a=I_2$, al aplicar la referencia escalón $\bar{y}_d=[1 \ 0.5]^T$. Esto se logra con una respuesta estable teniendo error en estado estacionario cero como se muestra en las figuras 7 y 8, y debido a las propiedades de pasividad las fuerzas requeridas son suaves y dentro de un rango admisible. Las oscilaciones iniciales de las posiciones de m_1 y m_2 de la figura 7 se deben al polinomio característico asignado $\det((s^2+s+1)I_2)$, y pueden eliminarse seleccionando en su lugar $\Lambda_2 = 0.25I_2$ con un tiempo de respuesta mayor. Por otro lado, una respuesta suave se muestra en la figura 8, donde el polinomio característico deseado de la función de transferencia de $y_d(t)$ a $y_b(t)$ es $\det((s+1)^2I_2)$ y en este caso es asignado libremente.

DISCUSIÓN

La proposición constructiva mostrada en la figura 1 asegura que todos los elementos del sistema acepten causalidad integral predefinida, y además simplifica la EU debido a que se satisface la suposición 2. Sin esta proposición, las EPU de lazo cerrado no serían manejables, dificultando la obtención de las condiciones de pasividad. Cuando se agregan R s parásitas, se agregan elementos casi cero en el multipuerto disipativo, que pueden eliminarse después de obtener las condiciones de pasividad. Además, cuando se agregan C s o I s, el sistema aumentado es singularmente perturbado y las dinámicas rápidas agregadas deberán ser estables de acuerdo al Teorema de Tikhonov (Kokotovic, Khalil y O'Reilly, 1999). Estos elementos parásitos agregan elementos $1/\varepsilon$ en F , donde $\varepsilon \in \mathcal{R}$ es un parámetro de perturbación relativamente pequeño que reemplaza los C s e I s agregados. Se ha desarrollado la ecuación de estado del sistema y el estado cuasiestacionario (Galindo y Ngwompo, 2017), o alternativamente en el enfoque de BG (González, 2016). Más aún, todos los elementos aceptan causalidad derivativa predefinida en el modelo

en BG singularmente perturbado (González, 2016) satisfaciendo las condiciones para determinar el modelo cuasiestacionario.

Las EU propuestas asociadas a modelos en BG presentadas en la proposición 2 tienen significado físico. La estructura del controlador dada por (4) tiene la estructura de la planta, simplificando su implementación. Este controlador dinámico utilizado en una configuración retroalimentada de salida es más sencillo de implementar que el controlador (Gawthrop, 1995) que utiliza BG en un marco genérico basado en observador para el diseño de controladores en el dominio físico.

Sea H una función Hamiltoniana de la energía total, entonces $z(t)=\partial H / \partial x(t)$ y del Lema 1 se deduce que $S_{32}=0$, $S_{33}=0$ y $S_{31}=S_{13}^T$ para obtener un sistema de puerto Hamiltoniano disipativo (Van der Schaft y Jeltsema, 2014), asegurando pasividad, por lo que el Teorema 1 da una solución más general permitiendo que $S_{33} \neq 0$ y $S_{31} \neq S_{13}^T$ en el sistema en lazo cerrado, mientras que en el Corolario 1, $S_{33}=0$ y $S_{31}=S_{13}^T$. El Teorema 1 y el Corolario 1 son un enfoque alternativo al de puerto Hamiltoniano disipativo.

Por otro lado, el Corolario 1 muestra que el polinomio característico de la función de transferencia de $y_d(t)$ a $y_b(t)$ puede ser asignado libremente cuando $S_{33}^a = \mathfrak{T}_{n_a}$ y logra una colocación restringida de los polos cuando $S_{33}^a = 0$. En este último caso la implementación de este controlador estrictamente propio es más sencilla dado que $F_1^a = I_m$. Cuando $S_{33}^a = 0$, el coeficiente fijo del polinomio característico satisface $L_1^b - \Theta_{11} \geq 0$, debido a que L_1^b es una matriz simétrica y Θ_{11} es una matriz antisimétrica. Esto es consistente con la condición de (10), y en este caso conduce a una condición más sencilla comparada con la que requiere que $L_1^b - \Theta_{11} \geq 0$ y una condición de conmutabilidad adicional (Galindo, 2015).

Las EPU propuestas permiten obtener las condiciones de pasividad, que implican la estabilidad del sistema. Sin embargo, puede haber sistemas estables que no sean pasivos, por lo que resta por investigar cuáles de las condiciones obtenidas están directamente relacionadas con la estabilidad del sistema.

CONCLUSIONES

Se presenta un enfoque general para el análisis de pasividad y el diseño de CBP de sistemas lineales con fuentes internas moduladas, modelados por BG. El enfoque está basado en EPU propuestas, que son una representación alternativa para EU no conservativas asociadas a modelos en BG, en las cuales todos los elementos disipativos y fuentes internas moduladas son incluidos en un

multipuerto disipativo. La propiedad de pasividad de su matriz constitutiva de este multipuerto resultante determina la propiedad de pasividad del sistema completo. Se investiga la configuración en lazo cerrado, que puede ser utilizada recursivamente en el diseño de sistemas mecatrónicos o de control complejos. Se muestra que el método provee una guía para la selección de la estructura del controlador y la asignación de parámetros relevantes. El resultado muestra que las EPU propuestas logran estabilidad robusta. Se dan aplicaciones de este resultado cuando la planta y el controlador están descritos por EU propuestas.

Los resultados muestran que la condición de pasividad del sistema en lazo cerrado permite sintonizar los parámetros de control cuando se consideran únicamente fuentes externas de potencia después de la interconexión. Se propone una aproximación de la derivada para controlar salidas de posición cuando el controlador es diseñado para el control de velocidades. Los resultados muestran que se resuelve el problema de control de seguimiento cuando el controlador es diseñado en el dominio físico. Más aún, se considera el problema de asignación de polos para una clase particular de sistemas utilizando la representación propuesta. Las EPU en la representación de sistemas de lazo cerrado proveen un marco de referencia para el diseño de controladores avanzados en el dominio físico. Control óptimo, control basado en energía o control de sistemas híbridos basados en modelos de promedios pueden ser abordados utilizando este enfoque. Investigaciones posteriores pueden realizarse para desempeño robusto y para extensiones a sistemas no-lineales.

REFERENCIAS

- Beaman, J.J., y Rosenberg, R.C. (1988). Constitutive and modulation structure in bond graph modeling. *J. of Dynamic Systems, Measurement and Control*. 110:395-402.
- Brogliato, B., Lozano, R., Maschke, B., et al. (2007). *Dissipative Systems Analysis and Control, Theory and Applications*. Springer-Verlag.
- Dauphin-Tanguy, G., Rahmani, A., y Sueur, C. (1999). Bond graph aided design of controlled systems. *Simulation Practice and Theory*. 7:493-513.
- Donaire, A., y Junco, S. (2009). Energy shaping, interconnection and damping assignment, and integral control in the bond graph domain. *Simulation Modeling Practice and Theory*. 17:152-174.
- Galindo, R. (2015). Stabilization of matrix polynomials. *Int. J. of Control*. 88(10):1925-1932.
- Galindo, R., y Ngwompo, R.F. (2017). Passivity based control of linear time-invariant systems modelled by bond graph. *Int. J. of Control*. 91(2):420-436.
- García, J., Rimaux, S., y Delgado, M. (2006). Bond graphs in the design of adaptive passivity-based controllers for dc/dc power converters. *IEEE Int. Conf. on Industrial Technology*. 132-137.
- Gawthrop, P.J. (1995). Bond graph based control. In *Proc. of IEEE Conf. on Systems Man and Cybernetics*. Pp. 3011-3016.
- González, G.A. (2016). A bond graph model of a singularly perturbed LTI MIMO system with a slow state estimated feedback. Proc. of the IMechE Part I: *J. of Systems and Control Eng.* 230(8):799-819.
- González, G.A., y Galindo, R. (2009a). A bond graph model from a state space description of a LTI MIMO system. *Methods and Models in Automation and Robotics*. 19-21.
- González, G., y Galindo, R. (2009b). Removing the algebraic loops of a bond graph model. Proc. of the Inst. of Mechanical Eng. (*IMechE*) Part I: *J. of Systems and Control Eng.* 222(6):543-556.
- Karnopp, D., y Rosenberg, R. (1975). *System Dynamics: A Unified Approach*. John Wiley and Sons.
- Kokotovic, P., Khalil, H.K., y O'Reilly, J. (1999). *Singular Perturbations Methods in Control: Analysis and Design*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Lamb, J.D., Woodall, D.R., y Asher, G.M. (1997). Bond graphs ii: Causality and singularity. *Discrete Applied Mathematics*. 73:143-173.
- Li, P.Y., y Ngwompo, R.F. (2005). Power scaling bond graph approach to the passification of mechatronic systems-with application to electrohydraulic valves. *ASME J. of Dynamic Systems, Measurement and Control*. 127(4):633-641.
- Lin, C.T. (1974). Structural controllability. *IEEE Trans. Autom. Control*. 19:201-208.
- Ngwompo, R.F., y Galindo, R. (2017). Passivity analysis of linear physical systems with internal energy sources modelled by bond graphs. Proc. of the IMechE Part I: *J. of Systems and Control Eng.* 231(1):14-28.
- Ortega, R., y García, E. (2004). Interconnection and damping assignment passivity-based control: A survey. *European J. of Control*. 10:432-450.
- Roberts, D.W., Balance, D.J., y Gawthrop, P.J. (1995). Design and implementation of a bond-graph observer for robot control. *Control Eng. Practice*. 3(10):1447-1457.
- Sueur, C., y Dauphin-Tanguy, G. (1989). Structural controllability/observability of linear systems represented by bond graphs. *J. of Franklin Inst.* 326:869-883.
- Van der Schaft, A., y Jeltsema, D. 2014. Port-Hamiltonian Systems Theory: An Introductory Overview. *Foundations and Trends R in Systems and Control*. 1(2-3):173-378.
- Vijay, P., Samantaray, A.K., y Mukherjee, A. (2009). A bond graph model-based evaluation of a control scheme to improve the dynamic performance of a solid oxide fuel cell. *Mechatronics*. 19:489-502.



Prospectiva de la educación superior ante la PANDEMIA de COVID-19

ROGELIO G. GARZA RIVERA*


La crisis es necesaria para que la humanidad avance.

Albert Einstein

La educación superior en México enfrenta grandes desafíos como resultado de la pandemia de COVID-19. Además del impacto directo en la salud, las medidas sanitarias, como el confinamiento y la sana distancia, entre otras, se ha alterado radicalmente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Muchos de estos cambios llegaron para quedarse, y debemos perfeccionarlos para adaptarnos a la nueva normalidad, toda vez que, aún en los escenarios más optimistas, será necesario continuar con las restricciones sanitarias lo que resta de este año 2020 y principios del 2021.

Por ello, las instituciones de educación superior (IES) debemos seguir actuando con visión, determinación y compromiso social para cumplir nuestra misión educativa, científica y cultural, garantizar la continuidad del proceso educativo y preservar la salud física y emocional de estudiantes y profesores.



En especial, es importante destacar la responsabilidad y obligación que tenemos de ofrecer una educación integral de calidad, incluyente, plural y equitativa que reduzca la brecha educativa y propicie el desarrollo potencial de los jóvenes estudiantes.

En este contexto, un efecto positivo de la pandemia es haber impulsado la transformación digital, que ya venía desarrollándose en el mundo a raíz de la cuarta revolución industrial con cambios disruptivos en todas las áreas del conocimiento, acelerando el uso de recursos y herramientas digitales en la educación y la investigación, entre muchas áreas más.

De esta manera, ante el surgimiento de la pandemia, el primer desafío que las IES enfrentamos fue el de cambiar rápida y efectivamente a la modalidad en línea durante

el segundo trimestre del año, provocando una variación en el proceso de enseñanza-aprendizaje que permitió que las y los estudiantes pudieran concluir satisfactoriamente el semestre académico y continuar con su proyecto educativo o de vida.

La transición de la educación presencial a la educación en línea implicó un esfuerzo extraordinario para la capacitación, equipamiento y conectividad de estudiantes y profesores, la implementación de aulas virtuales y la adecuación de los programas educativos, lo que permitió el uso intensivo de las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digitales (TIC-CAD), apoyados en diversas plataformas tecnológicas educativas y otros recursos didácticos como Microsoft Teams, Nexus, Territorium, Zoom y Moodle.

* Universidad Autónoma de Nuevo León

En términos generales, este cambio ha sido eficaz y oportuno en la mayoría de las universidades públicas y privadas. Sin embargo, no todas cuentan con la experiencia y los medios para migrar a la educación digital. Además, aún en los casos más exitosos, no toda la población estudiantil se ha integrado a esta modalidad, por lo que es prioritario garantizar la educación superior a quienes no cuentan con los recur-

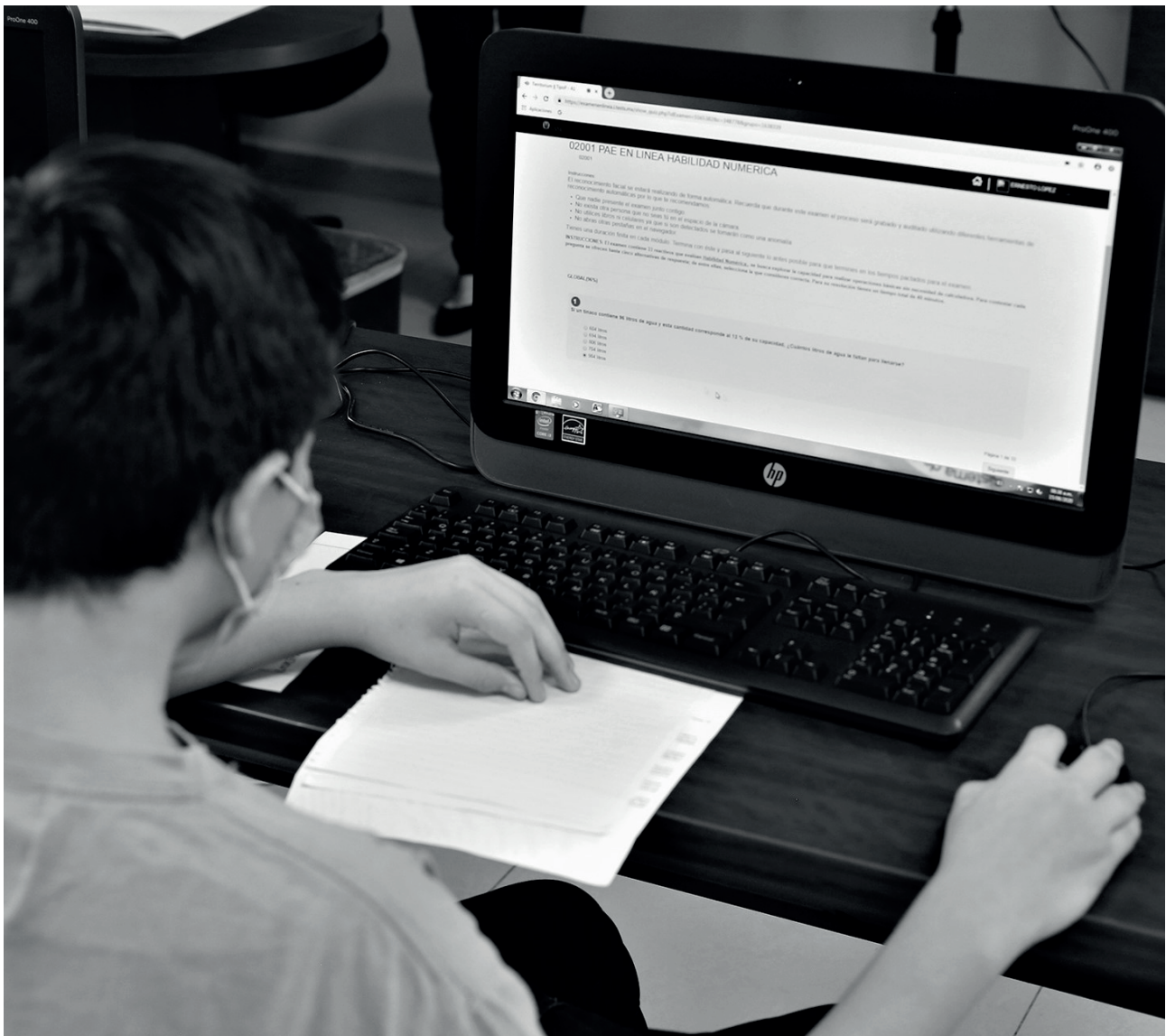
sos digitales necesarios para que sea incluyente y equitativa.

Por consiguiente, el segundo desafío se relaciona con las acciones que deben realizarse en los próximos meses para que, ante las medidas sanitarias derivadas de la pandemia y la ampliación de la oferta educativa digital, estemos en posibilidades de ofrecer opciones a los estudiantes que no cuentan con

el equipo necesario o no tienen acceso a Internet.

Una opción es la modalidad mixta, presencial y a distancia, que puede impartirse a través de una plataforma tecnológica educativa, medios electrónicos u otros recursos didácticos.

Lo anterior conlleva la necesidad de realizar las adecuaciones nece-



sarias en infraestructura educativa y en logística para cumplir con los protocolos de salud y medidas sanitarias, como uso de cubrebocas, aulas y laboratorios sanitizados, en las que se respete la sana distancia; instalaciones en buen estado, con ventilación y servicio de agua, así como el uso obligatorio de limpiadores y jabón para manos, entre otros.

Por supuesto que el reinicio de las actividades presenciales en cualquier modalidad está sujeto a la autorización de las autoridades de salud y educación federales y estatales a efecto de garantizar la integridad física de la comunidad universitaria.

En este contexto, el tercer desafío se relaciona con fortalecer la cultura y cerrar la brecha digital, que

se manifiesta entre los estudiantes, entre las instituciones educativas y entre las entidades federativas.

Lo anterior tendrá como resultado ampliar la cobertura y avanzar así en el cumplimiento de la responsabilidad social de hacer realidad el derecho de todas y todos los jóvenes a una educación superior de calidad, incluyente y equitativa.



Mtro. Evaristo Cedilla Garza, decano de la FIME.



Para lograrlo, y consolidar la política de inclusión digital universal, se requiere trabajar coordinadamente con el Gobierno Federal para el cumplimiento del Artículo Sexto Constitucional que establece: “el Estado garantizará el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e Internet”.

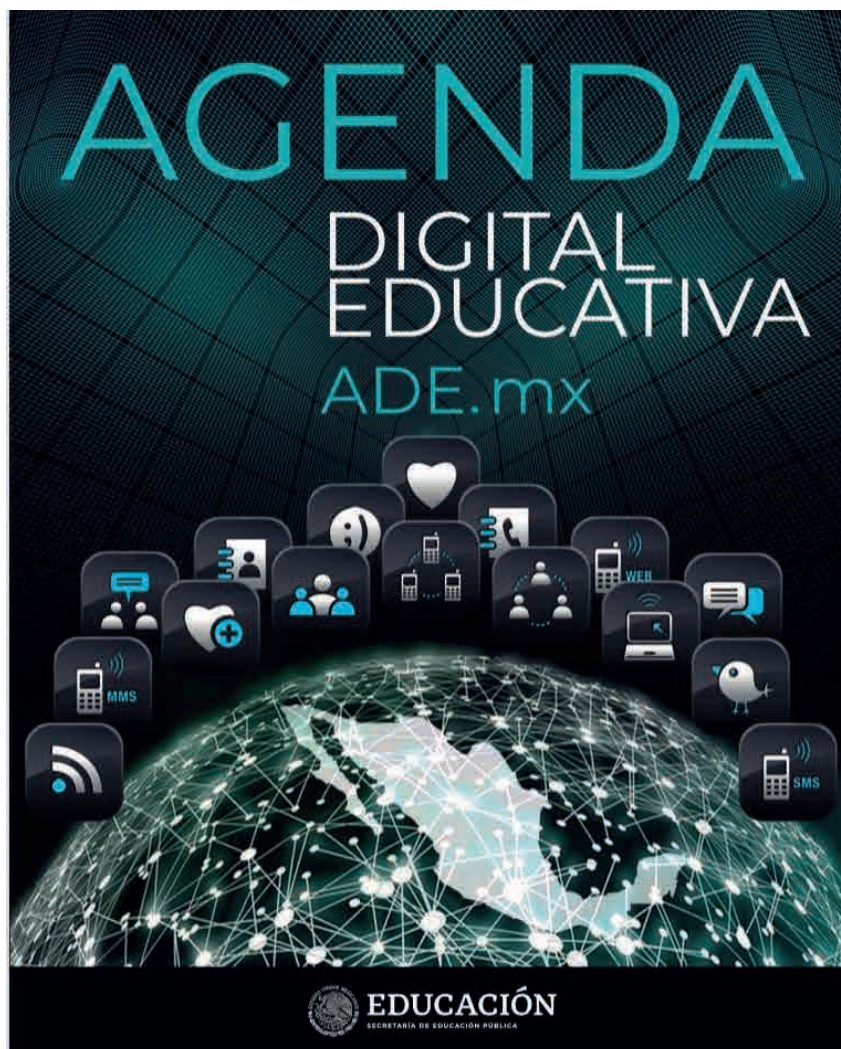
Un avance normativo importante lo encontramos en la Ley General de Educación, que hace referencia, en su Artículo 85, a la Agenda Digital Educativa, establecida por la Secretaría de Educación.

En este sentido, la Agenda define las estrategias y directrices a implementar de acuerdo a sus ejes rectores, en los que las IES tenemos la oportunidad de colaborar, que se relacionan con formación docente, construcción de una cultura digital, producción, difusión y acceso de recursos educativos digitales; conectividad e infraestructura de las TICCAD, e investigación, desarrollo, innovación y creatividad digital educativa.

Por otra parte, ante las limitaciones financieras, las Universidades, principalmente las públicas, en el marco de nuestra autonomía universitaria, debemos fortalecer la rendición de cuentas y la transparencia en el uso responsable de los recursos humanos y financieros.

Asimismo, comprometernos, de acuerdo a nuestra responsabilidad social, a ampliar la cobertura, mantener la calidad, innovar la oferta educativa, impulsar la investigación de alto impacto e implementar una estrategia digital incluyente y equitativa.

El tema de la educación merece tratarse con la misma determinación que los relacionados con la salud y la economía, porque la educación superior es la columna sobre la que se construye la verdadera transformación de una nación y es el mecanismo de excelencia para lograr la inclusión, la movilidad social y el desarrollo sostenible.



Sin duda, el cambio disruptivo hacia la educación digital apunta hacia un nuevo paradigma en la educación superior en el que habremos de reimaginar, repensar y replantear qué y cómo debemos enseñar a los futuros profesionistas de México.

Este cambio es irreversible y a medida que avancemos en su consolidación, como una modalidad del proceso enseñanza-aprendizaje y una opción educativa, iremos consolidando también la equidad, la inclusión y la pluralidad de una educación superior innovadora que eduque para transformar y transforme para mejorar.



SECCIÓN ACADÉMICA

**Desgaste por abrasión del concreto con
agregado calizo de alta absorción**

**Análisis y simulación de transferencia de
calor en órbita de un CubeSat usando iOS**

**Análisis electromagnético mediante FDTD
de un sustrato para etiquetas RFID pasivas**



Desgaste por abrasión del concreto con agregado calizo de alta absorción

Rómel G. Solís-Carcaño*, Gerardo E. Chan-Magaña*

DOI: /https://doi.org/10.29105/cienciauanl23.103-1

RESUMEN

La abrasión es una importante acción mecánica que afecta a los elementos de concreto que soportan tránsito intenso o conducen líquidos. Los factores que más influyen en la resistencia a la abrasión de este material son la dosificación de la mezcla, la resistencia de los agregados, el acabado y el curado. En muchas partes del mundo se utilizan agregados de roca caliza, los cuales son, por lo general, más porosos que los provenientes de las rocas ígneas. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto en el desgaste por abrasión de la relación A/C, el curado y la sustitución parcial de agregado fino calizo. Se concluyó que el concreto con relación A/C de 0.40 es adecuado para obtener concretos de alta exigencia a la abrasión, y se probó estadísticamente la influencia del curado y de la sustitución parcial de agregado fino con otro de menor absorción.

Palabras clave: concreto, durabilidad, abrasión, curado, agregados.

Uno de los principales problemas que afectan al concreto es el daño por abrasión, especialmente en superficies de tránsito y elementos de almacenamiento y conducción de líquidos. El comité del ACI 116 R (2000) define la resistencia a la abrasión como la capacidad de una superficie de resistir el desgaste por frotación o fricción.

Las principales acciones mecánicas que provocan el desgaste en la superficie del concreto son rozamiento, deslizamiento, raspadura, percusión, arrastre de materiales abrasivos y cavitación (Budinski, 2007). La resistencia a la abrasión del concreto, por lo general, se ha evaluado dependiendo de la acción específica que se espera que cause el daño en la superficie del material, por lo que no hay un único método para determinarla, ni un

ABSTRACT

Abrasion is a mechanical action that affects concrete elements that withstand heavy traffic or conduct liquids. The principal factors that influence the abrasion resistance of this material are the mixture proportions, the resistance of the aggregates, finishing and curing. Triturated limestone aggregates are generally used, which are more porous than those from igneous rocks. The aim of this research was to determine the effect on wear by abrasion of the W/C ratio, curing and partial replacement of the fine limestone aggregate. It was concluded that the concrete with W/C ratio of 0,40 resists high abrasion; and the influence of curing and partial substitution of fine aggregate by another of lower absorption was statistically tested.

Keywords: concrete, durability, abrasion, curing, aggregates.

único criterio de aceptación. Las pruebas más utilizadas para medir el desgaste se basan en el frotamiento de esferas, la aplicación de cepillos o chorro de arena y el contacto con discos giratorios (Neville, 2010).

Las losas de concreto son los elementos constructivos que con mayor frecuencia son afectados por el desgaste por abrasión, especialmente aquellas que tienen alta exigencia en su desempeño, como los pisos industriales, las carreteras y las pistas de aterrizaje. En estos elementos la resistencia mecánica no suele ser el indicador que determina su durabilidad, sino el desgaste de su superficie que provoca que disminuya su capacidad de servicio (Vassou *et al*, 2008).

* Universidad Autónoma de Yucatán.
Contacto: tulich@correo.uady.mx

Los principales factores que influyen en la resistencia a la abrasión del concreto son la relación entre el agua y el cemento (A/C) y las propiedades de los agregados pétreos (Horszczaruk, 2005). Estos mismos factores influyen en su resistencia a la compresión –principal propiedad del material–, ya que determinan en su estructura porosa.

El proceso para dar acabado superficial al concreto es también un factor que incide en su resistencia superficial (Grdic, 2012). En condiciones de fraguado normal, el acabado se debe empezar lo más tarde posible, para permitir el sangrado del concreto y la evaporación del agua exudada; cuando se inicia antes de que se elimine el agua emergida, ésta se mezclará con la pasta de cemento y producirá una delgada capa débil y porosa (ACI-302, 2015).

Se ha demostrado que el curado es un factor que afecta más las propiedades de la capa externa del concreto que su resistencia mecánica (Neville, 2010). Trabajos experimentales han mostrado que el movimiento de humedad en el concreto afecta únicamente una profundidad aproximada de 35 mm, por lo que si se deja secar su superficie en forma prematura, las reacciones de hidratación del cemento cesarán y la resistencia de la capa expuesta al desgaste será menor a la del resto del elemento (Parrot, 1988). Consistente con lo anterior, Solís *et al.* (2013) reportaron que el efecto positivo del curado húmedo es más notorio en las propiedades físicas de la capa superficial del concreto que en la resistencia mecánica; en ese estudio se concluyó que en condiciones agresivas de exposición, el material debe ser curado el mayor tiempo posible para mantenerlo durable, además de resistente.

El uso generalizado del concreto en el mundo se basa en la utilización de las fuentes de agregados pétreos con las que se cuenta en cada región. En muchas regiones se utilizan agregados producto de la trituración de las rocas sedimentarias de carbonato de calcio, denominadas calizas (Pacheco y Alonso, 2003). Las calizas suelen tener gran variabilidad en sus propiedades, dependiendo de las condiciones geológicas en las que se formaron, pero por lo general son más porosas que las ígneas (Cardell *et al.*, 2003).

En esta investigación se estudiaron las características del concreto que se fabrica con agregados calizos de la Península de Yucatán, los cuales se caracterizan por tener alta absorción. Estudios previos en la región han

reportado porcentajes de absorción en estos agregados entre 4 y 11% (Solís y Moreno 2011; Cerón *et al.*, 1996), siendo los valores típicos para agregados de peso normal de 2 a 4% (Zulkarnain y Ramli, 2008; Neville, 2010).

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto en el desgaste por abrasión en el concreto de los factores: relación A/C, curado húmedo y sustitución parcial de agregado fino calizo por arena de sílica.

METODOLOGÍA

La unidad de estudio fue el concreto fabricado con agregados calizos triturados de alta absorción. Las variables de interés que se midieron en el concreto fueron el desgaste a la abrasión, la resistencia a la compresión axial y la resistencia a la tensión por compresión diametral.

Las variables que se manipularon experimentalmente fueron la relación en masa entre el agua y el cemento (A/C), la cual tuvo cuatro valores: 0.40, 0.50, 0.60 y 0.70; la muestra de agregado fino, la cual tuvo dos variaciones: 100% de agregado triturado de roca caliza de alta absorción (Ca100) y combinación de 80% de este mismo agregado con 20% de arena de sílica (Ca80+Si20); y el tratamiento de curado, el cual tuvo dos variaciones: curado por inmersión durante 14 días (húmedo) y curado al medio ambiente en laboratorio sin control de temperatura y humedad (natural). El estudio se desarrolló en un contexto de clima cálido subhúmedo.

Los factores que se mantuvieron constantes fueron el tipo de cemento, CPC 30R de fabricación mexicana, equivalente a Portland tipo I de uso general (NMX-C-414, 2017); el agregado grueso, que fue triturado de roca caliza de alta absorción; el tipo de acabado de las probetas en la que se midió el desgaste, que fue con llana metálica de acuerdo con la recomendación para tráfico vehicular industrial (ACI-302, 2015), y la edad en la que se hicieron las pruebas de abrasión, compresión y tensión, que fue de 28 días.

En la tabla I se presentan las propiedades índice de los agregados utilizados, obtenidas de acuerdo con las normas ASTM (2017). En ella se puede apreciar que el agregado grueso presenta alta absorción y que el agregado fino de sílica es notoriamente menos absorbente que el de caliza.

Tabla I. Propiedades de los agregados utilizados.

Propiedad	Caliza		Sílica
	Agregado Grueso	Agregado Fino	Agregado Fino
Peso volumétrico seco suelto (kg/m ³)	1 059.84	1 190.7	1 638.48
Peso volumétrico seco compacto (kg/m ³)	1 201.85	-	-
Densidad relativa (gravedad específica)	2.28	2.40	2.65
Absorción (%)	7.76	4.28	0.60
Desgaste de Los Ángeles (%)	25.99		
Módulo de finura	-	2.89	3.22

Tabla II. Dosificación de las mezclas ensayadas.

Componente (kg)	Relación A/C			
	0.40	0.50	0.60	0.70
Agua	240.00	220.00	220.00	220.00
Cemento	600.00	440.00	366.67	314.29
Grava	733.13	733.13	733.13	733.13
Arena	547.14	717.05	772.92	812.83

Las mezclas de concreto fueron dosificadas siguiendo el método de volúmenes absolutos (ACI 211.1-91, 2009). En la tabla II se presentan las dosificaciones utilizadas.

El experimento tuvo dos réplicas (procesos de fabricación de los concretos) y por cada una se hicieron tres repeticiones (probetas ensayadas). Para las pruebas de abrasión se utilizaron probetas prismáticas de 20.0 por 20.0 por 7.5 cm, y para las de resistencia a compresión y tensión, probetas cilíndricas de 30.0 cm de alto por 15.0 cm de diámetro (ASTM C 192, 2018).

La prueba de desgaste realizada fue de abrasión por fricción y se basó en la norma europea UNE-EN-1339 *Baldosas de hormigón: especificaciones y métodos de ensayo* (2004). Se realizó utilizando una máquina de prueba desarrollada para determinar la resistencia a la abrasión de piedras naturales y productos de concreto. La prueba consiste en provocar el desgaste de la probeta mediante un disco metálico que gira a 75 revoluciones por minuto con un flujo continuo de arena abrasiva de corindón blanco de grado 80. Una vez concluida la aplicación del número estandarizado de revoluciones, se midió el ancho del área desgastada en la probeta.

El ancho desgastado se ajustó de acuerdo con la calibración de la máquina. La calibración se realizó obteniendo el desgaste en una piedra patrón de mármol *Boullonnaise*, el cual se comparó con el valor de desgaste de control de 20 mm. La diferencia del desgaste medido en la piedra patrón y el desgaste de control se debe restar o sumar a la medida obtenida en la probeta de concreto, según que la diferencia sea positiva o negativa, respectivamente.

Para las pruebas de resistencia a la compresión axial y tensión por compresión diametral se siguieron las normas ASTM C39/C39M-18 y ASTM C496/C496M-17, respectivamente.

El análisis de los datos consistió en estadística descriptiva (media y desviación estándar), para las variables desgaste a la abrasión y resistencia a la compresión y tensión; prueba de diferencia de medias (ANOVA), para la variable desgaste a la abrasión, utilizando los siguientes criterios de agrupación: la relación A/C, la muestra de agregado fino y el tratamiento de curado y prueba *post hoc* de Sheffé para probar la diferencia significativa entre las medias de las parejas según su relación A/C. En las pruebas de diferencia de medias se consideró un nivel mínimo de significancia de 0.05.

Las tres variables de interés y la relación A/C fueron relacionadas por medio de la correlación bivariada de Pearson. Se calcularon, por el método de mínimos cuadrados, las ecuaciones de correlación entre la resistencia a la compresión y a la tensión, y la relación A/C (variables independientes), y la resistencia a la abrasión (variable dependiente). A cada modelo se le calculó su medida de relación por medio del coeficiente de correlación y su bondad de ajuste por medio de su significancia. En las correlaciones calculadas se consideró un nivel mínimo de significancia de 0.05.

RESULTADOS

En la tabla III se presentan los resultados de la prueba de desgaste por abrasión; cada valor de desgaste representa la media de los resultados de dos repeticiones al experimento; en cada repetición se probaron tres probetas y en cada una de ellas se hicieron tres medidas del desgaste, es decir, cada valor del desgaste de esta tabla representa la media de 18 mediciones.

Tabla III. Resultados de la prueba de desgaste por abrasión.

Agregado fino	Curado	A/C	Desgaste (mm)
Ca100	Natural	0.40	25.83
		0.50	28.86
		0.60	29.37
		0.70	33.22
	Húmedo	0.40	19.42
		0.50	23.63
		0.60	24.54
		0.70	31.20
Ca80+Si20	Natural	0.40	22.50
		0.50	23.45
		0.60	26.28
		0.70	26.11
	Húmedo	0.40	17.03
		0.50	17.32
		0.60	19.28
		0.70	21.93

El efecto de la A/C en el desgaste se puede observar en la tabla IV, en la cual se presentan las medias y desviaciones estándar calculadas para cada relación A/C. La muestra de concretos cuyos estadísticos descriptivos se presentan en esta tabla fueron fabricados con el agregado fino calizo

(Ca100) y se sometieron a un tratamiento de curado húmedo por 14 días; es decir, representan el caso típico que pudiera darse en las losas de concreto fabricadas con agregados calizos de alta absorción, adecuadamente curadas.

Tabla IV. Estadística descriptiva del desgaste (mm) para concretos con agregado fino calizo y curado húmedo.

Estadístico	A/C				General
	0.40	0.50	0.60	0.70	
Media	19.42	23.63	24.54	31.20	24.70
Desviación estándar	3.16	4.15	2.06	2.37	5.16

Se realizó el análisis estadístico de las diferencias de las medias presentadas en la tabla IV. El resultado del ANOVA arrojó diferencias significativas entre las medias del desgaste al hacer variar la relación A/C del concreto, con un estadístico F igual a 15.38 y una significancia menor a 0.01. Por medio de la prueba *post-hoc* se determinó que la diferencia entre la media del desgaste del concreto con relación A/C de 0.70 (31.20 mm) fue estadísticamente diferente de las medias de los concretos con las otras tres A/C (19.42, 23.63 y 24.54 mm correspondientes a las A/C de 0.40, 0.50 y 0.60, respectivamente); las significancias de estas tres comparaciones fueron ≤ 0.01 .

Los efectos combinados del tipo de agregado fino y del tratamiento de curado en el desgaste se pueden apreciar en la tabla V. Los concretos cuya estadística descriptiva se presenta en esta tabla fueron agrupados en cuatro muestras que corresponden a sendas combinaciones de agregado fino y tratamiento de curado; cada una de estas muestras incluyó los valores del desgaste medidos en los concretos fabricados con las cuatro relaciones A/C.

Tabla V. Estadística descriptiva del desgaste (mm) de las muestras que combinan los agregados finos y tratamientos de curado estudiados.

Estadístico	Agregado fino			
	Ca100		Ca80+Si20	
	Curado		Curado	
	Natural	Húmedo	Natural	Húmedo
Media	29.32	24.70	24.29	18,89
Desviación estándar	3.78	5.16	3.01	3.81

Para estudiar por separado el efecto en el desgaste de la sustitución de una parte del agregado fino calizo (20%) por agregado de sílica, se dividieron los concretos que tuvieron curado húmedo en dos muestras, según su tipo de agregado fino. El resultado del ANOVA arrojó diferencias

significativas entre la media del desgaste de los concretos fabricados con agregado fino calizo (24.70 mm) y la media de los fabricados con la combinación de agregados calizos y de sílica (18.89 mm), con una F de 18.32 y una significancia menor a 0.01. Repitiendo el análisis para los concretos que tuvieron curado natural, se obtuvo también diferencia significativa, con un valor de F de 34.57 y una probabilidad menor de 0.01.

Para estudiar por separado el efecto del tratamiento de curado en el desgaste, se dividieron los concretos fabricados con agregado fino calizo en dos muestras según el tratamiento de curado aplicado. El resultado del ANOVA arrojó diferencias significativas entre la media del des-

gaste de los concretos con curado natural (29.32 mm) y la media de los que tuvieron curado húmedo (24.70 mm) con una F de 15.52 y una significancia menor a 0.01. Para los concretos con agregado fino combinado (Ca80+Si20), el ANOVA arrojó también diferencia significativa, con un valor de F de 15.39 y una probabilidad menor de 0.01.

Para determinar la relación que guarda el desgaste del concreto con la resistencia a la compresión y tensión se midieron estas dos variables en los ocho lotes de concreto fabricados con agregado fino calizo y curado húmedo. En la tabla VI se presentan los valores obtenidos a partir de las pruebas correspondientes.

Tabla VI. Resistencia a la compresión, tensión y desgaste de los concretos con agregado fino calizo y con curado húmedo.

A/C	Compresión kg/cm ² (MPa)		Tensión kg/cm ² (MPa)		Desgaste (mm)
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
0.40	345 (33.8)	3.2 (0.3)	33 (3.2)	0.5 (0.05)	19.37
0.40	328 (32.2)	10.2 (1.0)	33 (3.2)	1.9 (0.1)	19.46
0.50	294 (28.8)	2.6 (0.2)	33 (3.2)	1.1 (0.1)	26.42
0.50	315 (30.9)	1.5 (0.1)	32 (3.1)	2.1 (0.2)	20.84
0.60	275 (27.0)	8.1 (0.8)	32 (3.1)	1.4 (0.1)	26.12
0.60	266 (26.1)	7.8 (0.7)	28 (2.7)	0.5 (0.04)	22.97
0.70	174 (17.1)	3.9 (0.3)	23 (2.2)	1.1 (0.1)	29.64
0.70	184 (18.1)	1.8 (0.1)	22 (2.1)	1.4 (0.1)	32.75

En las ecuaciones 1, 2 y 3 se presentan los modelos lineales de correlación que resultaron de considerar el desgaste

(en mm) como variable dependiente, y la resistencia a compresión y tensión (en kg/cm²), y la relación A/C como variables dependientes; se tuvieron coeficientes de Pearson de -0.91, -0.80 y 0.88, respectivamente, con significancias menores a 0.01. Se hace la observación de que, en ningún caso, la combinación de más de una variable independiente arrojó un mayor coeficiente de correlación que el obtenido utilizando únicamente la resistencia a la compresión como variable pronosticadora del desgaste.

$$\text{Desgaste} = 43.686 - 0.070 * \text{Compresión} \quad (1)$$

$$\text{Desgaste} = 49.666 - 0.846 * \text{Tensión} \quad (2)$$

$$\text{Desgaste} = 4.756 + 36.255 * \text{A/C} \quad (3)$$

Sustituyendo los valores de la tabla VI en las ecuaciones anteriores, se obtuvieron las siguientes diferencias entre el desgaste medido y el valor calculado: (1) utilizando la resistencia a la compresión como variable independiente se obtuvo una diferencia promedio de -0.01 mm (con rango de -2.94 a 3.31 mm); (2) utilizando la resistencia a la tensión como variable independiente se obtuvo una diferencia promedio de 0.99 mm (con rango de 0.89 a 1.21 mm), y (3) utilizando la relación A/C como variable independiente se obtuvo una diferencia promedio de -0.10 mm (con rango de -4.38 a 3.53 mm).

DISCUSIÓN

Se estudiaron concretos que combinaron diferentes relaciones A/C, tratamientos de curado y muestras de agregado fino. Para todas las combinaciones se observó que al disminuir la relación A/C el ancho del desgaste por abrasión en el concreto fue menor. Laplante *et al.* (1991) pro-

baron el importante efecto de la relación A/C en la resistencia a la abrasión y concluyeron que es el segundo factor en importancia, después de la calidad de los agregados.

De acuerdo con la norma UNE-EN 1339 (2004), el concreto estudiado en la presente investigación con relación A/C de 0.40 se puede clasificar como de muy alta exigencia a la abrasión para uso industrial (denominado clase 4, marcado I), que se caracteriza por tener un ancho de desgaste ≤ 20 mm; los concretos con relaciones A/C de 0.50 y 0.60 se pueden clasificar como de exigencia baja para uso normal (clase 12, marcado G), que se caracterizan por tener un ancho de desgaste ≤ 26 mm y > 20 mm; mientras que el concreto con relación A/C de 0.70, con ancho de desgaste > 26 mm está fuera de la clasificación.

Desde el punto de vista de la resistencia a la compresión, el ACI-302 *Construcción de losas y pisos de concreto* (2015), especifica una resistencia a la compresión de 315 kg/cm² (30.9 MPa) a 28 días para pisos sujetos a tráfico pesado y cargas de impacto (denominados clase 6). Esta resistencia corresponde a la obtenida en este estudio para el concreto con relación A/C de 0.40, que fue en promedio de 337 kg/cm² (33.0 MPa).

Estadísticamente se obtuvo que las medias del desgaste de los concretos con relación A/C de 0.40, 0.50 y 0.60 no fueron significativamente diferentes (desgastes de 19.42, 23.63 y 24.54 mm, respectivamente), mientras que la media del desgaste de los concretos con relación A/C de 0.70 (31.20) sí fue significativamente diferente a las medias de las otras tres relaciones A/C. Respecto al efecto de la relación A/C en la durabilidad del concreto, en un estudio realizado con concretos fabricados con los mismos agregados calizos de alta absorción se reportó que no se encontraron diferencias significativas para las relaciones A/C de 0.40 y 0.50 en las medias de diversas variables medidas en el concreto, como la permeabilidad al aire, la porosidad total, la sortividad y la resistividad (Alcoer, 2014), lo cual llevó a concluir que ambas relaciones A/C producen concretos igualmente durables.

Estadísticamente se obtuvo que la media del desgaste de los concretos con curado húmedo fue significativamente diferente a la media de los concretos expuestos al medio ambiente, teniendo mejor desempeño los primeros. Estos resultados se pueden comparar con los reportados por Solís *et al.* (2013) para concretos fabricados con agregados similares, con relación A/C de 0.50 y diferentes tratamientos de curado; en ese estudio se utilizó la misma prueba de abrasión que en la presente investigación y se

reportaron los siguientes desgastes: 26.9 mm, para concreto expuesto al medio ambiente (clima cálido subhúmedo); 24.0 mm, para curado húmedo por siete días, y 23.4 mm, para curado húmedo por 28 días. Por su parte, en la presente investigación, para la relación A/C de 0.50, se midieron desgastes de 28.86 y 23.63 mm para concretos expuestos al medio ambiente y con curado húmedo por 14 días, respectivamente; se puede apreciar que los valores medidos en los dos estudios, realizados en condiciones similares, son consistentes.

Dhir *et al.* (1991) también comprobaron el efecto del curado en el desgaste por abrasión en el concreto, para esto fabricaron concretos con relación A/C de 0.55 y los sometieron a diversos tratamientos de curado, como exposición al medio ambiente, curado húmedo por cuatro días y uso de diversas membranas de curado. De acuerdo con sus resultados, el concreto con curado húmedo por cuatro días tuvo 52% de disminución en la profundidad del desgaste, respecto al concreto expuesto al medio ambiente, en un contexto de clima frío (con temperatura media anual de 8°C). En el presente estudio para el concreto de características similares se tuvo una disminución del ancho del desgaste de alrededor de 17%, en un contexto de clima cálido subhúmedo (con temperatura media anual de 25°C).

Los agregados calizos utilizados en la presente investigación se caracterizan por tener alta absorción. Por tal motivo, para mejorar el desempeño del concreto se hizo una sustitución parcial de agregado fino por arena de sílica, en la cual se midió un porcentaje de absorción siete veces menor que el del agregado fino calizo. Estadísticamente se obtuvo que la media del desgaste de los concretos fabricados con una sustitución de 20% del agregado fino calizo por arena de sílica fue significativamente diferente respecto a la media de los concretos fabricados con 100% agregado fino calizo de alta absorción; teniendo mejor desempeño los primeros.

La mejoría en la resistencia a la abrasión por esta sustitución concuerda con los estudios de Ghafouri y Diawara (2007) y de Li *et al.* (2011), en los cuales se sustituyeron variados porcentajes de los agregados finos por materiales con mejores propiedades, obteniendo como resultado una mayor resistencia a la abrasión en el concreto en forma consistente.

Laplante *et al.* (1991) demostraron la influencia de las propiedades de los agregados en el desgaste por abrasión; fabricaron concretos con A/C de 0.32 y agre-

gados provenientes de rocas de caliza, dolomita, granito y basalto. De acuerdo con sus resultados, los concretos fabricados con agregados no calizos obtuvieron los siguientes porcentajes de disminución en la profundidad del desgaste, respecto al que midió en el concreto con agregados calizos: 73% para la dolomita, 82% para el granito y 86% para el basalto.

En ese informe se reportan, también, los porcentajes de desgaste por abrasión e impacto de los diferentes agregados utilizados –obtenidos con la máquina de Los Ángeles– los cuales fueron 28.7% para la caliza, 18.9% para la dolomita, 21.9% para el granito y 14.6% para el basalto. Como se puede notar, el agregado calizo utilizado en el estudio de Laplante *et al.* (1991) tuvo un desgaste por abrasión parecido al que se tuvo en el agregado calizo utilizado en la presente investigación (25.99%, de acuerdo con la tabla I); lo anterior podría permitir comparar, de manera indirecta, la resistencia a la abrasión de los concretos fabricados en la presente investigación, con la resistencia de concretos fabricados con agregados provenientes de rocas con mejores propiedades.

Por otro lado, se obtuvo una muy alta correlación entre el desgaste y la resistencia a la compresión (coeficiente de Pearson > 0.90); una alta correlación entre el desgaste y la resistencia a la tensión y la relación A/C (coeficientes de Pearson entre 0.80 y 0.90). Sin embargo, la fuerza de la correlación no aumentó cuando se incluyeron en un mismo modelo la resistencia a compresión y tensión como variables independientes para pronosticar el desgaste, como se ha reportado en la bibliografía (Yazici y Inan, 2005).

CONCLUSIONES

Para los agregados calizos triturados de alta absorción utilizados en el presente estudio se comprobó que la resistencia al desgaste por abrasión aumenta consistentemente mientras más rica en cemento sea la mezcla. El concreto con relación A/C de 0.40 mostró ser adecuado para obtener concretos con buen desempeño ante acciones abrasivas.

En concretos sin curado húmedo se obtuvo una disminución del desgaste de 17% al sustituir 20% del agregado calizo fino por arena de sílica, con lo cual mejoró el desempeño del concreto.

En concretos con agregado fino combinado (caliza-sílica) se obtuvo una disminución adicional del desgaste de 22% al aplicarle un curarlo húmedo por 14 días; con lo que se produjo una disminución del ancho del desgaste total de 36%, bajo el efecto combinado de mejorar el agregado fino y de curar el concreto adecuadamente.

Con base en el análisis estadístico realizado se obtuvo:

- Diferencia significativa de la media del desgaste de los concretos con relaciones A/C de 0.40, 0.50 y 0.60, respecto a la media del concreto con A/C de 0.70.
- Diferencia significativa de la media del desgaste del concreto fabricado con agregados finos combinados (caliza-sílica), respecto a la media del concreto con agregado fino calizo.
- Diferencia significativa de la media del desgaste del concreto con curado húmedo, respecto a la media del concreto curado al medio ambiente.
- Un modelo con muy alta correlación entre el desgaste y la resistencia a la compresión.

REFERENCIAS

- Alcocer, M. (2014). *Estudio de la permeabilidad en el concreto con agregados calizos triturados*. (tesis de maestría), Mérida, México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- ASTM C496/C496M-17. (2017). *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. West Conshohocken, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2017). *Annual book of ASTM standards, Volume 04.02: Concrete and aggregates*. West Conshohocken, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C3192/C39M-18. (2018). *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory*. West Conshohocken, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM C39/C39M-18. (2018). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. West Conshohocken, USA: American Society for Testing and Materials.
- Budinski, K. (2007). *Guide to friction, wear and erosion testing*. West Conshohocken, USA: ASTM international.
- Cardell, C., Rivas, T., Birgine, J., *et al.* (2003). Patterns of damage in igneous and sedimentary rocks under condi-

- tions simulating sea-salt weathering. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group*. 28(1):1-14. <https://doi.org/10.1002/esp.408>
- Cerón M., Duarte F, y Castillo W. (1996). Propiedades físicas de los agregados pétreos de la ciudad de Mérida. *Ingeniería Revista Académica*. 31: 27-40.
- Committee 116. (2000). *ACI-116R-00 Cement and concrete terminology*. Farmington Hills, USA: American Concrete Institute.
- Committee 211. (2009). *ACI-211.1-91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. Farmington Hills, USA: American Concrete Institute.
- Committee 302. (2015). *ACI-302.1R-15 Guide to concrete floor and slab construction*. Farmington Hills, USA: American Concrete Institute.
- Dhir, R., Hewlett, P, y Chan, Y. (1991). Near-surface characteristics of concrete: abrasion resistance. *Materials and Structures*. 24(2): 122-128. [Doi.org/10.1007/BF02472473](https://doi.org/10.1007/BF02472473)
- Ghafoori, N., y Hamidou, D. (2007). Strength and wear resistance of sand-replaced silica fume concrete. *ACI Materials Journal*. 104(2):206-14. DOI: 10.14359/18584
- Grdic, Z., Curcic, G., Ristic, N., et al. (2012). Abrasion resistance of concrete micro-reinforced with polypropylene fibers. *Construction and Building Materials*. 27(1):305-312. DOI: [doi:10.1016/j.conbuildmat.2011.07.044](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.07.044)
- Horszczaruk, E. (2005). Abrasion resistance of high-strength concrete in hydraulic structures. *Wear*. 259(1):62-69. DOI: [10.1016/j.wear.2005.02.079](https://doi.org/10.1016/j.wear.2005.02.079)
- Laplante, P, Aïtcin, P, y Vézina, D. (1991). Abrasion resistance of concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 3(1): 19-28. DOI: [10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(1991\)3:1\(19\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(1991)3:1(19))
- Li, B, Ke, G, y Zhou, M. (2011). Influence of manufactured sand's characteristics on strength and abrasion resistance of pavement cement concrete. *Construction and Building Materials*. 25(10):3849-3853. DOI:[10.1016/j.conbuildmat.2011.04.004](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.04.004)
- Neville, A. (2010). *Concrete technology*: Second Edition, London, England: Prentice-Hall.
- ONNCCE. (2017). *NMX-C-414 Industria de la construcción-cementos hidráulicos: especificaciones y métodos*. Ciudad de México, México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
- Pacheco, J., y Alonzo, L. (2003). Caracterización del material calizo de la Formación Carrillo Puerto en Yucatán. *Ingeniería Revista Académica*. 7(1):7-19.
- Parrot, L. (1988). Moisture profile in drying concrete. *Advances in Cement Research*. 1(3):164-170.
- Solís, R, y Moreno, E. (2011). *Concreto con agregados calizos en clima cálido*. Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- Solís, R, Moreno, E, y Serrano, C. (2013). Influencia del tiempo de curado húmedo en la resistencia y durabilidad del concreto en clima tropical. *Concreto y Cemento, Investigación y Desarrollo*. 4(2):15-25.
- UNE. (2004). *EN 1339 baldosas de hormigón: especificaciones y métodos de ensayo*. Madrid, España: Normalización Española.
- Vassou, V, Short, N, y Kettle, R. (2008). Microstructural investigations into the abrasion resistance of fiber-reinforced concrete floors. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 20(2):157-168. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2008\)20:2\(157\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2008)20:2(157)).
- Yazıcı, S, y Inan, G. (2005). An investigation on the wear resistance of high strength concretes. *Wear*. 260(6):615-618. DOI:[10.1016/j.wear.2005.03.028](https://doi.org/10.1016/j.wear.2005.03.028)
- Zulkarnain, F, y Ramli, M. (2008). Durability performance of lightweight aggregate concrete for housing construction. *Proceedings from ICBEDC*. 8: 541-551.

Análisis y simulación de transferencia de calor en órbita de un CubeSat usando iOS

Roberto C. Cabriales Gómez*, Luis A. Reyes Osorio*, Carlos E. Chávez Felix*,
Diana Cobos Zaleta*, Patricia C. Zambrano Robledo*

DOI: /https://doi.org/ 10.29105/cienciauanl23.103-2

RESUMEN

La estructura de un CubeSat permite realizar distintas misiones en órbita terrestre baja, siendo de relevancia sus condiciones de operación en la prevención y control de fenómenos térmicos. Dependiendo de su órbita e inclinación, el satélite estará sujeto a diferentes efectos de transferencia de calor. En este trabajo se presenta el desarrollo de un modelo matemático en la evaluación de las condiciones críticas de transferencia de calor en los estados estable y transitorio de un CubeSat. Asimismo, se desarrolló una aplicación en iOS que simula los resultados obtenidos mediante la herramienta SceneKit para producir gráficos 3D.

Palabras clave: CubeSat, radiación, transferencia de calor, iOS, SceneKit.

En las últimas décadas, la industria aeroespacial ha tenido un significativo interés en el desarrollo e investigación de satélites cada vez más pequeños para reducir su peso y costo. El estándar CubeSat fue creado por la Stanford University y por la California Polytechnic State University en 1999, éste especifica que una unidad de 1U estándar es un cubo de 10 cm ($10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$) con una masa de hasta 1.33 kg (Poghosyan y Golkar, 2017). Un 1U CubeSat podría servir como un satélite independiente o podría combinarse para construir una nave espacial más grande. Por ejemplo, un 3U CubeSat tendrá un factor de forma similar a tres 1U CubeSats combinados. Una de las principales ventajas de esta estandarización es permitir a los fabricantes de vehículos de lanzamiento adoptar un sistema de despliegue común independiente del fabricante CubeSat. Dada la naturaleza exitosa del CubeSat, como las unidades 1U y 3U, se ha creado un estándar para mayores CubeSat (6U, 12U y 27U). Por lo general, los satélites pequeños se clasifican basándose sólo en su masa, sin

ABSTRACT

CubeSat's structure allows to perform space missions in low Earth orbit. Therefore, it is necessary to consider at which conditions it will be exposed, focusing on the prevention and control of thermal phenomena. Depending on its orbit and inclination, the satellite will be exposed to different heat transfer effects. In this research, temperature gradient simulations were performed using a mathematical model in order to obtain the heat transfer critical conditions steady and transient states. An iOS application was then created to simulate the results using the tool SceneKit to produce 3D graphics.

Keywords: CubeSat, radiation, heat transfer, iOS, SceneKit.

embargo, en el caso del estándar CubeSat también se considera el volumen. La figura 1 proporciona una clasificación generalmente aceptada para satélites pequeños junto con una comparación con el estándar CubeSat.

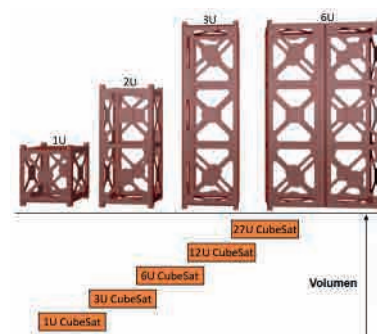


Figura 1. Especificaciones CubeSat. El volumen de 1U equivale a $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ (Poghosyan y Golkar, 2017).

*Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: roberto.cabrialesgm@uanl.edu.mx

La composición relativamente simple de un CubeSat permite realizar cualquier misión asignada en órbita terrestre baja, por esta razón, es necesario considerar las diferentes condiciones a las que estará expuesto, prestando atención a la prevención y control de los fenómenos térmicos. En los CubeSat el riesgo radica principalmente en la operación de los componentes electrónicos, así como en las baterías si son expuestas a temperaturas extremas, sobre todo por radiación solar, por la radiación reflejada de la superficie de la Tierra (conocida como albedo), así como la radiación infrarroja emitida por la Tierra.

El albedo es la fracción de la luz solar reflejada desde cualquier planeta al espacio, aumenta con la latitud, varía con la inclinación de la órbita y depende tanto de la superficie local como de las propiedades atmosféricas (Wen y Mudawar, 2004). El factor de albedo promedio y la intensidad de la radiación solar por planeta se muestran en la tabla I.

Tabla I. Factor de albedo promedio e intensidad de radiación solar de tres planetas (Wertz y Larson, 2010).

Planeta	Intensidad de radiación solar (% de 1 UA)	Factor de albedo promedio
Venus	191	0.8
Tierra	100	0.31-0.39
Marte	43.1	0.29

La actividad solar varía diariamente, y es la variación entre máximos y mínimos solares la que a menudo dicta el diseño del satélite. Los CubeSats están diseñados para permanecer en órbita por un corto periodo de tiempo y por lo tanto el promedio de flujo solar durante un lapso prolongado es suficiente para el análisis de radiación.

La transferencia de calor por radiación ocurre en forma de ondas electromagnéticas que pueden viajar por el vacío, la ley de Stefan-Boltzmann se utiliza para obtener la razón máxima de la radiación de un cuerpo negro que se puede emitir desde una superficie a una temperatura.

$$\dot{q}_{rad} = \sigma A T^4 \quad (1)$$

donde la constante de Stefan-Boltzmann es $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}^4)$, A es el superficie de emisión y T la temperatura absoluta.

Existen dos propiedades importantes relativas a la radiación sobre una superficie. La primera es la emisividad ε que es la relación entre la radiación emitida por la superficie real y la emitida por un cuerpo negro. La segunda es la absorptividad α , que es la fracción de la energía de radiación incidente absorbida por la superficie. Así, la radiación térmica emitida por una superficie real puede ser obtenida cómo:

$$\dot{q}_{rad} = \varepsilon \sigma A T^4 \quad (2)$$

La radiación térmica absorbida por una superficie real se obtiene:

$$\dot{q}_{rad} = \alpha \sigma A T^4 = \alpha G \quad (3)$$

Donde G se le conoce como irradiación; otro parámetro usado es el factor de forma F que representa la razón del flujo neto entre sus superficies debido a su inclinación, en el caso de un CubeSat alrededor de la Tierra, debido a sus diferencias de tamaño, el factor de forma se aproxima a 1. De igual manera, entre el Sol y el satélite, debido a su distancia, también se aproxima a 1 por lo que no será necesario considerarlo en el modelo 1 (Incropera *et al.*, 2007; Duffie y Beckman, 2006).

En el caso de la irradiancia solar, ésta se ha obtenido experimentalmente a partir de satélites patrocinados por agencias espaciales, principalmente la NASA. Siendo uno de los más conocidos el Experimento Solar de Radiación y Clima (SORCE), que se lanzó el 25 de enero de 2003 y ha recibido mediciones precisas de radiación solar; para este trabajo se usaron los datos del instrumento abordo llamado TIM (Total Irradiance Monitor). La nave espacial SORCE fue lanzada en una órbita de 645 km y 40 grados y es operada por el Laboratorio de Física Atmosférica y Espacial en Colorado, EE. UU.

La absorción del Sol al satélite puede ser calculada como el producto de la absorptividad solar α_s , el área expuesta del satélite e irradiación solar G_s . La absorción del CubeSat por el albedo puede ser calculada con la irradiación solar G_s multiplicada por el factor del albedo f_A . La irradiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra puede ser calculada con base en la energía solar incidente I_T sobre el área transversal de la Tierra considerando un radio R :

$$I_T = G_s \times \pi R^2 \quad (4)$$

Esta radiación se extiende sobre la superficie esférica de la Tierra, por lo que la energía emitida por unidad de superficie puede ser calculada (Cisneros, *et al.*, 2017) como:

$$E_T = \frac{I_T}{4\pi R^2} = G_s/4 \quad (5)$$

Los parámetros previamente mencionados se deberán considerar en el desarrollo del modelo térmico. La simulación se realizó a través de Swift, un lenguaje de programación multiparadigma creado por Apple para el desarrollo de aplicaciones para iOS y macOS. Swift es un lenguaje de desarrollo rápido de propósito general, usa el compilador LLVM incluido en Xcode que es el entorno de desarrollo para macOS. En 2015 este lenguaje pasó a código abierto (Apple Inc., 2018). Este lenguaje es derivado de C con conceptos de programación similares a lenguajes de scripting como Ruby o Python (Swift, 2016).

La visualización gráfica se elaboró usando SceneKit, un conjunto de librerías y códigos que permite trabajar de acuerdo con una metodología que proporciona los recursos requeridos en una escena 3D, este conjunto maneja automáticamente el código necesario para un renderizado de OpenGL (Open Graphics Library) (Apple Inc., 2018), es decir, la especificación multilinguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones que generan gráficos 2D y 3D.

CONTRIBUCIÓN

En este trabajo se utilizaron modelos de transferencia de calor por radiación en estado estable y transitorio para elaborar una aplicación móvil en iOS que simule las condiciones térmicas críticas de la órbita de un CubeSat utilizando herramientas tecnológicas que sean accesibles y fáciles de entender para todo público. Los resultados obtenidos fueron comparados con datos experimentales presentados en la bibliografía y la aplicación ha sido publicada en la appstore como aplicación gratuita con el nombre de CubeSat en la liga:

<https://itunes.apple.com/us/app/cubesat/id1358767556?l=es&ls=1&mt=8>

MODELO MATEMÁTICO

En condiciones estacionarias sobre el CubeSat se tiene la siguiente relación:

$$\sum \dot{q}_{entran} = \sum \dot{q}_{salen} \quad (6)$$

$$\dot{q}_{s_sat} + \dot{q}_{alb_sat} + \dot{q}_{ir_t_sat} + \dot{q}_{esp_sat} = \dot{q}_{sat_t} + \dot{q}_{sat_esp}$$

Donde las energías de radiación involucradas son:

La absorción de sol a satélite:

$$\dot{q}_{s_sat} = \alpha_s A_{s_sat} G_s \quad (7)$$

La absorción de albedo a satélite:

$$\dot{q}_{alb_sat} = \alpha_s A_{alb_sat} f_A G_s \quad (8)$$

La absorción de infrarrojo emitido por la Tierra al satélite:

$$\dot{q}_{ir_t_sat} = \alpha_{ir} A_{t_sat} E_T \quad (9)$$

La absorción del espacio al satélite:

$$\dot{q}_{esp_sat} = \alpha_{ir} A_{esp_sat} \sigma T_{esp}^4 \quad (10)$$

La emisión del satélite a la Tierra:

$$\dot{q}_{sat_t} = \varepsilon_{ir} A_{sat_t} \sigma T_{sat}^4 \quad (11)$$

La emisión del satélite al espacio:

$$\dot{q}_{sat_esp} = \varepsilon_{ir} A_{sat_esp} \sigma T_{sat}^4 \quad (12)$$

Donde α_s es la absorptividad solar (adimensional), α_{ir} la absorptividad por radiación ir de la Tierra (adimensional), ε_{ir} la emisividad por radiación ir de la Tierra (adimensional), G_s la irradiancia solar (W/m^2), f_A el factor de albedo (adimensional), E_T la energía ir emitida por la Tierra (W/m^2), T_{esp} la temperatura del espacio (K), A_{s_sat} el área expuesta del satélite hacia el Sol (m^2), A_{alb_sat} el área expuesta del satélite por el albedo (m^2), $A_{t_sat} = A_{sat_t}$ el área expuesta del satélite hacia la Tierra (m^2) y $A_{esp_sat} = A_{esp_sat}$ el área expuesta del satélite hacia el espacio (m^2).

De la ley de Kirchhoff de la radiación térmica se tiene la siguiente igualdad:

$$\varepsilon_{ir} \approx \alpha_{ir} \quad (13)$$

Considerando condiciones extremas donde una cara A del CubeSat se encuentra de forma perpendicular al Sol, otra cara se encuentra enfocada hacia la Tierra y las demás se encuentran dirigidas al espacio, podemos escribir:

$$\alpha_s A G_s + \alpha_s A f_A G_s + \alpha_{ir} A E_T + \alpha_{ir} 4A \sigma T_{esp}^4 = \alpha_{ir} A \sigma T_{sat}^4 + \alpha_{ir} 4A \sigma T_{sat}^4 \quad (14)$$

$$\alpha_s A G_s (1 + f_A) + \alpha_{ir} A E_T + \alpha_{ir} 4A \sigma T_{esp}^4 = \alpha_{ir} 5A \sigma T_{sat}^4$$

Dividiendo los dos lados de la igualdad entre A :

$$\alpha_s G_s (1 + f_A) + \alpha_{ir} (E_T + 4\sigma T_{esp}^4) = \alpha_{ir} 5\sigma T_{sat}^4 \quad (15)$$

$$T_{sat} = \sqrt[4]{\frac{\alpha_s G_s (1 + f_A) + \alpha_{ir} (E_T + 4\sigma T_{esp}^4)}{\alpha_{ir} 5\sigma}} = T_{satEst}$$

Las condiciones en el estado transitorio en el CubeSat pueden ser representadas por:

$$\sum \dot{q}_{entran} - \sum \dot{q}_{salen} = d\dot{U} \quad (16)$$

$$\alpha_s A G_s (1 + f_A) + \alpha_{ir} A E_T + \alpha_{ir} 4A \sigma T_{esp}^4 - \alpha_{ir} 5A \sigma T_{satTrans}^4 = mCp \frac{dT}{dt}$$

Donde $T_{satTrans}$ es la temperatura del satélite en el tiempo, $T_{satEst} = T_{sat}$ la temperatura del satélite en estado estable, siendo el límite para el estado transitorio; Cp es el calor específico del satélite ($J/(kg K)$) y m la masa del satélite (kg).

Además de las ecuaciones de estado estable se conoce que:

$$\alpha_{ir} 5A \sigma T_{satEst}^4 = \alpha_s A G_s (1 + f_A) + \alpha_{ir} A E_T + \alpha_{ir} 4A \sigma T_{esp}^4 \quad (17)$$

$$\alpha_{ir}5A\sigma T_{satEst}^4 - \alpha_{ir}5A\sigma T_{satTrans}^4 = mCp \frac{dT}{dt} \quad (18)$$

$$\alpha_{ir}5A\sigma(T_{satEst}^4 - T_{satTrans}^4) = mCp \frac{dT}{dt}$$

$$mCp = \sum_i m_i C_{p_i} = C_T \text{ de } i \text{ componentes} \quad (19)$$

$$\frac{\alpha_{ir}5A\sigma}{C_T} dt = \frac{dT}{(T_{satEst}^4 - T_{satTrans}^4)} \quad (20)$$

$$\frac{\alpha_{ir}5A\sigma}{C_T} \int_{t=0}^t dt = \int_{T_0}^T \frac{dT}{(T_{satEst}^4 - T^4)}$$

La ecuación (19) en notación simple puede ser extendida a los diferentes materiales que presenta el satélite en la superficie, siendo C_T el calor específico total considerando distintos materiales, en este trabajo i tiene el valor de dos componentes: aluminio y la celda solar. Además, descomponiendo en fracciones parciales e integrando:

$$\frac{\alpha_{ir}5A\sigma}{C_T} t = \frac{1}{4 T_{satEst}^3} \left\{ \ln \left| \frac{T_{satEst} + T}{T_{satEst} - T} \right| - \ln \left| \frac{T_{satEst} + T_0}{T_{satEst} - T_0} \right| + 2 \left[\tan^{-1} \left(\frac{T}{T_{satEst}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{T_0}{T_{satEst}} \right) \right] \right\} \quad (21)$$

En esta expresión T no se puede evaluar directamente; siendo T el cambio de temperatura con respecto al tiempo t , su valor puede ser encontrado iterativamente debido a que la expresión del lado izquierdo de la igualdad está compuesta por cuatro constantes y el tiempo como única variable, mientras la expresión del lado derecho presenta dos constantes T_0 y T_{satEst} , donde T_0 es la temperatura inicial obtenida de los datos experimentales del CubeSat CP3 (Friedel y McKibbon, 2011) y T_{satEst} se obtiene de (15). La variable T de la expresión del lado derecho se puede calcular para un determinado valor de t desarrollando iteraciones en el valor de T hasta encontrar el valor que satisfaga la igualdad. Mediante el desarrollo de un algoritmo se puede variar el valor de t desde un tiempo cero hasta un tiempo definido, dependiendo del tiempo que completa media órbita para el lado iluminado o lado oscuro según sea el caso. En esta ecuación, T_{satEst} representa el valor límite que podría alcanzar T , presentando un valor diferente para el lado iluminado en comparación al lado oscuro debido a la ausencia del término G_s en este último caso.

RESULTADOS

Para la validación del modelo se utilizaron datos experimentales recopilados del CubeSat CP3 (1U) lanzado en 2007 con una órbita de inclinación de 97.3 grados y un periodo de 99.14 minutos (Friedel y McKibbon, 2011). En el CubeSat CP3, 42% del área está cubierta con paneles solares con una emisividad $\varepsilon = 0.825$, absorptividad $\alpha = 0.805$ y $cp_{celda} = 1600 \text{ J/(kg K)}$, el resto de la superficie puede considerarse 58% de aluminio 7075 con $\varepsilon=0.045$, $\alpha=0.25$, $cp_{7075}=960 \text{ J/(kg K)}$, además, considerando que el estándar

CubeSat recomienda que la estructura de aluminio no debe pesar más de 30% de la masa total, 0.3 kg de aluminio, 0.03 kg de celda solar y una temperatura del espacio de 2.7 K (Poghosyan y Golkar, 2017; Wertz y Larson, 2005). La energía emitida por la Tierra también debe corregirse debido al albedo de (5).

Para un $f_A=35\%$, que puede variar con el ángulo beta, y con base en el modelo matemático, se obtuvieron dos temperaturas del estado estable según la irradiancia solar, una para el lado iluminado ($G_s=1355.827 \text{ W/m}^2$) y otra para el lado oscuro ($G_s=0 \text{ W/m}^2$), con estas temperaturas se realizaron los cálculos del estado transitorio con condiciones iniciales de 245 K (Friedel y McKibbon, 2011), obteniendo la variación de temperatura sobre su órbita. Los resultados del algoritmo para la órbita se muestran en la figura 2, la línea negra representa los valores del modelo y la línea azul los valores experimentales del CP3, es importante observar que el traslape presente en los valores mínimos es de esperarse debido a que como temperatura inicial del modelo se está utilizando la misma temperatura inicial del satélite CP3. Se puede resaltar que ésta se ajusta correctamente al comportamiento observado.

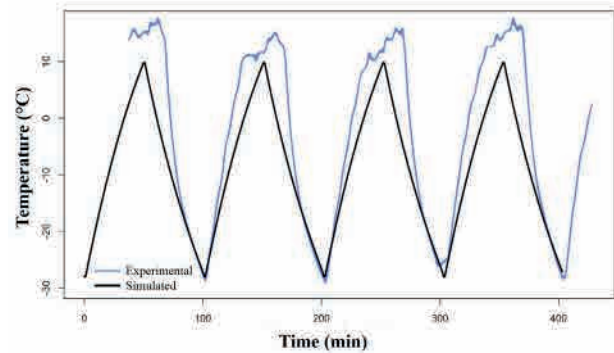


Figura 2. Ciclo de temperatura para una órbita utilizando la aplicación desarrollada y comparativa con temperaturas experimentales (Friedel y McKibbon, 2011).

La simulación y la visualización que se realizó mediante SceneKit se muestra en la figura 3.

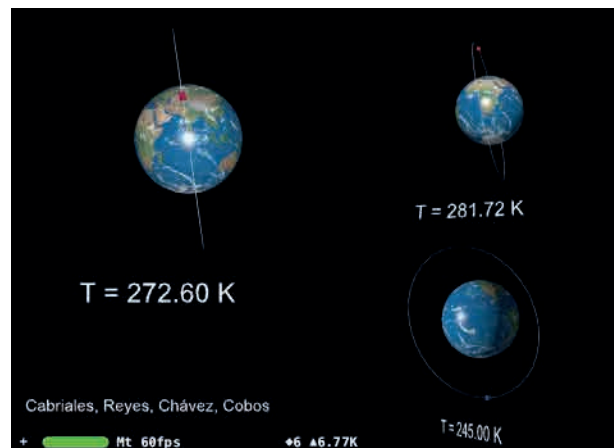


Figura 3. Temperatura para un punto orbital específico obtenida con la aplicación CubeSat.

CONCLUSIONES

Se desarrolló una aplicación que proporciona un marco para comprender los efectos térmicos en un CubeSat accesible tanto para investigadores como para estudiantes, la aplicación que se desarrolló proporciona distribuciones de temperatura y capacidades de modelado. Esta herramienta muestra la evolución temporal del perfil de temperatura del CubeSat. La aplicación está diseñada como una herramienta eficiente para el análisis térmico de nanosatélites, la cual complementará a las ya existentes herramientas de investigación.

REFERENCIAS

- Apple Inc. (2018). <https://swift.org>
- Apple Inc. (2018). <https://developer.apple.com/documentation/scenekit>
- Chang-Da, W., y Mudawar, I. (2004). Emissivity characteristics of roughened aluminum alloy surfaces and assessment of multispectral radiation thermometry (MRT) emissivity models. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 47:3591-3605.
- Cisneros, J.C., Martínez, N.S., Mendoza, U.A., *et al.* (2017). *Analysis of the temperature of a IU CubeSat due to radiation in space*, Advances in Structural Engineering and Mechanics, Seoul, Korea.
- Duffie, J.A., y Beckman, W.A. (2006). *Solar Engineering of Thermal Processes*. Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, third edition.
- Friedel, J., y McKibbin, S. (2011). *Thermal Analysis of the CubeSat CP3 Satellite, Senior Project*, California Polytechnic State University, Aerospace Engineering Department.
- Incropera, F., DeWitt, D., Bergman, T., *et al.* (2007). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*: 6th Edition. John Wiley & Sons Inc. USA
- Lattner, C. (2016). *Swift: Opportunities for Language and Compiler Research* IBM PL Day 2016, Yorktown Heights, NY.
- Poghosyan, A., y Golkar, A. (2017). CubeSat evolution: Analyzing CubeSat capabilities for conducting science missions, Progress in Aerospace Sciences. *Skolkovo Institute of Science and Technology*. 88:59-83.
- Wertz, J., y Larson J., W. (2010). *Space Mission Analysis and Design*. Space Technology Library. California, USA.



Análisis electromagnético mediante FDTD de un sustrato para etiquetas RFID pasivas

Mario Ángel Rico Méndez*, Norma Patricia Puente Ramírez*, Noemí Lizárraga Osuna**

DOI: /https://doi.org/10.29105/cienciauanl23.103-3

RESUMEN

La tecnología RFID, la cual permite el reconocimiento de objetos y transmisión de datos mediante señales de radiofrecuencia, presenta un desempeño que depende del material del producto al que son adheridas, por ello para su funcionamiento óptimo en cualquier producto es necesario diseñar un sustrato para la etiqueta RFID que evite la IEM. Se presenta un análisis en un sustrato para etiquetas RFID mediante el método FDTD, el cual demuestra que con el uso del sustrato se reflejan las OEM hacia la etiqueta RFID, aislando la etiqueta del producto al cual se adhiere y con esto evitar la IEM.

Palabras clave: etiqueta RFID, interferencia electromagnética, ley de Snell, FDTD.

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) automatiza de forma remota la identificación, la cual permite el reconocimiento de objetos y transmisión de datos mediante señales de radiofrecuencia. El sistema RFID está formado por un lector, una antena transmisora y una etiqueta también conocida como tag. La etiqueta es una de las partes más importantes del sistema y su rendimiento afecta en gran medida el rango de lectura y la precisión de este sistema (Liu, Yu y He, 2013; Tsai *et al.*, 2013). La comunicación entre el lector y la etiqueta es establecida por retrodispersión de ondas electromagnéticas en el campo lejano (Soyata, Copeland y Heinzelman, 2016; Bibi *et al.*, 2017). La parte de la energía recolectada es usada para extraer los datos almacenados en el circuito integrado (CI) de la etiqueta y enviados a la lectora, donde se almacenan para su procesamiento. Debido a su bajo costo y pequeñas dimensiones, este sistema es encontrado en diferentes aplicaciones en varias áreas como casetas de peaje, identificación, gestión de control vehicular, monitoreo de ganado, además de una variedad de aplicaciones médicas (Magill, Conway y Scanlon, 2017).

ABSTRACT

RFID technology, allows object recognition and data transmission using radio signals. However, RFID's performance depends on the product's material into which the RFID tag is adhered. Because of the latter; to enhance the RFID's performance, the substrate of the RFID tag needs to be design in order to avoid EMI. The present research, presents an analysis on an RFID tag enhanced substrate, produced by means of the FDTD technique. Which demonstrates that with the use of the substrate electromagnetic waves are reflected towards the tag, isolating the effects of the product's material, avoiding EMI.

Keywords: RFID Tag, Electromagnetic Interference, Snell's Law, FDTD.

La frecuencia de operación del sistema RFID es diferente según el país donde es utilizada. Como ejemplo, las bandas en América del Norte y Sudamérica operan en un rango de 902-956 MHz, en Europa la banda utilizada es de 866-869 MHz. La etiqueta está formada por una estructura conductora, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, por sus siglas en inglés) y un sustrato, el cual sirve para mantener tanto el ASIC y la estructura conductora en su sitio (Tsai *et al.*, 2013). Las etiquetas pueden ser activas, pasivas o semipasivas.

Las etiquetas pasivas usualmente se adhieren al objeto que se desea identificar; sin embargo, este objeto puede ser de diferentes materiales, como metal, polímeros, dieléctrico u otros; causando que las características de atenuación e impedancia de la etiqueta RFID se degraden, lo que afecta su rango de lectura (Zhang *et al.*, 2017), interpretando estos cambios como interferencia electromagnética (IEM) entre la lectora y la etiqueta. Para evitar la IEM se han

* Universidad Autónoma de Nuevo León.

** Universidad Autónoma de Baja California.

Contacto: norma.puenterm@uanl.edu.mx

propuesto diferentes diseños de etiquetas RFID, principalmente para objetos metálicos (Björminen *et al.*, 2014; Bong, Lim y Lo, 2017), además de algunos sustratos (Ukkonen, Sydanheimo y Kivikoski, 2004), formando un área de estudio para el diseño y comportamiento de las etiquetas para diferentes aplicaciones. Sin embargo, para evitar la interferencia electromagnética se ha atenuado la impedancia de la estructura de la antena y del ASCI de la etiqueta a diversos materiales, por ejemplo, metal, plástico, madera, y así conservar la cantidad de energía suficiente para que exista comunicación entre la etiqueta y el lector. Los trabajos citados se basan principalmente en la modificación y diseño de las características de la propia etiqueta RFID, sin considerar la aplicación de un sustrato que sea utilizado para disminuir la IEM en la etiqueta RFID.

En este trabajo se realiza un análisis electromagnético de un sustrato con una geometría intrínseca formada por diferentes índices de refracción en su interior, el cual pretende evitar la IEM que se genera en las etiquetas RFID pasivas.

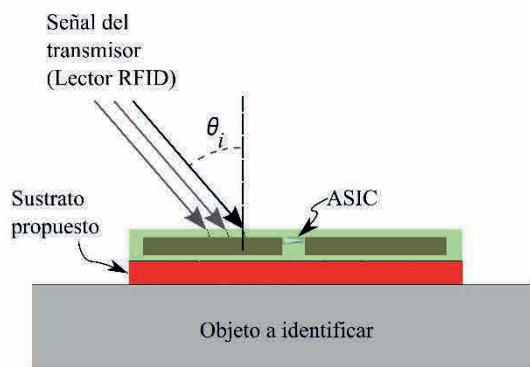


Figura 1. Etiqueta RFID adherida al sustrato propuesto y al objeto a identificar, el sustrato (rojo) se coloca entre estos dos.

Se describe la configuración del sustrato, el cual es capaz de reflejar las ondas EM que inciden en su interior, además de las condiciones que se deben cumplir para la reflexión total interna. Además, una breve introducción al método FDTD y el análisis numérico del sustrato. Por último, se presentan los resultados obtenidos por la propagación de las ondas EM en el sustrato. En la figura 1 se presenta el esquema propuesto para evitar la IEM en la etiqueta RFID.

CONFIGURACIÓN DEL SUSTRATO

El sustrato se diseña mediante una configuración que se calcula con la teoría de rayos, asumiendo la longitud de onda es mucho menor comparado con las dimensiones del medio donde se propaga $\lambda \ll d$. Mediante la ecuación de la ley de Snell (Hecht, 2002) se describe el comportamiento de un rayo, en la frontera entre dos medios de propagación con diferentes índices de refracción, que se describe a continuación,

$$n_i \sin \theta_i = n_t \sin \theta_t \quad (1)$$

donde n_i, n_t describen los índices de refracción del medio de propagación incidente y de transmisión, respectivamente. Además, el ángulo de incidencia de dicha onda electromagnética en el medio incidente y de transmisión se describe mediante los ángulos θ_i, θ_t . Es importante detallar que este modelo considera la fabricación con cualquier material que cumpla con el índice de refracción.

Al aplicar la ley de Snell para obtener las trayectorias de los rayos, se propone la configuración del sustrato, donde las trayectorias serán reflejadas hacia la superficie del sustrato evitando la IEM generada. La reflexión total interna que se presenta cuando los rayos se propagan entre dos medios, si el primero de ellos es denso, es decir, con un índice de refracción mayor, comparado con el índice de refracción del segundo medio de propagación (Iizuka, 2002). Si existe esta condición, entonces se presenta un cambio en el ángulo de la onda transmitida, lo cual supera el ángulo de la superficie de contacto entre los dos medios de propagación, por lo tanto, sólo se tendrá un ángulo de incidencia y de reflexión. Al ángulo mínimo para el cual la reflexión total interna da lugar se conoce como ángulo crítico y se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\theta_c = \sin^{-1} \frac{n_t}{n_i} \quad (2)$$

La configuración del sustrato propuesto se realizó considerando las trayectorias de los rayos en cada una de las superficies de contacto utilizando las ecuaciones (1) y (2), de esta forma se obtiene cada una de las trayectorias resultantes en cada frontera.

La figura 2 muestra las trayectorias de los rayos al interior del sustrato, obteniendo un ángulo de transmisión $\theta_{t,N0-N1}$ en la frontera entre los medios de propagación N0-N1.

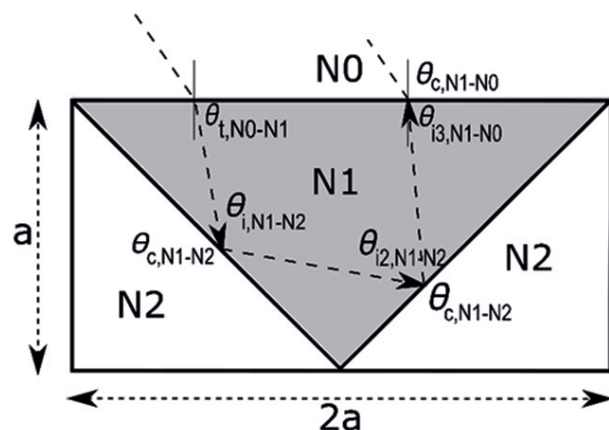


Figura 2. Trayectorias de los rayos en el interior del sustrato.

Además, se obtienen el ángulo crítico $\theta_{c,N1-N2}$ entre la frontera N1-N2, este ángulo es parte importante para la reflexión en el interior del sustrato, ya que los ángulos $\theta_{i,N1-N2}$ y $\theta_{t,N1-N2}$ de

las ondas que incidan en esta frontera entre los medios N1-N2 son mayores a $\theta_{c,N1-N2}$ debido los ángulos e índices de refracción que conforman la estructura propuesta.

El diseño del sustrato resultante es una formación de “n” secciones iguales a la figura 2 en forma secuencial hasta cubrir la longitud total de la etiqueta.

Las trayectorias de los rayos que se obtienen se corroboran en la siguiente sección donde los rayos serán tratados como ondas EM con sus componentes de campo eléctrico y magnético, asumiendo que la longitud de onda es igual al medio donde se propagan $\lambda = d$ donde d es la longitud del medio de propagación.

ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO DE DIFERENCIAS FINITAS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO (FDTD)

El sustrato propuesto se somete a un análisis electromagnético más robusto por medio del método de análisis numérico conocido como FDTD (*Finite Differences in Time Domain*), este método reproduce el proceso natural de la propagación de una onda EM, utilizado principalmente para aplicaciones en problemas de energía en el rango de microondas, el método describe las ecuaciones de Maxwell en su forma diferencial parcial que hasta el día de hoy son afirmaciones matemáticas que rigen las leyes fundamentales de la electrodinámica clásica (Jackson, 1980). Las cuatro ecuaciones de Maxwell se describen a continuación en su forma integral como diferencial (Inan y Marshall, 2011).

1. Ley de Faraday se basa en que un flujo magnético variante en el tiempo induce una fuerza electromotriz:

$$\oint_c E dl = \oint_s \frac{\partial B}{\partial t} ds \rightarrow \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}. \quad (3)$$

2. Ley de Gauss es la expresión matemática que describe las cargas eléctricas que se atraen o repelen una a la otra con una fuerza inversamente proporcional a la distancia entre ellas:

$$\oint_s D ds = \int_v \rho dv \rightarrow \nabla \times \vec{D} = \rho. \quad (4)$$

3. Ley de Ampere representa la integral de línea de un campo magnético H sobre un perímetro encerrado que debe ser igual al total de la corriente encerrada en ese perímetro:

$$\oint_c H dl = \int_s J ds + \int_s \frac{\partial D}{\partial t} ds \rightarrow \nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}. \quad (5)$$

4. La cuarta ecuación de Maxwell se basa en el hecho de que no existen cargas magnéticas y por lo tanto las líneas de campo siempre están encerradas por si mismas:

$$\oint_s B ds = 0 \rightarrow \nabla \times \vec{B} = 0. \quad (6)$$

Las ecuaciones (3-6) son de forma continua, para aplicar el método FDTD se trasladan a la forma discreta mediante el uso de la serie de Taylor (ecuación (7)) en cada ecuación parcial de la forma diferencial de las ecuaciones de Maxwell (Schneider, 2010).

$$f(x, y) = f(x, t_0) + (t - t_0) \frac{\partial f}{\partial t} \Big|_x^{t_0} + \frac{1}{2} (t - t_0)^2 \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} \Big|_x^{t_0} + \dots + \frac{1}{n!} (t - t_0)^n \frac{\partial^n f}{\partial t^n} \Big|_x^{t_0} + \dots \quad (7)$$

Una vez que se discretizan las ecuaciones se obtiene su forma diferencial finita utilizando la estructura básica para este método, conocida como celda de Yee, también se le llama nodo escalonado debido a que cada una de las seis componentes de campo electromagnético se calcula en una posición diferente en el espacio (Yee, 1966).

Para el análisis electromagnético del sustrato se utilizan las ecuaciones de Maxwell en dos dimensiones debido a que una de las componentes en su configuración intrínseca se mantiene constante. Al utilizar la celda de Yee para las ecuaciones en dos dimensiones (Ramo, Whinnery y Duzer, 2008), se obtienen las siguientes ecuaciones en diferencias finitas para el modo transversal magnético (TM),

$$H_x \Big|_{i,j+1/2}^{n+1/2} = H_x \Big|_{i,j+1/2}^{n-1/2} - \frac{\Delta t}{\mu_{i,j+1/2} \Delta y} \left[E_z \Big|_{i,j+1}^n - E_z \Big|_{i,j}^n \right], \quad (8)$$

$$H_y \Big|_{i+1/2,j}^{n+1/2} = H_y \Big|_{i+1/2,j}^{n-1/2} + \frac{\Delta t}{\mu_{i+1/2,j} \Delta x} \left[E_z \Big|_{i+1,j}^n - E_z \Big|_{i,j}^n \right], \quad (9)$$

$$E_z \Big|_{i,j}^{n+1} = E_z \Big|_{i,j}^n \frac{\Delta t}{\epsilon_{i,j}} \left[\frac{H_y \Big|_{i+1/2,j}^{n+1/2} - H_y \Big|_{i-1/2,j}^{n+1/2}}{\Delta x} - \dots \right. \\ \left. \frac{H_x \Big|_{i,j+1/2}^{n+1/2} - H_x \Big|_{i,j-1/2}^{n+1/2}}{\Delta y} \right], \quad (10)$$

para el modo transversal eléctrico (TE) se obtiene la siguiente ecuación,

$$E_x|_{i+1/2,j}^{n+1} = E_x|_{i+1/2,j}^n + \frac{\Delta t}{\epsilon_{i+1/2,j} \Delta y} \dots \left[H_z|_{i+1,j+1/2}^{n+1/2} - H_z|_{i+1/2,j-1/2}^{n+1/2} \right], \quad (11)$$

$$E_y|_{i,j+1/2}^{n+1} = E_y|_{i,j+1/2}^n - \frac{\Delta t}{\epsilon_{i,j+1/2} \Delta y} \dots \left[H_z|_{i+1/2,j+1/2}^{n+1/2} - H_z|_{i-1/2,j+1/2}^{n+1/2} \right], \quad (12)$$

$$E_z|_{i,j}^{n+1} = E_z|_{i,j}^n \frac{\Delta t}{\epsilon_{i,j}} \left[\frac{H_y|_{i+1/2,j}^{n+1/2} - H_y|_{i-1/2,j}^{n+1/2}}{\Delta x} - \dots \frac{H_y|_{i,j+1/2}^{n+1/2} - H_y|_{i,j-1/2}^{n+1/2}}{\Delta y} \right]. \quad (13)$$

ANÁLISIS NUMÉRICO

El sustrato propuesto se diseña numéricamente mediante el método FDTD, además de crear el algoritmo para representar las ecuaciones (8-13), también se trazan los diferentes índices de refracción del sustrato para modelar su geometría intrínseca presentada en la sección anterior. Se realizó una matriz con las siguientes longitudes 2m x 4m $\Delta x = 1000, \Delta y = 500$, donde se seccionó el área total en incrementos de $\Delta x = \Delta y = 0.004m$.

El sustrato diseñado se normalizó para una frecuencia de 918 MHz, se hizo para observar el comportamiento de las ondas EM en el interior del sustrato ya que, si no es normalizada, el comportamiento de la onda no se apreciaría. La onda EM se hizo incidir a 0.4 m de distancia del sustrato, ésta se propaga en todas direcciones al arribar a la frontera entre el aire ($n = 1$) y el sustrato, parte de la onda EM se refleja debido a que la geometría intrínseca marcada como N1 (figura 2) tiene un índice de refracción de $n=2.56$, por lo tanto una proporción de la onda es también transmitida al interior del sustrato propuesto.

RESULTADOS

La proporción de la onda transmitida al interior del sustrato es reflejada en su totalidad en la frontera correspondiente a N1-N2 (figura 2), con excepción en los vértices de las geometrías intrínsecas al sustrato, consecuencia de que en los vértices no existe el mismo ángulo de incidencia dado por la frontera N1-N2.

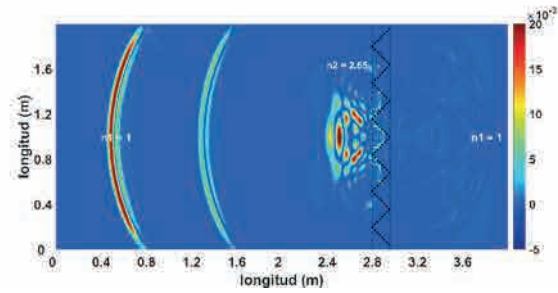


Figura 3. Onda EM reflejada por un sustrato con estructura triangular.

En la figura 3 se observa que la mayor parte de la onda EM que incide en el sustrato propuesto es reflejada, el resto pasa a través de los vértices de la geometría intrínseca del sustrato propuesto.

La energía reflejada se calculó en $\Delta x = 699, \Delta y = 500$ es un punto antes del sustrato. En la figura 4 se observa cómo el porcentaje de la onda EM al inicio de su propagación se mantiene a 100% antes de incidir en el sustrato desde $t=0$ hasta $t=1.37ns$. En un tiempo $t=5.37ns$ es donde la onda EM comienza a salir del interior del sustrato, hasta un tiempo de $t=6.7ns$ 93% de la onda es reflejada hacia la frontera de incidencia inicial.

Tabla I. Porcentaje de la onda EM durante su tiempo de propagación dentro del sustrato 1.37ns - 6.67ns.

Tiempo	Porcentaje de la onda EM
1.37ns	99%
2.03ns	72.6%
2.70ns	44.6%
3.36ns	37.8%
4.70ns	36.83%
5.37ns	38.4%
6.67ns	93.4%

La tabla I anuncia los tiempos en intervalos de 0.67ns a partir del tiempo $t=1.37ns$ cuando la onda EM hace contacto con el sustrato propuesto, los cuatro primeros tiempos detallan cómo la onda EM disminuye al incidir en el sustrato. En el tiempo 3.36ns sólo 36% de la onda EM ha sido reflejada. Los dos últimos tiempos (5.37ns, 6.67ns) representan cómo la onda EM comienza a ser reflejada desde el interior del sustrato. Un tiempo 5.3ns después de hacer contacto con el sustrato 93% de la onda es reflejada.

CONCLUSIONES

El sustrato propuesto recupera hasta 93% de la onda EM que le incide. Por lo tanto, es viable que un sustrato con una geometría intrínseca formada por diferentes índices de refracción redirija las ondas EM en su interior. La proporción restante de la onda después de los 6.67ns permanece dentro del sustrato. Una pequeña proporción de onda EM se filtra a través de los vértices de la geometría del sustrato, pero no es suficiente para provocar una IEM en la etiqueta RFID.

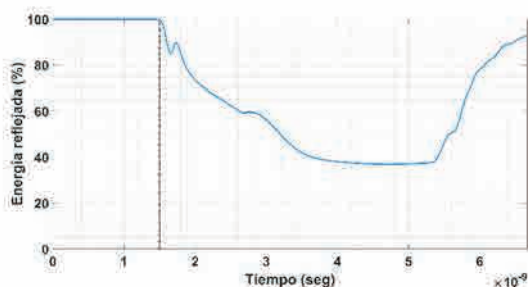


Figura 4. Porcentaje de energía reflejada por el sustrato en un tiempo total de propagación igual a 6.7ns.

APLICACIONES

El sistema RFID tiene una gran variedad de aplicaciones en diferentes áreas de la industria, comercio, farmacéuticas, etc. Los resultados alcanzados tienen la finalidad de estandarizar la amplia gama de etiquetas RFID, disminuyendo sus limitaciones de uso en cada una de las áreas mencionadas.

REFERENCIAS

Bibi, F., Guillaume, C., Gontard, N., *et al.* (2017). A review: RFID technology having sensing aptitudes for food industry and their contribution to tracking and monitoring of food products. *Trends in Food Science & Technology*. 62:91-103.

Björminen, T., Sydanheimo, L., Ukkonen, L., *et al.* (2014). Advances in antenna designs for UHF RFID tags mountable on conductive items. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*. 56(1):79-103.

Bong, F.L., Lim, E.H., y Lo, F.L. (2017). Flexible folded-patch antenna with serrated edges for metal-mountable UHF RFID tag. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*. 65(2):873-877.

Hecht, E. (2002). *Optic.*, San Francisco: Addison-Wesley.

Iizuka, K. (2002). *Elements of Photonics*. Toronto, Canadá: John Wiley & Sons.

Inan, U.S., y Marshall, R.A. (2011). *Numerical electromagnetics: the FDTD method*. Cambridge University Press.

Jackson, J.D. (1980). *Electrodinámica clásica*. España: Alhambra.

Liu, Q., Yu, Y., y He, S. (2013). Capacitively loaded, inductively coupled fed loop antenna with an omnidirectional radiation pattern for UHF RFID tags. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*. 12: 1161-1164.

Magill, M. K., Conway, G., y Scanlon, W. (2017). Tissue-Independent Implantable Antenna for In-Body Communications. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*. 65: 4406-4417.

Ramo S., Whinnery, J.R., y Duzer, T.V. (2008). *Fields and waves in communication electronics*. John Wiley & Sons.

Schneider, J.B. (2010). *Understanding the finite-difference time-domain method*. School of electrical engineering and computer science Washington State University.

Soyata, T., Copeland, L., y Heinzelman, W. (2016). RF energy harvesting for embedded systems: A survey of tradeoffs and methodology. *IEEE Circuits and Systems Magazine*. 16(1). 22-5.

Tsai, M.C., Chiu, C.W., Wang, H.C., *et al.* (2013). Inductively coupled loop antenna design for UHF RFID on-body applications. *Progress In Electromagnetics Research*. 143:315-330.

Ukkonen, L., Sydanheimo, L., y Kivikoski, M. (2004). *Patch antenna with EBG ground plane and two-layer substrate for passive RFID of metallic objects*. Antennas and Propagation Society International Symposium. Pp. 93-96.

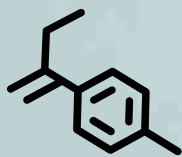
Yee, K. (1966). Numerical solution of initial boundary value problems involving Maxwell's equations in isotropic media. *IEEE Transactions on antennas and propagation*. Pp. 302-307.

Zhang, J., Tian, G., Marindra, A., *et al.* (2017). A review of passive RFID tag antenna-based sensors and systems for structural health monitoring applications. *Sensors*. 17: 265.



ALERE FLAMMAM VERITATIS





Quimiofobia cosmética: los parabenos

JUAN DANIEL HERNÁNDEZ ALTAMIRANO*

Normalmente, cuando acudimos a la farmacia o al supermercado a adquirir algún producto para el cuidado personal, como los cosméticos, nos encontramos con leyendas del tipo “sin aditivos químicos”, “100% natural”, “libre de químicos”, “sin sal” o “libre de parabenos”; aunque no siempre sabemos su significado, los tomamos como si las empresas productoras quisieran alertarnos de algo malo con estos componentes, además de sembrarnos la idea de que los productos que contienen estas sustancias son peores que aquéllos que no las contienen.

Al ser consumidores de productos cosméticos, geles, cremas o cualquier otro producto para el cuidado de la piel o cabello, debemos tener una visión crítica sobre estas leyendas que generan una visión negativa de algunas sustancias. De no hacerlo, se podría caer en la llamada *quimiofobia*, un miedo irracional a los compuestos químicos que la mayoría de las veces no están basadas en un rigor científico. Además, al contagiarnos de este temor, contribuimos a infundir una idea sesgada sobre los compuestos obtenidos por reacciones químicas, en contraparte de los extraídos de la naturaleza, pensando que estos últimos son más “seguros” por encontrarse en plantas, organismos marinos o por fermentación de microorganismos.

Por otro lado, el miedo infundido a los ingredientes obtenidos por síntesis química, muchas de las veces ha sido impulsado por la propia industria cosmética, como arma mercadológica de diferenciación y prestigio frente a las marcas de competencia (Robson, 2016). De igual manera, el uso de estos compuestos es necesario para poder ser vendidos y, por consecuencia, utilizados por los consumidores.

* Facultad de Ciencias Químicas.

Contacto: juan.hernandezarn@uanl.edu.mx



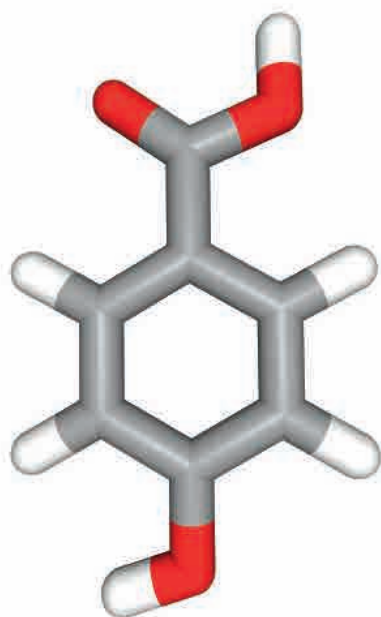


Figura 1. Estructura química del ácido p-hidroxibenzoico, precursor de síntesis química de los parabenos (fuente: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/135#section=Structures>).

LOS COSMÉTICOS Y SUS CONSERVADORES

De acuerdo con la Ley General de Salud Mexicana, se consideran cosméticas aquellas “sustancias o formulaciones destinadas a ser puestas en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano con el fin de limpiarlos, perfumarlos, ayudar a modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales o atenuar o prevenir deficiencias o alteraciones en el funcionamiento de la piel sana”. Es decir, un cosmético no debe actuar más allá de la superficie de la piel, por lo tanto, no pueden llegar a la circulación sanguínea y provocar un efecto biológico en el funcionamiento del organismo (SSA, 2011).

Para poder obtener un producto cosmético es necesario realizar una exhaustiva selección de sus componentes, tomando en cuenta la finalidad de uso, así como los demás ingredientes contenidos en la composición cosmética, por ejemplo, sus conservantes.

Por las propias características de composición, algunos cosméticos son propensos a la contaminación por microorganismos, mohos y bacterias, pues poseen un alto porcentaje de agua, y otros componentes se sirven como nutrientes para estos microbios; por ello, es necesario el uso de sustancias que prevengan la supervivencia de organismos que descompongan el cosmético, así como aquellos que causen alguna enfermedad a la persona que los utiliza (Leranoz, 2002).

Entre los conservantes más usados en la industria cosmética se encuentran los parabenos de cadena corta, debido a que son relativamente económicos, no poseen olor ni color, además de que se consideran poco alergénicos y seguros para su uso bajo los límites permisibles por la autoridad sanitaria (Conde-Salazar y Mondaza-Heras, 2012).

LOS PARABENOS DE USO COSMÉTICO

Los parabenos son una familia de compuestos químicos derivados del ácido p-hidroxibenzoico. Asimismo, son conocidos por sus propiedades bactericidas y fungicidas, porque tienen el efecto de eliminar tanto hongos como bacterias.

Su uso se ha extendido desde la industria alimentaria hasta la cosmética y farmacéutica. En las formulaciones cosméticas hacen la función de conservantes y son utilizados en forma individual o en mezcla con otros compuestos de la misma familia u otras familias, como los sorbatos o benzoatos, esto para lograr un efecto sinérgico de protección frente a la contaminación de microorganismos como mohos, levaduras y bacterias. De este modo se aseguran las características sensoriales, fisicoquímicas y funcionales de las formulaciones cosméticas, hasta la fecha de consumo preferente, ayudando a evitar efectos indeseables sobre la piel de los consumidores por contaminación microbiana (Leranoz, 2002).

De la familia de esos compuestos, los más utilizados en cosmética son tres: el metilparabeno, etilparabeno y el propilparabeno, en una concentración menor a 1% en peso del cosmético, son empleados en formulaciones de cosméticos acuosos, como los shampoos, cremas hidratantes, geles de afeitado, bronceadores, protectores solares, pastas dentales, entre otros (Jacob *et al.*, 2018).

Contrario a lo que se difunde en la mercadotecnia de lo “sin parabenos”, las agencias reguladoras sanitarias como la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de EE UU) y la Cofepris (Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios), los han considerado, entre sus normas y leyes de sanidad, sustancias de baja toxicidad y seguras para el consumo humano, debido a que el organismo los metaboliza sin generar rastros tóxicos en órganos internos: hígado, riñones, cerebro, así como el tejido adiposo (Abbas *et al.*, 2010).



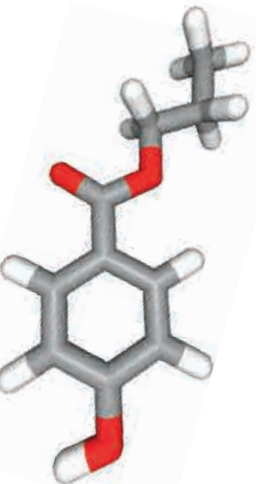
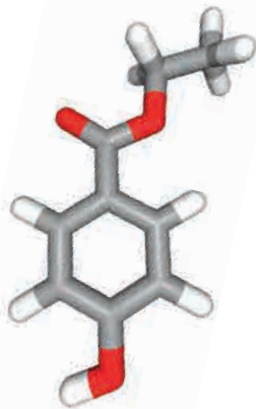
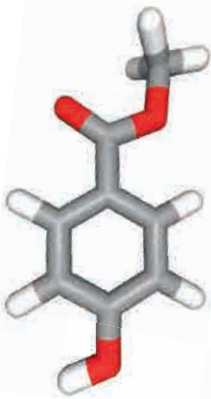


Figura 2. Estructuras químicas del metilparabeno, etilparabeno y propilparabeno (fuente: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>).



¿PARABENOS Y SU RELACIÓN CON EL CÁNCER?

Los parabenos han sido empleados en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética desde 1984, ya que en las pruebas de seguridad y toxicidad antes de su comercialización demostraron ser seguros (Leranoz, 2002). Entre 2004 y 2017, la FDA (agencia federal de los Estados Unidos de Norteamérica responsable de regular medicamentos, alimentos y cosméticos) dio a conocer informes de eventos adversos a cosméticos que en su formulación contenían parabenos. Asociaban el uso de éstos con el desarrollo de cáncer de mama. Sin embargo, sus argumentos no han sido del todo concluyentes, debido a que los reportes fueron enviados por consumidores comunes, los cuales suelen tener opiniones diversas y sesgadas, la mayoría de las veces hechas con un bajo sustento científico (Jacob *et al.*, 2018).

Por otro lado, en 2004 se publicó en el *Journal of Applied Toxicology* un estudio sobre análisis de tejido de

cáncer mamario, en el que se encontraron ciertos compuestos residuales del metabolismo de los parabenos en muestras de células tumorales tratadas con metil-, etil- y propilparabeno, pero sus conclusiones no fueron concluyentes debido a que fue una población pequeña de muestras, además de que no puede ubicarse como fuente principal de estos compuestos a los cosméticos, en relación a su vía de entrada, dosis y mecanismos metabólicos (Darbre *et al.*, 2004).

De acuerdo con la *International Journal of Toxicology* (2008), los parabenos de cadena corta poseen una capacidad mínima de cruzar la última capa de la piel (estrato córneo), debido a que ahí se encuentran enzimas que los degradan. Además, señaló que los parabenos no se acumulan en el cuerpo aun y cuando se apliquen de manera tópica, oral o por inyección intradérmica (IJT, 2008).

LOS PARABENOS Y LA SALUD PÚBLICA

En 2011, el gobierno danés emitió una ley en la que se prohibió el uso tanto de propil-, isopropil-, butil- e isobutilparabeno en productos destinados a niños menores de 3 años, como una medida precautoria por el riesgo en la alteración endocrina. A raíz de la preocupación de los padres, y para evaluar la medida, se nombró un comité científico que declaró después que estos conservadores eran seguros para niños de cualquier edad. Con todo, se requería hacer una investigación más exhaustiva para descartar si los parabenos pudieran atravesar la piel de los infantes por lesiones en la zona del pañal (SCESC, 2011).

En lo que se refiere a la regulación sanitaria en México, existe un acuerdo de sustancias prohibidas y restringidas, que designa los límites permisibles de los parabenos y otras sustancias usadas en la formulación cosmética, con la intención de disminuir los riesgos a la salud de los consumidores (SSA, 2010).

Por otro lado, el Consejo para la Revisión de Ingredientes Cosméticos (CIR) de los Estados Unidos se ha encargado de hacer una revisión y evaluación de la seguridad de los parabenos usados en cosmética, llegando a la conclusión de que son seguros para su uso en humanos en concentraciones de hasta 25%, aunque generalmente los porcentajes en formulación cosmética no rebasan 1% (CDC, 2017).

CONCLUSIONES

Los parabenos se utilizan en la industria cosmética como conservadores desde el siglo pasado. Son reconocidos por la FDA y la Cofepris como seguros, además de ser económicos, prolongar la vida de anaquel y mantener en buena calidad los productos cosméticos.

No se ha comprobado científicamente que los parabenos de cadena corta usados en la industria cosmética (metil-, etil- y propilparabeno) produzcan alteraciones celulares o causen alguna mutación. Sin embargo, diversas investigaciones sugieren ahondar más en los posibles riesgos a la salud y ver la actividad de estos compuestos a largo plazo y en diferentes poblaciones.

A pesar de las perspectivas negativas que nos han hecho creer los medios de comunicación, acerca de que las sustancias químicas son malas, tanto para nosotros como para el medio ambiente, esto quizá derivado de los fatales desenlaces de historias como la talidomida o el plomo, compuestos químicos que causaron daños a la salud humana, generalizando la idea de que todos los compuestos químicos deben ser evitados a toda costa, pero lejos de lo que las personas con estas ideas quimiofóbicas piensen, la química es inevitable, no hay manera de asegurar productos o lugares libres de compuestos químicos, ya que todo el universo está conformado por átomos y moléculas, desde nuestro material genético, las plantas y los animales, hasta los planetas; todo es cuestión de química.



AGRADECIMIENTOS

Por la revisión de la redacción al estudiante LLH. Ángel Gamaliel Figón Minor de la FFyL, así como por la revisión técnica a la Dra. Patricia Cristina Esquivel Ferriño de la FCQ, ambos pertenecientes a la UANL.

REFERENCIAS

- Abbas, S., Greige-Gerges, H., Karam, N., *et al.* (2010). Metabolism of Parabens (4-Hydroxybenzoic Acid Esters) by Hepatic Esterases and UDP-Glucuronosyltransferases in Man. *Drug Metabolism and Pharmacokinetics*. 25(6):568-577.
- Cetersfor Disease Control and Prevention. (2019). *Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals*. U.S. Departamento of Health and Human Services. Volume One. pp.59-74. Consultado en: https://www.cdc.gov/biomonitoring/Parabens_FactSheet.html
- Conde-Salazar Gómez, L., y Mendoza-Heras, F. (2012). ¿Se deberían prohibir los parabenos en los cosméticos? *PIEL*. 27(A 9):481.
- Darbre, P., Aljarrah, A., Miller, W., *et al.* (2004). Concentrations of parabens in human breast tumours. *Journal of Applied Toxicology*, 24(1), pp.5-13.
- [s. A]. (2008). Final Amended Report on the Safety Assessment of Methylparaben, Ethylparaben, Propylparaben, Isopropylparaben, Butylparaben, Isobutylparaben, and Benzylparaben as used in Cosmetic Products. *International Journal of Toxicology*. 27: 1-82.
- Jacob, S.L., Cornell, E., Kwa, M., *et al.* (2018). Cosmetics and Cancer: Adverse Event Reports Submitted to the Food and Drug Administration. *JNCI Cancer Spectrum*. 2(2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6649728/#>
- Leranz, S. (2002). Conservantes cosméticos. *Offarm*. 12(7):74-76. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13034831>
- Pérez-Caro, A., y Ros-Esparza, I. (2015). *Parabenos ¿Alarma o realidad?* Madrid, España: Facultad de Farmacia-Universidad Complutense.
- Safety, S. (2011). *Clarification on Opinion SCCS/1348/10 in the light of the Danish clause of safeguard banning the use of parabens in cosmetic products intended for children under three years of age*. Brussels: European Commission Health & Consumers. Comité Científico Europeo de Seguridad de los Consumidores. (2011). *Parabenos en cosméticos*. Comisión europea. Disponible en: https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/docs/citizens_parabens_es.pdf
- Secretaría de Salud. (2011). *Decreto por el que se reforman y adicionan diversos artículos de la Ley General de Salud, en materia de cosméticos. Artículos 269 y 270*. Ciudad de México, México.
- Secretaría de Salud. (2010). *Acuerdo por el que se determinan las sustancias prohibidas y restringidas en la elaboración de productos de perfumería y belleza*. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5143790&fecha=21/05/2010
- Robson, D. (2016). *Quimiofobia: los riesgos de temer en exceso a los químicos artificiales*. BBC Future. com. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/especial/vert_fut/2016/03/160305_vert_que_es_la_quimiofobia_yv#orb-banner



DE CÓMO CUMPLIR UN SUEÑO EN INVESTIGACIÓN DE FRONTERA. ENTREVISTA AL DOCTOR FABIÁN FERNÁNDEZ- LUQUEÑO

MARÍA JOSEFA SANTOS CORRAL*



Fabián Fernández-Luqueño es ingeniero agrónomo, especialista en suelos, por la Universidad Autónoma Chapingo, y doctor en Biotecnología por el Cinvestav Zacatenco. Desde 2010 es investigador del Cinvestav Unidad Saltillo, donde participa activamente en tres posgrados. Sus áreas de especialidad son degradación de hidrocarburos, emisión de gases efecto invernadero, simbiosis planta-microorganismo, uso de residuos urbanos y agroindustriales en la agricultura y efecto de nanopartículas sobre el medio ambiente. En éstas ha publicado 46 artículos, seis libros y 20 capítulos de libro y dirigido más de 20 estudiantes en ingeniería, maestría y doctorado. Es árbitro de 23 *journals* internacionales. Las investigaciones del Dr. Fernández-Luqueño han impactado en el área de suelo, plantas, microorganismos, atmósfera y energías renovables. Actualmente es coordinador académico del Programa de Posgrado en Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía.

*Universidad Autónoma de México.
Contacto: mjsantos@sociales.unam.mx

La agricultura es la actividad humana que más contamina ...



¿Cómo decide iniciar una carrera de investigación?

Comencé con esa idea cuando ingresé a Chapingo en 1998. Soy agrónomo, especialista en suelos, por la Universidad Autónoma Chapingo, y realmente supe que había una carrera de investigación hasta que llegué a esta Universidad. Yo no sabía del grado de doctor porque venía de un CBTa rural, donde lo más que había era un profesor con grado de maestría. En Chapingo, desde el primer semestre, muchos de mis profesores eran doctores. Ellos hacían investigación y hablaban con pasión de su trabajo y con ellos comencé a agarrar el gusto por la actividad. Ese año también inició un programa piloto del Conacyt que se llamaba Jóvenes Investigadores. Se abrió una convocatoria y quienes pasamos los requisitos académicos colaboramos con investigadores integrantes del SNI, a los que ayudábamos en experimentos sencillos y nos invitaban a congresos. Trabajábamos con ideas de ellos, nosotros éramos los alumnos. Ahí tuve contacto con la vida de la comunidad científica y me encantó.



¿Cómo salta de la agronomía a las nanopartículas?, ¿cómo configura su tema actual de investigación?

La agricultura tiene un grave problema, es la actividad humana que más contamina y requiere más agua, muy por arriba de la industria y de las necesidades urbanas. Además, dependemos de ella, lo que nos lleva a que hay que hacerla más eficiente. En esta búsqueda hemos caído en varios errores como el DDT. Cuando me incorporé al Cinvestav, de donde soy egresado del Doctorado en Biotecnología, debía proponer una línea de investigación nueva y propia, no podía seguir haciendo lo mismo que en el doctorado, pues eso sería como seguir con la investigación de mi director de tesis. Siempre he estado muy pendiente de las bases de datos científicas como el *ISI Web of knowledge* o *Scopus* y ahí busqué cuestiones ambientales y de contaminación, siguiendo el camino de mi tesis de licenciatura, que fue de biorremediación de suelos contaminados con gasolina, y en parte de mi tesis de doctorado en la que también retomé remediación de suelos contaminados con hidrocarburos.



Para diseñar mi línea de investigación me propuse encontrar algo que no hicieran los otros investigadores, que fuera llamativo y de vanguardia y ahí me topé con lo de las nanopartículas de las que no sabía nada. De hecho, cuando sometí un proyecto a la convocatoria de Ciencia Básica de Conacyt, donde por fortuna lo aprobaron, lo armé sólo a partir de ideas, pues mucho del equipo que ahora utilizo, y que usan mis estudiantes, ni lo conocía porque no tengo formación en el área de materiales, pero leí mucho sobre el tema. Me aprobaron el primer proyecto y otros más, he tenido estudiantes y así fue como he ido aprendiendo de nanopartículas para la agricultura.

Este tema inició hace diez años, es realmente muy reciente. Hace nueve buscaba artículos de nanotecnología y ambiente o nano y contaminación, y no había muchos, ahora salen varios *reviews* por año. Eso lo vi como una oportunidad, era un tema poco trabajado y me permitía aprovechar todo el conocimiento que tenía, soy agrónomo con una maestría en Edafología por el Colegio de Posgraduados, y la parte de Biología Molecular la aprendí en el doctorado. Esta formación me ha permitido contar con una visión más amplia, e incorporar a mis estudiantes en cosas que nadie ha hecho. Ahora tengo ideas que parten de lo que aprendí en la licenciatura, maestría y doctorado y de los experimentos que hemos montado en laboratorio, invernadero y campo.



¿Cómo inciden las nanopartículas en la remediación del suelo?

La nanotecnología, con todas sus aplicaciones, tiene ventajas muy importantes, pero también tiene desventajas. Si hablamos de remediación podemos encontrar decenas de artículos en los que, a partir del uso de nanomateriales, se pueden degradar contaminantes orgánicos y quelatan o atrapan metales pesados. Entonces, como tecnología para remediar sirve. El punto es que una vez que logras disminuir la concentración de contaminantes, ¿cómo recuperas o retiras del sustrato el material que empleaste para remediar?, porque estas partículas también tienen un efecto en los ecosistemas. Entonces vamos a suponer que tengo un contaminante de metales pesados y lo intento remediar con un nanomaterial, el que sea, entonces a esa suspensión que tiene materiales pesados le agrego el nanomaterial. Al

Se está generando tecnología para que se pueda reusar el material que se queda con los contaminantes, pero eso es a través de varios procesos que requieren energía y agua y ese es el problema.



hacer el experimento, incluso a simple vista, percibo que las nanopartículas atraen los metales; después, por decantación, separo el líquido que estaba contaminado y veo que la concentración de metales pesados es mucho menor; a partir de ello me quedo con la certeza de que la tecnología sirve, pero la siguiente pregunta es, ¿qué hago con el material que quedó como resultado del proceso de decantación, el que tiene el contaminante?, sobre todo cuando se trabaja ya no en el laboratorio, sino en condiciones reales, en suelo o cuerpos de agua.

En algunos casos ya se está generando tecnología para que se pueda reusar el material que se queda con los contaminantes, pero eso es a través de varios procesos que requieren energía y agua y ese es el problema. A ello se suma el costo de las nanopartículas que, contrario a lo que se piensa, no es menor. Sí hablamos de nanotecnología agrícola, a veces el costo de ésta supera el valor de las cosechas que obtendrán los productores agrícolas a los que se les transferiría la tecnología; por consiguiente, la nanotecnología agrícola aún no es económicamente viable.

¿Cuáles son sus fuentes de conocimiento?

Las bases de datos, casi no utilizo libros. Los congresos son también una muy buena fuente de conocimiento si se escuchan las ponencias, en ellos encuentras colegas que opinan a favor de lo que uno hace y otros que tienen ideas diferentes. En ocasiones sus puntos de vista me permiten ver perspectivas distintas, que no había considerado. También aprendo de mis estudiantes. A veces llegan buenos, otras no tanto, pero todos tienen que trabajar mucho y a lo largo de su actividad te vas dando cuenta que tienen buenas ideas y hacen buenas recomendaciones. Me gusta escucharlos, por eso a veces me siguen. También les abro el panorama para que elijan sus propios temas de investigación, por supuesto dentro de lo que yo hago que es la nanotecnología agrícola y la nanotecnología ambiental.

Yo ya tengo el trabajo de mis sueños, y por eso quiero formarlos en lo que les interesa a ellos, no en lo que me interesa a mí, esa es la orientación que les doy y creo que les motiva. A veces les digo éste es el equipo que tengo, éstos son mis contactos, etcétera, eso sí, nunca les prometo viajes, porque el alumno al que le interesan los viajes no me da buena espina. Pero sí les hablo de oportunidades y de



Aunque soy muy serio, me gusta colaborar con otros científicos, quizá porque me apasiona mi trabajo.

las particularidades de la nanotecnología, tenemos acceso a muy buenos equipos nuevos. Contrario a lo que muchos creen, en México sí hay equipos científicos de punta. Creo, contra lo que muchos piensan, que el sistema científico y la educación funcionan y por eso aquí estoy, gracias a la beca que pude conseguir para estudiar, no a que perteneciera a una familia con recursos. La educación en México sí funciona, quizá no para todos, pero sí para los que le echamos ganas.



Hacer ciencia supone una red de personas, objetos y saberes, ¿cómo hizo para tejer la suya?

Lo que me ayuda en parte es mi personalidad, pues, aunque soy muy serio, me gusta colaborar con otros científicos, quizá porque me apasiona mi trabajo. Entonces aquellos colegas que tienen más y mejores equipos que los míos ven mi interés o mi pasión y me abren las puertas. También me llegan muchos estudiantes nuevos, que son amigos de mis estudiantes, quienes los recomiendan para trabajar conmigo. Una cosa que incide en esta recomendación es que a los estudiantes les gusta que les deje hacer lo que quieren, porque parto de que lo que quieren investigar es lo que les apasiona. Les ofrezco una variedad de temas para analizar, como análisis de microorganismos en plantas o en arcillas, análisis genético, análisis de metabolitos o procesamiento de muestras en microscopía electrónica. Con esta forma de hacer las cosas no he tenido dificultad para conseguir estudiantes.



¿Cuál considera que ha sido hasta ahora su mayor contribución para resolver el problema de la remediación del suelo?

En principio puedo decir que para trabajar conjuntamente he identificado problemas en la socialización de la información y del conocimiento, incluso a nivel gubernamental. Un ejemplo de esto ocurrió al inicio de mi carrera, más o menos a los dos años de que me contrataron en el Cinvestav y me aprobaron un proyecto de fondos mixtos (Fomix) de Coahuila para analizar materiales pesados en pozos de tres municipios: Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga.

Cuando me dieron el financiamiento me acerqué a las dependencias gubernamentales para hablarles sobre el proyecto, los análisis que haría y la forma en que podría-



mos compartir los datos para hacer buen uso del dinero que me dieron. Les ofrecí compartir los datos sobre los pozos que tuvieran altas concentraciones de metales pesados. Ellos estuvieron de acuerdo y me dijeron que tenían datos de análisis realizados a lo largo de varios años, que hacen porque la ley los obliga. Casi dos años después, cuando terminó el proyecto y yo tenía muchos datos de metales pesados y otras variables como nitratos, nitritos, amonio, coniformes fecales. Es decir, se realizó una caracterización muy completa del agua. Total, cuando me acerqué a ellos con mis informes y algunas publicaciones, les expliqué mis hallazgos y les dije que algunos pozos tendrían que ser atendidos pues tenían altas concentraciones de coniformes fecales, metales, etcétera, y les pedí que me compartieran su información para hacer una propuesta, ellos a cambio me pidieron que les pasara mis datos y yo se los di. Luego les pedí su información para hacer una sola base de datos y fue entonces cuando me dijeron que no tenían nada. Eso me pesó porque a pesar de las buenas intenciones de contribuir, cuando esta contribución tiene un impacto político ya te dejan de atender, incluso cuando no se solicitan recursos como fue en mi caso, yo ya no les iba a pedir dinero, sólo quería compartir los resultados. Es complicado.

Considerando lo anterior, pienso entonces que mi principal contribución es conversar con los jóvenes y publicar los hallazgos de mi grupo de investigación. Me gusta que me citen, pues más allá de ser un indicador de la calidad del trabajo, que puede ser cuestionable, lo más importante es que alguien está leyendo lo que haces y empleando el conocimiento que generas. Hablar con los jóvenes me permite comunicarles las oportunidades que tienen en cuanto acceso a equipo, acceso para crecer, para salir de situaciones difíciles como la que yo tuve en algún tiempo. Pienso que en términos económicos los investigadores estamos bien. Una contribución, que no se puede medir, es dialogar con los jóvenes, abrirles posibilidades, enfocarlos, dejarles ver otras problemáticas, en mi caso la de los ecosistemas. A mí me invitan de distintas partes a trabajar y a difundir lo que hago entre ellos, voy a donde me inviten, incluidos bachilleratos o universidades, y llevo lo que conozco, lo que sé y abro puertas.

Sé que alguien pesimista se preguntaría hasta dónde un agrónomo puede trabajar con un físico o cómo trabajar con un grupo interdisciplinario tan distante y con el que a veces no se puede uno entender.



¿Qué retos tiene el formar un programa de maestría y doctorado?

Es un gran reto, pero yo veo los retos de manera positiva. Llevo casi cinco años siendo coordinador académico del posgrado, de la maestría y del doctorado. El programa está integrado por 14 colegas con doctorado en distintas áreas y de diferentes instituciones, por ejemplo: físicos, químicos, especialistas en automatización, en materiales para reactores nucleares, etcétera. Los enfoques también son diversos, unos buscan darle un valor agregado a los residuos para producir biodiesel o biogás, otra colega trabaja en la ecología de los suelos y el efecto invernadero, etcétera.

El reto es colaborar con todos ellos, estoy seguro que tener formaciones diferentes nos ha fortalecido mucho, y hasta me ha ayudado en el desarrollo de mi línea de investigación, pues al participar en codirecciones y comités de maestría y de doctorado con colegas de otra formación, aprendo lo que ellos están trabajando, en particular, lo relacionado con el uso e interpretación de datos obtenidos a partir equipos especializados que yo no conocía, por tener una formación académica totalmente diferente a la de ellos. Por ejemplo, en materiales, hay colegas que frecuentemente utilizan FTIR, difracción de rayos X, SEM, TEM, entre otros. Sé que alguien pesimista se preguntaría hasta dónde un agrónomo puede trabajar con un físico o cómo trabajar con un grupo interdisciplinario tan distante y con el que a veces no se puede uno entender. Yo diría que sí nos entendemos, aunque nos cuesta trabajo, pero, una vez que lo logramos, es algo muy positivo personal y profesionalmente.

Los 14 investigadores del posgrado que, repito, tenemos distintas formaciones y venimos de instituciones diferentes, hemos tenido discusiones muy interesantes en términos académicos, desde que iniciamos con la formación del programa pues cada uno quería que nuestro posgrado fuera a imagen y semejanza de aquél donde estudiamos en Canadá, España o Inglaterra. A lo largo de estas discusiones nos dimos cuenta de que lo importante no era lo que hacían en otros lados, sino encontrar lo que más le convenía a nuestro programa y a la realidad en la que vivimos.

Así lo fuimos acomodando, se luchó mucho porque en Cinvestav académicamente es muy estricto aun entre



colegas. Una vez que pasamos los filtros académicos entre nosotros, sabíamos que lograríamos acreditar el nuestro en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) de Conacyt. Algo que sucede cuando abres un programa, al menos en Cinvestav, es que las recomendaciones que te hacen casi son instrucciones, porque esa recomendación te la da una comisión que crea el Consejo Académico Consultivo, como órgano asesor del Cinvestav. Si ellos nos dicen que quitemos alguna materia, cuestionan el porqué del nombre, o proponen que se cambie el objetivo, no es una recomendación, sino un mandato. Nos deshicieron nuestra propuesta, se hicieron correcciones y nos quedó un programa lo suficientemente sólido para pasar sin problema los filtros de Conacyt.

Lo interesante para los estudiantes es que su tesis se plantea desde enfoques muy diferentes y tiene que consensar con los investigadores que lo están evaluando. En una evaluación de avances de tesis, quienes suelen hacer las observaciones más duras son los profesores que preguntan mucho para entender el tema y el problema propuesto, eso ha llevado a que los que sí entendemos o somos expertos en ciertos temas en particular, nos preguntemos cosas que no habíamos pensado antes y a analizarlas desde una perspectiva diferente y de paso fortalecer el trabajo del estudiante.



¿Qué le ha dado el Cinvestav Saltillo al Dr. Fernández-Luqueño, y usted qué piensa que le ha dado al Cinvestav Saltillo?

Yo estoy muy agradecido con Cinvestav, primero porque ahí realicé mi doctorado. Como estudiante, uno no alcanza a ver la dimensión de la institución, porque hay muchas cosas que están detrás de los profesores, de los órganos de gobierno o de los colegios de profesores.

Una vez que tuve la fortuna de que me contrataran, a través del tiempo estoy muy satisfecho porque hay un rigor académico muy estricto, lo que es fundamental y es la razón de que Cinvestav cuente con liderazgo dentro de las instituciones de educación superior mexicanas, lo que hace que se tomen muy en serio las aportaciones y opiniones de los profesores y de los colegios de profesores, al igual que la parte administrativa. Otra cosa que le agradezco al



Cinvestav es que no tenemos definitividad, aunque haya colegas que quieren que cambie, todos los investigadores estamos por contrato con base en la productividad, eso es muy estimulante porque nos enfocamos en productos terminados (artículos, patentes, alumnos graduados, libros de editoriales internacionales). Considero que la definitividad es un problema grave de varias instituciones porque sus profesores se estancan al tener una plaza. A los profesores con plaza definitiva empieza a hacerseles muy difícil el que les aprueben proyectos, publicar en revistas o conseguir estudiantes, y toman una actitud más pasiva; claro, hay excepciones. En nuestra institución es difícil encontrar un área de confort porque los contratos se renuevan con base en la productividad.

Al Cinvestav le debo la oportunidad de ser investigador, de ser lo que veía en mis sueños, pues yo anhelaba ser investigador. Me habría gustado que desde que ingresé me hubieran dado laboratorio, porque pase casi siete años sin laboratorio, pero ahora ya lo tengo y acceso a muchos estudiantes, estoy adscrito a tres programas de doctorado y uno de maestría, en ellos imparto clase y tengo estudiantes haciendo tesis.

Es muy difícil medir lo que yo le he dado al Cinvestav, pero podría decir que mi pasión, mi entrega, me siento muy comprometido con mi trabajo, con el Centro, a la vez agradecido, siempre me gusta decir que soy egresado de Cinvestav, y que ahora soy profesor de la institución; es un gran peso, pero también un gran compromiso. También le he dado investigaciones, he graduado doctores, maestros en Ciencia, le he dado dinero, porque el laboratorio que me dieron, después de siete años de trabajo estaba vacío y ahora tengo bastante equipo, de igual manera tengo una línea de investigación propia.

Quiero seguir ofreciendo mis sueños y mis logros a la institución que me formó y me brinda un espacio para crecer, donde puede tener éxito el que quiere. La ventaja en el Cinvestav es que un gran número de investigadores buscamos crecer, internalizamos, y bajo esa exigencia académica, conseguimos proyectos, equipo, colaboraciones con colegas y muchas cosas más.



Ambiente urbano: ¿sustentable?

PEDRO CÉSAR CANTÚ-MARTÍNEZ*

En la actualidad, los ambientes urbanos se han constituido en una extensión del pensamiento, así como del quehacer del ser humano. Al ser un constituyente de la cosmovisión de la colectividad humana, subsiste un imperativo inicial que se convierte en perenne, por transformar el medio natural con el propósito de ajustarlo a los requerimientos de sus propias necesidades.

De ahí que el medio urbano sea la consecuencia de la inconmensurable acción del ser humano sobre un espacio fisiográfico, generalmente reducido y localizado, donde es perceptible una descomunal e intensa interacción de los conglomerados humanos con las dimensiones tanto fisicoquímicas como biológicas del entorno natural, lo cual desencadena una relación caracterizada por las tensiones emanadas de los agentes socioeconómicos, políticos y jurídicos, que regulan el comportamiento de la sociedad humana.

* Universidad Autónoma de Nuevo León
Contacto: cantup@hotmail.com



De esta manera, como apunta Maya y Velázquez (2008:8), privan dos posturas teóricas con respecto a los ambientes urbanos, representadas principalmente por las grandes metrópolis, en este sentido comenta:

Para un significativo número de autores, la ciudad es sólo un espacio consumidor de energía y productor de desechos. En este sentido, las referencias a lo urbano están signadas por los calificativos destructores y apocalípticos. Para otros, prima la ciudad, sin considerar las afectaciones que sobre la calidad de vida de los pobladores urbanos tienen los esquemas impuestos.

No obstante, subsiste en ambas posiciones un ambiente urbano en el que es perceptible el evidente declive de la calidad ambiental, donde lamentablemente, aunque existen medidas para subsanar el deterioro ambiental del entorno sanitario, así como de los eventos de perjuicio, particularmente los ocasionados por la contaminación, no se han logrado revertir. Esencialmente por la dificultad “de acotar el ámbito de lo urbano, cada vez más difuso como consecuencia, precisamente, de los incrementos en la facilidad de desplazamiento de personas y mercancías”, como lo señala el Ministerio de Medio Ambiente de España (2007:61).

En este manuscrito pretendemos llevar a cabo una reflexión del entorno urbano desde una perspectiva holística, puntualmente con la finalidad de comprender esta dinámica tan particular que emerge por una afanosa interacción humana donde se consignan determinantes culturales, tecnológicos y de regulación que ostensiblemente generan conflictos ambientales y representan un reto para el logro de un ambiente urbano sustentable.



LOS GRANDES CONFLICTOS URBANOS

El ambiente urbano es representado por las enormes urbes que se erigen como núcleos de “servicios públicos, privados y de distribución, [que] al aumentar su velocidad de crecimiento van absorbiendo pequeñas ciudades adyacentes [...], dando origen al desarrollo de las zonas metropolitanas” (Batres, 2012:62).

En este sentido, Lahoz (2010:293) menciona, terminantemente, que una vez que “se urbaniza una determinada zona, ya sea agrícola o rural, el impacto persiste durante siglos o incluso nunca llega a desaparecer”. Bajo esta aseveración, se hace palpable que el ambiente urbano es totalmente antagónico en relación con el entorno natural, extremadamente patente cuando los centros urbanos conllevan un desarrollo altamente descontrolado.

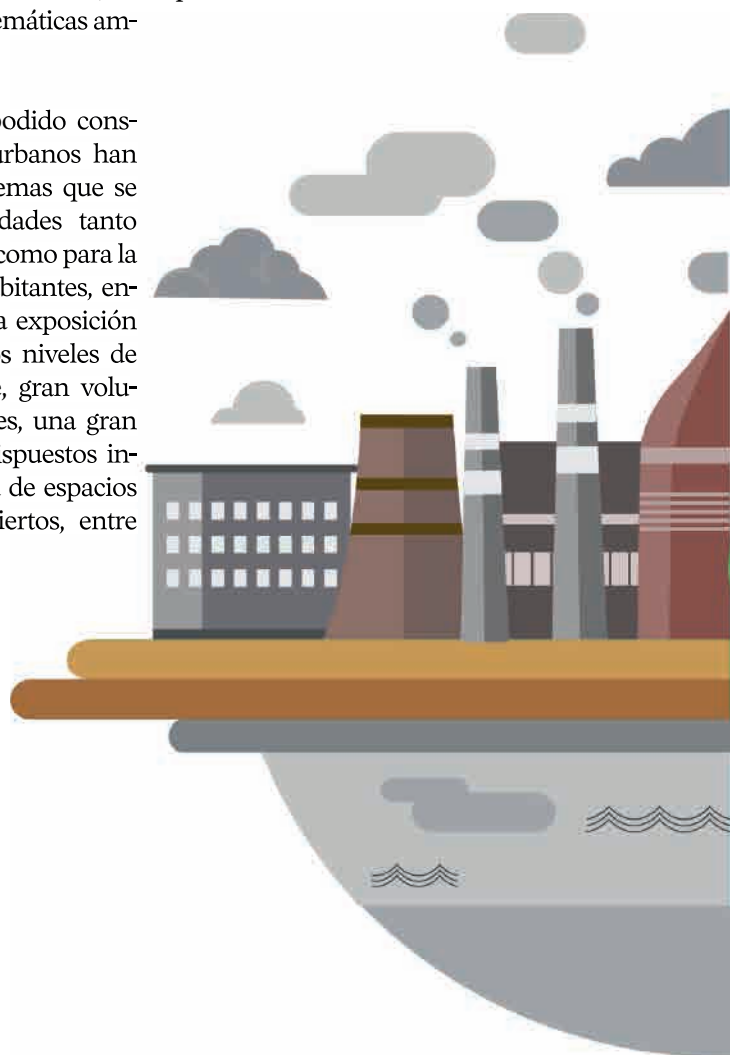
Este crecimiento desarticulado no sólo causa afectaciones en el ámbito de las ciudades, sino que se expande hacia el resto de los sistemas naturales y adicionalmente afecta universalmente, como el denominado cambio climático, que representa la suma de todo el efecto negativo del avance y progreso de la sociedad humana.

De esta manera, el ámbito urbano no sólo da cuenta de los logros de la sociedad humana, sino que además exterioriza todos sus desajustes y complicaciones, de tal manera que, como menciona Lezama

y Domínguez (2006:154), representa “un exceso de la racionalidad y un exceso de la artificialidad que ella misma encarna. La ciudad es el mejor ejemplo de la subordinación y el sometimiento de la naturaleza que la modernidad representa”. Realmente, este ambiente urbano construido, donde de manera general podemos pasar 80% de nuestra existencia, es el causante de las problemáticas ambientales existentes.

Por lo cual, se ha podido constatar que los centros urbanos han conllevado otros problemas que se traducen en eventualidades tanto para el entorno natural como para la salud de los propios habitantes, entre ellos encontramos la exposición constante al ruido, altos niveles de contaminación del aire, gran volumen de aguas residuales, una gran cantidad de residuos dispuestos inadecuadamente, la falta de espacios tanto verdes como abiertos, entre muchos otros.

Por otra parte, el Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía en España (s/f) –en su publicación *Urbanismo, Medio Ambiente y Salud*– pronuncia que la mayoría de los entornos urbanos comparten problemas medioambientales que son parecidos, que se añan a los antes mencionados y de los que son promotores: el menoscabo de la di-



versidad biológica, la aparición de especies invasoras, la alta tasa de utilización de recursos no renovables, el alto consumo de agua, la aparición de las islas de calor, la fragmentación de los hábitats y la pérdida de masas boscosas, entre otras situaciones.

Lo cual es palpable mediante la creación de un escenario complejo y

muchas veces caótico, no sólo en las ciudades de los países desarrollados, sino también de aquellos centros urbanos que se encuentran en naciones en vías de desarrollo, donde hace tiempo subsiste un alto consumo de recursos por persona, que aunado a la sobreexplotación del propio entorno citadino, esta actividad de aprovechamiento se prolonga hasta los sistemas que subvencionan los insumos para su sostenimiento, extendiendo así sus impactos ambientales.

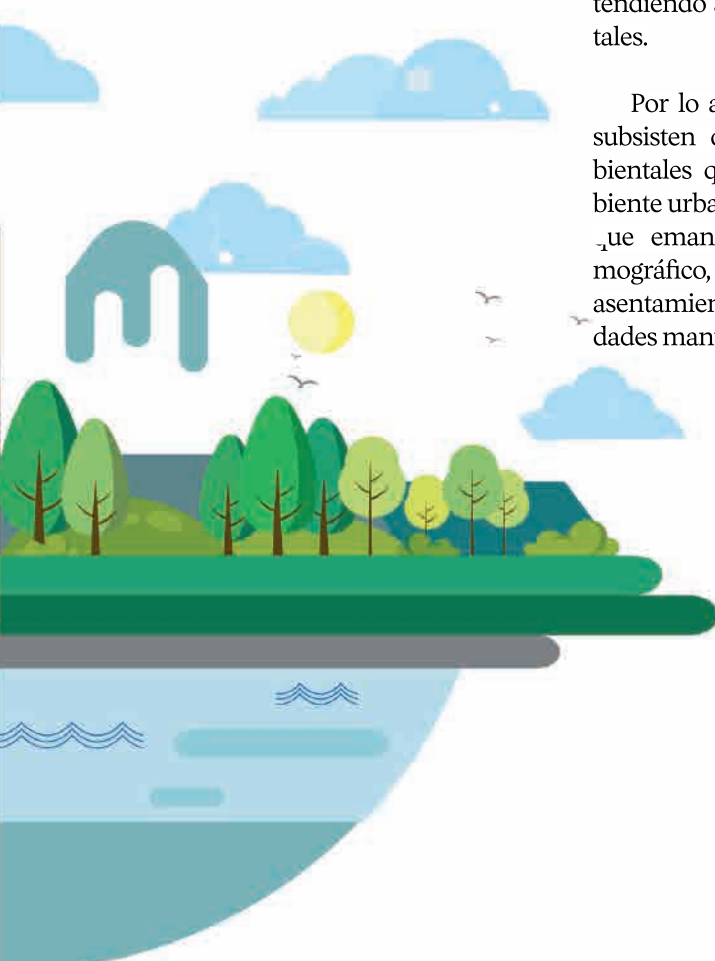
Por lo anterior, se reconoce que subsisten diferentes impactos ambientales que sobrevienen del ambiente urbano, por ejemplo, aquéllos que emanan del crecimiento demográfico, de la creación de nuevos asentamientos urbanos, de las actividades manufactureras e industriales,

de la movilidad y desplazamiento de la colectividad humana mediante el transporte, de la presión ejercida sobre el entorno rural, forestal y pesquero para proveer los alimentos y materiales para el sostenimiento de estas grandes urbes.

A estos impactos ambientales habría que sumarles lo que se denomina como pobreza urbana. Sanghee (2017:29) indica al respecto:

En cuanto a la ciudad, el mundo está experimentando mayor crecimiento urbano y las grandes ciudades tienden a concentrarse en países en desarrollo; es decir, 54% de la población mundial vive en ciudades [...] y sobre todo en los países de América Latina su porcentaje registró 79.6% en 2014. Esta urbanización excesiva produce grandes aglomeraciones urbanas (megaciudades-megalópolis) [...], y una enorme transformación social, económica y ambiental durante las etapas de industrialización y de globalización [creando al mismo tiempo pobreza humana].

Esta pobreza urbana, como lo mencionan López y Montañó (2016), puede ser valorada y observada de dos formas. La primera se exhibe cuando se incrementa el número de pobres, que puede manifestarse mediante la incorporación de nuevas personas en esta condición, y adicionalmente se puede evidenciar al contemplar a las personas pobres,





cómo lamentablemente empeoran en sus condiciones de vida.

Mientras la segunda, indican los mismos autores, se documenta mediante la distribución territorial de este núcleo de personas, que particularmente se asientan en los bordes de los espacios urbanos, cuya cualidad distintiva es la alta concentración, y además se particulariza por irrumpir en espacios territoriales que no están preparados para estos asentamientos humanos. De tal manera que una zona suburbana, en palabras de Villalobos (2012:11), tiene

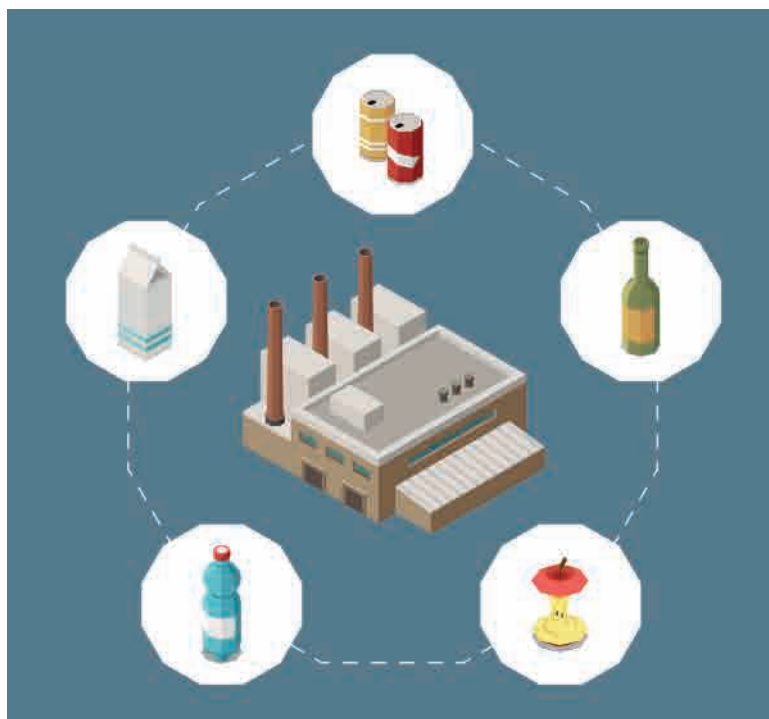
características cada vez más difusas, tanto en las aproximaciones conceptuales como en su aplicación en el territorio. Además, teniendo en cuenta que no está caracterizado como suelo de expansión, ni rural, ni urbano, las dinámicas del territorio le confieren mayores presiones y tensiones dadas las necesidades e intereses [que se prodigan en estos sitios].

Esto plantea serias dificultades para el cumplimiento del Objetivo 11 de la

Agenda 2030, que establece las medidas para el logro de instaurar ciudades sustentables. Recordemos que estas zonas urbanas y suburbanas se caracterizan por revelar un aumento de la pobreza en el mundo; asimismo, subsiste en ellas la desigualdad social y, además, en muchas ocasiones la ingobernabilidad. Entre la numeralia documentada, la Organización de las Naciones Unidas –*Hábitat* (2006: párrafo 6)– indica:

Los residentes de los cinturones de pobreza urbanos –que alcanzan los mil millones en el mundo– tienen mayores probabilidades de sufrir una muerte prematura y de padecer hambre y enfermedades, además de que tienen los menores niveles de educación y de oportunidades de empleo.

Como se ha podido esbozar, los ambientes urbanos en su natural expansión se constituyen en espacios –donde la tendencia general– es la de un consumo mayor de recursos como insumos renovables y no que promueven una discapacidad ambiental y una exclusión de orden social.



LAS DIFICULTADES PARA LA SUSTENTABILIDAD URBANA

Los problemas socioambientales que proceden del ambiente urbano derivan fundamentalmente de la alta concentración demográfica en espacios sumamente reducidos. Es así que desde la Reunión de Río 92, en el discurso político de carácter gubernamental prevalece el concepto de desarrollo sustentable, lo que ha motivado un gran

esfuerzo intelectual y gubernamental en la búsqueda de mecanismos, instrumentos y estrategias para conciliar el desarrollo económico tradicional con el medio ambiente. Es esto lo que [...] han llamado la modernización ecológica, de la que el desarrollo sustentable es el ejemplo más acabado (Lezama y Domínguez, 2006:157).

Esto toma suma importancia en el marco de los ambientes urbanos, ya que éstos, hasta hace poco tiempo, se contem-

plaban como sitios donde sus funciones, prácticas y automatismos se juzgaban como eficaces y que además promovían una buena cohesión social. Sin embargo, en el mundo se ha ido cambiando esta percepción debido a que el avance de la urbanización de manera global ha generado un exacerbado consumo de recursos naturales y un gran impacto de orden contaminante, que no garantiza nuestra seguridad y, adicionalmente, este proceso es ahora insostenible. En este sentido, Maya y Velásquez (2008:8) han comentado que el ambiente urbano se ha caracterizado por “reducir la calidad ambiental de las concentraciones urbanas, [y] no existe un mejoramiento sanitario ni se solucionan los problemas de contaminación”.

Realmente, es en el ambiente urbano donde el ser humano ha dado génesis a sus propias pautas, normas y criterios-fabricados y artificiosos- para

establecer su funcionamiento como sociedad y además instituir las formas de vinculación con el entorno natural, mediante el establecimiento de límites máximos permisibles de contaminantes, con lo cual convierte en legal una emisión dañina, o bien, permite que una actividad productiva permanentemente contamine.

De esta forma, se transita constantemente en una serie de legalidades e ilegalidades que ostenta la crisis de cohesión social y de acuerdos duraderos, como lo sugiere Romero (2006). Hasta ahora esta permisividad ha conllevado alteraciones en las leyes que regulan los mecanismos ecosistémicos, revelando sólo el deterioro y contaminación ambiental que promueven.

Así, López (2004) comenta que las eventualidades producidas por el vertiginoso crecimiento urbano durante el siglo pasado no pudieron ser resueltas por el urbanismo en primera instancia, por lo cual se originó la planeación urbana, que en un inicio intentó reglamentar y ordenar el territorio en función de ciertas cualidades que debería poseer, y así surgió la zonificación.

No obstante estos esfuerzos políticos y sociales, las problemáticas en el ámbito urbano continuaron acrecentándose, particularmente supeditadas a la presión ejercida por el rápido crecimiento demográfico y aunado a la alta concentración de actividades productivas, que progresivamente cambió la faz de los entornos urbanos, y que ahora avistamos.

Por consiguiente, desde el enfoque del desarrollo sustentable, la

visión ecosistémica contempla al ambiente urbano como un complejo sistema donde bullen subsistemas que se vinculan entre sí y a su vez son dependientes unos de otros (Cantú-Martínez, 2015). Por esta razón, al tratar sobre el aspecto de un ambiente urbano sustentable, es pertinente emplear y referirse a las tres dimensiones que constituyen el principio de sustentabilidad: social, económica y ecológica. Aquí vale la pena comentar que bajo esta nueva visión de sustentabilidad el ambiente urbano

debe contemplarse no únicamente como un espacio donde se libran deliberaciones de carácter tecnológico, sociales, políticas y urbanísticas, sino desde una perspectiva también ecológica. Por lo tanto, la sustentabilidad urbana debe contemplar la disminución y cesión de los costos ambientales a otras personas, ambientes, otras metrópolis o circunscripciones geográficas que amparan y favorecen el suministro de bienes naturales, renovables o no, como el agua, aprovisionamiento de alimentos y energéticos (Cantú-Martínez, 2015:31).

Determinar cuáles son los alcances que debe poseer un ambiente urbano sustentable, dependerá de las cualidades y características socioambientales que posea, así como de las condiciones económicas con las que cuenta, ya que es prudente señalar que coexisten entornos urbanos con dificultades y contingencias muy heterogéneas.

Sin embargo, la dimensión ecológica deberá tomar suma importancia ya que las otras dos dimensiones –so-

cial y económica– dependen estrechamente de ésta. Asimismo, entre las dificultades que deberán sortearse, según Lezama y Domínguez (2006:164), se encuentra:

La ausencia de planificación con visión de largo plazo y las soluciones fragmentadas, parciales y oportunistas, [que] han llevado a un tipo de ciudad [en la actualidad] en la que no sólo se es excluido por razones de pobreza, sino de muchos ámbitos: cultural, político, social, ambiental.

Otra conflicto que es bastante relevante y que debemos superar es el relacionado con el pensamiento cartesiano, que ha hecho que nuestra sociedad humana asuma que las partes de un todo son distintas, opuestas, separadas y ajenas del orden absoluto. De tal manera que la relación del ámbito urbano no está alejada ni cercana a la naturaleza, sino inserta en esta misma. Por ejemplo, Milton Santos (1997) ya lo reconocía y lo dilucidaba al indicar que el escenario natural es el muestrario de variados espacios territoriales que se erigen en el soporte material del desempeño y quehacer del ser humano.

En consecuencia, la noción de sustentabilidad en el ambiente urbano se manifiesta en una gestión pública eficaz y eficiente donde se promueve el desarrollo social, la mejora de la calidad de vida de las personas y procura reorientar su postura de convivencia y actividades productivas acorde a las condiciones que prevalecen en el entorno natural (Ameriso, 2018).

Tales consideraciones –para un ambiente urbano sustentable– pue-

den quedar explícitas en los juicios que Kibert (2007) comenta en su obra *Construcción sustentable*, donde demarca algunas pautas que deben atenderse para lograr esto: 1) la protección al medio ambiente, 2) la conservación de los recursos naturales, 3) el paisaje, 4) la reutilización de los recursos ya empleados, 5) la gestión adecuada del ciclo de vida de los materiales ocupados, para evitar la generación de residuos, 6) la reducción del uso de energía, 7) la multiplicación de ambientes sanitariamente saludables y no perjudiciales para la naturaleza, entre otros aspectos.

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD URBANA

En búsqueda de encontrar una forma de valoración de la sustentabilidad urbana, la compañía ARCADIS –establecida en Holanda–, dedicada principalmente a la consultoría y diseño de proyectos mayormente sustentables, lanza al concierto internacional, en 2018, el Índice de Ciudades Sostenibles (ICS), que contempla como puntuales a las personas, al planeta y la condición económica, aspectos que ellos mismos resaltan al señalar que estas esferas valorativas se encuentran alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sustentable de la Organización de las Naciones Unidas (ARCADIS, 2018).

Según este ICS, clasifica entre las primeras diez ciudades a 1. Londres,



2. Estocolmo, 3. Edimburgo, 4. Singapur, 5. Viena, 6. Zúrich, 7. Múnich, 8. Oslo, 9. Hong Kong y 10. Frankfurt. De acuerdo con este índice, las características que distinguen a estas ciudades del resto valoradas, es el financiamiento económico con el que cuentan, además de la planeación y toma de decisiones que se han hecho considerando las eventualidades propias que estos centros urbanos generan –y producirán más adelante– por su desarrollo a largo plazo.

Mientras que entre las primeras 50 metrópolis norteamericanas y canadienses mejor evaluadas hallamos a: 14. Nueva York, 16. San Francisco, 19. Seattle, 22. Boston, 25. Ottawa, 26. Vancouver, 30. Toronto, 31. Montreal, 37. Calgary, 39. Washington, 45. Los Ángeles y 48. Chicago. En tanto, entre las ciudades Iberoamericanas evaluadas por este ICS encontramos en el lugar: 21. Madrid, 28. Barcelona, 77. Santiago, 78. Sao Paulo, 79. Ciudad de México, 81. Buenos Aires, 84. Río de Janeiro, 85. Lima y 86. Salvador.

Hay que hacer hincapié en que no obstante los artificios metodológicos para evaluar un ambiente urbano como sustentable, por el momento sigue resultando de manera arbitraria su evaluación, como los modelos y reglas en que gravitan. Especialmente porque no conocemos de manera certera cómo luce una ciudad sustentable urbanísticamente y, por otra parte, el hecho que las opiniones como los indicadores a considerar suelen ser distintos entre las naciones, los grupos sociales y las distintas culturas existentes.



CONSIDERACIONES FINALES

Afrontar los retos que plantea la edificación de un ambiente urbano sustentable demanda fundamentalmente una transformación del pensamiento en materia de gestión urbana. Sobre todo partiendo de lo que conocemos como insustentable, para tratar de alcanzar la sustentabilidad urbana, la cual hasta ahora ignoramos.

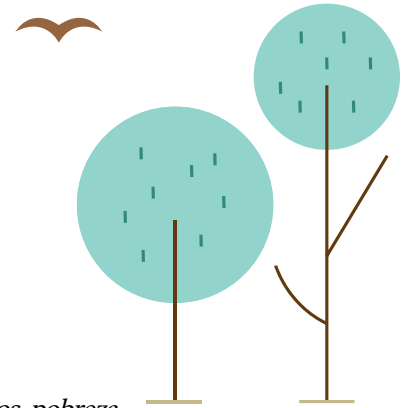
En consecuencia, sólo podemos aspirar a considerar que, de manera normal –como lo comentaban Haughton y Hunter (1994)–, cualquier conglomerado social desearía contar con un ambiente urbano sustentable caracterizado por un entorno saludable, en el que exista un sentido de pertenencia social, subsista una responsabilidad política donde de manera eficaz se apliquen los recursos financieros para saldar las necesidades manifiestas por sus miembros,

con un nivel de calidad de vida digno y aceptable socialmente y, con carácter de no negociable, se tengan medidas de mejoramiento ambiental y de atención a las eventualidades generadas por la dinámica urbana, tanto en el ámbito local como regional, con la finalidad de que estas acciones contribuyan positivamente al entorno global.

Finalmente, como lo comentó Coyle (1997:1) lacónicamente al referirse al ambiente urbano:

La adversidad de la situación no parece dejar opciones y clarifica verdades antes no tan obvias. Se trata de alcanzar un equilibrio [ecológicamente racional] más estable entre el empleo de los recursos, la organización de la sociedad y la forma de vida de las personas.

REFERENCIAS



Ameriso, C.C. (2018). La sustentabilidad urbana: un compromiso social. *InterNaciones*. 5(13):159-192.

ARCADIS (2018). *Citizen centric cities. The sustainable cities index 2018*. Amsterdam. ARCADIS.

Batres, J.J. (2012). *Crecimiento urbano e industrial, consecuencias ambientales en las lagunas urbanas y periurbanas en Tampico-Madero-Altamira del sur de Tamaulipas (México), análisis 1823-2010*. (Tesis doctoral). Universitat de Barcelona. Barcelona, España.

Cantú-Martínez, P.C. (2015). Sustentabilidad Urbana. *Ciencia UANL*. 18(74):28-32.

Coyula, M. (1997). Ambiente urbano y participación en la búsqueda de un socialismo sustentable. *Nueva Sociedad*. 152(Nov-Dic):20-28.

Haughton, G., y Hunter, C. (1994). *Sustainable cities*. London. JKP.

Kibert, Ch.J. (2007). *Sustainable Construction Green Building Design and Delivery*. USA. John Wiley & Sons.

Lahoz, E. (2010). Reflexiones medioambientales de la expansión urbana. *Cuadernos Geográficos*. 46(1):293-313.

Lezama, J.L., y Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de Población*. 49:153-176.

López, O. (2004). La sustentabilidad urbana. *Bitácora Urbano y Territorial*. 1(8):8-14.

López, F.M., y Montaña, B.G. (2016). Pobreza urbana y los servicios de agua y salud en la periferia de la ciudad de México. El caso de la delegación Xochimilco. En: A. Vyeira, Y. Méndez-Lemus y J. Hernández-Guerrero

(Coords.). *Procesos urbanos, pobreza y ambiente. Implicaciones en ciudades y megaciudades* (pp. 143-156). Morelia. UNAM:CIGA.

Maya, A.Á., y Velásquez, L.S. (2008). El medio ambiente urbano. *Gestión y Ambiente*. 11(1):7-19.

Ministerio de Medio Ambiente de España. (2007). *Libro verde de medio ambiente urbano. Tomo I*. Madrid.

Ministerio de Medio Ambiente de España-Dirección General de Calidad Ambiental.

Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía en España. (s/f). *Urbanismo, medio ambiente y salud*. España. OSMAN-Junta de Andalucía-Unión Europea.

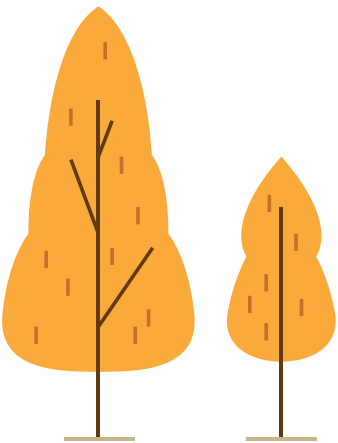
Organización de las Naciones Unidas-Hábitat. (2006). *América Latina, entre las regiones con mayor pobreza urbana del mundo*. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2006/06/1081351>

Romero, Y. (2006). Tramas y urdimbres sociales en la ciudad. *Universitas Humanística*. 61(Ene-Jun):217-228.

Sanghee, J. (2017). La pobreza urbana de América Latina y los desafíos en la era del desarrollo sustentable. *Portes, Revista Mexicana de Estudios sobre la Cuenca del Pacífico*. 11(21):27-48.

Santos, M. (1997). *Espaço e Método*. São Paulo. Nobel

Villalobos, C.F. (2012). *Aporte al concepto teórico de suburbano según la dinámica de producción urbana en el proceso de crecimiento de Bogotá, hacia el primer anillo de periferia*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.





De cometas, dinosaurios y ropa



Alguna vez escuché a alguien decir que era más fácil ver al cometa Halley que a su mejor amigo. Al principio se me hizo raro, pero luego entendí la referencia, este cuerpo celeste, grande y brillante, orbita alrededor del Sol cada ¡75 años en promedio! Y hablando de cometas, déjame decirte que existen cientos, miles de ellos, pero no todos siguen órbitas como la del Halley. Algunos vuelan a través del sistema solar a alta velocidad antes de dirigirse hacia el infinito, para no regresar nunca más (ahhh). Aunque es bastante fácil calcular hacia dónde van, resulta mucho más difícil determinar de dónde provienen.

Bueno, se supone que hay dos posibilidades, en la primera ese tipo de astros está inicialmente en una órbita estable alrededor del astro rey, aunque lejos de éste. Cuando otro objeto más grande pasa cerca de él, puede sacarlo

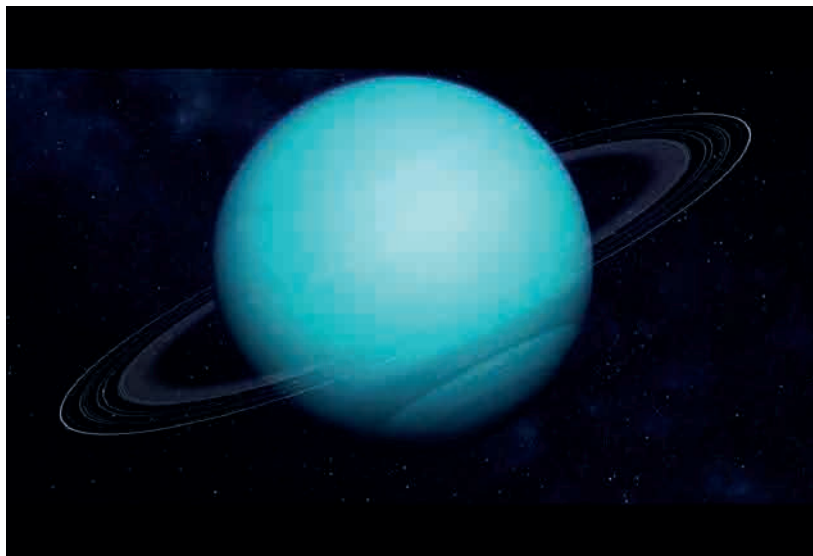
de su zona, haciendo que se adentre temporalmente en la del sistema más cercano (en la que se halla la Tierra). Al pasar por ahí, desde la Tierra se le puede observar antes de que su trayectoria lo lleve a alejarse de nuevo y a perderse para siempre en el espacio.

En la segunda posibilidad, un cometa se forma en un lugar muy muy lejano, tal vez un sistema planetario diferente, y cuando vuela a través del firmamento, por casualidad atraviesa el nuestro antes de continuar su camino.

Para saber más al respecto, Arika Higuchi y Eiichiro Kokubo, del Observatorio Astronómico Nacional de Japón (NAOJ), calcularon los tipos de trayectorias que normalmente se esperarían en cada posibilidad. Luego, compararon sus cálculos con las observaciones de dos objetos inusuales en trayectoria hacia fuera del sistema

solar: Oumuamua, descubierto en 2017, y Borisov, en 2019. El análisis de Higuchi y Kokubo revela que el escenario de origen interestelar proporciona la mejor coincidencia para las rutas de ambos objetos.

El equipo también ha demostrado que es factible que cuerpos con la masa de un gran planeta gaseoso que pasen cerca de nuestra galaxia desestabilicen a los cometas de órbita larga y los coloquen en rutas similares a las de Oumuamua y Borisov. Sin embargo, por ahora no se ha descubierto de manera inequívoca ningún cuerpo cuyo tamaño pueda estar relacionado con alguno de esos dos objetos. De todos modos, se necesita investigar más, tanto desde la vertiente teórica como mediante la observación, a los cuerpos celestes del tipo de Oumuamua y Borisov, para determinar mejor su origen.



Y aprovechando que andamos sobrevolando por el universo, déjame preguntarte ¿en qué se parecen Urano, el planeta, y un huevo podrido? Ah, verdad, ésa no te la esperabas. Pues no, no es en el cascarón ni en la forma. Se trata del sulfuro de hidrógeno, el gas que da a los huevos podridos su olor característico, que también impregna la atmósfera superior de la “gran bola azul”, como se ha debatido durante mucho tiempo, pero nunca se había demostrado definitivamente. Ahora, basándose en sensibles observaciones espectroscópicas realizadas con el telescopio Géminis Norte, los astrónomos descubrieron el nocivo gas que se arremolina en la parte superior de las nubes de este gigante de hielo. Dicho resultado resuelve un

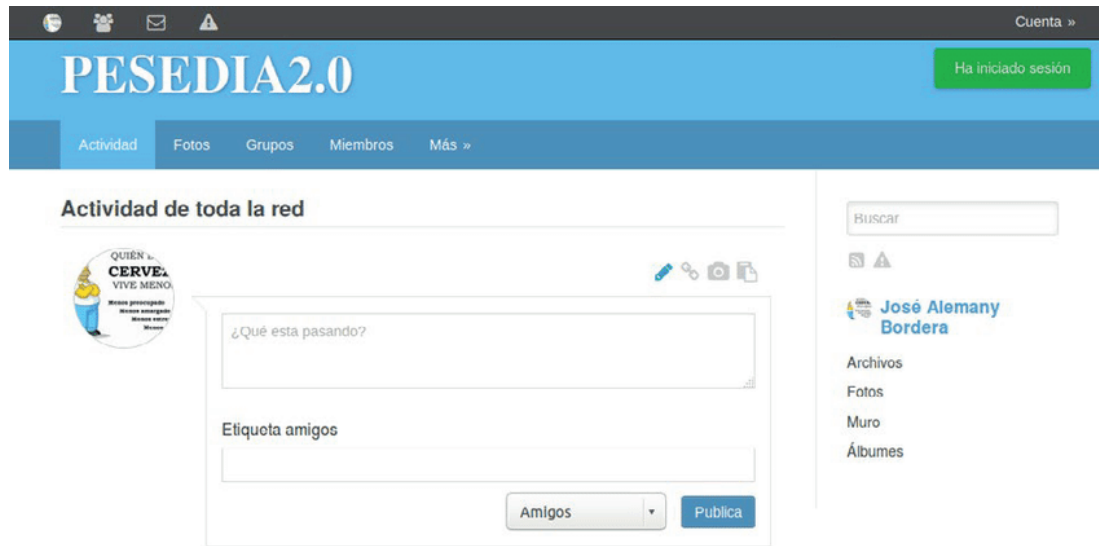
obstinado y antiguo misterio sobre nuestro apuesto vecino sideral.

Incluso después de décadas de observaciones, y una visita de la nave Voyager 2, Urano se aferró a un secreto esencial: la composición de sus nubes. Gracias al citado telescopio, uno de los componentes clave de su atmósfera fue finalmente verificado.

Patrick Irwin, de la Universidad de Oxford, Reino Unido, y otros colaboradores del resto del mundo, diseccionaron espectroscópicamente la luz infrarroja de Urano capturada por el telescopio Géminis Norte, de 8 metros, instalado en el monte Mauna Kea de Hawái. Encontraron sulfuro de hidrógeno, el gas odorífero que la

mayoría de la gente evita, en la parte superior de las nubes de Urano.

Los datos de Géminis, obtenidos con el Espectrómetro de Campo Integral en el Infrarrojo Cercano (NIFS), muestrearon la luz solar reflejada de una región inmediatamente superior a la principal capa de nubes visible en la atmósfera de Urano. Los astrónomos han debatido durante mucho tiempo la composición de éstas y si el sulfuro de hidrógeno o el amoníaco dominan su cubierta, pero carecían de pruebas definitivas en cualquier caso. Ahora, gracias a la mejora de los datos de la línea de absorción del sulfuro de hidrógeno y al maravilloso espectro de Géminis, por fin tienen la huella que delata al culpable.



Y es que el avance de la ciencia y sus aparatos es vertiginosa, realmente da pasos agigantados. Tanto, que en ocasiones apenas nos enteramos de un progreso, cuando éste ya se quedó obsoleto. Uno de estos adelantos es una red social llamada PESEDIA, ándale, más o menos como el Face, pero ésta se basa en técnicas de inteligencia artificial e incluye diferentes juegos educativos. Esta red, desarrollada por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), es capaz de advertir de forma muy gráfica sobre el alcance y riesgos de la información que se publicará, para que no salgas luego con esa barra tan quemada: “es que me hackearon”. Incluye también un analizador de contenido que detecta información sensible del usuario y es capaz de dis-

cernir sus sentimientos y nivel de estrés al escribir sus mensajes.

Para el desarrollo de PESEDIA clasificaron la sensibilidad de diferente información del consumidor: edad, nombre, fecha de nacimiento, peso... y así hasta 74 variables distintas. Además, identificaron aquellos factores más relevantes que hacen que aceptemos determinadas sugerencias mientras navegamos por ella. También desarrollaron un módulo que permite analizar los datos de velocidad y forma de escritura de los internautas cuando escriben mensajes, información de la que se pueden inferir los sentimientos y niveles de estrés.

Con todo ello, los investigadores propusieron dos mecanismos de ‘paternalismo blando’ que ofrecen información a quien utiliza la red sobre el riesgo para la privacidad de publicar un determinado contenido, para ello han trabajado con lo que se denomina ‘empuje mediante imágenes’, mostrando, por ejemplo, las imágenes de perfil de algunos de los usuarios a los que podría llegar su mensaje, y con ‘empuje mediante números’, para indicar cantidades de lectores a los que alcanzará la publicación.



Porque cuidar la salud emocional es muy muy importante, pero también la física, por eso vamos al doctor cuando nos sentimos mal, bueno, algunos sólo van a la farmacia y se compran lo que creen necesario para sanar, a eso se le llama automedicarse, y no es bueno, como mucha gente cree. Los especialistas afirman que lo malo en esto es que metemos en nuestro cuerpo algo que no necesitamos, como los antibióticos, un tipo de fármacos que actúan frente a las bacterias que ocasionan una enfermedad. Claro, en muchas ocasiones su utilización es necesaria, siempre y cuando no se abuse de ellos. Cuando esto sucede, pueden aparecer efectos secundarios adversos como diarrea o candidiasis, dificultades respiratorias, trastornos en la piel o reacciones alérgicas.

Bueno, y qué podemos hacer si hemos consumido demasiado de ese tipo de medicamento. Un estudio afirma que una buena manera de combatir las consecuencias adversas es tomando probióticos mientras se realiza una terapia con dichas sustancias.

Cuando realizamos un tratamiento con remedios de este tipo no sólo destruimos las bacterias nocivas de nuestro organismo, también aniquilamos aquéllas que son beneficiosas. Por este motivo, muchas veces el consumo de estos fármacos genera la aparición de otros microorganismos patógenos más resistentes. Según esta investigación, los efectos negativos de los bactericidas varían en función del tipo y tiempo que se hayan utilizado. Normalmente, los efectos son reversibles, aunque pueden crear cambios permanentes en el organismo si se consumen con mucha frecuencia. Además, en el caso de los más pequeños, su empleo acarrea modificaciones en los mecanismos de respuesta del sistema inmune.

Con el objetivo de revertir los daños ocasionados por utilizar antibióticos, los especialistas recomiendan consumir productos probióticos, cuya composición cuenta con organismos vivos que ayudan a restablecer el ecosistema intestinal afectado. Por esta razón, siempre que se tomen, es aconsejable acompañarlos con probióticos,

tanto en el caso de adultos como de niños pequeños.

Igualmente, también resulta muy beneficioso reforzar el ecosistema intestinal a través de una dieta sana y equilibrada. Los preparados prebióticos o alimentos fermentados, como el kéfir o el yogur, pueden auxiliar en este sentido. Todo ello ayudará a mantener nuestro organismo en perfectas condiciones y preparado para los daños que pueda generar el abuso de antibióticos.

Pero, antes de consumir probióticos, debemos saber que no todos son iguales. Por ejemplo, hay cepas como *Lactobacillus* o *Bifidobacterium* útiles para reequilibrar la flora intestinal. Si además se busca prevenir o frenar los problemas de diarrea asociados a un tratamiento con antibióticos, las cepas de *Saccharomyces boulardii* son las más recomendables.

Según los especialistas, es importante conocer los posibles beneficios de cada probiótico para que sean utilizados adecuadamente en cada situación.



Pero también es necesario no abusar de los prebióticos, porque todo en exceso hace daño. Hablando de daños a la salud, algo que provoca miles y miles de muertes al año en el mundo es el tabaquismo, un mal hábito que no afecta sólo a la salud, sino también al medio ambiente. Sí, como lo lees. O a poco nunca has visto sobrantes de cigarrillo tirados en calles, paradas de autobús, parques y hasta playas. Según algunas estimaciones, los fumadores generan más de ¡cinco billones (millones de millones) de colillas cada año en todo el mundo!, y la preocupación por su impacto ambiental ha llevado a realizar estudios sobre cómo afectan a los hábitats acuáticos y a la vida silvestre. Sin embargo, pese a su abundancia, casi nadie ha estudiado las emisiones al aire que provienen de ellas.

Cuando se le pidió al investigador Dustin Poppendieck que los evaluara,

se mostró escéptico. Como científico experto en mediciones, del Instituto Nacional estadounidense de Estándares y Tecnología (NIST), se dio cuenta de que no había una forma estándar de analizar las cantidades de productos químicos que flotan en el aire alrededor de los cigarrillos horas y días después de haber sido apagados. Además, pensó que podría no haber suficientes productos químicos presentes en ese aire para que las mediciones fueran significativas.

Sin embargo, lo que él y sus colegas encontraron fue que el resto de un cigarrillo consumido y apagado, uno que ya está frío al tacto, puede emitir en un día el equivalente de hasta 14% de la nicotina que emite un cigarrillo encendido.

La sorpresa para Poppendieck y sus colegas fue mayúscula. A la luz de

los nuevos datos, la sola presencia de éstas en el cenicero de una sala o de un automóvil puede tener impactos importantes en la salud de las personas que pasen un tiempo suficiente ahí dentro.

La mayoría de los productos químicos de las colillas apagadas se emiten al aire durante las primeras 24 horas tras el apagado. Sin embargo, las concentraciones de nicotina y triacetina todavía son de alrededor de 50% del nivel inicial cinco días después. El grupo también descubrió que emiten esas sustancias químicas a tasas más elevadas cuando la temperatura del aire es más alta.

Imagínate, todos esos químicos que nos afectan simplemente porque a alguien se le ocurrió dejar la colilla al “ahí se va”.



Por eso, uno de los trabajos de los científicos es buscar más y más formas de mejorar nuestra salud, pero no sólo en la Tierra, también en las estrellas. Achis, cómo dijo. Sí, hay especialistas cuyo trabajo es dar con formas de mantener la salud en órbita, al principio de los astronautas, pero muchos de esos tratamientos pueden servir para nosotros aquí en la Tierra, por eso, cuantos más sujetos de estudio haya, mejor, pero enviar a gente al espacio es caro y complejo.

Ah, pero lo que no sabías es que los estudios de reposo simulan aspectos de los vuelos espaciales. En ellos, quienes participan permanecen en cama durante largos periodos con la cabeza seis grados por debajo de la horizontal (hasta aquí no parece tan difícil). Además, han de tocar el camastro con un hombro en todo momento: comidas, duchas y visitas al baño incluidas (aquí está lo complicado, dirás).

Así, la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés) ha llevado a cabo numerosos estudios de reposo en cama con Medes en Toulouse (Francia) y en la instalación 'envi-hab' del Centro Aeroespacial Alemán (DLR) de Colonia (Alemania). A ellos se suma ahora el Instituto Jožef Stefan de Planica (Eslovenia), que participará en una nueva ronda de estudios de 60 días: uno tendrá lugar en Toulouse y otro allí, en Planica.

Las instalaciones permiten a los científicos modificar las condiciones ambientales, como los niveles de oxígeno en las salas, y realizar en voluntarios ensayos de bajo nivel de oxígeno, o hipoxia, relevantes para futuras misiones espaciales, pues el entorno hermético de las astronaves y los hábitats espaciales podría contener poco oxígeno.

Cada uno de los centros de Francia, Alemania y Eslovenia cuenta con una centrifugadora que hace girar a los participantes para recrear la atracción gravitacional hacia sus pies mientras permanecen tumbados. Esta gravedad artificial puede contrarrestar algunos de los cambios que experimenta el cuerpo humano durante la exploración espacial.

El objetivo es sobre todo probar las medidas que podrían reducir los efectos indeseables de vivir en gravedad cero. Los resultados de este tipo de investigaciones no sólo aportan beneficios a los astronautas, también tienen aplicación, por ejemplo, para aquellas personas que deben permanecer en reposo durante largos periodos de tiempo.



Todo por la salud, ese bien tan preciado que se puede perder por cosas tan simples como un pañal mojado. ¿A poco? Sí, aunque no lo creas. Si bien para algunos bebés esto es causa de una demanda instantánea y lloriqueante de cambio, otros pueden no inmutarse y transportar la carga húmeda durante largos periodos sin quejarse. Pero si se usa demasiado tiempo, puede causar erupciones dolorosas.

Por eso, la agrupación de Pankhuri Sen, del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), en Estados Unidos, ha desarrollado un dispositivo “inteligente” en el que han integrado un pequeño y barato sensor de humedad que puede alertar a un cuidador cuando el pañal está a su máxima capaci-

dad. Si el sensor detecta saturación, envía una señal a un receptor cercano, que a su vez puede enviar una notificación a un smartphone o a un ordenador (eso es en verdad asombroso).

El sensor consta de una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID), que se coloca debajo de una capa de polímero muy absorbente, un tipo de hidrogel que por regla general se usa en productos de este tipo para absorber la humedad. Cuando el hidrogel está mojado, el material se expande y se vuelve ligeramente conductor, lo suficiente como para activar la etiqueta RFID, haciendo que ésta envíe una señal de radio a un lector situado a una distancia de hasta un metro.

Hasta donde saben los inventores del mecanismo, este diseño es la primera demostración de hidrogel como elemento de antena funcional para la detección de humedad en pañales usando RFID. Calculan que el costo de fabricación del sensor será de menos de dos centavos de dólar, lo que lo convertirá en una alternativa más barata, y de usar y tirar, a otras tecnologías similares. Pero no sólo eso, el dispositivo también podría ayudar a registrar e identificar ciertos problemas de salud, como señales de estreñimiento o incontinencia.



Así de avanzado puede ser el vestuario que usamos a diario, con todos esos nuevos mecanismos wearables, pero te has preguntado, cuándo comenzamos a usarlo. Pues un nuevo estudio en el que se ha rastreado la evolución de los piojos (así es, tal y como lo estás leyendo) demuestra que los humanos modernos comenzaron a usar vestiduras hace unos 170,000 años. Esta nueva tecnología les permitió, tiempo después, marcharse de África y emigrar con éxito a otras partes del mundo.

El investigador principal, David Reed, del Museo de Historia Natural de Florida, en el campus de la Universidad de Florida, estudia los piojos de los humanos modernos para conocer mejor la evolución humana y los patrones de migración. En su último estudio, que ha durado cinco años, utilizó

la secuenciación de ADN para calcular cuándo los piojos de la ropa comenzaron a diferenciarse genéticamente de aquellos del cabello humano.

Los datos con los que ha trabajado Reed muestran que los humanos modernos comenzaron a vestirse unos 70,000 años antes de emigrar hacia zonas de climas más fríos, en latitudes más altas, un proceso que se inició hace unos 100,000 años. Determinar con este grado de exactitud cuándo comenzó el ser humano a llevar indumentaria sería prácticamente imposible disponiendo sólo de datos arqueológicos, porque, resulta obvio que las prendas de tanto tiempo atrás difícilmente pueden conservarse hasta nuestros días en los yacimientos arqueológicos.

El estudio también muestra que comenzamos a usar vestimenta mucho después de perder el pelaje del cuerpo, lo cual, según investigaciones previas, sucedió hace alrededor de un millón de años. ¡Esto significa que pasamos una cantidad considerable de tiempo sin pelaje corporal ni ropa!

El motivo de estudiar a los piojos en el marco de la arqueología y la paleontología es que, a diferencia de la mayoría de los otros parásitos, su notable especialización en las especies que parasitan los hace mantener una estrecha relación de coevolución con éstas, hasta el punto de que estudiarlos permite a los científicos obtener datos importantes sobre los cambios evolutivos en el animal parasitado basándose en los cambios detectados en él.



Y ya que andamos en edades de piedra o anteriores, ¿recuerdas la escena de *Jurassic Park* cuando Alan Grant ve por primera vez un braquiosaurio vivo y se da cuenta que es de sangre caliente? Es genial y es verdad. Sabías que dichos animalitos se ubican en un punto evolutivo entre las aves, de sangre caliente, y los reptiles, de sangre fría. Esto ha motivado muchos debates sobre si esas carismáticas bestias eran de sangre fría o de sangre caliente. Al estar extintos, no hay ningún modo directo de averiguarlo. Una nueva investigación al respecto parece que ha resuelto definitivamente el enigma.

El estudio lo ha llevado a cabo el equipo de Robin Dawson, de la Universidad Yale y ahora en la de Massachusetts-Amherst, ambas en Estados Unidos. También han colaborado Pincelli Hull, Daniel Field y Hagit Affek.

Los estudiosos analizaron fósiles de cáscara de huevo que representan tres grupos principales de dinosaurios, incluidos los que están más relacionados evolutivamente con las aves y los que están más alejados de ellas. En otras palabras, el análisis aplicado se basa en el hecho de que el orden de los átomos de oxígeno y carbono en una cáscara de huevo fosilizada está determinado por la temperatura. Una vez que se averigua el orden de esos átomos, se puede averiguar la temperatura interna del cuerpo de la madre.

Por ejemplo, las cáscaras de huevo del gran pico de pato *Maiasaura*, en Alberta, Canadá, indicaron una temperatura de 44°C. Por su parte, huevos fosilizados de *Megaloolithus*, de Rumania, indicaron 36°C.

Los investigadores realizaron el mismo análisis en cáscaras de invertebrados de sangre fría en los mismos lugares que las anteriores. Esto ayudó a determinar la temperatura del ambiente local, y si las temperaturas corporales de los saurios eran más altas o más bajas.

Las muestras de *Maiasaura* fueron 15°C más cálidas que su entorno; las de *Megaloolithus*, de 3 a 6°C. Los resultados indican, por tanto, que todos los principales grupos de dinosaurios tenían temperaturas corporales más cálidas que su entorno. La capacidad de elevar metabólicamente sus temperaturas por encima de la del medio ambiente fue un rasgo temprano de la historia evolutiva de estas fantásticas creaturas.



Vaya, hablar de ese tema siempre me emociona, así como me emociona levantarme temprano y desayunar. Aunque hoy me acabo de enterar que tomar un desayuno copioso en lugar de una cena abundante puede prevenir la obesidad y el nivel alto de azúcar en la sangre, sí, así lo sugiere una nueva investigación realizada por el equipo de Juliane Richter, de la Universidad de Lubeca (Lübeck) en Alemania.

Como ya sabemos, nuestro cuerpo gasta energía en la digestión para la absorción, transporte y almacenamiento de nutrientes. Este proceso, conocido como termogénesis inducida por la dieta, es una medida de lo bien que está funcionando nuestro metabolismo y puede diferir según la hora en que tomemos los alimentos.

Los resultados obtenidos por el equipo de Richter indican que el alimento consumido al inicio del día, independientemente de la cantidad calórica que contenga, genera el doble de termogénesis inducida por la dieta que el mismo alimento, pero consumido en la noche.

En el estudio, realizado en un laboratorio, 16 hombres consumieron un desayuno bajo y una cena alta en calorías durante tres días, y viceversa en una segunda ronda. Richter y sus colegas encontraron que el consumo idéntico de calorías condujo a una termogénesis inducida por la dieta 2.5 veces mayor en la mañana que en la noche después de las comidas altas en calorías y también tras las que eran bajas. El aumento, inducido por los

alimentos, de las concentraciones de insulina y azúcar en sangre, fue menor después del desayuno en comparación con después de la cena. Los resultados también muestran que tomar un desayuno bajo en calorías aumenta el apetito, específicamente para los alimentos dulces.

Así que ya lo sabes, debemos desayunar abundante en lugar de una cena cuantiosa para reducir el peso corporal y prevenir enfermedades metabólicas y la obesidad.



COLABORADORES

Bryan Herrera

Licenciado en Nanotecnología por el CNyN-UNAM.

Carlos Eduardo Chávez Félix

Ingeniero aeronáutico por la UANL. Sus líneas de investigación se enfocan en simulaciones CFD, simulaciones térmicas y diseño conceptual de aeronaves. Actualmente se desarrolla en el área aeroespacial enfocada en satélites pequeños del tipo CubeSat.

Diana Cobos Zaleta

Ingeniera mecánica electricista y maestra en Ingeniería de Sistemas por la UANL. Profesora del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la FIME-UANL. Sus principales líneas de investigación son el análisis de sistemas, metodologías de diseño y técnicas para la simulación de sistemas y verificación.

Enrique Sámano

Licenciado en Física y Matemáticas por el IPN. Doctor, con especialidad en Física, por el Stevens Institute of Technology, donde realizó una estancia posdoctoral como Profesor Adjunto al Departamento de Física e Ingeniería Física. Participa en el CNyN-UNAM. Recientemente inició el área de investigación en Nanotecnología basada en ADN en el CNyN.

Eréndira Santana

Licenciada en Nanotecnología por el CNyN-UNAM.

Fernando López Irarrogori

Licenciado en Matemáticas y en Matemática Computacional por la Universidad Friedrich Schiller de Jena, Alemania. M.S.C. en Informática Aplicada y Ph.D. en Ciencias Técnicas (Matemática Aplicada) por la Universidad Politécnica José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba. Profesor en la UANL. Su principal línea de investigación es sobre el desarrollo de metodologías para la ayuda a la decisión y los sistemas de apoyo a la decisión.

Gerardo Enrique Chan Magaña

Ingeniero civil y maestro en Ingeniería por la UADY. Consultor independiente en el área de supervisión de vías terrestres. Su línea de investigación es la tecnología del concreto.

Jheinson Alberto Contreras Salinas

Ingeniero industrial y magister en Ingeniería Administrativa. Doctorando en la UANL. Profesor universitario a tiempo completo de la Universidad Simón Bolívar sede Barraquilla, Colombia. Sus líneas de investigación son la consolidación y aceleración empresarial, *multiple-criteria decision-making* (MCDM).

Juan Daniel Hernández Altamirano

Estudiante de octavo semestre de la Licenciatura de Químico Farmacéutico Biólogo en la FCQ-UANL. Asistente de investigador en la UTE-Cidics-UANL. Instructor de talleres para el capítulo universitario AICHE-ITESM. Colaborador del grupo estudiantil Con-ciencia UANL.

Luis Arturo Reyes Osorio

Ingeniero mecánico administrador, maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica, con especialidad en Materiales, y doctor en Ingeniería de Materiales por la UANL. Profesor-investigador de la FIME-UANL. Cuenta con Perfil deseable Prodep. Participa en el posgrado en Ingeniería Aeronáutica, líder del cuerpo académico en Ciencias de la Ingeniería Avanzada. Sus líneas de investigación son los procesos de unión, desarrollo de recubrimientos, fundición de aleaciones no ferrosas y modelación de procesos mecánicos. Miembro del SNI, nivel I.

Luis Enrique Gómez Vanegas

Licenciado en Letras Hispánicas por la UANL. Diplomado en periodismo científico por la FCC-UANL. Autor del libro *Soledades*. Corrector de la revista *Ciencia UANL* y de *Entorno Universitario*, de la Preparatoria 16-UANL.

María Josefa Santos Corral

Doctora en Antropología Social. Su área de especialidad se relaciona con los problemas sociales de transferencia de conocimientos, dentro de las líneas de tecnología y cultura y estudios sociales de la innovación. Imparte las asignaturas de ciencia y tecnología para las RI en la Licenciatura de Relaciones Internacionales y Desarrollo Científico Tecnológico y su Impacto Social en la Maestría de Comunicación.

Mario Ángel Rico Méndez

Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones y maestro en Ciencias por la UANL. Profesor de la FIME-UANL.

Noemí Lizárraga Osuna

Ingeniera electrónica por el ITMAR, Mazatlán. Realizó estudios de posgrado, con especialidad en Optoelectrónica, en el CICESE. Profesora de la FIM-UABC.

Norma Patricia Puente Ramírez

Egresada de la UASLP. Maestra en Ciencias, con especialidad en Optoelectrónica, por el CICESE. Doctorada en Ciencias por la UABC. Sus líneas de investigación son la propagación de ondas electromagnéticas en medios no homogéneos y el biosensado óptico. Profesora-investigadora de la FIME-UANL.

Patricia Zambrano Robledo

Ingeniera mecánica, maestra en Ciencias de la Ingeniería Mecánica, con especialidad en Materiales, y doctora en Ingeniería de Materiales por la UANL. Miembro del SNI, nivel II, y de la AMC. Directora de Investigación de la UANL.

Pedro César Cantú-Martínez

Doctor en ciencias biológicas. Trabaja en la FCB-UANL y participa en el IINSO-UANL. Su área de interés profesional se refiere a aspectos sobre la calidad de vida e in-

dicadores de sustentabilidad ambiental. Fundador de la revista *Salud Pública y Nutrición (RESPyN)*. Miembro del Comité Editorial de Artemisa del Centro de Información para Decisiones en Salud Pública de México.

René Galindo Orozco

Licenciado en Ingeniería Eléctrica Industrial por el ITP. Maestro y doctor en Ciencias en Ingeniería Eléctrica (Control Automático) por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados. Profesor titular en la FIME-UANL. Realizó estancias de investigación posdoctoral y sabática en el Institut de Recherche en Communications and Cybernetique de Nantes, Francia, y en la Universidad de Bath, Reino Unido. Sus intereses de investigación incluyen el análisis y control de sistemas lineales, de sistemas modelados por gráficas de ligadura, basados en pasividad y de sistemas LPV, entre otros. Miembro del SNI.

Roberto Carlos Cabriales Gómez

Ingeniero mecánico electricista, maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica, con especialidad en Materiales, y doctor en Ingeniería de Materiales por UANL. Profesor de tiempo completo de la FIME-UANL. Cuenta con perfil deseable Prodep y con la certificación CSWA y CSWP de diseño mecánico. Es miembro de Apple Developer Program. Participa en el cuerpo académico en Ciencias de la Ingeniería Automotriz. Actualmente es jefe de la Academia de Conversión de Energía.

Rómel Gilberto Solís Carcaño

Ingeniero civil y maestro en Ingeniería por la UADY. Profesor titular y coordinador de Estudios de Posgrado en la Opción de Construcción en la FI-UADY. Coordinador del Cuerpo Académico consolidado de Ingeniería de la Construcción, y de la Red Internacional de Integración del Diseño y la Construcción. Sus líneas de investigación son la tecnología del concreto y administración de la construcción. Cuenta con perfil deseable Prodep.

Lineamientos de colaboración

Ciencia UANL

La revista *Ciencia UANL* tiene como propósito difundir y divulgar la producción científica, tecnológica y de conocimiento en los ámbitos académico, científico, tecnológico, social y empresarial. En sus páginas se presentan avances de investigación científica, desarrollo tecnológico y artículos de divulgación en cualquiera de las siguientes áreas: ciencias exactas, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales, humanidades, ciencias sociales, ingeniería y tecnología y ciencias de la tierra. Asimismo, se incluyen artículos de difusión sobre temas diversos que van de las ciencias naturales y exactas a las ciencias sociales y las humanidades. Las colaboraciones deberán estar escritas en un lenguaje claro, didáctico y accesible, correspondiente al público objetivo; no se aceptarán trabajos que no cumplan con los criterios y lineamientos indicados, según sea el caso se deben seguir los siguientes criterios editoriales.

Criterios editoriales (difusión)

- Sólo se aceptan artículos originales, entendiendo por ello que el contenido sea producto del trabajo directo y que una versión similar no se haya publicado o enviado a otras revistas.
- Se aceptarán artículos con un máximo de cinco autores, en caso de excederse se analizará si corresponde con el esfuerzo detectado en la investigación.
- El artículo debe ofrecer una panorámica clara del campo temático.
- Debe considerarse la experiencia nacional y local, si la hubiera.
- No se aceptan reportes de mediciones. Los artículos deben contener la presentación de resultados de medición y su comparación, también deben presentar un análisis detallado de los mismos, un desarrollo metodológico original, una manipulación nueva de la materia o ser de gran impacto y novedad social.
- Sólo se aceptan modelos matemáticos si son validados experimentalmente por el autor.
- No se aceptarán trabajos basados en encuestas de opinión o entrevistas, a menos que aunadas a ellas se realicen mediciones y se efectúe un análisis de correlación para su validación.
- Para su consideración editorial, el autor deberá enviar el artículo vía electrónica en formato .doc de Word, así como el material gráfico (máximo cinco figuras, incluyendo tablas), fichas biográficas de cada autor de máximo 100 palabras y carta firmada por todos los autores (formato en página web) que certifique la originalidad del artículo y cedan derechos de autor a favor de la UANL.
- Los originales deberán tener una extensión máxima de cinco páginas (incluyendo figuras y tablas).
- Se incluirá un resumen en inglés y español, no mayor de 100 palabras, incluir cinco palabras clave.
- Las referencias se deberá utilizar el formato Harvard para citación.
- Material gráfico incluye figuras, imágenes y tablas, todas las imágenes deberán ser de al menos 300 DPI.

Criterios editoriales (divulgación)

- Sólo se reciben para su publicación materiales originales e inéditos. Los autores, al enviar su trabajo, deberán manifestar que es original y que no ha sido postulado en otra publicación.
- Se aceptarán artículos con un máximo de tres autores.
- Los contenidos científicos y técnicos tienen que ser conceptualmente correctos y presentados de una manera original y creativa.
- Todos los trabajos deberán ser de carácter académico. Se debe buscar que tengan un interés que rebase los límites de una institución o programa particular.
- Tendrán siempre preferencia los artículos que versen sobre temas relacionados con el objetivo, cobertura temática o lectores a los que se dirige la revista.
- Para su mejor manejo y lectura, cada artículo debe incluir una introducción al tema, posteriormente desarrollarlo y finalmente plantear conclusiones. Se recomienda sugerir bibliografía breve, para dar al lector posibilidad de profundizar en el tema. El formato no maneja notas a pie de página.
- Las referencias no deben extenderse innecesariamente, por lo que sólo se incluirán las referencias citadas en el texto.
- Los artículos deberán tener una extensión máxima de cinco cuartillas y una mínima de tres, incluyendo tablas, figuras y bibliografía. En casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable de *Ciencia UANL* una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo Editorial.
- Las figuras, dibujos, fotografías o imágenes digitales deberán ser de al menos 300 DPI.
- En el caso de una reseña para nuestra sección Al pie de la letra, la extensión máxima será de dos cuartillas, deberá incluir la ficha bibliográfica completa, una imagen de la portada del libro, por la naturaleza de la sección no se aceptan referencias.
- El artículo deberá contener claramente los siguientes datos en la primera cuartilla: título del trabajo, autor(es), institución y departamento de adscripción laboral (en el caso de estudiantes sin adscripción laboral, referir la institución donde realizan sus estudios), dirección de correo electrónico para contacto.

*Nota importante: todas las colaboraciones, sin excepción, serán evaluadas. Todos los textos son sometidos a revisión y los editores no se obligan a publicarlos sólo por recibirlos. Una vez aprobados, los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.

Todos los artículos deberán remitirse a la dirección de correo:

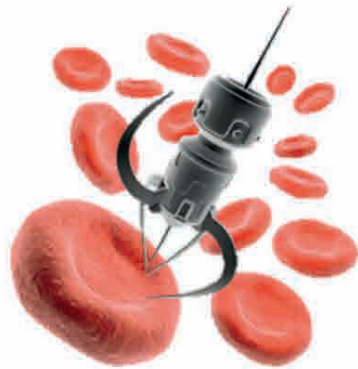
revista.ciencia@uanl.mx

o bien a la siguiente dirección:

Revista *Ciencia UANL*. Dirección de Investigación, Av. Manuel L. Barragán, Col. Hogares
Ferrocarileros, C.P. 64290, Monterrey, Nuevo León, México.

Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:

Tel: (5281)8329-4236. <http://www.cienciauanl.uanl.mx/>



 RevistaCienciaUANL

 RevistaCIENCIAUANL



Indexada en: 



 **Actualidad Iberoamericana**
Índice Internacional de Revistas



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Systema Regional de Información
en Línea para Sociología, Ciencias
de América Latina, el Caribe, España y Portugal
latindex
CATÁLOGO "HEMEROTECA LATINOAMÉRICA"