

DIRECTORIO

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Rectora

Dra. Ma. Lilia Cedillo Ramírez

Secretario General

Mtro. José Manuel Alonso Orozco

Vicerrector de Investigación y Estudios de Posgrado

Dr. Ygnacio Martínez Laguna

Directora de Estudios de Posgrado

Dra. Yadira Navarro Rangel

Directora de Investigación

Dra. Ma. Verónica del Rosario Hernández Huesca

Director de Divulgación Científica

Dr. Arturo Fernández Téllez

CONSEJO EDITORIAL

Editor responsable:

Dr. Arturo Fernández Téllez

Edición y revisión:

Biol. A. Eduardo Pineda Villanueva
Dirección de Divulgación Científica

Diseño gráfico:

Mtro. J. Daniel Arenas Balderas
Mtro. S. Eduardo Condado Picazo
Centro de innovación y creatividad

CONTENIDO

- 5 Breves reflexiones**
Dr. Rafael Sánchez Vázquez, Facultad de Derecho BUAP
- 11 Narrar miedo mediante la arquitectura**
Eloy Méndez Sainz, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades “Alfonso Vález Pliego”
- 15 Matemáticas y física**
Gerardo F. Torres del Castillo, Instituto de Ciencias, BUAP
- 18 Lupus eritematoso sistémico: Prototipo de la autoinmunidad**
Mario García Carrasco, Facultad de Medicina, BUAP
- 28 Los puentes en las ciencias naturales**
María de la Paz Elizalde González, Laboratorio de Adsorción y Cromatografía Centro de Química del ICUAP
- 34 La unión misteriosa y oculta de la naturaleza puede asociarse con las matemáticas de los solitones**
Vladimir Serkin
- 43 La singularidad del humanismo mexicano**
Pedro Félix Hernández Ornelas,
Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades “Alfonso Vález Pliego”
- 48 El mundo no tiene que ser así**
John Holloway, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades “Alfonso Vález Pliego”
- 52 El desarrollo como un proceso de mejora en la calidad de vida de la sociedad**
Mario Miguel Carrillo Huerta, ICGDE-BUAP
- 57 Desarrollo y aplicaciones de neuroprótesis del sistema vestibular y el equilibrio**
Enrique Soto, Instituto de Fisiología, BUAP.
- 62 El principio de franck-condon y el algebra de operadores**
Alejandro Palma Almendra, Instituto de Física (BUAP)

Cintillo legal

SPINOR, en su edición especial “Investigadores eméritos”, es una difusión periódica editada por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con domicilio en 4 sur número 104, Col. Centro, C.P. 72000, Puebla Pue. Y difundida a través de la Dirección General de Divulgación Científica, de la VIEP, con domicilio en Torre de Gestión Académica y Servicios Administrativos, 6° piso, Avenida San Claudio No. 1401, Ciudad Universitaria, Puebla, Puebla, C.P. 72592, Tel. (52) (222) 2295500 ext. 5714. www.viep.buap.mx, correo electrónico: revistaspinor@gmail.com

Reserva de derechos: 04-2023-122013395800-203 ISSN: (en trámite), ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Cultura. Editor responsable: Dr. Arturo Fernández Téllez, arturo.fernandez@correo.buap.mx.

Responsable de la última actualización de este número: Dr. Arturo Fernández Téllez, domicilio en Torre de Gestión Académica y Servicios Administrativos, 6° piso, Avenida San Claudio No. 1401, Ciudad Universitaria, Puebla, Puebla, C.P. 72592, fecha de última modificación, abril de 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la revista SPINOR ni de la BUAP.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Es un enorme placer para nosotros presentar la edición especial 2024 de la Revista de Divulgación Científica Spinor, instrumento editorial de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Este número está dedicado a las y los profesores eméritos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de la BUAP. Como sabemos, la distinción “Investigadora o Investigador Emérito del SNI” se otorga a aquellos que trabajan en instituciones mexicanas, realizando investigación en diversas áreas de las ciencias y las humanidades con productos de gran relevancia y trascendencia que han contribuido significativamente al desarrollo científico de nuestro país.

Las y los profesores eméritos del Sistema Nacional de Investigadores son pilares del trabajo docente y de investigación en la BUAP, desarrollando líneas de investigación de alto impacto en los programas de posgrado, sembrando la semilla del conocimiento en sus áreas de trabajo y dejando como legado grupos de investigación de excelencia.

Para esta edición especial, contribuyeron con profundas reflexiones y discusiones puntuales sobre las ciencias exactas, las ciencias naturales, las ciencias de la salud y las ciencias sociales y humanidades. Conoceremos algunas anécdotas que marcaron la carrera científica de los autores de estos artículos; también encontraremos recomendaciones o sugerencias para mejorar el trabajo docente y de investigación que se realiza en nuestra querida universidad.

Los invitamos a leer y disfrutar esta edición especial 2024.

Dra. Lilia Cedillo Ramírez, Rectora

Dr. Ygnacio Martínez Laguna, Vicerrector de Investigación y Estudios de Posgrado
BUAP



BREVES REFLEXIONES

DR. RAFAEL SÁNCHEZ VÁZQUEZ
FACULTAD DE DERECHO BUAP

RSVA7@HOTMAIL.COM

BREVES REFLEXIONES

Previamente, considero prudente expresar que la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, nuestra alma mater, es producto de un proceso histórico significativo. Su génesis y desarrollo data de más de 446 años de arraigo como institución de Educación Superior en el estado de Puebla. Su primer antecedente lo identificamos con el Colegio del Espíritu Santo, con el apoyo de su benefactor Don Melchor de Covarrubias, para luego transitar en el siglo XVI-II, con el nombre de Colegio Carolino, en memoria del Rey Carlos III de España durante la Nueva España. A partir del siglo XIX-1821, se le identifica Imperial Colegio, en 1825 el Colegio del Estado de Puebla; en la tercera década (1937) del siglo XX, se le reconoce como Universidad de Puebla; para el año de 1956, se le otorga su autonomía universitaria y se le identifica como Universidad Autónoma de Puebla.

A mediados de la década de los sesenta del siglo XX, comienza su proceso de reforma universitaria para consolidar años más tarde su modelo de universidad democrática, crítica y popular.

El Congreso del estado de Puebla, en el año de 1987, constituye nuestra alma mater, con el nombre de Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Así pues, actualmente nuestra máxima casa de estudios superiores del estado de Puebla es una universidad autónoma pública, comprometida socialmente con el desarrollo cultural, humanitaria, científica, artística y tecnológica.

Después de una breve semblanza de nuestra alma mater, paso a desarrollar en groso modo las líneas de investigación que generalmente abordo y que gi-

ran en relación a las siguientes temáticas, a saber:

- La docencia e investigación jurídica
- La cultura jurídica en sus diferentes estudios, en especial de nuestra cultura jurídica mexicana.
- Los problemas epistemológicos del derecho.
- La pobreza, los derechos humanos y su impacto en la procuración, administración e impartición de justicia en México.

A continuación, me permito hacer una reflexión sobre uno de los ejes temáticos: la docencia y la investigación jurídica.

La educación sobre cómo se informa y forma a los estudiosos de la cultura y conocimiento jurídico en Latinoamérica, y allende fronteras, dejan mucho que desear, entre otras razones, a saber:

- La docencia jurídica sigue siendo en términos generales muy dogmática. Gira en torno a la concepción del positivismo decimonónico del derecho a través de la exegesis de la ley.
- Lo que dijo el legislador dicho está y lo que ha llamado, llamado está. A este respecto, cabe mencionar lo siguiente:
- El derecho positivo lo es todo, y todo el derecho positivo está constituido por la ley; culto, pues al texto de la ley, sumisión absoluta. Son ya famosas las palabras de Bugnet: “Yo no conozco el derecho civil; y no enseño más que el Código de Napoleón.”

Así pues, la enseñanza del derecho se caracteriza por ser autoritaria; los alumnos se mantienen en una posición cómoda, receptiva, acrítica, alienante, memorística y domesticante; míticamente no les interesa investigar al igual que a los docentes;

la generación del conocimiento jurídico es escasa. La actividad educativa descansa en la enseñanza tradicional que es pasiva, receptiva, acrítica y gira en torno a la reproducción mecánica de los códigos y demás legislaciones, etc.

De ahí que podemos considerar lo siguiente: “el modelo de la docencia tradicional del Derecho descansa en el paradigma del materialismo mecanicista del conocimiento, en donde el alumno o sujeto cognoscente tiene una conducta pasiva, receptiva, acrítica, contemplativa y repetitiva, ya que reproduce la información que le proporciona el profesor de manera memorizada e irreflexiva. De ahí que el docente establece una relación autoritaria, vertical, domesticante, a través de un monólogo estéril y alienante, hasta llegar al extremo de ser un dictador de apuntes. No existe diálogo, ni discusión, y menos debate académico, entre el profesor y los alumnos, toda vez que ni el educador ni el educando investigan. Consecuentemente, no existe la generación del conocimiento, razón por la cual, ambos reproducen incondicionalmente la concepción decimonónica del Derecho, que surge y se desarrolla tanto su auge como su decadencia en el siglo XIX... Lamentablemente, dicha problemática existe y persiste en más de 1000 instituciones de educación superior que ofertan sus estudios de Derecho en la República Mexicana.

A este respecto, Antonio Hernández Gil considera que “Los males que aquejan al saber jurídico no proceden de los excesos científicos, sino por el contrario de la falta de un desarrollo epistemológico pleno”.

Pasando a otro tema, cabe hacer mención, que en Iberoamérica se ha establecido una política de Reforma Judicial desde hace más de 20 años. A este respecto, cabe resaltar la experiencia reciente que se

ha desarrollado en la República de Chile, en donde han puesto en práctica los juicios orales. Así como también medios alternativos en la solución de controversias, V. gr. La mediación, conciliación y el arbitraje, con un costo aproximado de 2 mil millones de dólares equivalentes a 20 mil millones de pesos mexicanos. En México en los últimos años, a partir de la reforma constitucional del 8 de junio de 2008, se ha impulsado la reforma judicial con el propósito de hacer realidad una administración, procuración e impartición de justicia más ágil, transparente, e imparcial, que permita una mayor certeza y seguridad jurídica en los mexicanos.

Empero, para hacer realidad dichos propósitos, el Estado mexicano ha realizado, entre otras, gestiones a las siguientes: Con fecha 11 de agosto 2003, El Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación aprobó la propuesta de realizar una consulta nacional sobre la reforma del Sistema de Impartición de Justicia. Durante el primer semestre de 2004 se celebraron 40 foros para que los participantes entregaran sus ponencias. El 31 de agosto de 2004, se recibieron 5,844 trabajos, que fueron clasificados en 28 temas. De su análisis se identificaron más de 11,000 propuestas y se pusieron al conocimiento público vía internet. Se prepararon 34 diagnósticos de percepción ciudadana.

Actualmente se cuestiona de manera cotidiana la eficacia y eficiencia de las instituciones jurídicas y de sus cultores: abogados postulantes, operadores del derecho tanto del fuero común como del fuero federal, secretarios, jueces, magistrados, ministros, así como de los fiscales (ministerios públicos) y procuradores de justicia, toda vez que la opinión pública respecto a los profesionistas del derecho se cuestiona minuto a minuto. A pesar de que se habla y se escribe mucho sobre la justicia. No obstante, la opinión pública está inconforme.

¹ Hernández Gil, Antonio: Metodología de la ciencia del derecho; Madrid, (s.e.), 1971, vol. I., p. 82.

Los juristas para el siglo XXI no pueden aceptar el derecho como instrumento de opresión, conformismo ni evasión. No pueden reducirse a la mera exégesis y manipulación de textos, ni a la aplicación de códigos y leyes como algo dado para siempre, realidad rígida e inmutable. Deben huir de la abstracción gratuita, del formalismo, de la pura especulación, de la falsa sutileza. Deben evitar el ritualismo y la jerga, preocuparse por la simplicidad, la racionalidad, el realismo, la respuesta creativa ante conflictos, dilemas, nuevas situaciones y desafíos.

Lamentablemente, la pobreza sigue lastimando a la sociedad Iberoamericana, sobre todo, a los sectores populares marginados, que fueron vapuleados por las políticas económicas neoliberales desde la década de los años ochenta y han trascendido más de 40 años y crecen las demandas por los mínimos vitales. De ahí que se exprese que el neoliberalismo significa la revolución de los ricos, ya que estos se hicieron menos, pero más ricos. En cambio aumentaron los pobres, pero con más carencias. Es por ello que se explican y justifican las políticas de bienestar puestas en marcha por la cuarta transformación. A fin de no colapsar más la situación de las grandes mayorías que viven en pobreza.

Mucho se ha dicho y escrito acerca de la democracia formal como discurso jurídico político. Empero, en gran parte de los Estados de la comunidad internacional, hasta ahora, no se ha logrado la democracia material-social, la cual requiere hacer realidad la justicia social como estrategia para lograr una mayor distribución del ingreso y de la riqueza en beneficio de las mayorías. A fin de lograr el bien común, entre otras razones, cabe resaltar que aproximadamente más de 5000 mil millones de seres humanos viven en pobreza.

Por otra parte, no podemos pasar por alto lo siguiente: con la aplicación de las políticas económicas neoliberales, a partir de la década de los ochenta del siglo pasado, actualmente se transita del estado de bienestar al estado de malestar; los beneficios que se habían logrado años atrás con el establecimiento del constitucionalismo social.

Ahora bien, en las últimas décadas se frenaron u obstaculizaron las políticas económicas de gasto social, toda vez que el Estado interventor ha dejado de participar en beneficio de la igualdad para un mayor número de personas. Lamentablemente, las políticas económicas neoliberales solo beneficiaron a las

² Sánchez Vázquez, Rafael, "Algunas consideraciones sobre la docencia e investigación jurídica en México", en Valencia Carmoña, Salvador (coord.), Educación, ciencia y cultura. Memoria del VII Congreso Iberoamericano de Derecho Constitucional, cit., nota 7, p. 282. En relación a la cantidad de estudiantes de derecho y de escuelas que imparten la carrera jurídica, véase Valadés, op. cit., nota 5, p. 12. Valadés cita los siguientes datos: "En la actualidad hay más de mil doscientas escuelas de derecho en América Latina, entre públicas y privadas, lo que representa aproximadamente una media de una escuela por cada cuatrocientos mil habitantes (considerando una población de 480 millones de personas en el subcontinente; nota de MC). Sin embargo, algunos países están por arriba de esa media lo que, independientemente de la relación entre población en edad escolar y acceso a la educación superior, puede significar una mayor posibilidad de control académico, mientras que otros se sitúan por debajo. Entre los primeros están Argentina (36) y Nicaragua (5): con una escuela de derecho por cada millón de habitantes, Honduras (2): una por cada tres millones, y Venezuela (26): una por cada novecientos mil; ligeramente por encima de la media se sitúan: El Salvador (10): una por cada seiscientos mil; y Guatemala (5) y Perú (45): una por cada quinientos cincuenta mil; mientras que por debajo aparecen Brasil (más de 500) y Colombia (127): una por cada trescientos quince mil; Chile (50): una por cada trescientos mil; Costa Rica (58): una por cada doscientos mil, y México (380): una por cada doscientos sesenta mil habitantes". Pese a este último dato, la eficiencia terminal en México es muy baja, pues los alumnos que finalmente alcanzan el título profesional respecto al total que iniciaron la carrera es ligeramente superior al 8%; los datos concretos en Sánchez Vázquez, Rafael, citado en esta nota, p. 304: con datos de 1999, de un total de 177,427 alumnos de derecho en toda la república, apenas hubo una eficiencia terminal de 14,553 alumnos. Cit. por Carbonell, Miguel: La enseñanza del derecho; 1ª ed. Ed. Porrúa, S.A. de C.V., México, D.F., 2004, p. 33.

³ Hernández Gil, Antonio: Problemas epistemológicos de la Ciencia jurídica; 1ª. ed. Ed. Civitas, Madrid, España, 1976, p.12

élites, es decir, a los más ricos. De ahí la preocupación por invertir más en la seguridad pública que en la seguridad social.

Empero, cabe resaltar que, a partir del 2018, con la llegada de la oposición, Morena ha puesto en práctica el programa social de bienestar. Además, se ha cuestionado el acceso a la justicia, lo que ha provocado una potente reacción contra la postura dogmático-formalista que pretendía identificar el fenómeno jurídico exclusivamente en las normas, olvidando así los otros elementos, no menos esenciales: sujetos, instituciones, procedimientos; sino que ha llevado también a una simplificación no menos irreal de las tareas y responsabilidades del jurista, juez, abogado, estudioso, tareas que, según dicha posición, deberían limitarse a un mero conocimiento y a la mera aplicación aséptica, pasiva y mecánica de las normas en la vida práctica, en la enseñanza y en el análisis científico.

Actualmente, el planeta Tierra tiene una población mundial aproximada a los 8000 millones de seres humanos; el 80% de la población carece de alguno o de varios de los mínimos vitales, a saber: alimentación, salud, vivienda, educación, trabajo, ambientes limpios de contaminantes. Dicha problemática es cada vez más dramática por la explosión demográfica y se intensifica aún más por las asimetrías en la distribución del ingreso y de la riqueza.

Consecuentemente, concibo a la justicia social como la expresión más humana, solidaria y racional para poder convivir en armonía con los demás. De ahí que sea necesario reforzar la cultura del respeto tanto al interés individual como al interés público en beneficio de la justicia social, a través de un ám-

bito más tolerante, abierto y plural que permita el desarrollo de un nuevo modelo de comunicación y de convivencia humana, que fortalezca el respeto a los derechos fundamentales del ser humano. Con el ánimo de evitar el holocausto, no podemos seguir sobreviviendo con la contaminación del agua, aire, fauna y flora. Así como de los alimentos que se obtienen a través de los transgénicos que a la larga producen enfermedades incurables, por ejemplo, el cáncer. Dicho drama ecológico en cierta forma obedece a los apetitos insaciables de quienes en forma egoísta sólo piensan y actúan para aumentar sus riquezas materiales a costa de la vida de los demás. Por último, es incuestionablemente el avance científico y tecnológico que se ha logrado en el siglo XX; basta mencionar el desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA), la cual ha impactado a todas las áreas y disciplinas del conocimiento humano. Las llamadas ciencias duras o exactas, física, matemáticas, química, astrofísica, etc. Así como de las ciencias sociales: economía, sociología, ciencias políticas, relaciones internacionales, derecho y humanidades, las culturales y las artes.

Por lo que respecta al ámbito del derecho, cabe decir que se han generado programas con sus respectivos algoritmos y que impactan a los profesionales del derecho, que podrán ser reemplazados en muchas de sus actividades por la inteligencia artificial.

Consecuentemente, es urgente que se discutan las currículas: planes y programas de estudios de las instituciones que ofertan los estudiosos de derecho. A fin de generar más alternativas de desarrollo para sus cultores y de esa manera facilitar su integración a las estructuras del mercado profesional, más ad

⁴ Kaplan Marcos: Del Derecho y del Jurista; Art. Publ. en el periódico El Financiero, sección cultural "Biblioteca". México, D.F., viernes 3 de diciembre de 1993, p. 15.

⁵ Véase Tello, Carlos e Ibarra, Jorge. La revolución de los ricos, 1ª. edición, Facultad de economía- UNAM, México, 2012, p. 183 y sigs.

⁶ Cappelletti, mauro, Dimensiones de la justicia en el mundo contemporáneo, México, Porrúa, 1993, pp. 82 y 83.

hoc. Así mismo, la investigación jurídica necesariamente girará entorno a la visión interdisciplinaria y transdisciplinaria, con el propósito de integrarse a la generación del conocimiento jurídico de práctica científica, con compromiso social. A fin de aminorar las asimetrías: económicas, sociales y educativas.



NARRAR MIEDO MEDIANTE
LA ARQUITECTURA

ELOY MÉNDEZ SAINZ, INSTITUTO DE
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
"ALFONSO VÉLEZ PLIEGO"

MELENDEZ.SAINZ@GMAIL.COM

NARRAR MIEDO MEDIANTE LA ARQUITECTURA

La arquitectura del siglo XXI es más flexible que las precedentes. Al configurarse, desvanece su materialidad a la vez que no prescinde de pesadez formal. Tal condición se expresa visualmente en términos alegóricos, cuyas referencias a la fortificación intentan cristalizar el imaginario de la vida segura en respuesta a la narrativa del miedo. Es, en apariencia, congruente el empleo de dispositivos que a la vista hacen indudable la protección, reproduciendo la ambivalencia de la relación del miedo con la seguridad posiblemente conseguida.

Para ilustrar lo anterior puede recordarse la anécdota registrada por Montaigne en 1580, recientemente recordada por Delumeau, sobre la fortificada Augsburg. Aquel escritor relató que esta ciudad de sesenta mil habitantes contaba con un complejo y sofisticado sistema defensivo, contando con reiteradas evidencias imbatibles que confirmaban su indudable inaccesibilidad por las tropas enemigas que le asediaban. Asombrado, Montaigne descubrió la falsedad del artificio, tan sólo destinado a parecer lo que en realidad no era: disimulaba la real vulnerabilidad del lugar. Los visibles recursos de seguridad de Augsburg jugaban un papel alegórico; re-presentaban una seguridad ausente; con ellos se conseguía ser lo que sólo parecía ser.

La relación entre la cosa y su imagen es alegórica cuando esta asegura un cierto significado de aquella, sólo uno e indiscutible; la cosa no queda abierta a múltiples interpretaciones. Claro, la conexión entre la cosa y su significado único es entendida y convenida socialmente, siendo -por ejemplo- el modo en que Dante veía verdades ocultas tras los bellos y ficticios textos teológicos. Estos no han

de interpretarse literalmente, sino de acuerdo al significado oculto y convenido de las palabras.

Sobre esta base, con antecedentes bíblicos y homéricos, desde el medioevo se ha codificado en la pintura y escultura la relación alegórica entre figuras y significados. De manera que la imagen del león connota valentía, poder, mientras la gallina representa inconstancia o el perro lealtad, abundando en el zoomorfismo de los atributos, lo mismo que encarnados en dioses del Olimpo, nada ajenos en ello a los dioses mesoamericanos.

En arquitectura, las diferentes culturas han representado mediante tipos y géneros las diferentes funciones y valores más o menos cambiantes en largos periodos, por lo que se les configura en consecuencia. Así se ha aprendido a distinguir los templos, los palacios, las casas, los monumentos celebratorios o los torreones militares, las fortificaciones, plazas, calles, hospitales, escuelas, cárceles y campos de concentración o exterminio. Los atributos han sido adheridos de tal manera a espacios y edificaciones que, mientras unos despiertan emociones de culto adoratorio, otros inspiran rechazo asociado al horror. Las cosas encarnan los cuerpos y relaciones sociales; les espejean, extienden y anclan en permanencias, es decir, las cosas significan según el rol asignado en la narrativa que les ha dado origen, de la cual reproducen y retienen los relatos, las historias que les constituyen.

Los emplazamientos urbanos, las interrelaciones en el territorio construido, las fachadas singulares de cada época cristalizan realidades. Durante siglos, las

fachadas del culto religioso latinoamericano dieron cuerpo a la retórica dominante colonial, dando lugar a la permanencia de un género edilicio emblemático, permeando la totalidad del territorio en pueblos, ciudades y toda suerte de asentamiento humano. En particular, en México abundan ahora los testimonios de aquel imaginario dominante, enseguida reformulados por las sucesivas liberaciones de independencia, reforma y revolución a la vez que se ha introducido el código figurativo neocolonial.

En el siglo XXI, la colonialidad se vehicula profusamente en la virtualidad sin descartar la materialidad de las arquitecturas. El paisaje urbano emergente es de vecindarios defensivos articulados por vías rápidas y crecientes periferias populares difusas propias de las urbanizaciones polarizadas neoliberales. Con ironía involuntaria se retoma en modo heráldico la figura del león protector, al tiempo que la denominación edénica o historicista o relativa a la fortificación de fraccionamientos habitacionales, cuyos dispositivos para representar apariencias comunican el miedo prevaleciente antes que conseguir seguridad o cohesión de club, si acaso logrando homogeneidad socioeconómica en los vecindarios aspirantes a la posesión simbólica de la distinción. El espacio físico no consigue ser arquitectura, lugar habitable, es sólo mera representación fallida.

En este contexto, el modelo ideal de espacio a ocupar es la isla, el territorio aislado autoprotegido -Dubai, aislado por agua y arena, expendio de islas artificiales-, ubicado entre Utopía y Alcatraz. El sueño arquitectónico es la casa de cristal, cuerpo sin sombra, carente de opacidad, transparencia absoluta. La solución se preserva en el imaginario. La mayor aproximación de elite es el paisaje de picos de rascacielos cimentados en las dunas orientales, cuyo suelo son las nubes y el horizonte es infinito en todas direcciones; es el mundo

inhabitable en el tope de las fortunas, burbujas inhóspitas.

Mientras tanto, a ras de suelo, la autoprotección de masas se resguarda en la simulación. La segregación elegida al interior de muros tan sólo separa, visualmente, a quienes pretenden el disfrute de beneficios de aglomeración de quienes fueron excluidos desde antes, pero se les recuerda en la vida cotidiana con evidencia cómplice que oculta, premia y propicia la impunidad de la desmemoria.

La casa en el fraccionamiento defensivo simboliza el éxito personal. Ubica y separa. El conjunto habitacional agrupa individuos cuyo hilo de relación cohesiva es la similitud en la capacidad adquisitiva, que, por definición, no se comparte, lo mismo que el espacio colectivo no es un bien común, sino vecindad competitiva que pasa de la exclusión amurallada a la simbólica y no menos sensible en el interior sólo en apariencia compartido. El distanciamiento fácil respecto al “otro” externo se consigue en la rápida operación comercial, pero distinguirse del vecino requiere del más o menos prolongado periodo de la vecindad adquirida, que las familias de las clases medias aspiran a eliminar cuanto antes en la expectativa del ascenso social. Mientras tanto, la atmósfera vecinal se densifica en el interminable proceso de autoexclusión y competencia ilimitada en términos territoriales. El vecindario autosegregado se relaciona con la compleja entidad urbana que le produce -de la cual intenta extraer los mayores beneficios en competencia con sus símiles-, al tiempo que en su interior se compite individualmente por obtener al menos la parte equitativa que le corresponde en el colectivo, una parte con frecuencia imposible de medir por ubicarse en el ámbito de las relaciones intersubjetivas. Del mismo modo, cada vecindario y todo segmento del territorio pugna por la obtención de las mejores condiciones posibles de habitabilidad en el marco de las relaciones establecidas y cambiantes.

Son relaciones de diferenciación y coexistencia a la vez. El vecindario se instala en una fracción de suelo sometida a procesos de apropiación que definen su especificidad en el aquí, echando mano de recursos manifiestos en el diseño del lugar prometido y aspirado, dando por hecho la existencia de una supuesta comunidad, que no es otra cosa que la adyacencia de parcelas privadas. El punto de partida es la seguridad otorgada por la adquisición del predio y la construcción que en él se realiza, así como la porción de servicios, equipamiento y relaciones correspondientes que le incluyen en la totalidad social urbana. Desde y en torno al habitáculo en proceso de realización se teje el sistema de dispositivos de seguridad que hacen lugar en el que es imprescindible la confianza individual y vecinal.

Para hacer legibles los vecindarios defensivos, las empresas que los producen suelen tematizarlos; diseñan todos los elementos componentes de acuerdo a un reducido y reiterativo repertorio de formas y colores. Es el recurso de identificación y diferenciación. Es relativa, porque el abanico temático es reducido, limitado por la moda. La diferencia se establece más bien por el estatus económico, conseguido mediante la compra del tinglado de la distinción.

Siendo el paisaje urbano un segmento del horizonte continuo, ahora una gran franja ofrece la vista segmentada de segmentos adyacentes. Es el efecto frontera, grupos sociales contenidos en murallas de acceso controlado, largos tramos de calles solitarias flanqueadas por muros contenedores de fachadas traseras. Claro, esta no-ciudad, producto mercantil, se justifica en la supuesta autoprotección ante la ciudad “otra”, de las masas populares.

Desde el momento en que el diseño de la cosa se refiere a sí misma (la casa segura se diseña según el

modelo imaginado y socialmente convenido como casa segura; forma y contenido tienen conexión directa irrenunciable), no hay margen para opciones imaginarias fuera del significado único; no hay libertad real en el diseño. En otras palabras, la casa no es casa, es sólo representación de casa.

Aunque el mercado inmobiliario contagia de su lógica a la ciudadanía, la casa no desaparece. En las colonias y barrios populares la casa es tarea de construcción, apropiación y resistencia cotidiana identificada con el arraigo. En los vecindarios defensivos de clases medias, son la creación de la casa real es labor de colonización y refiguración cotidianas de lo privatizado.

O sea, las prácticas sociales de encuentro y ocupación de la casa es sólo el inicio de un interminable proceso de rediseño y reconstrucción del espacio físico, así como de recreación cambiante de las relaciones vecinales, un tejido fundamental en la construcción de confianza que trasciende el miedo para narrar lugar, prescindiendo al fin de los dispositivos defensivos de la clausura.



MATEMÁTICAS Y FÍSICA

GERARDO F. TORRES DEL CASTILLO,
INSTITUTO DE CIENCIAS, BUAP

GTORRES@FCFM.BUAP.MX

MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Sin tratar de ser preciso, se puede decir que en la física se busca entender el funcionamiento del universo y ser capaces de hacer predicciones acerca de los fenómenos naturales. Aunque los logros en el primer aspecto serían muy discutibles, ya que no podemos explicar por qué el Universo se comporta como lo hace (por ejemplo, ¿qué es la carga eléctrica? ¿por qué los objetos cargados eléctricamente se atraen o se repelen? ¿por qué hay más materia que antimateria en el Universo?), en cuanto a hacer predicciones, la física ha sido muy exitosa, ganándose el título de “ciencia exacta”.

Hace unos 150 años no había una división tan clara como la que existe hoy entre la física y las matemáticas. Aunque grandes personajes del siglo XIX, como Gauss y Jacobi, se suelen considerar en la actualidad como matemáticos, buena parte de sus investigaciones y resultados pertenecen propiamente a la física. Con la expansión del conocimiento, se volvió necesario dividirlo en una multitud de disciplinas y, en la actualidad, la física y las matemáticas se estudian como áreas un tanto independientes. Investigadores como Newton, Leibniz, Euler, Lagrange, Laplace y Hamilton, entre otros, se vieron en la necesidad de introducir nuevos conceptos en las matemáticas estando interesados en problemas de la física y, en ese proceso, profundizaron en el conocimiento matemático al descubrir propiedades interesantes de los objetos matemáticos que iban apareciendo.

Aunque, históricamente, buena parte de las matemáticas ha surgido de las necesidades de la física, las matemáticas se pueden estudiar en forma independiente (no una buena idea, en mi opinión; yo creo que es muy útil conocer de dónde provienen los conceptos, por qué y para qué se introdujeron originalmente). En cambio, las matemáticas son esenciales en la física; aún para alguien dedicado a la física experimental, el análisis de los datos experimentales requiere de herramientas matemáticas.

En la física teórica las matemáticas son esenciales y, en muchos casos, un paso fundamental es expresar una idea física en forma matemática. Las matemáticas se encargan entonces de llevarnos a las consecuencias correspondientes. Como señalaba Heinrich R. Hertz (1857-1894) refiriéndose a la teoría electromagnética, “Es imposible estudiar esta maravillosa teoría sin sentir que las ecuaciones matemáticas tuvieran vida independiente y una inteligencia propia, como si fueran más sabias que nosotros, de hecho más sabias que su descubridor, como si dieran más que lo que él había puesto en ellas.” Lo expresado por Hertz se aplica a otras áreas de la física. Cuando, en 1928, Paul Dirac (1902-1984) propuso una ecuación para los electrones en la que se incorporara la unidad entre el espacio y el tiempo, la ecuación que obtuvo, entre otras cosas, implica la existencia de la antimateria (algo desconocido e insospechado hasta ese momento, identificado experimentalmente en 1932).

¹ De hecho, dos de los capítulos del libro clásico “Men of Mathematics” de E.T. Bell (Touchstone, Reissue edition, 1986) contienen biografías de estos dos personajes.

A pesar de que no se puede negar la relevancia de las matemáticas en la física, una actitud muy común de los físicos en relación con las matemáticas consiste en menospreciar su estudio. En mi opinión, como físico teórico, es conveniente conocer bien las matemáticas que uno emplea, no necesariamente con el rigor que se desarrolló en las matemáticas a partir del siglo XIX, pero sí tratando de conocer el origen y los alcances del formalismo que uno utiliza. (esto es similar a usar un automóvil sin saber qué ocurre dentro de él o usarlo entendiendo su funcionamiento, sus posibilidades y sus limitaciones). Sin embargo, en el proceso de conocer el formalismo matemático, se corre el riesgo de quedar atrapado por la belleza de las matemáticas.

Refiriéndome a mi propia experiencia, durante mis estudios de licenciatura en física descubrí lo interesante que pueden ser las matemáticas, lo que me llevó a tratar de conocer el área de la física en la que se emplearan más matemáticas (en algún sentido) y, en ese tiempo, la indicada era la relatividad general (también conocida como teoría einsteiniana de la gravitación; hoy tal distinción estaría quizá disputada por la teoría de cuerdas). Gracias al interés por acercarme a la relatividad general, conocí en 1976 al profesor Jerzy F. Plebański (1928-2005), quien se convirtió en mi asesor durante mis estudios de posgrado en física y de quien aprendí mucho, particularmente en cuanto a apreciar las matemáticas.

Aunque en mis estudios de posgrado me dediqué a la relatividad general, área en la que continué durante unos ocho años ya como investigador en la BUAP, desde 1990 me he ocupado en otras áreas de la física teórica (mecánica analítica, teoría electromagnética, mecánica cuántica, relatividad especial, elasticidad) y en el desarrollo de métodos matemáticos aplicables

en la física (espinores, funciones especiales, teoría de grupos, solución de sistemas de ecuaciones parciales lineales). A lo largo de mi trayectoria como investigador, en lugar de estudiar temas de moda, me ha interesado abordar problemas que pudieron haber sido estudiados hace 100 o 200 años y cuyas respuestas espero que sigan siendo de interés en los siguientes 100, 200 años, o más.

En mis años como investigador, desde 1981 a la fecha, la interrelación con la docencia ha sido muy fructífera. Al tratar de explicar las ideas de la física y las matemáticas a los estudiantes, uno puede encontrar problemas que merecen una exploración más detallada que la ya conocida, otros enfoques y nuevas preguntas.

² J.F. Mulligan (ed.), Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) (Garland, 1994).

³ Traducción mía



LUPUS ERITEMATOSO
SISTEMICO: PROTOTIPO
DE LA AUTOINMUNIDAD

MARIO GARCÍA CARRASCO
FACULTAD DE MEDICINA, BUAP
MGC30591@YAHOO.COM

LUPUS ERITEMATOSO SISTÉMICO: PROTOTIPO DE LA AUTOINMUNIDAD

El lupus eritematoso sistémico (LES) es una enfermedad que afecta a millones de personas a nivel mundial, aunque con frecuencia pasa desapercibida para el público general. Este trastorno autoinmune, crónico, multisistémico y potencialmente incapacitante representa un desafío considerable tanto para los profesionales de la salud como para los pacientes. Comprender el LES es esencial no solo para quienes lo padecen, sino también para sus familias y para la comunidad médica y científica. El presente artículo tiene como objetivo ofrecer una visión clara y accesible sobre esta compleja enfermedad, con el fin de fomentar la concienciación y promover una mayor empatía hacia quienes la enfrentan.

El LES también es conocido como una patología autoinmune prototipo, caracterizada por una producción excesiva de autoanticuerpos que causan daño en diversos órganos. Lo que se traduce en afectación a diferentes sistemas y aparatos, como el cutáneo, musculoesquelético, renal, neuropsiquiátrico, hematológico, cardiovascular, pulmonar y reproductivo (Cervera et al., 1993).

La presentación clínica y el pronóstico de esta patología varían ampliamente entre los pacientes, lo que contribuye a que en muchas ocasiones sea de difícil diagnóstico y se asocie a alta morbilidad. Además, el solapamiento con otras enfermedades relacionadas suele formar parte de la clasificación del LES, ya que hasta 40% de estos pacientes también presentan anticuerpos antifosfolípidos o

tienen síndromes de enfermedades autoinmunes solapados, siendo el más frecuente el síndrome de Sjögren secundario (Harley & Sawalha, 2022).

Epidemiología

A nivel mundial, la prevalencia de LES es de 43.7 casos por cada 100,000 habitantes [IC 95 %: 15.8 – 108.9], y la incidencia es de 5.1 casos por cada 100,000 habitantes al año [IC 95 %: 1.4 – 15.1]. Si bien el LES puede afectar a ambos sexos y a diferentes grupos raciales y etarios, es más frecuente en mujeres, con una relación de hasta 14.3:1 en comparación con los hombres y la edad más común de presentación es entre los 15 y los 45 años, mientras que entre 10 % y 20 % de los casos se presentan en la infancia (Barber et al., 2021).

La población con ascendencia africana, latina y nativa de Alaska presenta una mayor predisposición a desarrollar LES y suele tener un peor pronóstico en comparación con la población caucásica. Estudios indican que la enfermedad tiende a ser menos grave en pacientes de ascendencia europea, en contraste con aquellos de origen asiático, afroamericano e hispano (Fatoye et al., 2022).

En nuestro país, el LES se situó entre las 20 principales causas de muerte en mujeres de 10 a 54 años y ocupó el decimoquinto lugar en las muertes de personas de 15 a 24 años, el decimosexto en las de 25 a 34 años y de 35 a 44 años, y el decimoctavo en las de 45 a 54 años (Etchegaray-Morales et al., 2022). En suma, se observó que la tasa de mortalidad estandarizada por edad en mujeres con

LES incrementó de 0.4 por cada 100,000 habitantes en 1998 a 0.8 por cada 100,000 habitantes en 2017, un aumento relativo del 81.6 %. En contraste, las defunciones por otras causas mostraron un descenso relativo del 8.6 % (Mendoza-Pinto et al., 2022).

Si bien la etiología del LES no está completamente esclarecida, patogénesis incluye relaciones complejas entre mecanismos genéticos, ambientales, hormonales e inmunológicos, que conducen a disregulación inmune y pérdida de la tolerancia a autoantígenos, resultando en inflamación y daño a los propios órganos y tejidos (Mak & Kow, 2014; Wu et al., 2020).

Gracias a las nuevas estrategias de diagnóstico y tratamiento, la supervivencia de los pacientes con LES ha mejorado en los últimos 50 años. Sin embargo, se han detectado nuevas complicaciones a largo plazo, como menopausia prematura, mayor riesgo de neoplasias, aterosclerosis acelerada y osteoporosis, como consecuencia de la gravedad de la enfermedad y de los efectos secundarios del tratamiento (Mendoza-Pinto et al., 2009).

Autoantígenos, autoanticuerpos e inmunocomplejos

El LES está caracterizado por la abundante producción de autoanticuerpos dirigidos contra una amplia gama de moléculas nucleares, citoplasmáticas y de membrana; así como contra proteínas y lípidos circulantes (Pisetsky, 2020).

La muerte celular, incluyendo la apoptosis, es una fuente importante de autoantígenos, como ácidos nucleicos y moléculas endógenas que promueven la inflamación. Sin embargo, esto es un evento común que ocurre en condiciones de homeostasis y que normalmente no desencadena autoinmunidad, debido, al menos en parte, a la rápida eliminación de los residuos celulares (Kawai & Szegedi, 2007).

En contraste, en el LES, la muerte celular acelerada combinada con deficiencia de aclaramiento de residuos celulares conduce a mayor acumulación y externalización de autoantígenos nucleares que promueven la activación de linfocitos B y T autorreactivos, que da lugar a la producción de autoanticuerpos (Mistry & Kaplan, 2017).

La formación de complejos inmunitarios (interacción antígeno-anticuerpo) es uno de los principales mecanismos que generan inflamación y daño tisular en el LES, ya sea por deposición en el tejido o por promoción de la producción de citoquinas por parte de las células del sistema inmunitario innato (Pisetsky & Lipsky, 2020).

Estos complejos inmunitarios causan daño orgánico al depositarse, principalmente, en los riñones y los vasos sanguíneos, o a través de la activación a nivel sistémico del complemento, contribuyendo a la muerte celular acelerada y a la liberación de más autoantígenos (Weissmann, 2009).

Se han descrito alrededor de ciento ochenta autoanticuerpos relacionados al LES, con prevalencia variable entre pacientes y diferente asociación clínica, los cuales están dirigidos a antígenos nucleares, citoplasmáticos, de la membrana celular, asociados a fosfolípidos, antígenos del sistema nervioso, células sanguíneas, endoteliales, proteínas plasmáticas y proteínas de la matriz, con asociación clínica con la actividad de la enfermedad y con el daño del órgano diana. Algunos son específicos de LES, mientras que la mayoría pueden detectarse también en otras enfermedades (Yaniv et al., 2015). Entre estos anticuerpos, los dirigidos a moléculas nucleares (anticuerpos antinucleares o ANA) son los más característicos e importantes para evaluar el diagnóstico, la clasificación y la actividad de la enfermedad (Pisetsky, 2020).

Trasfondo genético

Una gran variedad de componentes genéticos está involucrada en la susceptibilidad a distintas enfermedades autoinmunes (EA). Los estudios genómicos han esclarecido vías claves de la enfermedad como defectos en la eliminación de autoantígenos, vías inmunitarias innatas que responden al daño asociado a los autoantígenos y desarrollo y mantenimiento de linfocitos autorreactivos (Harley & Sawalha, 2022).

Entre los factores genéticos más relevantes y estudiados de las EA se encuentran los genes localizados en el Complejo Mayor de Histocompatibilidad (CMH) y, en particular, los loci del Antígeno Leucocitario Humano (HLA) de clase I y clase II. El conjunto de alelos asociados a diversas EA puede variar de una población a otra y, dentro de una misma población, distintos alelos podrían estar asociados a diferentes EA. Además, el efecto genético del HLA también podría intervenir en el cambio y la definición de la relación entre los factores ambientales asociados a las EA (Cruz-Tapias et al., 2013).

En el caso de LES, los HLA-DQA1, HLA-DRB1 *0301, *1501, *0801, DR3, DR9, y DR15 son importantes factores de riesgo (Niu et al., 2015; Rajaei et al., 2019). En cambio, se ha encontrado un rol protector relacionado con los HLA- DR6 (DRB1*13 y *14), DQB1*06:04, DR4, DR11 y DR14 (Furukawa et al., 2014).

A pesar de su influencia, los loci identificados sólo explican alrededor del 15% de la heredabilidad del LES (Manolio et al., 2009). Por lo que los factores epigenéticos relacionados con la enfermedad, como hipometilación global en las células T CD4+, hipoacetilación de histonas, metilación de lisina de la histona H3 y reactivación del cromosoma X, son importantes modificaciones que explican parte de la fisiopatología del LES (Long et al., 2016).

Destaca la importancia del cromosoma X en esta

patología, ya que la tasa de LES entre individuos con síndrome de Klinefelter (47,XXY) es mayor comparada con la población general, mientras que mujeres con síndrome de Turner (45,XO) tienen menor riesgo de padecer LES (Cooney et al., 2009; Dillon et al., 2012).

Sin embargo, la concordancia del LES en gemelos reveló altas tasas de discordancia (hasta el 75% en los gemelos monocigóticos y hasta el 95% en los dicigóticos), lo que confirma el papel clave de los factores ambientales en la susceptibilidad al LES (Block, 2006).

Cabe señalar que algunas familias contienen múltiples individuos afectados por diferentes enfermedades autoinmunes (Harley & Sawalha, 2022).

Influencia del medio ambiente

Se han encontrado factores ambientales asociados con el desarrollo del LES, como infecciones, exposición a radiación UV, tabaquismo, la exposición a sílice cristalina y las exposiciones ocupacionales, como al tricloroetileno, solventes, mercurio y los pesticidas (Parks et al., 2017).

Entre los agentes microbiológicos, los virus en particular han sido implicados como potenciales desencadenantes de afecciones autoinmunes (Cardelli et al., 2024).

Los principales microorganismos asociados al desarrollo del LES son el virus de Epstein-Barr, el parvovirus B 19, el virus linfotrópico T humano-1 y los retrovirus endógenos. Las bacterias también son probables microorganismos causales del LES; las más estudiadas son *Vibrio cholerae* y *Helicobacter pylori* (Etchegaray-Morales et al., 2021).

Asimismo, se ha pensado que algunas secuencias peptídicas procedentes de organismos infecciosos (es decir, víricos o bacterianos) podrían presentar una gran similitud con péptidos generados a partir de autoproteínas. Lo primero engendraría la posibilidad

de una respuesta inmunitaria (es decir, mimetismo molecular) que llevaría a la presentación de estas autoproteínas en el contexto de las moléculas HLA a pesar de sus diferentes orígenes (Cruz-Tapias et al., 2013).

La exposición a la radiación UV puede inducir o exacerbar las manifestaciones cutáneas, mientras que su papel como factores de riesgo para el desarrollo del LES sigue sin estar claro. El mecanismo por el que la UV induce lesiones cutáneas es el aumento de la producción de autoantígenos en la epidermis (Cardelli et al., 2024).

Por otra parte, algunos estudios sugieren que la exposición al tabaco está relacionada con el riesgo de padecer LES, el daño clínico y la respuesta al tratamiento. Sin embargo, la relación entre el tabaquismo y el LES sigue siendo objeto de debate; entre los posibles mecanismos se encuentran el estrés oxidativo, el aumento de la inflamación sistémica provocada por las citosinas, el deterioro de la función de las células T y B, las modificaciones epigenéticas (Cardelli et al., 2024).

La exposición repetida a pesticidas y vivir en un ambiente agrícola durante la primera infancia se han asociado fuertemente con el desarrollo de LES (Parks et al., 2016).

Influencia de las hormonas

Las hormonas sexuales influyen en la respuesta inmunitaria tanto innata como adaptativa, y su desregulación contribuye al desarrollo de enfermedades inmunitarias, incluidas las autoinmunes. Entre las hormonas esteroideas, el 17- β -estradiol, la testosterona, la prolactina, la progesterona y la dehidroepiandrosterona desempeñan un papel clave en la regulación del sistema inmunológico y en la gravedad del LES (Moulton, 2018).

Se han encontrado niveles anormales de metabolitos

estrogénicos en el LES; como 2-hidroxi- y 16-hidroxiestrona y otros derivados de la oxidación enzimática del estrógeno; y la terapia hormonal sustitutiva puede aumentar el riesgo de desarrollar LES y de sufrir brotes leves en mujeres en la posmenopausia (Kassi & Moutsatsou, 2010).

Además, el embarazo en pacientes con LES produce con frecuencia exacerbaciones de la enfermedad y se relaciona con preeclampsia y otras complicaciones durante el embarazo (Lateef & Petri, 2017).

Por otra parte, la vitamina D suele considerarse un agente antiinflamatorio y tiene efectos sobre la proliferación, la apoptosis y la función de las células del sistema inmunitario que intervienen en la fisiopatología del LES. La deficiencia de vitamina D es frecuente en el LES, ya que el uso de medicamentos como los glucocorticoides y la insuficiencia renal pueden alterar su metabolismo (Lee et al., 2007).

Además, se aconseja a todos los pacientes con LES que eviten la luz solar, y también se ha señalado la deficiencia de vitamina D como posible factor de riesgo del LES. En el ámbito clínico, la adición de vitamina D al régimen terapéutico tradicional ha resultado beneficiosa en algunos estudios, mientras que otros no han podido reproducir estos resultados (García-Carrasco et al., 2023).

El papel de la microbiota

Cada vez más estudios han demostrado que la disbiosis de la microbiota intestinal, que induce inflamación y sensibilización del sistema inmunitario, representa un importante factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades autoinmunes, como el LES. Descubrieron que los Bacilli, Eggertella y Lactobacillales se correlacionaban positivamente con el riesgo de LES, mientras que los Bacillales, Actinobacteria, Coprobacter y Lachnospira se correlacionaban negativamente con el riesgo de LES. *E. gallinarum* y *L. reuteri* aumentan el número

de células dendríticas plasmocitoides y favorecen la producción de IFN-I, uno de los factores patogénicos más importantes del LES (Cardelli et al., 2024).

Lupus Eritematoso Sistémico y su relación con otras patologías

El LES no solo se relaciona con otras patologías autoinmunitarias y sistémicas, como la artritis reumatoide y el síndrome de Sjögren. Sino también con enfermedades no autoinmunes. En este sentido, explorar las interrelaciones entre el lupus y otras condiciones se vuelve esencial para desarrollar enfoques terapéuticos más efectivos y personalizados.

La población con LES presenta una mayor probabilidad de padecer enfermedad cardiovascular (ECV), con hasta un riesgo de 5 a 6 veces mayor de sufrir un evento cardiovascular y un riesgo 50 veces mayor de infarto agudo de miocardio en comparación con la población general de la misma edad (Manzi et al., 1997).

Estudios muestran que la hipertensión arterial sistémica tiene mayor prevalencia entre los pacientes con LES comparado con las personas sin LES, la cual se asocia a mayor acumulación de daño a órganos, accidentes cerebrovasculares y disfunción cognitiva. A pesar de esto, los mecanismos fisiopatológicos que subyacen al desarrollo de la hipertensión siguen siendo poco conocidos (Munguia-Realpozo et al., 2019).

La disfunción endotelial (DE) es uno de los primeros pasos reconocidos que conducen al establecimiento de la ECV. Se ha descrito una elevada tasa de disfunción endotelial en sujetos con LES de inicio reciente, incluso en aquellos con una actividad de la enfermedad leve y sin factores de riesgo de ECV tradicionales. Así pues, los pacientes con LES presentan un deterioro de las células endoteliales y una reparación comprometida de las células endoteliales dañadas, lo que puede favorecer la formación de placa vascular (Mendoza-Pinto et al., 2020).

Además del mayor riesgo de ECV, se han descrito varios trastornos metabólicos en pacientes con LES, como la resistencia a la insulina, que están estrechamente relacionados con la mortalidad. Se ha observado que los niveles plasmáticos de insulina en ayunas son mayores y la sensibilidad a la insulina menor en las mujeres con LES (Munguía-Realpozo et al., 2022).

Por otro lado, la osteoporosis es un problema clínico frecuente en las enfermedades inflamatorias. En el LES, la pérdida ósea es más frecuente que en la población general (García-Carrasco et al., 2009). Se ha observado que la baja densidad mineral ósea estaba asociada a la dosis acumulada de corticosteroides y al bajo índice de masa corporal. El daño crónico de la enfermedad, el bajo IMC y la dosis acumulada de corticosteroides son factores de riesgo de baja DMO en pacientes premenopáusicas con LES. Lo cual se relaciona con mayor riesgo de osteoporosis y fracturas (Mendoza-Pinto et al., 2009).

Los pacientes con LES experimentan altas tasas de infecciones. El uso de fármacos inmunosupresores para tratar la enfermedad, junto con el hecho de que tanto la rama innata como la adaptativa del sistema inmunitario están comprometidas, aumenta la susceptibilidad a las infecciones agudas y crónicas, lo que conlleva un aumento de la morbilidad y la mortalidad (Kunzler & Tsokos, 2023).

La prevalencia de la infección cervical por VPH es mayor en las mujeres con LES que en los controles sanos. Sin embargo, la multiplicidad de parejas sexuales y el tratamiento de inmunosupresores (azatioprina y ciclofosfamida) no se asociaron con la prevalencia de infección cervical por VPH (García-Carrasco et al., 2019).

El riesgo de neoplasias malignas generales y de algunas específicas de localización es mayor entre los pacientes con LES, incluidos los tumores del aparato reproductivo (cuello uterino, vagina/vulva),

neoplasias hematológicas, hepáticas y hepatobiliares, de vías respiratorias, gastrointestinales, entre otros tipos de cáncer (vejiga, tiroides, cerebro y sistema nervioso). Sin embargo, el riesgo de algunos tumores malignos en el LES disminuye o no difiere en comparación con la población general (Clarke et al., 2021).

Conclusión

El LES es un trastorno autoinmunitario crónico que afecta a múltiples sistemas y órganos, lo que puede resultar en una alta tasa de discapacidad y mortalidad.

Su fisiopatología depende de una intrincada interacción entre factores genéticos, ambientales, hormonales e inmunológicos, los cuales nos ayudan a comprender mejor la enfermedad y sus complicaciones.

Aunque todavía no existe un tratamiento definitivo para el LES, la introducción de corticosteroides e inmunosupresores ha supuesto una modificación significativa de su historia natural. No obstante, el tratamiento debe ser individualizado y requiere de un enfoque integral que incluya medidas como fotoprotección, prevención de la osteoporosis, el síndrome metabólico y las infecciones.

Referencias:

Barber, M. R. W., Drenkard, C., Falasinnu, T., Hoi, A., Mak, A., Kow, N. Y., Svenungsson, E., Peterson, J., Clarke, A. E., & Ramsey-Goldman, R. (2021). Global epidemiology of systemic lupus erythematosus. In *Nature Reviews Rheumatology* (Vol. 17, Issue 9). <https://doi.org/10.1038/s41584-021-00668-1>

Block, S. R. (2006). A brief history of twins. *Lupus*, 15(2), 61–64. <https://doi.org/10.1191/0961203306lu2263ed>

Cardelli, C., Zucchi, D., Elefante, E., Signorini,

V., Menchini, M., Stagnaro, C., Mosca, M., & Tani, C. (2024). Environment and systemic lupus erythematosus. *Clinical and Experimental Rheumatology*, 42(5), 1104–1114. <https://doi.org/10.55563/clinexprheumatol/17vmqc>

Cervera, R., Khamashta, M. A., Font, J., Doménico Sebastiani, G., Gil, A., Lavilla, P., Doménech, I., Olcay Aydintug, A., Jedryka-Góral, A., De Ramón, E., Galeazzi, M., Haga, H. J., Mathieu, A., Houssiau, F., Ingelmo, M., & Hughes, G. R. V. (1993). Systemic lupus erythematosus: Clinical and immunologic patterns of disease expression in a cohort of 1,000 patients. *Medicine (United States)*, 72(2). <https://doi.org/10.1097/00005792-199303000-00005>

Clarke, A. E., Pooley, N., Marjenberg, Z., Langham, J., Nicholson, L., Langham, S., Embleton, N., Wang, X., Desta, B., Barut, V., & Hammond, E. R. (2021). Risk of malignancy in patients with systemic lupus erythematosus: Systematic review and meta-analysis. In *Seminars in Arthritis and Rheumatism* (Vol. 51, Issue 6). <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2021.09.009>

Cooney, C. M., Bruner, G. R., Aberle, T., Namjou-Khales, B., Myers, L. K., Feo, L., Li, S., D'Souza, A., Ramirez, A., Harley, J. B., & Scofield, R. H. (2009). 46,X,del(X)(q13) Turner's syndrome women with systemic lupus erythematosus in a pedigree multiplex for SLE. *Genes and Immunity*, 10(5). <https://doi.org/10.1038/gene.2009.37>

Cruz-Tapias, P., Castiblanco, J., & Anaya, J.-M. (2013). HLA association with autoimmune diseases. In *Autoimmunity. From Bench to Bedside*. (Issue 1).

Dillon, S. P., Kurien, B. T., Li, S., Bruner, G. R., Kaufman, K. M., Harley, J. B., Gaffney, P. M., Wallace, D. J., Weisman, M. H., & Scofield, R. H. (2012). Sex chromosome aneuploidies among men with systemic lupus erythematosus. *Journal of Autoimmunity*, 38(2–3). <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2011.10.004>

Etchegaray-Morales, I., Jiménez-Herrera, E. A., Mendoza-Pinto, C., Rojas-Villarraga, A., Macías-

- Díaz, S., Osorio-Peña, Á. D., Munguía-Realpozo, P., & García-Carrasco, M. (2021). Helicobacter pylori and its association with autoimmune diseases: systemic lupus erythematosus, rheumatoid arthritis and Sjögren syndrome. *Journal of Translational Autoimmunity*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.jtauto.2021.100135>
- Etchegaray-Morales, I., Mendoza-Pinto, C., Munguía-Realpozo, P., Osorio-Peña, Á. D., Ibañez-Ovando, S., Pineda, C., & García-Carrasco, M. (2022). Systemic lupus erythematosus, a leading cause of death in young Mexican females: a nationwide population-based study, 2000–2020. *Rheumatology International*, 42(10). <https://doi.org/10.1007/s00296-022-05154-9>
- Fatoye, F., Gebrye, T., & Mbada, C. (2022). Global and regional prevalence and incidence of systemic lupus erythematosus in low-and-middle income countries: a systematic review and meta-analysis. In *Rheumatology International* (Vol. 42, Issue 12). <https://doi.org/10.1007/s00296-022-05183-4>
- Furukawa, H., Kawasaki, A., Oka, S., Ito, I., Shimada, K., Sugii, S., Hashimoto, A., Komiya, A., Fukui, N., Kondo, Y., Ito, S., Hayashi, T., Matsumoto, I., Kusaoi, M., Amano, H., Nagai, T., Hirohata, S., Setoguchi, K., Kono, H., ... Tohma, S. (2014). Human leukocyte antigens and systemic lupus erythematosus: A protective role for the HLA-DR6 alleles DRB1*13:02 and *14:03. *PLoS ONE*, 9(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087792>
- García-Carrasco, M., Mendoza-Pinto, C., Escárcega, R. O., Jiménez-Hernández, M., Etchegaray Morales, I., Munguía Realpozo, P., Rebollo-Vázquez, J., Soto-Vega, E., Delezé, M., & Cervera, R. (2009). Osteoporosis in patients with systemic lupus erythematosus. *The Israel Medical Association Journal : IMAJ*, 11(8), 486–491.
- García-Carrasco, M., Mendoza-Pinto, C., Galvez-Romero, J. L., Munguía-Realpozo, P., & Ruíz-Argüelles, A. (Eds.). (2023). *Vitamina D y enfermedades inflamatorias crónicas* (1st ed.). Corinter.
- García-Carrasco, M., Mendoza-Pinto, C., Rojas-Villarraga, A., Molano-González, N., Vallejo-Ruiz, V., Munguía-Realpozo, P., Colombo, A. L., & Cervera, R. (2019). Prevalence of cervical HPV infection in women with systemic lupus erythematosus: A systematic review and meta-analysis. In *Autoimmunity Reviews* (Vol. 18, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2018.09.001>
- Harley, I. T. W., & Sawalha, A. H. (2022). Systemic lupus erythematosus as a genetic disease. *Clinical Immunology*, 236. <https://doi.org/10.1016/j.clim.2022.108953>
- Kassi, E., & Moutsatsou, P. (2010). Estrogen receptor signaling and its relationship to cytokines in systemic lupus erythematosus. In *Journal of Biomedicine and Biotechnology* (Vol. 2010). <https://doi.org/10.1155/2010/317452>
- Kawai, M., & Szegedi, G. (2007). Immune complex clearance by monocytes and macrophages in systemic lupus erythematosus. In *Autoimmunity Reviews* (Vol. 6, Issue 7). <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2007.01.017>
- Kunzler, A., & Tsokos, G. (2023). Infections in Patients with Systemic Lupus Erythematosus: The Contribution of Primary Immune Defects Versus Treatment-Induced Immunosuppression. *European Journal of Rheumatology*, 10(4). <https://doi.org/10.5152/eurjrheum.2023.23068>
- Lateef, A., & Petri, M. (2017). Systemic Lupus Erythematosus and Pregnancy. In *Rheumatic Disease Clinics of North America* (Vol. 43, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2016.12.009>
- Lee, P. P. W., Lee, T. L., Ho, M. H. K., Wong, W. H. S., & Lau, Y. L. (2007). Recurrent major infections in juvenile-onset systemic lupus erythematosus - A close link with long-term disease damage. *Rheumatology*, 46(8). <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kem102>
- Long, H., Yin, H., Wang, L., Gershwin, M. E., & Lu, Q. (2016). The critical role of epigenetics in systemic lupus erythematosus and autoimmunity.

- In *Journal of Autoimmunity* (Vol. 74). <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2016.06.020>
- Mak, A., & Kow, N. Y. (2014). The pathology of t cells in systemic lupus erythematosus. In *Journal of Immunology Research* (Vol. 2014). <https://doi.org/10.1155/2014/419029>
- Manolio, T. A., Collins, F. S., Cox, N. J., Goldstein, D. B., Hindorf, L. A., Hunter, D. J., McCarthy, M. I., Ramos, E. M., Cardon, L. R., Chakravarti, A., Cho, J. H., Guttmacher, A. E., Kong, A., Kruglyak, L., Mardis, E., Rotimi, C. N., Slatkin, M., Valle, D., Whittemore, A. S., ... Visscher, P. M. (2009). Finding the missing heritability of complex diseases. In *Nature* (Vol. 461, Issue 7265). <https://doi.org/10.1038/nature08494>
- Manzi, S., Meilahn, E. N., Rairie, J. E., Conte, C. G., Medsger, T. A., Jansen-McWilliams, L., D'Agostino, R. B., & Kuller, L. H. (1997). Age-specific incidence rates of myocardial infarction and angina in women with systemic lupus erythematosus: Comparison with the Framingham study. *American Journal of Epidemiology*, 145(5). <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009122>
- Mendoza-Pinto, C., Etchegaray-Morales, I., Garcia-Carrasco, M., Munguía-Realpozo, P., Méndez-Martínez, S., Osorio-Peña, A. D., & Montiel-Jarquín, Á. J. (2022). Twenty-year trends in all-cause mortality of patients with systemic lupus erythematosus in Mexico: Results from a nationwide health registry. *Lupus*, 31(3). <https://doi.org/10.1177/09612033221078228>
- Mendoza-Pinto, C., García-Carrasco, M., Sandoval-Cruz, H., Escárcega, R. O., Jiménez-Hernández, M., Etchegaray-Morales, I., Soto-Vega, E., Muñoz-Guarneros, M., López-Colombo, A., Delezé-Hinojosa, M., & Cervera, R. (2009). Risks factors for low bone mineral density in premenopausal Mexican women with systemic lupus erythematosus. *Clinical Rheumatology*, 28(1). <https://doi.org/10.1007/s10067-008-0984-z>
- Mendoza-Pinto, C., Rojas-Villarraga, A., Molano-González, N., García-Carrasco, M., Munguía-Realpozo, P., Etchegaray-Morales, I., Morales-Sánchez, H., Berra-Romani, R., & Cervera, R. (2020). Endothelial dysfunction and arterial stiffness in patients with systemic lupus erythematosus: A systematic review and meta-analysis. *Atherosclerosis*, 297. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2020.01.028>
- Mistry, P., & Kaplan, M. J. (2017). Cell death in the pathogenesis of systemic lupus erythematosus and lupus nephritis. *Clinical Immunology*, 185. <https://doi.org/10.1016/j.clim.2016.08.010>
- Moulton, V. R. (2018). Sex hormones in acquired immunity and autoimmune disease. In *Frontiers in Immunology* (Vol. 9, Issue OCT). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02279>
- Munguía-Realpozo, P., Mendoza-Pinto, C., Etchegaray-Morales, I., Osorio-Peña, A. D., Vélez-Pelcastre, S., Escamilla-Márquez, M. A., Ayón-Aguilar, J., Méndez-Martínez, S., & García-Carrasco, M. (2022). Metabolomic Profile of Insulin Resistance Women with Systemic Lupus Erythematosus. *Hormone and Metabolic Research*, 55(7). <https://doi.org/10.1055/a-2093-0260>
- Munguía-Realpozo, P., Mendoza-Pinto, C., Sierra Benito, C., Escarcega, R. O., Garcia-Carrasco, M., Mendez Martinez, S., Etchegaray Morales, I., Galvez Romero, J. L., Ruiz-Arguelles, A., & Cervera, R. (2019). Systemic lupus erythematosus and hypertension. *Autoimmunity Reviews*, 18(10). <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2019.102371>
- Niu, Z., Zhang, P., & Tong, Y. (2015). Value of HLA-DR genotype in systemic lupus erythematosus and lupus nephritis: A meta-analysis. *International Journal of Rheumatic Diseases*, 18(1). <https://doi.org/10.1111/1756-185X.12528>
- Parks, C. G., D'Aloisio, A. A., & Sandler, D. P. (2016). Early life factors associated with adult-onset systemic lupus erythematosus in women. *Frontiers in Immunology*, 7(MAR). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2016.00103>

- Parks, C. G., de Souza Espindola Santos, A., Barbhaiya, M., & Costenbader, K. H. (2017). Understanding the role of environmental factors in the development of systemic lupus erythematosus. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 31(3). <https://doi.org/10.1016/j.berh.2017.09.005>
- Pisetsky, D. S. (2020). Evolving story of autoantibodies in systemic lupus erythematosus. In *Journal of Autoimmunity* (Vol. 110). <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2019.102356>
- Pisetsky, D. S., & Lipsky, P. E. (2020). New insights into the role of antinuclear antibodies in systemic lupus erythematosus. In *Nature Reviews Rheumatology* (Vol. 16, Issue 10). <https://doi.org/10.1038/s41584-020-0480-7>
- Rajaei, E., Jalali, M. T., Shahrabi, S., Asnafi, A. A., & Pezeshki, S. M. S. (2019). HLAs in Autoimmune Diseases: Dependable Diagnostic Biomarkers? *Current Rheumatology Reviews*, 15(4). <https://doi.org/10.2174/1573397115666190115143226>
- Weissmann, G. (2009). Rheumatoid arthritis and systemic lupus erythematosus as immune complex diseases. In *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases* (Vol. 67, Issue 3, pp. 251–253).
- Wu, H., Chang, C., & Lu, Q. (2020). The Epigenetics of Lupus Erythematosus. In *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 1253). https://doi.org/10.1007/978-981-15-3449-2_7
- Yaniv, G., Twig, G., Shor, D. B. A., Furer, A., Sherer, Y., Mozes, O., Komisar, O., Slonimsky, E., Klang, E., Lotan, E., Welt, M., Marai, I., Shina, A., Amital, H., & Shoenfeld, Y. (2015). A volcanic explosion of autoantibodies in systemic lupus erythematosus: A diversity of 180 different antibodies found in SLE patients. In *Autoimmunity Reviews* (Vol. 14, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2014.10.003>



LOS PUENTES EN LAS
CIENCIAS NATURALES

MARÍA DE LA PAZ ELIZALDE GONZÁLEZ
LABORATORIO DE ADSORCIÓN
Y CROMATOGRAFÍA
CENTRO DE QUÍMICA DEL ICUAP

LOS PUENTES EN LAS CIENCIAS NATURALES

Cuando en 1982 fui contratada como investigadora en la BUAP, nunca imaginé que durante la década 2014 - 2024 seguiría experimentando y que una parte de mis actividades de investigación estaría dedicada a contribuir en la solución de la problemática generada por un ser muy pequeño, lejos de este laboratorio y del estado de Puebla. Esto sucedió cuando empecé a atender el agobio producido en los estados de Aguascalientes, Michoacán y Zacatecas por el escarabajo *Conotrachelus dimidiatus*, que por su gran nariz y por atacar los cultivos de guayaba recibe el mote de “Picudo de la Guayaba”.

De principiante a consolidada

Durante la primera década de mi trabajo de investigación la infraestructura institucional era muy precaria, así que me dediqué a estudios sencillos de adsorción y del tipo fundamental, de esos que, según vox populi, “no sirven para nada”, pero que permiten a los investigadores experimentales encontrar regularidades y correlaciones a través de observaciones, mediciones, análisis de comportamiento y aseguramiento de la reproducibilidad de los resultados. Además, preparaba con gran empeño cursos de fisicoquímica para la licenciatura y maestría en química. Consciente del poder del fenómeno de adsorción en aplicaciones medioambientales, en los años noventa pasé a la realización de estudios de eliminación de contaminantes por adsorción, con el fin de ofrecer una aplicación a la problemática textil local. A partir del taller internacional que organicé de “Investigación y Tecnología del Agua” que visualizó

en ese entonces el estado crítico del agua para el año 2025, amplíé el espectro de los contaminantes bajo estudio; desde los colorantes textiles hasta el arsénico, el fluoruro, las micotoxinas, los compuestos aromáticos policíclicos, metales pesados, pesticidas y los actualmente llamados contaminantes de preocupación emergente: fármacos y agentes de contraste con gadolinio. Para retener por adsorción y así eliminar del agua al contaminante, opté por desarrollar los materiales de manera económica; no por síntesis química sino por activación de residuos agroindustriales: desechos de mazorca, yuca, coco, soya, huesos de aguacate, mango, guayaba, naranja, etc. Ya con instrumentos cromatográficos de última generación, el paso natural de los experimentos de adsorción fue la fotocatalisis, que adicionalmente provoca la descomposición del contaminante adsorbido y produce compuestos más sencillos la mayoría de las veces, pero no siempre más inofensivos, desafortunadamente. Nuestro grupo académico ha abordado esta línea de investigación intensivamente en los últimos años. También por el dominio de la técnica cromatográfica nos hemos atrevido a incidir colateralmente en la ecología química, con el cuento que narro a continuación.

Los puentes

Como profesional de la química comparto la curiosidad científica propia de los científicos naturalistas. Así que cuando una estudiante hidrocálida se acercó a la BUAP con un resultado espectroscópico que “retrataba” la ovipostura del Picudo de la Guayaba, fui “toda oídos” a su relato

¹ Fenómeno fisicoquímico que consiste en retener sobre la superficie de un sólido a una molécula gaseosa o a un compuesto disuelto. El sólido se denomina adsorbente y el adsorbato es el compuesto atrapado.

de la admirable estrategia reproductiva del insecto, para mí desconocida hasta ese día. Fue inminente que se trataba de un problema extremadamente complejo que sólo podría ser abordado por especialistas de diferentes disciplinas, así que invité a un grupo de colegas dentro y fuera de la BUAP y nos pusimos manos a la obra. Desde diferentes frentes de la biología, la química, la ingeniería y la agroecología, iniciamos las investigaciones que tendrían como objetivo, no el exterminio del insecto; sino la búsqueda de una estrategia química de manejo integral de la plaga.

Como especialista en adsorción y cromatografía, tuve como reto inicial atrapar los aromas del fruto inmaduro del guayabo que provocan la atracción del insecto, para después descifrar exactamente cuáles compuestos químicos están mezclados en ese aroma. Esas sustancias que tienen como función lograr que un insecto ubique su alimento en la planta hospedera reciben el nombre de kairomonas. De manera escueta puede pensarse que encontrando la identidad de una o varias kairomonas y colocándolas como sebo en los campos de cultivo, miles de picudos podrían ser capturados, salvando así a los frutos del guayabo. Lamento decir que sólo un número muy reducido de sustancias de este tipo puede ser encontrado en el mercado de productos químicos sintéticos, como para ser usado masivamente; ya que se trata de compuestos químicos denominados “productos naturales”. Además de su elevado costo, se trata de compuestos que son líquidos volátiles, lo cual quiere decir que se evaporan lentamente a temperatura ambiente y más rápidamente cuando en el campo “el calor aumenta”.

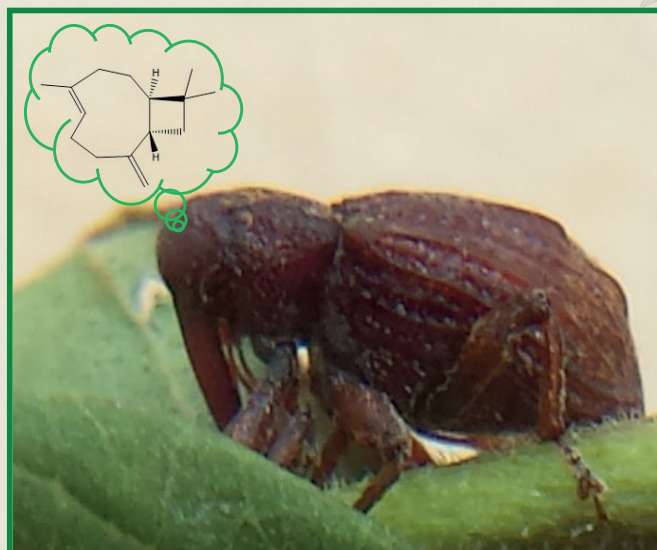


Figura 1. *Conotrachelus dimidiatus* (Champion) y molécula de cariofileno emitida por el fruto de la guayaba Media China (*Psidium guajava* L.) de un cultivo en Calvillo, Aguascalientes.

La plaga del Picudo de la Guayaba merma hasta el 60% de la producción frutal. Las hembras hacen pequeñas perforaciones en los frutos verdes con el pico, giran para poner un huevo en cada orificio y vuelven a girar para sellar con secreción la llamada “ovipostura”. Cuando la larva eclosiona, se traslada al interior del fruto para desarrollarse, causa destrucción y ennegrecimiento de la pulpa; los frutos atacados se petrifican y maduran prematuramente. Además, el excremento de las larvas fermenta el fruto haciéndolo no apto para el consumo humano. Para evitar pérdidas, los productores aplican intuitivamente pesticidas que ocasionan contaminación del suelo, la cual pasa a los mantos freáticos, así como directamente a los tejidos vegetales, animales domésticos y hasta al aire.

Otro enfoque consiste en colocar en las trampas compuestos químicos emitidos por las hembras del

² Método fisicoquímico de análisis que permite separar los constituyentes de una mezcla de compuestos químicos, establecer su identidad y cuantificar el contenido individual en la mezcla.

picado para atraer a los machos al apareamiento. Estamos hablando, ahora, de las feromonas que nuevamente teníamos que atrapar por adsorción en cámaras especialmente diseñadas para identificar plenamente su estructura química, diferenciarlas para cada sexo y sintetizarlas para pruebas por tratarse de compuestos químicos no comerciales que produce el organismo del insecto.

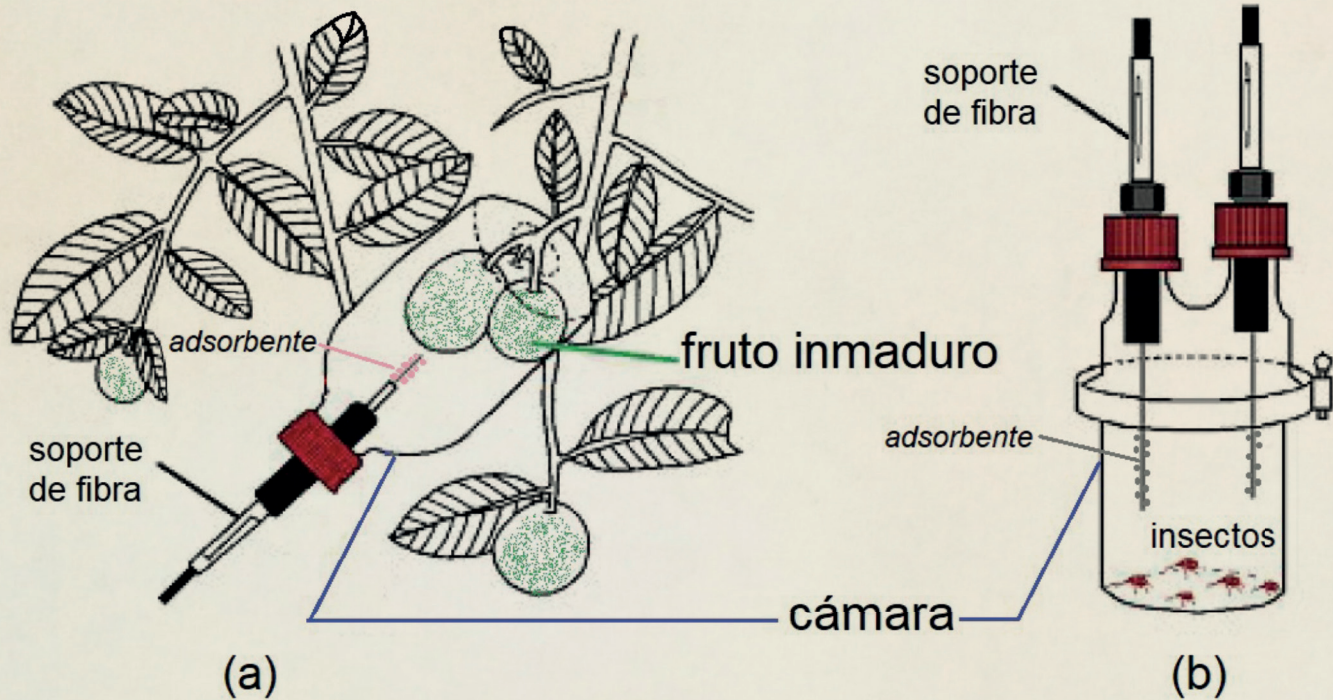


Figura 2. (a) Captura del aroma (kairomonas) del fruto del guayabo en campo: cámara con racimo y fibra recubierta por adsorbente polidimetilsiloxano/divinilbenceno. (b) Cámara para adsorber emisiones (feromonas) del insecto sobre fibra recubierta con partículas de divinilbenceno/carbón/polidimetilsiloxano.

Qué hemos encontrado

Revelo que todos estos años, en la temporada de actividad (3 meses) del insecto, tuvimos jornadas de trabajo de hasta 18 horas, que tuvimos miles de insectos entre los dedos para determinar individualmente su sexo, que hicimos infinidad de expediciones a Calvillo y observaciones nocturnas. Descubrimos también que dos especímenes, la BUAPI y la LOBI pudieron vivir más de doce meses en el laboratorio, durante los cuales alimentamos diariamente a estas dos hembras.

En las diferentes etapas de maduración de una guayaba identificamos 43 compuestos químicos que constituyen el aroma del fruto, y su liberación

está influenciada por la temperatura en campo. La kairomona más abundante es el limoneno y se concentra en la cáscara del fruto inmaduro. La mayoría de las sustancias capturadas por adsorción contiene quince átomos de carbono en su estructura y corresponde a la familia de los terpenos.

En las emisiones de los insectos, identificamos 7 feromonas de naturaleza terpenoide con diez átomos de carbono. Ambos sexos liberan las mismas sustancias químicas, por lo que no funcionan como feromonas sexuales.

Los experimentos conductuales (olfatometría) y fisiológicos (electroantigrafía) basados en la respuesta del insecto ante el estímulo que produce el aroma de un compuesto químico sintético en forma individual o en mezcla, por ejemplo kairomona + feromona mostraron que los aromas de la planta cariofileno, limoneno, hexanal y nonanal son las sustancias que más atraen a hembras y machos y que el ácido grandisoico y los grandlures III y IV emitidos por el Picudo de la Guayaba, atraen más a las hembras.

En dónde estamos

En las últimas temporadas hemos evaluado en campo, el tipo, la altura y la posición de la trampa con respecto al árbol, así como el contenedor del sebo utilizando diseño experimental y las kairomonas y feromonas encontradas en años previos. Los resultados serán publicados en breve.

En el taller que organizamos “Siguiendo las huellas del Picudo” con expertos nacionales y extranjeros nos percatamos de que la duración de este tipo de investigaciones suele rondar entre los 10 – 12 años hasta lograr resultados que se traducen en beneficio social. Sin ser el final de la historia, nuestro objetivo sigue siendo, como recomienda la FAO, disminuir la población del insecto por debajo del grado de perjuicio económico para mantener el uso de

pesticidas a niveles reducidos que minimicen el daño al humano y al ambiente.

Agradecimiento

A la participación de estudiantes y de mis colegas: Doctoras García, Marín y Pérez y Doctores Aragón, Romero, Tafoya y Trejo, en la línea de investigación de Ecología Química que me ha significado mucho por revelar de manera colateral otra utilidad y la relevancia de la adsorción.

Referencias

1. *Conotrachelus dimidiatus* Champion, 1904 (Coleoptera: Curculionidae: Molytinae): morphological re-description of the immature stages, keys, tribal comparisons and biology, B.C. Pérez Torres, J. Skuhrovec, V. Marín-Cevada, M.P. Elizalde-González, *Zootaxa* 4433 (2018) 127-140.
2. Volatile compounds in different parts of the fruit *Psidium guajava* L. cv. “Media China” identified at distinct phenological stages using HS-SPME-GC-QTOF/MS, M.P. Elizalde-González, E.J. Segura-Rivera, *Phytochem. Anal.* 29 (2018) 649-660.
3. Behavioral and Electroantennographic Responses of Adults of Guava Weevil *Conotrachelus dimidiatus* to Synthetic Host-associated and Conspecific Volatiles, Esmeralda García-Díaz, Felipe Tafoya, María P. Elizalde-González, *Environ. Entomol.* 49 (2020) 810-814.
4. Profile of Terpenoid Compounds Mediating a Plant-Herbivore Interaction: Screening by Static Headspace Solid-Phase Microextraction-Gas Chromatography/Q-ToF Mass Spectrometry, Esmeralda García-Díaz, Rodolfo Trejo, Felipe

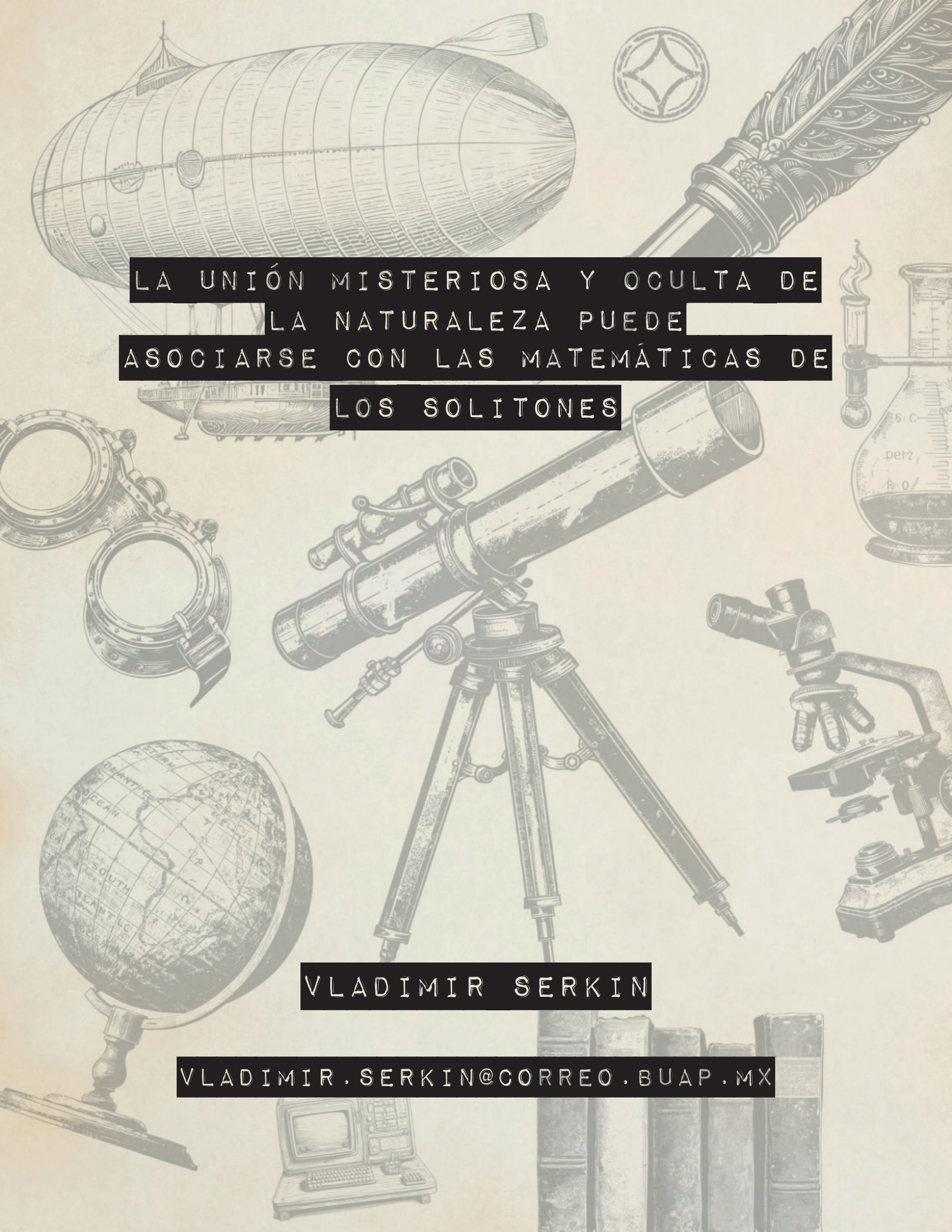
³ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Tafoya, Agustín Aragón-García, María P. Elizalde-González, *Chem. Biodiversity* 17 (2020) e2000564.

5. Unpredicted photocatalytic activity of clinoptilolite-mordenite natural zeolite, Edith A Alvarez-Aguiñaga, Maria P. Elizalde-González, Sergio A Sabinas-Hernández, *RSC Advances* 10 (2020) 39251.

6. UV-light-driven conversion of gadoterate meglumine: Insight into the photocatalyst's influence on conversion pathway, transformation products, and release of toxic ionic gadolinium, Edith Alejandra Alvarez-Aguiñaga, Maria P. Elizalde-González, Esmeralda García Díaz, Sergio A. Sabinas-Hernández, *Catalysis Commun.* 172 (2022) 106544.

7. Handleable TiO₂-coated zeolitic material for photodecomposition of caffeine boosted by urine matrix, Edith A. Alvarez-Aguiñaga, María P. Elizalde-González, Esmeralda García-Díaz, *Environ. Sci. Pollut. Res.* (2023).



LA UNIÓN MISTERIOSA Y OCULTA DE
LA NATURALEZA PUEDE
ASOCIARSE CON LAS MATEMÁTICAS DE
LOS SOLITONES

VLADIMIR SERKIN

VLADIMIR.SERKIN@CORREO.BUAP.MX

LA UNIÓN MISTERIOSA Y OCULTA DE LA NATURALEZA PUEDE ASOCIARSE CON LAS MATEMÁTICAS DE LOS SOLITONES

Es difícil sobreestimar la importancia de las matemáticas en la ciencia. Cuando los científicos quieren enfatizar el papel de las matemáticas en la ciencia, muy a menudo citan la famosa frase de Galileo Galilei: “Las matemáticas son el lenguaje en el que se escriben los libros de la naturaleza”. El escritor italiano Ítalo Calvino, especialista en historia de la ciencia, explicó específicamente: “esta es la metáfora más famosa de Galileo, pero en realidad suena un poco diferente” [1]. El título del folleto de Galileo Galilei “Il Saggiatore” (El Ensayador) [2] de 1623 proviene de la balanza precisa en la que los orfebres pesan el oro: los ensayadores. En esta “escala”, que Galileo llamó “filosófica y justa”, él pesa ideas y opiniones, las suyas y las de los demás. Galilei escribió: “la filosofía está escrita en ese libro enorme que tenemos continuamente abierto delante de nuestros ojos (habló del universo), pero que no puede entenderse si no aprendemos primero a comprender la lengua y a conocer los caracteres con que se ha escrito. Está escrito en lengua matemática, y los caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas sin los cuales es humanamente imposible entender una palabra; sin ellos se deambula en vano por un laberinto oscuro” [2] (ver Figura 1).

Veamos la última frase de esta obra de Galileo Galilei. Hace cuatrocientos años, Galilei nos predijo que el problema fundamental de la ciencia sería que, sin las matemáticas, no podríamos entender el significado de una nueva palabra o término en el lenguaje científico moderno. De hecho, Galilei predice que sólo un aparato matemático adecuado

nos permitirá no vagar en la oscuridad de los malentendidos y que una nueva palabra y un nuevo término pueden convertirse en los creadores de la ciencia.

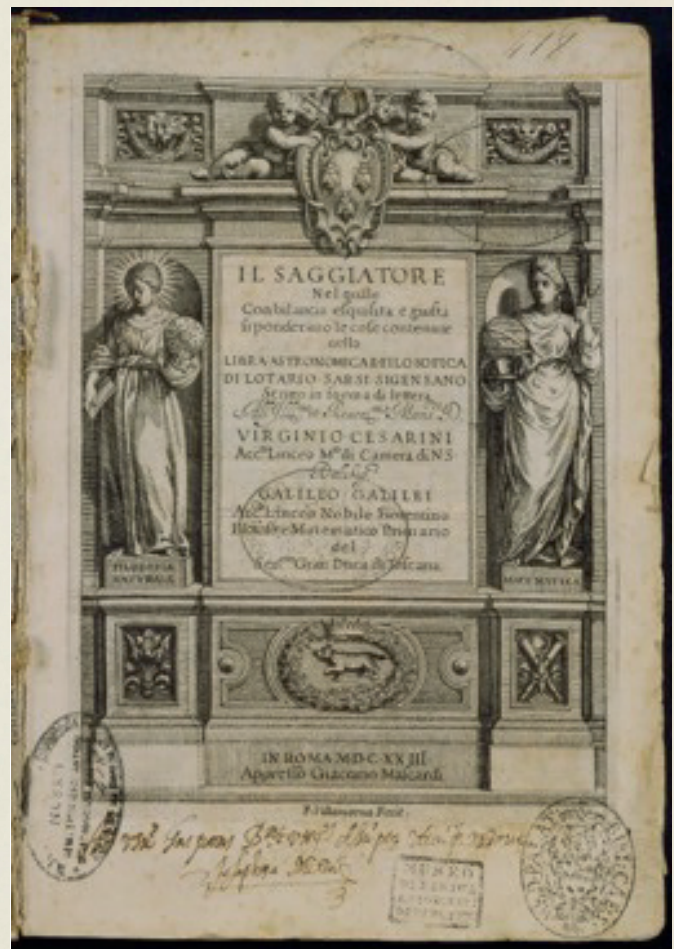


Figura 1. Página de título de la edición original del folleto de Galileo Galilei “Il Saggiatore”

Todos nosotros, incluso aquellos que no tienen una educación en física o técnica especial, sin duda estamos familiarizados con las palabras “electrón”, “protón”, “neutrón” o “fotón”. Pero probablemente muchas personas escuchan la palabra “solitón” por primera vez y no la entienden. Esto no es de extrañar, aunque el significado de esta palabra se conoce desde hace más de siglo y medio. Los fenómenos físicos y las ecuaciones matemáticas de los solitones resultaron ser universales y fueron descubiertos en matemáticas aplicadas, física de partículas, mecánica de fluidos y oceanografía (especialmente los llamados tsunamis y olas gigantes “rogue waves” en el océano), acústica submarina, radiofísica, astrofísica, dislocaciones en cuerpos cristalinos sólidos, solitones magnéticos en ferromagnetos, solitones de ondas de materia en condensados de Bose-Einstein, explicación de la propagación de impulsos nerviosos similares a solitones en organismos vivos, solitones ópticos en óptica no lineal y comunicaciones de fibra óptica ultra rápidas, en el formidable y extendido fenómeno de la inestabilidad de la modulación en la naturaleza, en la física de láseres de alta potencia de pulsos de luz ultra-cortos que se usan para el confinamiento inercial y el logro de las condiciones necesarias para la fusión nuclear, en los problemas de estabilidad del plasma interior de un reactor de fusión “Tokamak”, e incluso en el control de relámpagos durante una tormenta.

Entonces, ¿qué es y qué significa la palabra “solitón”? Sabemos que las partículas que forman los átomos, en determinadas condiciones, tienen propiedades ondulatorias. Por lo tanto, no es difícil adivinar que el sufijo griego “on” en la palabra “solitón” se usa precisamente para denotar el comportamiento de una onda solitaria como una partícula. Cabe señalar que la palabra “solitón”, introducida por Zabusky y Kruskal en 1965 [3], no solo marcó el comienzo de una nueva era en ciencia

no lineal, sino que también unió a científicos de diferentes áreas de ciencias fundamentales y matemáticas aplicadas. Zabusky y Kruskal eran muy conscientes de la importancia fundamental de su nuevo término “solitón” y enfatizaron la propiedad principal de los solitones: “en otras palabras, los solitones se “pasan” unos a través de otros sin perder su identidad”.

En 1623, Galileo no podía saber que exactamente 400 años después, en 2023, la comunidad científica celebraría el 50 aniversario de una nueva ciencia: los solitones ópticos [4]. Una coincidencia sorprendente es que yo mismo también publiqué mi primer trabajo científico hace 50 años, y mi nombre incluso fue mencionado dos veces en relación con este 50 aniversario de los solitones ópticos [4], porque inventé la capacidad de usar el autoenfoco (en inglés, “self-focusing”) para generar pulsos láser ultracortos y un método para generar solitones Raman (en inglés, “Raman self-scattering effect and N-soliton decay into supercontinuum”). Por eso es natural que comience con los solitones ópticos. Pero primero, unas pocas palabras sobre el científico que vio por primera vez solitones en un canal y, lo más importante, lo bellamente que lo describió [5].

La ola solitaria fue observada y descrita por primera vez en 1834 por el científico e ingeniero naval británico John Scott Russell en un canal cerca de Edimburgo. Aunque la descripción de este fenómeno que Russell citó en su famoso “Informe sobre las olas” [5], se encuentra en casi todos los libros sobre solitones, es difícil resistirse a leer su presentación. Aquí está el cuadro que pinta Russell: “Este es el fenómeno más notable e inusual de todos: en primer lugar, ese mismo día me di cuenta que era el día más feliz de mi vida. Nadie antes que yo tuvo la suerte de observar esto, o al menos en este caso, comprender lo que significa.”

Russell no podía saber que 131 años después, en 1965, aparecería el término solitón, que crearía uno de los métodos matemáticos más bellos de la ciencia moderna: el problema de dispersión inversa y el método de pares de Lax. Solo en los primeros cinco meses de este año 2024, el término solitón ha aparecido en los títulos de artículos científicos más de 9000 veces.

¿Por qué continúa tal interés?

Intentaré explicar este maravilloso fenómeno en pocas palabras y sin fórmulas.

La propagación de rayos y pulsos láser va acompañada de su ensanchamiento y dispersión debido a la difracción y dispersión. Estos fenómenos los vemos al estar observando el arcoiris después de la lluvia o el halo alrededor de la Luna por la noche. Consideremos el proceso de formación de un solitón espacial. ¿Qué pasa si aumentamos la potencia del haz láser? Un haz láser intenso provoca un cambio en el índice de refracción del medio en el que se propaga, que sigue la estructura transversal de la intensidad del rayo. De la misma manera, cuando un pulso incide en un medio, su borde de ataque cambia el índice de refracción y el resto del pulso se propaga en condiciones completamente diferentes. Este es el efecto de la autointeracción, o autoenfoco, si el índice de refracción inducido es similar al perfil de una lente. Si el índice de refracción aumenta al aumentar la intensidad del campo eléctrico, entonces el medio se convierte en una lente autoenfocada.

Para explicar la historia del descubrimiento de los solitones ópticos, me gustaría recordar al físico mundialmente famoso y una excelente persona con quien tuve la suerte de trabajar en el mismo instituto, el Dr. Gurgen Askaryan.

El Dr. Askaryan defendió su segunda tesis de doctor de Estado recién en 1992. Este título es el más alto

después del Ph.D. en la URSS. Le habría resultado muy fácil convertirse en doctor en ciencias si hubiera querido, pero no quiso perder tiempo preparando y defendiendo su tesis. Durante la presentación de la tesis doctoral de Askaryan, yo fui presidente de la comisión de expertos contables, que calculaba los resultados de la votación secreta. Recuerdo bien la decisión unánime del consejo académico y el estruendoso aplauso al final. Durante el examen, Gurgen Askaryan respondió a la pregunta de por qué había elegido solo 72 artículos de los 200 publicados para su informe. Askaryan explicó que eligió 72 “no porque las otras sean peores, sino porque al autor ahora le gustan más estas 72 obras: con ellas experimenté más alegrías y tristezas”.

Utilicé este trabajo invitado para publicar por primera vez en español el resumen del Diploma de Descubrimiento recibido por el Dr. Askaryan. Según la fórmula del Diploma de Apertura N° 67 con prioridad a partir del 22 de diciembre de 1961: “se ha establecido un fenómeno previamente desconocido de autoenfoco de rayos electromagnéticos y sonoros, que consiste en reducir la divergencia (o aumentar la convergencia) de los rayos debido a la aparición de un gradiente transversal del índice de refracción no lineal y la aparición de una guía de ondas no lineal, que reduce la sección transversal del rayo”. Si recordamos la existencia de una sorprendente analogía espacio-temporal en la teoría de las ecuaciones solitónicas, veremos que un solitón siempre se forma como resultado de una compensación precisa de la difracción y la dispersión de ondas debido a la no linealidad.

Otra área donde aparecen solitones es la dinámica de fluidos y la oceanografía. Los dos ejemplos más dramáticos de lo que puede ser un solitón se han producido recientemente: los tsunamis de Indonesia (26 de diciembre de 2004) y Fukushima (11 de marzo de 2011). Un tsunami se produce cuando un terremoto sacude el fondo marino y genera una

onda cuya altura en mar abierto parece inofensiva, alrededor de unos 60 cm. Sin embargo, la longitud de onda de un tsunami es muy grande (algunos cientos de kilómetros) y su velocidad depende de la profundidad del agua, alcanzando en mar abierto valores sorprendentes: entre 300 y 700 km/h. Los efectos devastadores de los tsunamis se deben a que al acercarse a la costa la profundidad del mar disminuye y la velocidad del frente de onda también decrece, lo cual provoca que la altura de la onda se incremente enormemente, pudiendo sobrepasar los 30 metros. Los terremotos, la actividad volcánica y los deslizamientos submarinos de tierra son los factores tsunamigénicos.

Curiosamente, el comportamiento de un tsunami se ha podido explicar utilizando los modelos desarrollados para ondas en aguas de baja profundidad (en inglés, “shallow water waves”). A primera vista, no parecería que el mar fuera un ejemplo de “aguas de baja profundidad”. Sin embargo, la profundidad del mar (M) es mucho más pequeña que la longitud de onda (L) de un tsunami (típicamente $M \sim 4$ km y $L \sim 200$ km), de manera que el cociente M/L resulta ser un número muy pequeño. Esto justifica que el comportamiento de los tsunamis pueda ser descrito mediante ecuaciones para aguas de baja profundidad.

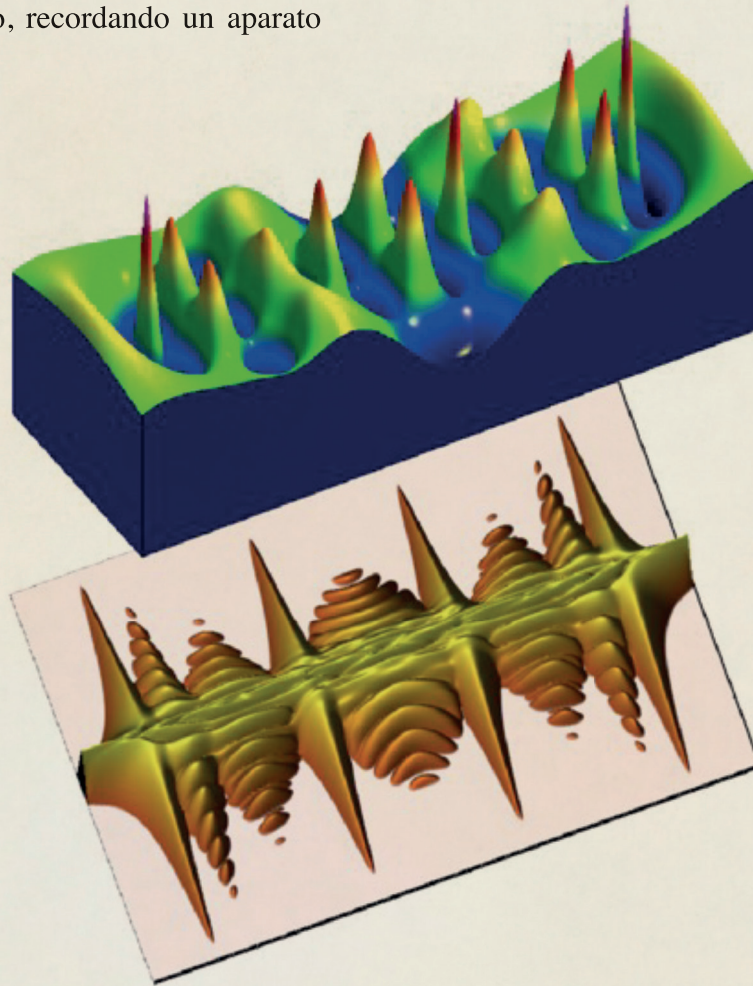
El otro fenómeno formidable que existe en mar abierto son las olas gigantes, que parecen surgir de la nada y desaparecen en segundos sin dejar ningún rastro. Conocidas en la literatura en inglés como “rogue waves”, “freak waves” o “killer waves”, pueden alcanzar hasta 30 metros de altura y constituyen una amenaza para la navegación. La producción de estas olas extremas es común en áreas donde las ondas se propagan con una fuerte corriente de oposición. Un ejemplo bien conocido, donde muchos barcos grandes han tenido dificultades, es la corriente de Agulhas, hacia el sur

de Sudáfrica. La fuerte corriente que va hacia el sur se reúne con el fuerte oleaje de las tormentas en el Océano Antártico.

Hay una variedad de descripciones matemáticas para las olas en el océano. Una de ellas, relacionada con las olas del mar profundo, se basa en la ecuación de Schrödinger no lineal. En este sentido, las ondas solitarias en el océano y las ondas solitarias de materia en los condensados de Bose-Einstein (BEC) son similares a los solitones ópticos. El fenómeno físico relacionado con la producción de ondas gigantes en óptica no lineal se conoce como “inestabilidad de modulación” (IM), que ha sido investigado ampliamente desde los años 1960. Esencialmente, la IM es un mecanismo mediante el cual algunas frecuencias iniciales se amplifican, y las ondas resultantes pueden llegar a tener amplitudes significativamente más altas que las de las condiciones iniciales. El matemático británico Howell Peregrine encontró una solución localizada (racional) de la ecuación NLS, que ahora lleva su nombre: el solitón de Peregrine. Esta es una solución localizada en dos direcciones y aislada en comparación con su entorno. Actualmente, esta ola se considera como una posible explicación de las ondas monstruosas en el océano.

Para demostrar la complejidad y la belleza de las matemáticas de los solitones, presento dos figuras que hice específicamente para este artículo: el desarrollo de un estado ligado de los solitones en el agua y la formación de ondas monstruosas (olas rebeldes) junto con su espectro, lo que abre la posibilidad de su predicción. Se puede ver que la descripción poética de las olas rebeldes como “olas que aparecen de la nada y desaparecen sin dejar rastro” se describe completamente en la Figura 2. La onda monstruosa se muestra rodeada de profundos valles en la estructura de la onda y tiene un patrón triangular amplio en el espectro. Esto se muestra en

la figura con una flecha roja. El espectro de esta onda se ve realmente fantástico, recordando un aparato cósmico extraterrestre.



Desde los tiempos de los antiguos griegos, los científicos soñaron con el uso de la energía de la luz del Sol como fuente de bienestar y, quizás, para la defensa contra posibles enemigos. A finales del segundo siglo d.C., Diocles demostró que una superficie que refleja y concentra los rayos del Sol en un punto es el paraboloide de revolución. De acuerdo con los escritores romanos que describieron la vida de Arquímedes, el matemático griego pasó mucho tiempo diseñando y construyendo armas para defender Siracusa. Algunos historiadores griegos y romanos mencionaron que durante el cerco romano de Siracusa (del 214 al 212 a.C.), en la Segunda Guerra Púnica, Arquímedes usó espejos de bronce para enfocar la luz del Sol en los barcos romanos, y finalmente los quemó.

Figura 2. Arriba: dinámica del estado ligado de los solitones; abajo: el espectro de esta ola

estimulados por el láser.



Figura 3. Espejos de Arquímedes usados contra un barco militar romano. Pintura mural de Giulio Parigi (1571-1635), un arquitecto y diseñador italiano, hecha entre los años 1599-1600 (Galería Uffizi, Florencia, Italia). Esta pintura, además, puede ser considerada como una ilustración de la idea de generación de balas ópticas solitónicas que surgió hace más de 2200 años.

En nuestro tiempo, estas ideas siguen inspirando a los físicos. En los últimos años, ha surgido una asombrosa aplicación de pulsos ultracortos de láser. Físicos de varios países han comenzado a utilizar láseres de alta potencia para controlar la propagación de los rayos atmosféricos [6]. Durante un período de dos meses, el espacio sobre la Torre Entis, de 124 metros de altura y ubicada en las montañas de Suiza a dos y medio kilómetros sobre el nivel del mar, estuvo iluminado por un haz de láser durante las tormentas. De los 16 rayos que cayeron sobre la torre durante la observación, cuatro fueron

La idea de la captura de rayos por láser se basa en el fenómeno de filamentación del pulso, que consiste en el autoenfoco cuando el pulso se propaga en la atmósfera. El autoenfoco se acompaña de un aumento de la intensidad del haz y la ionización del aire. Como resultado, se forma un canal estrecho de plasma en el aire durante unos milisegundos y, debido a su alta conductividad, atrae un rayo. Los autores utilizaron un láser Yb:YAG que emite 1000 pulsos solitónicos de picosegundos en un segundo, con una longitud de onda de 1030 nanómetros y una energía de 500 milijulios.

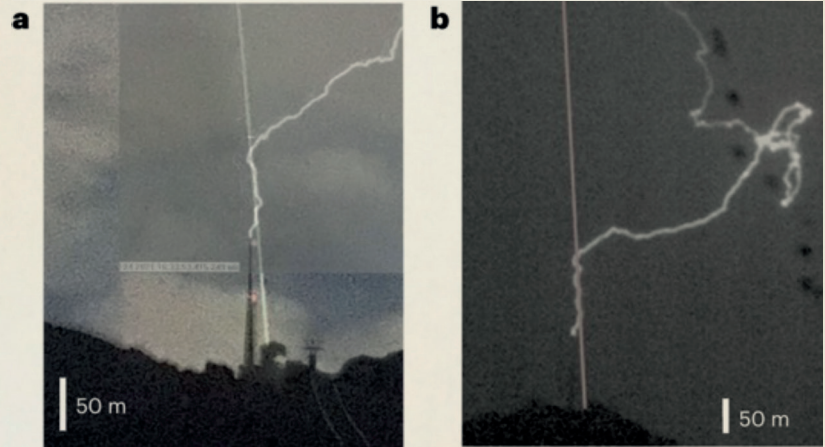


Figura 4. La Torre Entis en Suiza y rayos capturados por láser. Tomado de [6]

Creemos que las matemáticas de los solitones son precisamente el cemento que mantiene unidos los procesos no lineales en diversas ciencias. Por lo tanto, es esta convicción la que hemos puesto en el título de nuestro artículo, y queremos, por así decirlo, “pesar nuestra convicción en la balanza filosófica de oro de la verdad de Galileo”.

Los solitones son las soluciones de ecuaciones diferenciales parciales no lineales, y basándonos en las matemáticas de los solitones, se puede construir un puente entre todas las áreas donde aparecen, es decir, el paradigma solitónico, justificado por la opinión de J. A. Krumhansl, ex-presidente de la American Physical Society [7], puede ser considerado como uno de los mejores ejemplos de unión de disciplinas que conforman la física y como un paradigma de una visión común de la naturaleza. La presencia de procesos no lineales en todas las

áreas científicas mencionadas anteriormente abre la posibilidad de tender un puente entre esas áreas. El solitón óptico presenta un hermoso ejemplo de que un concepto matemático abstracto ha producido un gran impacto en el mundo real de las altas tecnologías. Es bien sabido que las analogías y paralelos matemáticos entre objetos físicos diferentes abren la posibilidad de estudiar estos sistemas en paralelo.

Referencias

- [1] Italo Calvino 2009 El libro de la naturaleza en Galileo. *Ciencias* 95, julio-septiembre, 50-53. <https://www.revistacienciasunam.com/en/42-revistas/revista-ciencias-95/186-el-libro-de-la-naturaleza-en-galileo.html>
- [2] Galileo Galilei, *Il Saggiatore* (en italiano) (Roma, 1623); *The Assayer*, English trans. Stillman Drake and C. D. O'Malley, in *The Controversy on the Comets of 1618* (University of Pennsylvania Press, 1960).
- [3] N.J. Zabusky, M.D. Kruskal 1965 Interaction of solitons in a collisionless plasma and the recurrence of initial states, *Phys. Rev. Lett.* 15, 240–243.
- [4] J.M. Dudley, C. Finot, G. Genty, R. Taylor 2023 Fifty years of fiber solitons, *Opt. Photonics News* 34, 26–33.
- [5] J. S. Russell 1844 Report on waves. Rep. 14th Meet. Brit. Assoc. Adv. Sci., York, 311–390.
- [6] A. Houard, P. Walch, T. Produit et al. 2023 Laser-guided lightning. *Nat. Photon.* 17, 231–235.
- [7] J.A. Krumhansl 1991 Unity in the science of physics, *Physics Today* 44, 33–38.



LA SINGULARIDAD DEL
HUMANISMO MEXICANO

PEDRO FÉLIX HERNÁNDEZ ORNELAS
INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y
HUMANIDADES "ALFONSO VÉLEZ PLIEGO"

PFHERNANDEZO25@GMAIL.COM

LA SINGULARIDAD DEL HUMANISMO MEXICANO

La evolución del universo es una constante; los seres humanos sólo la reconocemos por símbolos que surgen de una luz cada día más fuerte en nuestra conciencia de existir. El impacto de los símbolos del principio la iluminan con su sacralidad y nos hacen más luminosamente conscientes de nuestra dirección al «Más Allá».
E.Vögelin, History and Order, 2000.

La tradición educativa de los países que se identifican como de cultura occidental parece el camino más seguro para introducir el tema. Pero además de ello, habrá que reconocer muchos rasgos culturales de las grandes tradiciones indígenas de América Latina (especialmente maya, azteca, Inca, etc). Esa tradición es herencia cultural que atesora vivencias prehistóricas del ser humano, unidas a visiones y experiencias propias de la cultura greco-romana, tamizada con ideas religiosas del pueblo judío: visiones que reconocen la sacralidad y dignidad del ser humano como un índice inconfundible de su grandeza y transcendencia (Dominic, 2015). Sin aceptar la superioridad de alguna herencia cultural particular o despreciar las diferencias de tradiciones culturales del mundo, estas reflexiones sobre letras e ideas en las relaciones sociales sólo exponen el singular origen del humanismo del mexicano.

Las primeras décadas de la colonización española del territorio Mesoamericano fueron momentos cruciales para fijar el rumbo de la posible convivencia entre España y la gran diversidad de pueblos aborígenes recién avasallados. Momentos difíciles, sin dudas; por un lado, la España, comenzando apenas una vida nueva sobre las cenizas de su violenta cristianización interna. Por el otro, una gran variedad de pueblos y civilizaciones,

especialmente del Altiplano de Mesoamérica, muchos de ellos enemigos entre sí; pero, en cierto modo de respetuosa relación (hasta comercial), con el gran Tlatoani Azteca (Ricardo, 1933).

La colonización sembró un criollismo que, a menos de dos siglos de la Nueva España, iba quedando numéricamente muy por debajo del mestizaje; este llega así a incluir la mayor parte de la población mexicana actual, unida a un importante grupo (21.5%) de personas afines a etnias aborígenes: los pueblos indios de México. Tal es, a grandes rasgos, el camino de la forja poblacional que define a nuestro México. Un país oficialmente integracionista, no dispuesto aún a aceptar a los pueblos indígenas como naciones y sujetos históricos de derecho (Hernández, 2021).

Esa colonización pudo, aunque con muchas deficiencias, corregir (sin extirpar) graves abusos y crueldades de la humanidad y su corrupción; pero, en su totalidad, terminó creando la patria y nación que hoy somos. Una colonización (México y América Latina) que fue de dominio, sí, y muchas veces, un dominio ciego y criminal. Por eso creo menos afortunado llamarla, como algunos lo han hecho, una “Conquista Espiritual” (Benavente, 2014), o “Conquista Religiosa”. Como si el espíritu del indígena fuera incapaz de aspirar al infinito.

A principios del siglo XVI, (el momento que tratamos), España y Europa entera tenían ya la luminosa actividad de los mayores humanistas de un prolongado Renacimiento. Entre los más reconocidos, sin duda alguna, sobresalía Erasmo de Rotterdam (1466-1536) (Huizinga, 1955). Su provocadora “Doctrina Cristiana” lo hacía, quizá, el crítico más radical, fervoroso y sabio de la cristiandad de su tiempo (Huizinga, 1955). No lejos de él, pero con su propia genialidad (por ejemplo, iniciación de pedagogía inductiva) y muchas ideas sobre enseñanza, estuvo Juan Luis Vives, en Oxford y Holanda (Vives, 1967), después cerca de él, Tomas Moro, -Sir Tomas Moro- (Moro, 2011): Canciller de Inglaterra bajo Enrique VIII, llegó a los mayores honores de la intelectualidad europea por su famosa Utopía, un tratado inspirador sobre el desarrollo socio-político de los pueblos a partir de la primacía de la fraternidad humana.

Abreviando mucho la cuenta de humanistas de indiscutido renombre ligados a la empresa civilizadora de México, no puede olvidarse Fray Francisco de Vitoria, creador del Derecho Internacional (Vitoria, 1917), e impulsor de los derechos humanos. Hermano (Dominicano) de Orden Religiosa, Bartolomé de las Casas, quien lucharía por sus ideas al sur de México. Pues bien, aquí, frente a lo más singular del humanismo en México. Todos los genios mayores del humanismo europeo tuvieron en la empresa civilizadora de la Nueva España por lo menos algún discípulo directo o muy cercano a ellos y buen

intérprete de sus ideas. En el caso de Bartolome de las Casas hay que reconocer que él, entre los primeros del mundo, un civilizador de México y defensor de la dignidad inviolable de los pueblos indígenas. Recordemos en breves líneas.

El insigne Erasmo tuvo en México un fiel adepto, el primer Obispo de México, Fray Juan de Zumárraga que apoyó mucho toda la labor educativa franciscana, y la del primer Virrey, D. Antonio de Mendoza (Márquez, 2001), introductor de la imprenta en México y fundador del colegio de Santa Cruz de Naturales, el cual serviría de difusor de ideas de pedagogía y psicología inductiva -Juan Luis Vives- (Vives, 1967). Fueron escolares del Colegio de Santa Cruz, en Tlatelolco, los que escribieron esa maravillosa carta de nacionalización del “Guadalupanismo” mexicano: poesía y expresión. Tal vez la más profunda del mestizaje patrio y sostén del plurinacionalismo indígena, así como del sentimiento religioso de América: el “Nican Mopohua” (Valeriano, 1649).

Junto a ellos, o casi, llegaron a México otros dos genios de la labor civilizadora de España, el jurista Vasco de Quiroga, al sur del Altiplano, a Michoacán, y a los Altos de Chiapas, Fray Bartolomé de las Casas, un sacerdote dominico, como Francisco de Vitoria. Las Casas, en su juventud, había sido “encomendero” (patrón, explotador de indígenas). Su conversión y formación cristiana iluminaron su lucha por los derechos de los indígenas como primer obispo de San Cristóbal, en el sureste de México.

¹ Zumárraga, Fr. Juan de. Primer Obispo de México y colaborador invaluable del primer Virrey.

² De Mendoza, Antonio, primer Virrey de Nueva España. (enero, 6, 1536). Introdujo la imprenta en el Nuevo Mundo y fundó el Real Colegio de Santa Cruz de Naturales, en Tlatelolco. Ver Márquez Rodlies, o.c.4

³ He aquí un texto del inicio: “Deseo que se me edifique aquí un templo: allí daré a las gentes, en todo, mi amor personal: en mi mirada compasiva, en mi auxilio, en mi salvación: porque yo en verdad soy vuestra madre compasiva, tuya y de todos los hombres, mis amadores... los que a mí clamen, los que me busquen, los que confíen en mí, porque allí les escucharé su llanto, su tristeza; para remediar, para curar todas sus diferentes penas, sus miserias, sus dolores” “... ¿no estoy aquí yo, tu madre”? (Valeriano, 1649.)

⁴ Vasco de Quiroga, abogado y diplomático. Amigo personal de Carlos V, ordenado sacerdote en Nueva España, fue el primer obispo de Michoacán (Pátzcuaro). Implementó con modalidades nuevas, la Utopía de Thomas Moro, Ver. “Ordenanzas” (para los Pueblos -Hospitales de Michoacán. (Ver, Márquez, o.c.Cap.-8 a 10.)

⁵ Bartolomé de las Casas: primer Obispo de San Cristóbal, Chiapas.

No es posible registrar aquí, como algunos desearían, muchos otros ilustres y sabios civilizadores de la llamada Nueva España. Grandes humanistas, también, como Pedro de Gante, familiar del Emperador Carlos V; o Motolinía y Mendieta (Fray Jerónimo), antropólogos y etnólogos, así como misioneros franciscanos de insigne memoria. Lo único que aquí hemos propuesto es poner de relieve el hecho singular, tal vez único en América, de ser México un heredero directo, sin intermediarios, de los mayores y más reconocidos humanistas de la Cultura Occidental. La historia respalda ampliamente la pretensión de estos recuerdos. Poniendo en pantalla grande, por llamarlo de alguna manera, el espectro de vivencias más profundas: las visiones y experiencias espirituales del ser humano, amor, compasión, lealtad y gratitud, deseo de superación, etc., viene ahora la pregunta.

Y ¿qué es el humanismo mexicano? Toda persona (“un ser así para el otro”) lleva en sí misma, al igual que su comunidad, el “asombro y cuidado”, por todo lo que le rodea. Primero, por lo que aparece a los sentidos, inmediatamente después, por aquello que los sentidos no alcanzan: lo que pertenece al espíritu. “¡De las cosas que vemos y no son, hacia aquellas otras que no vemos y son!”. Tal es, a mi juicio, la descripción del humanismo, personal y comunitario: la revelación del peregrinar humano hacia lo esencial, hacia ese LOGOS interior que ya Heráclito suponía en toda persona.

En los días de los Acuerdos de San Andrés (1996), le preguntaron a D. Fernando Benítez, autor del monumental registro de los pueblos indios de México: ¿Y qué le dejaron a usted los pueblos indios? Esta fue su contundente respuesta:

Me enseñaron a no crearme importante, a tratar de llevar una conducta impecable, a considerar sagrados a los animales, las plantas, los mares y los cielos, a saber en qué consiste la democracia y el respeto debido a la dignidad humana. También, a pasar de lo cotidiano a lo sagrado (Navarro, 2021).

¿Habrá mejor definición del humanismo mexicano, y del de muchos mexicanos? El no reconocer la parte de herencia espiritual de las culturas aborígenes en la empresa civilizadora de España, sería un error imperdonable. Fueron maternidad también de nueva vida. Así lo demostraron precisamente los grandes humanistas, civilizadores geniales, artífices de nuestra forma de ver y entender y amar nuestro mundo y la patria.

Terminaré con una inquietud personal que quizá compartan muchos colegas académicos: dados los enormes problemas de migración planetaria y sus consecuencias políticas (aumento de Estados plurinacionales), ¿no debería incluirse, entre los Retos de la Educación de nuestra Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la creación de un Instituto Superior Interdisciplinario de Culturas y Pueblos Indios del Altiplano y Sureste de México?

Referencias

- Benavente, F. (2014). *Motolinía, Historia de los indios de la Nueva España*. España: RAE.
- Dominic Crossan, J. (2015). *How to Read the Bible and Still Be a Christian: Struggling with Divine Violence from Genesis Through Revelation*. Harper Collins .
- Hernández, L. (2021). *Acuerdos de San Andrés, autonomía vs. neoindigenismo*. México: La Jornada.
- Huizinga, J. (1955). *Erasmus de Rotterdam, (2Vol.)*. Barcelona, Salvat: Trad.de la Edit francesa de Gallimard.
- Márquez, I. (2001). *La utopía del Renacimiento en tierras indígenas de América*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Moro, T. (2011). *Utopía*. Madrid: Círculo de Bellas Artes.
- Ricard, R. (1933). *La “conquête spirituelle” du Mexique*. Paris.: Institut d’ethnologie.
- Valeriano, A. (1649.). *Nican Mopohua*. Luis Lasso de la Vega.
- Vitoria, F. d. (1917). *De Indis Et de Iure Belli Relectiones*. Carnegie Institution.
- Vives, J. L. (1967). *Encyclopedia Británica*.
- Voegelin, E. (2000). *Order And History*. Missouri: University of Missouri Press.



EL MUNDO NO TIENE
QUE SER ASÍ

JOHN HOLLOWAY
INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y
HUMANIDADES "ALFONSO VÉLEZ PLIEGO"

JOHNHOLLOWAYKENNEDY@GMAIL.COM

EL MUNDO NO TIENE QUE SER ASÍ

El mundo no tiene que ser así. El genocidio en Gaza, la miseria de cientos de miles de migrantes, la gente pidiendo limosna en los semáforos, los feminicidios y las desaparecidas, la masacre de otras formas de vida, los extremos del cambio climático que ya están encima de nosotros. No son males aislados, sino indicios de una falla estructural en esta sociedad. Hay algo fundamental en la estructura social que está mal, que nos está destruyendo, llevándonos posiblemente hacia la extinción.

¿Cómo entender esta falla? ¿Cómo entender su dinámica? Sobre todo, ¿cómo pensar la posibilidad de romper esta dinámica de destrucción y crear otro mundo? Otro mundo es posible, dicen, pero ¿cómo?

Diciendo NO y creando otras formas de convivir. Caminando en el sentido contrario. Luchando contra la dinámica del mundo que nos está destruyendo. “Luchar” es una palabra que puede dar miedo, creando una imagen de héroes y de heroísmo, pero en realidad es algo muy normal, algo muy cotidiano, algo que hacemos todo el tiempo. Es decir NO a lo injusto que existe y tratar de crear algo diferente. Luchar por un trato digno hacia las mujeres, para parar la contaminación de los ríos, para crear otra relación con plantas y animales. Las luchas pueden ser individuales, pero son más efectivas y a veces más llamativas si son colectivas: las marchas de 8M, las protestas contra el genocidio en Gaza, las luchas contra el agotamiento del agua por Bonafont en Zacatepec o contra el relleno sanitario contaminante cerca de Calpan. Estas luchas no resuelven los problemas del mundo, pero sí son formas de desafiar y desbordar la lógica de la dominación.

¿Y yo qué? La idea de este número de Spinor es que nosotros, los eméritos, hablemos de nuestra “línea de investigación”. Una invitación a reflexionar sobre lo que hemos hecho en la vida y si valió la pena. Entonces, mi línea de investigación es una lucha, una lucha que deriva su sentido del hecho de ser parte de una lucha multitudinaria para cambiar el mundo. Es un intento de abrir el mundo, de ir en contra de la cerrazón del mundo que, cada vez más, busca contener lo que se puede pensar, decir y hacer dentro del marco de la reproducción del sistema. Es un intento de mantener viva la esperanza de que un mundo radicalmente diferente sí es posible. Es parte de la lucha contra un mundo dominado por el dinero, contra el capitalismo.

¿Tiene sentido hacer este tipo de investigación en la universidad? En cierto sentido, mi línea de investigación va contra la universidad, o, mejor, en contra y más allá de la universidad. La universidad, nuestra universidad, es una universidad capitalista, no en el mismo sentido de las universidades privadas que tienen que producir ganancias, sino en el sentido más indirecto de que recibe sus fondos de las instituciones que forman parte del mundo capitalista y también tiene que producir estudiantes que puedan vender su fuerza de trabajo en el mercado. En las universidades del mundo, hay cada vez menos espacio para la reflexión crítica, pero las universidades (lo mismo se puede decir de cualquier institución) no son instituciones totales: se pueden crear espacios que van en el sentido contrario. Se puede decir NO, yo pienso de otra manera. O se puede decir que el problema no es cómo reproducir

la sociedad actual sino cómo romperla, cómo cambiarla. Mejor todavía si es una resistencia colectiva. En el caso de la BUAP, tenemos el gran privilegio de ser herederos todavía de las grandes luchas de los años 70 del siglo pasado que abrieron una brecha en la subordinación progresiva de las universidades mundiales a la lógica del dinero. Heredamos una tradición crítica, y eso incluye una responsabilidad, la de hacer todo lo posible para mantener estos espacios críticos abiertos y efectivos. Fue esta tradición que me atrajo a la BUAP en primer lugar y que me hace sentir muy afortunado de estar con mis colegas y con nuestros estudiantes en el Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades “Alfonso Vélaz Pliego”. Siento que ahí compartimos, estudiantes y profesores, un compromiso de mantener un espacio rebelde de debate abierto que resiste la tendencia mundial de imponer límites al pensamiento académico.

Mi línea de investigación, entonces, es un intento de aportar desde la universidad, con todas las contradicciones que eso implica, a la lucha contra el capitalismo. Después de los fracasos de las luchas anticapitalistas del siglo pasado (los horrores de la Unión Soviética, el desarrollo de China como modelo de capitalismo autoritario), ¿podemos todavía pensar en una revolución anticapitalista? ¿Qué significaría? Tendría que ser algo muy distinto. En acuerdo con los zapatistas, el movimiento kurdo y muchos movimientos de resistencia y rebeldía en todo el mundo, pienso que la creación de un mundo emancipado no se puede realizar a través del Estado. El Estado es una forma de organización social, una manera de hacer las cosas, que excluye a la gente de la organización de la vida colectiva. (La elección, por ejemplo, que pretende ser un acta de inclusión, es en realidad un ritual de auto-exclusión.) El Estado es una forma de organización tan integrada a la reproducción de la sociedad capitalista que es imposible pensar en él como canal para abolir el

dominio del capital. Las elecciones, como la que acabamos de vivir en México, sí pueden resultar en un gobierno menos dañino que otro, o incluso en un gobierno que mejore ciertos aspectos de la convivencia social, pero siempre van a ser dentro del contexto general de la dinámica destructiva del capitalismo. Para romper la dinámica del capital, tenemos que pensar en otras formas de organización como asambleas y comunas, formas que ya son típicas de movimientos de resistencia.

Estas reflexiones me llevaron, después de otros trabajos enfocados en el análisis del Estado, el capital y la crisis, a la publicación en 2002 del libro *Cambiar el Mundo sin Tomar el Poder*, que suscitó mucha polémica en diferentes partes del mundo, con una reacción muy negativa de parte de los que siguen con la idea de que la única manera de cambiar la sociedad es a través de la conquista del Estado, y reacciones muy positivas de parte de gente que está buscando otra manera de pensar en la revolución.

El problema que surge entonces es: si no a través del Estado, ¿cómo? En un segundo libro, *Agrietar el Capitalismo* (2010), desarrollo una idea que se ha ido estableciendo en muchos movimientos rebeldes. No es cuestión de construir un partido para tratar de convencer a todo el mundo que necesitamos un cambio radical, sino de ir construyendo, aquí y ahora, espacios o tiempos o áreas de actividad que van en contra del dominio del dinero. Estos espacios, o grietas en el tejido de la dominación, existen ya en un millón de movimientos, pequeños y grandes, donde la gente, por necesidad o por convicción, busca otras formas de convivir, otras formas de hacer las cosas. La única manera de pensar la revolución es en términos del reconocimiento, creación, expansión, multiplicación y confluencia de estas grietas. En esto, como en todo mi trabajo, el movimiento zapatista ha sido una inspiración extraordinaria.

Sin embargo, a veces parece que todo va en contra de nosotros, que no hay ninguna salida posible, que el sueño de un mundo digno es sólo eso, un sueño tonto. El tercer libro de la trilogía, Esperanza en tiempos de Desesperanza (2022, por salir en español en estos días), sugiere que la esperanza es un movimiento teórico y práctico de desbordar constantemente los límites impuestos por las formas capitalistas, en primer lugar, el dinero, y que estos desbordes están produciendo una fragilidad creciente del sistema capitalista, evidenciada sobre todo por la expansión crónica de la deuda al nivel mundial. Nosotros somos la crisis del capital; nuestras creatividades y resistencias y rebeldías no caben en el reino del dinero; nuestra dignidad-humanidad cotidiana sigue siendo la roca contra la cual se va rompiendo el sistema. Al mismo tiempo, esta fragilidad creciente es la volatilidad y violencia del sistema, la tormenta que estamos viviendo en este momento. Esperanza sí, pero sin ninguna garantía de un final feliz. Eso depende de nosotros.

¿Tiene sentido mi “línea de investigación”? Está difícil dar una respuesta concreta. No puedo indicar un resultado claro y medible de mis años de trabajo. Siempre existe la duda de que el sueño de crear otro mundo sea nada más eso, un sueño, y de que todo el esfuerzo intelectual haya sido una pérdida de tiempo, incluso que el reconocimiento como “emérito” sea un error de mal gusto. Pero no pienso eso. Siento que mi trabajo sí tiene sentido como parte de un movimiento colectivo mundial, un movimiento de debate que va mucho más allá de las universidades, un movimiento de muchos movimientos que dicen “NO, no podemos aceptar este mundo de destrucción y humillación, tenemos que crear otro”.

En los últimos días he estado escuchando la canción de León Gieco, Sólo le pido a Dios: “Solo le pido a Dios/ Que el dolor no me sea indiferente”. Yo pido a todos que nunca seamos indiferentes al

dolor del mundo y a las luchas para erradicarlo. Significa pensar la ciencia, lo que hacemos en las universidades, a partir de este dolor-esperanza.



EL DESARROLLO COMO UN
PROCESO DE MEJORA
EN LA CALIDAD DE VIDA
DE LA SOCIEDAD

MARIO MIGUEL CARRILLO HUERTA
ICGDE-BUAP

EL DESARROLLO COMO UN PROCESO DE MEJORA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA SOCIEDAD

A principios de 1978, en una revista mexicana de nueva creación propuse definir al desarrollo como “un proceso mediante (y durante) el cual se mejora la calidad de vida de la sociedad” (Carrillo, 1978). En aquel tiempo no se disponía de una definición ampliamente aceptada del término, aunque la idea que estaba en la base de todas las concepciones avanzadas es que tenía que ver con las condiciones de vida de la sociedad. También, se percibía entonces una falta de confianza entre algunos científicos sociales, tanto en cuanto a la pertinencia y la rigurosidad de las investigaciones realizadas en los distintos campos, así como de los enfoques adoptados dentro de un mismo campo.

En el campo de la economía, algunos estudiosos privilegiaban el enfoque del crecimiento económico para estudiar lo que ellos consideraban desarrollo económico, mientras que otros consideraban que el desarrollo, además de variables cuantificables cardinalmente, tales como el ahorro, la inversión y el ingreso, dependía también de otras no tan cuantificables de carácter institucional o cultural que afectaban el bienestar económico de la población, y criticaban a los economistas del crecimiento por no tomarlas en cuenta.

Convencido de que la esencia de la ciencia es el método, de manera que quien aplica el método científico en sus investigaciones genera conocimiento científico aprovechable para la sociedad, para mí era claro que no existía falta de seriedad en ninguno de los dos grupos de estudiosos, y que la aparente

brecha entre ellos se derivaba de la ausencia de un esquema analítico que los compatibilizara, por lo que decidí desarrollar dicho esquema. El objetivo de este documento es exponer los fundamentos de la definición del desarrollo social como proceso de mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad, y de su utilidad para comprender el fenómeno y promoverlo a través de política pública.

El documento consta de cuatro secciones. La sección II muestra brevemente los enfoques entre los que existía la brecha aparente mencionada: el del crecimiento económico donde el capital era el motor del crecimiento y el más general que ponía énfasis en variables diferentes al capital. La sección III, incluye los aspectos fundamentales del análisis de procesos que permiten identificar el desarrollo social como un proceso parcial o elemental. En la sección IV, se ofrecen algunas consideraciones finales sobre lo que considero son ventajas de este enfoque, con fines tanto analíticos como de política pública.

Los Enfoques del Crecimiento y de las Variables No-económicas

Desde sus albores, el estudio del desarrollo se enfocó, desde la economía, en los aspectos económicos de la sociedad, pero consideraba aspectos sociales en general. Así, los pensadores Smith, Ricardo y Marx, entre otros, preocupados por la evolución de la vida

1 Profesor investigador del Centro de Estudios de Desarrollo Estratégico del Instituto de Ciencias de Gobierno y Desarrollo Estratégico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Correo: mmch@prodigy.net.mx

social de las economías capitalistas, estudiaron la relación de largo plazo entre el ingreso nacional y su distribución, considerando siempre a la acumulación del capital como el motor del crecimiento en el tiempo (Carrillo, 2002; pp. 157-161).

Siguiendo la tradición clásica, los estudiosos neoclásicos a partir de Marshall mantuvieron el análisis de largo plazo, pero, influidos por las características de la operación del mercado, consideraron al ingreso como la variable central, identificando al desarrollo como el caso en el que el ingreso per capita de un país aumentaba, por lo menos, durante cinco años consecutivos, de manera que los aumentos en ese ingreso no fueran parte del ciclo económico (Carrillo, 2002; pp. 162-169).

Ya en un tiempo cuando se aceptaba, siguiendo a Keynes, que el equilibrio macroeconómico con plena ocupación y sin inflación no era automático y podía alcanzarse con política macroeconómica, aparecieron los modelos de crecimiento de Harrod (1939) y de Domar (1946) que establecían las condiciones para sostener dicho equilibrio a través del tiempo, iniciando así la generación de múltiples modelos neo-keynesianos y neoclásicos donde el motor del crecimiento era la acumulación del capital, y generando la idea de que el crecimiento y el desarrollo eran sinónimos.

Esto ocasionó críticas en el ámbito académico y científico desde la vertiente de la economía política, sobre todo cuando se trataba de aplicar dichos modelos a países que se identificaban como ‘menos desarrollados’, argumentando que esa falta de desarrollo tenía causas estructurales de la economía, asociadas con aspectos institucionales no económicos de las relaciones asimétricas entre países y regiones diferentes (Gunder Frank, 1967). Surgió así la brecha entre los críticos, quienes consideraban que los estudiosos del crecimiento se enfocaban en eventos alejados de la realidad, y los criticados, que consideraban las críticas como

infundadas y poco científicas. Para mí, eso no era así porque ambos grupos utilizaban el método científico en sus investigaciones, y por ello traté durante algún tiempo de buscar una explicación a ese desacuerdo. Después de varios intentos y experiencias, encontré que podía explicarse si se consideraba al desarrollo como proceso.

El Desarrollo como Proceso Parcial

El término proceso, según el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia de la Lengua (RAE), proviene del latín processus, y el término tiene tres acepciones principales:

1) Acción de ir hacia delante. 2) Transcurso del tiempo. 3) Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial. (RAE, 2024) Así, “...en líneas generales, se habla de procesos cuando se tiene un estado inicial y uno final de algún cuerpo, sistema o ambiente, entre los cuales se da una transformación, desplazamiento o cambio de alguna naturaleza” (RAE, 2024).

Nicholas Georgescu-Roegen (1971) adopta esta concepción de proceso y afirma que para comprenderlo era necesario entender la distinción entre el Ser y el Devenir (llegar a ser); un proceso implica el devenir (el llegar a ser), es decir, el proceso en sí implica cambio; es sinónimo de cambio. Así, se puede concebir que existe un proceso universal que se da en el espacio y en el tiempo, que no tiene fisuras y del cual todos formamos parte. Sin embargo, se puede aceptar la ficción analítica de seccionar el proceso universal y así extraer de él procesos parciales o elementales. Un proceso parcial, por tanto, debe tener fronteras, tanto en el espacio como en el tiempo que lo definan (Figura 1).

Según Georgescu (1971), la única manera de describir analíticamente a un proceso parcial (como el de producción, por ejemplo) es observando lo que cruza sus fronteras, es decir, lo que entra al proceso

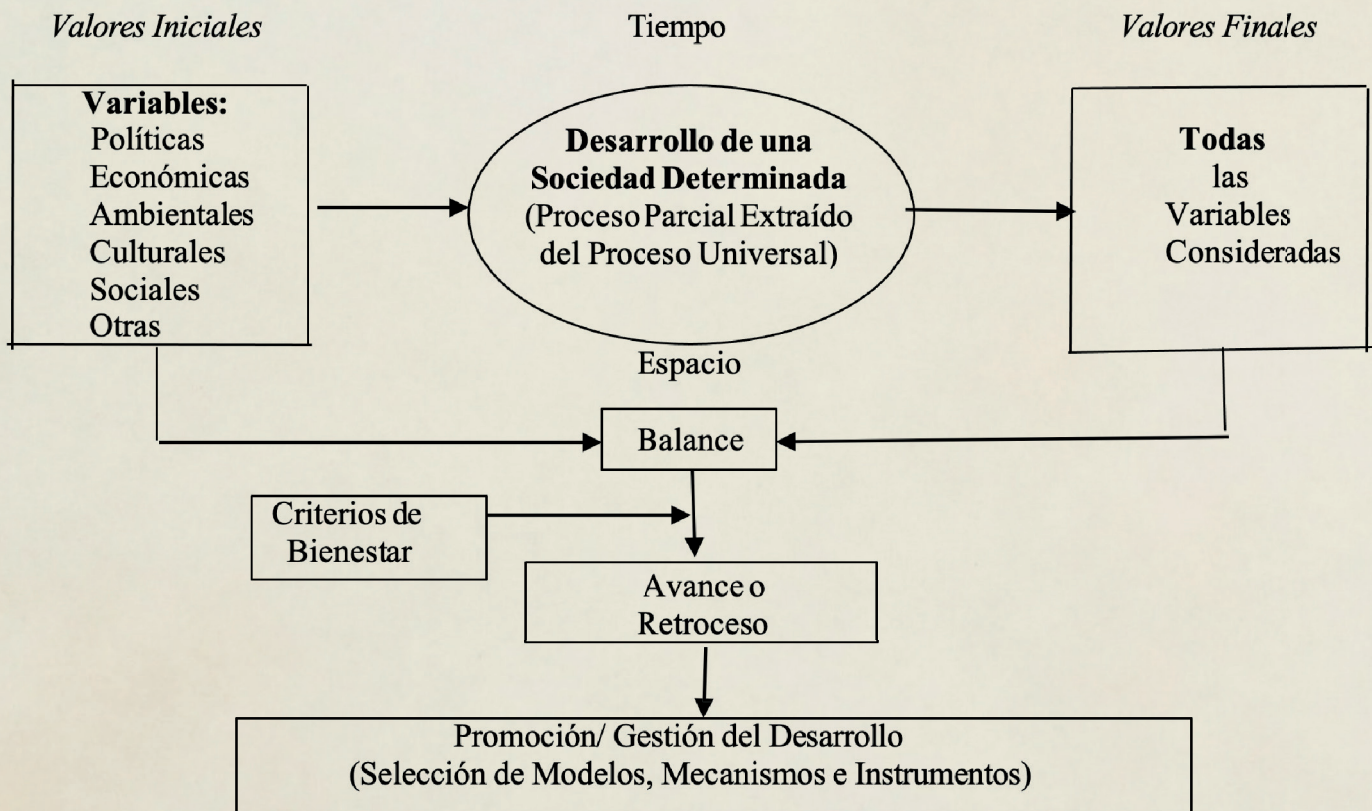
y lo que sale de él en un lapso determinado. Por lo tanto, los elementos que entran (in-puts) y los que salen (outputs) deben ser en número finito y con cualidades discretamente distintas y medibles, para poder hacer el balance entre lo que entra y sale del proceso, que es la forma analítica de evaluar un proceso (Figura 1).

Desarrollo Social Propiamente Dicho

Extendiendo el análisis de los procesos de Georgescu al proceso de desarrollo en general, se debe entender que dicho proceso es parcial o elemental, extraído ficticiamente y con fines analíticos, del proceso universal, por lo que es necesario asignarle fronteras tanto en el espacio como en el tiempo; es decir, la sociedad que se quiere estudiar debe ubicarse en el tiempo (periodo) y en el espacio (país, región, estado, municipio o localidad),

así como los aspectos que se van a destacar. Sin embargo, el número de aspectos o variables a destacar deberá ser finito y ser medibles ordinal o cardinalmente. Las variables ordinales son las más fácilmente medibles, ya que la medida ordinal es más intuitiva que la cardinal, pero las variables cardinales son más significativas analíticamente y más susceptibles de ser sistematizadas. La Figura 1 muestra la secuencia de un estudio del desarrollo de una comunidad ubicada en el tiempo y en el espacio, donde se hace un balance entre los valores finales e iniciales de las variables seleccionadas, para evaluar el proceso con criterios de bienestar y determinar avance o retroceso y promoverlo a través de las variables efectivas.

Figura 1. El desarrollo social como proceso elemental.



Consideraciones Finales: Crecimiento Versus Desarrollo

Para un estudio formal y sistemático, las variables primarias deben entonces ser susceptibles de ser medidas cardinalmente, como es el caso de los modelos formales de crecimiento económico que se enfocan en el ingreso real, el capital y la mano de obra, y de las relaciones que existen entre ellas en un espacio y durante un tiempo determinados. Por ello, dichos modelos se justifican y pueden considerarse como construcciones básicas para el estudio del desarrollo económico en una economía capitalista de mercado.

Sin embargo, el ser básicos no significa que sean la mejor alternativa para estudiar el desarrollo. El aumento en el ingreso real per capita de una nación durante un periodo largo no implica que el nivel de bienestar de la sociedad mejore. Para esto, habrá que incluir variables que afectan directamente el bienestar social, tales como las condiciones de alimentación, educación, salud, vivienda, cultura o contaminación ambiental, entre otras que la propia sociedad considere importantes. Pero la inclusión de más variables diferentes a las de los modelos originales de crecimiento representa una dificultad que, sin duda, disminuirá conforme mejoren los métodos del análisis de factores, que combina variables de toda índole para construir índices de desarrollo o de falta de desarrollo para cualquier comunidad en cualquier región y durante cualquier periodo, tales como el Índice de Marginación que se calcula en México o el Índice de Desarrollo Humano de la ONU.

Referencias

- Carrillo Huerta, Mario M. (1978). "Desarrollo y crecimiento económicos: una interpretación". *Ciencia Administrativa*. Vol. I. Núm. 1 (enero-junio). (pp. 75-97). (2002). Aspectos microeconómicos introductorios del desarrollo regional y urbano. México, D. F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Domar, Evsey D. (1946). "Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment". *Econometrica*. XIV, pp. 137-147.
- Georgescu-Roegen, Nicholas (1971). "Process Analysis and the Neoclassical Theory of Production". Sesión conjunta de la American Agricultural Economic Association y la Econometric Society. New Orleans (diciembre 27).
- Gunder Frank, André (1967). *Capitalism and Underdevelopment in Latin America*. New York: Monthly Review Press.
- Harrod, R.E (1939). "An Essay in Dynamic Theory". *The Economic Journal*. XLIX, pp. 14-33.
- RAE (Real Academia de la Lengua Española) (2024). (<https://dle.rae.es/proceso>). (<https://concepto.de/proceso/#ixzz8X0qC3oW2>). Consultado el 9 de abril de 2024.



DESARROLLO Y APLICACIONES DE
NEUROPRÓTESIS DEL SISTEMA
VESTIBULAR Y EL EQUILIBRIO

ENRIQUE SOTO
INSTITUTO DE FISIOLÓGÍA, BUAP

DESARROLLO Y APLICACIONES DE NEUROPRÓTESIS DEL SISTEMA VESTIBULAR Y EL EQUILIBRIO

La bipedestación es inherentemente inestable y sujeta a múltiples perturbaciones. El control de la postura en los animales bípedos involucra una integración compleja de información sensorial propioceptiva, vestibular y visual. Los órganos vestibulares periféricos actúan como sensores de aceleraciones lineales y angulares de la cabeza. Los centros de control cerebrales usan la información vestibular para definir la posición cefálica con respecto al entorno, relacionándola con entradas de otros sistemas sensoriales para producir respuestas motoras y mantener el equilibrio y la estabilización de la mirada. Además, el aparato vestibular genera procesos cognitivos que modulan el movimiento, previenen oscilaciones y definen una vertical para realinear el cuerpo. La entrada vestibular contribuye así a la navegación del sujeto en su entorno, a la generación de un mapa de referencia inercial y a procesos cognitivos relacionados con la imagen y el esquema corporal.

Función vestibular en la vejez y en la enfermedad

El envejecimiento se relaciona de manera significativa con la aparición de desequilibrio. Se sabe que el 40 % de pacientes geriátricos, en algún momento de su vida, ha consultado a algún médico por “mareo”. De todos los pacientes mayores de 60 años, 20 % ha experimentado vértigo lo bastante grave como para que afecte sus actividades cotidianas (Agrawal, 2017). El vértigo es la causa del 1 % de consultas médicas en EE. UU. En el anciano, el mareo y el vértigo están asociados a enfermedades cardiovasculares, neurológicas o a disfunción vestibular; en sujetos jóvenes,

usualmente, a disfunción vestibular periférica. La degradación de la función vestibular en la edad adulta se denomina presbivestibulopatía, condición que es, en cierta forma, análoga a la pérdida visual y auditiva que sufren los ancianos. Desde el punto de vista social, los individuos con vértigo y mareo evitan sistemáticamente participar en reuniones aun en su casa, y evitan también salir de casa debido a la inestabilidad y temor a caminar, lo que afecta significativamente su calidad de vida.

Por otra parte, las lesiones vestibulares son altamente discapacitantes. Ante un desplazamiento, el sujeto con daño vestibular recibe señales alteradas de su movimiento, lo que produce la sensación de vértigo. La rehabilitación es importante para mejorar la calidad de vida de los pacientes, ya que les permite reintegrarse a sus actividades y limita el avance del deterioro de su función vestibular. La investigación orientada al desarrollo de alternativas terapéuticas y dispositivos prostéticos para el tratamiento de los desórdenes vestibulares es de suma importancia y permitirá, en el futuro, ofrecer mejores perspectivas a los sujetos con daño vestibular.

En nuestro trabajo de investigación nos hemos centrado en el desarrollo de dispositivos prostéticos como una medida para contrarrestar los efectos de las alteraciones vestibulares, ya sea por patologías específicas o por la vejez.

Función vestibular en vuelos espaciales

La exploración espacial entraña numerosos desafíos técnicos, incluidos los referentes a los sistemas de propulsión, la salud y la medicina espacial humana,

el costo de las tecnologías espaciales, los aspectos ambientales relacionados con la producción y el lanzamiento, la eliminación activa de desechos en el espacio y el mantenimiento en órbita, entre otros. A medida que aumenta la duración de las misiones espaciales, los requisitos para evitar alteraciones de salud se vuelven más complejos. Es necesario desarrollar medidas para contrarrestar las alteraciones fisiológicas y de salud, porque el éxito de las misiones podría verse comprometido si los astronautas no pueden llevar a cabo funciones esenciales. Las fallas en el desempeño sensoriomotor durante el pilotaje, la actividad extravehicular o las tareas de orientación plantean riesgos importantes para las misiones. Es por ello necesario abordar los problemas que produce la ingravidez antes de considerar seriamente las misiones humanas de larga duración.

En nuestro trabajo hemos encontrado que los dispositivos de prótesis vestibulares constituyen una contramedida a los cambios fisiológicos inducidos por la microgravedad, particularmente aquellos asociados con el sistema vestibular y el conflicto neurosensorial, los cuales pueden conducir a alteraciones significativas en el ser humano y su desempeño en el espacio (Soto y Vega, 2024) (Figura 1).

Figura 1. *Aplicaciones del dispositivo. El dispositivo tiene dos vertientes: una de orden médico, relacionada con las lesiones vestibulares y con el deterioro de la función vestibular por la vejez (presbivestibulopatía), y otra de orden aeroespacial, relacionada principalmente con el uso del dispositivo como medida para contrarrestar los efectos deletéreos de la microgravedad sobre las funciones cognitivas y motoras.*

Uso médico (Prótesis vestibular)

- Lesiones vestibulares
- Fobias y problemas cognitivos
- Caídas en ancianos

Uso Aero-espacial (Dispositivo de estabilización)

- Contramedida de los efectos de la Microgravedad
- Entrenamiento de pilotos

Estimulación Galvánica Vestibular (EGV) y el desarrollo de una prótesis vestibular

La EGV es un método de estimulación eléctrica transcraneal que, según cómo se aplica, produce respuestas posturales específicas relacionadas con la activación de los órganos vestibulares, respuestas que influyen en el control de la posición, el equilibrio y la estabilidad visual y cognitiva. El método consiste en aplicar una corriente eléctrica de alrededor de 1 mA mediante electrodos colocados, al menos uno, sobre la apófisis mastoides en la parte posterior del oído. La EGV modula la actividad eléctrica de las neuronas vestibulares de tal forma que la corriente catódica aumenta la frecuencia de descarga de las neuronas, mientras que la anódica la disminuye. Este efecto de la EGV sobre la actividad eléctrica de las neuronas vestibulares produce respuestas análogas al movimiento de la cabeza, por lo que mediante el uso de dichas corrientes se pueden inducir respuestas posturales similares a las que produce el movimiento. En nuestro laboratorio hemos

desarrollado estudios sistemáticos y adecuadamente parametrizados del efecto de la posición de los electrodos, de las polaridades y modalidades de la corriente de la EGV sobre las respuestas posturales, la estabilización visual y la actividad de la corteza cerebral en sujetos experimentales.

El dispositivo prótesis que ha desarrollado nuestro grupo de investigación se basa en el uso de la EGV. La prótesis utiliza un sistema de giróscopos y acelerómetros en tres dimensiones para detectar los desplazamientos de la cabeza, procesar la salida de dichos sensores a través de un modelo matemático de la función vestibular y, finalmente, inyectar una corriente eléctrica mediante electrodos en las regiones periauriculares. Dicho dispositivo y sus variantes han sido patentados tanto en México como en los Estados Unidos y Rusia.

Con el uso de la prótesis, el paciente obtiene información de los movimientos de la cabeza y produce los reflejos necesarios para controlar la postura, contribuye a los procesos relacionados con la generación del esquema corporal y ofrece un bienestar al sujeto, derivado de la capacidad de reconocer su posición y sus desplazamientos en el medio.

El dispositivo de estimulación es de grado médico y, por seguridad, opera con baterías, según la propuesta de patente. La tecnología es confiable y bien tolerada, y no representa riesgo para los pacientes. Estas características determinan que sea un dispositivo novedoso que se puede aplicar en humanos; además, tiene aplicaciones tanto en medicina como en la investigación espacial.

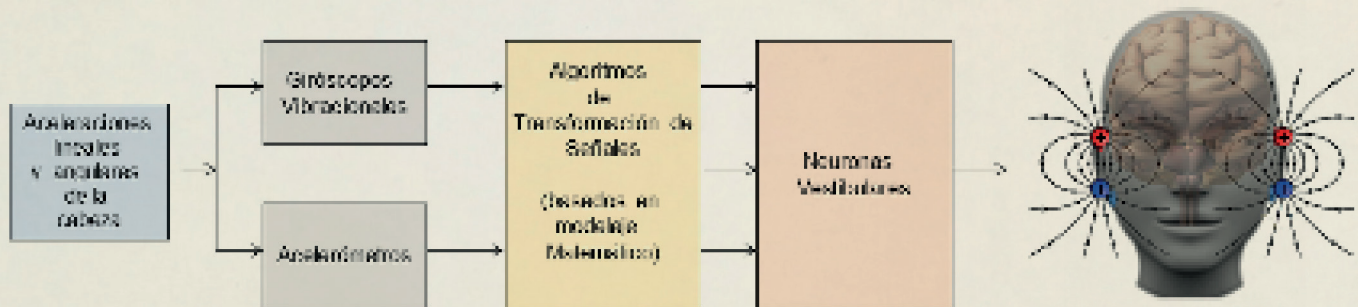


Figura 2. Esquema general del corrector de orientación espacial. Un conjunto de sensores electromecánicos detecta las aceleraciones de la cabeza; su salida se procesa mediante un modelo matemático de la función vestibular. Como resultado, se obtiene una corriente de estimulación que es dependiente del movimiento de la cabeza y permite al sujeto con alteraciones o en microgravedad tener información del desplazamiento de su cabeza.

Conclusiones

Las prótesis vestibulares de carácter no invasivo no requieren de procedimientos quirúrgicos y están basadas en métodos que permiten al sujeto obtener información acerca de las aceleraciones a que se somete la cabeza por sustitución sensorial (por ejemplo, un sonido o un estímulo eléctrico en la piel). En este caso, las capacidades plásticas del paciente juegan un papel esencial en el funcionamiento del sistema prótético. Aunque la patente protege la posibilidad de implantación quirúrgica, hemos insistido en desarrollar el dispositivo en su forma no implantable. Consideramos que así puede tener aplicaciones en la medicina de rehabilitación, para su uso en ancianos y en investigación aeroespacial.

Lecturas recomendadas

Soto E y Vega R. (2024). Use of Galvanic Vestibular Stimulation device as a countermeasure for microgravity effects in spaceflight. *Frontiers in Space Technologies and Space Exploration*, 5:1422868. doi: 10.3389/frspt.2024.1422868

Soto E, Pliego A and Vega R (2023) Vestibular prosthesis: from basic research to clinics. *Frontier in Integrative Neuroscience*, 17:1161860. doi: 10.3389/fnint.2023.1161860

Vega, R., Soto, E., Pliego, A, Alexandrov, A., Alexandrova, A. (2016). Dispositivo para la estabilización de la postura en microgravedad (Cap. 9). *Medicina Espacial*. Coord.: Carrillo Esper R, Díaz Ponce J A, Padrón San Juan L. ANM. pp 121-137. Disponible en: https://www.anmm.org.mx/pdf/acerca_de/CAnivANM150/Medicina_Espacial.pdf.



EL PRINCIPIO DE FRANCK-CONDON
Y EL ALGEBRA DE OPERADORES

ALEJANDRO PALMA ALMENDRA
INSTITUTO DE FÍSICA, BUAP

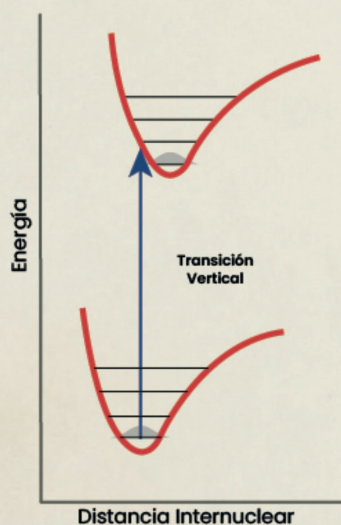
PALMA@IFUAP.BUAP.MX



EL PRINCIPIO DE FRANK-CONDON Y EL ALGEBRA DE OPERACIONES

El Principio de Franck-Condon es en realidad una regla que explica la intensidad de las transiciones vibrónicas en una molécula que está sujeta al bombardeo de fotones de energía apropiada, es decir, energía que puede ser absorbida por la molécula. El efecto fue descubierto experimentalmente por James Franck /1/ (1882-1964) físico alemán quien ganó el premio Nóbel de Física en 1925 conjuntamente con Gustav Hertz y explicado por el físico norteamericano Edward Uhler Condon /2/ (1902-1974) utilizando la naciente Mecánica Cuántica en 1926.

Esta regla está basada en la aproximación de Born-Oppenheimer que asegura que el movimiento de los electrones es mucho más rápido que el de los núcleos, permitiendo así el cálculo de las intensidades de la transición, siendo la más grande llamada una transición vertical.



La utilidad de esta regla se esparció en todos los ámbitos de la física donde jugaron un papel preponderante los procesos moleculares. Debido al poco espacio que disponemos sólo nos concentraremos en la estructura y propiedades matemáticas de la integral asociada al cálculo de los así llamados Factores de Franck-Condon (FFC). Esto nos llevará obligadamente al método simbólico inventado por Dirac /3/ sobre el cual aseguró que probablemente en el futuro incrementaría su uso cuando se entienda más la matemática especial en que consiste. Actualmente esta predicción se ha cumplido parcialmente aunque todavía queda mucho trabajo por hacerse. Hace muchos años /4/ aplicamos este método al cálculo de relaciones de recurrencia que satisface la integral de Frank-Condon. El punto más importante que descubrimos con este método no sólo fue la simplificación y elegancia del método mismo, sino las conexiones que se establecían con otros conceptos muy conocidos como los así llamados estados comprimidos.

El método simbólico está basado en dos conceptos muy simples: Creación y Aniquilación, que matemáticamente se representan con dos operadores:

$$a|n\rangle = |n+1\rangle \quad a|n\rangle = |n-1\rangle$$

Uno crea $a+$ y el otro destruye a sobre un estado cuántico $|n\rangle$, del sistema que estamos estudiando. Todas son cantidades simbólicas que sólo adquieren una realización concreta cuando especificamos el sistema que queremos estudiar. Con tal de no perder generalidad es conveniente no hacer esta

realización, si no tenemos necesidad de hacerla. Con esto mantenemos un punto de vista muy general lo cual es esencial para entender la herramienta matemática abstracta que estamos utilizando. Tal vez la cosa más importante es no perder el punto de vista de Dirac cuando discute sobre la belleza de las ecuaciones matemáticas /5/.

Aunque el cálculo de los factores Franck-Condon tienen una aplicación muy basta en las ciencias físicoquímicas, en este trabajo nos enfocaremos en estudiar las propiedades abstractas que satisfacen sin tener que realizar ningún cálculo numérico. Esto nos lleva a la conclusión de que lo más importante en la materia no es el número si no el concepto y aquí tenemos un ejemplo en el ket $|\ln\rangle$ o en el operador a^+ , que son cantidades abstractas que pueden describir con absoluta generalidad propiedades no numéricas. Otro ejemplo puede ser el concepto del cero, no el número si no el valor posicional que juega en nuestra numeración el cual fue un avance de primera magnitud en las civilizaciones que pudieron hacerlo. La abstracción matemática esta íntimamente ligada con la lógica y por ende con la toma de decisiones correctas, pues la lógica domina todas nuestras actividades y una decisión errónea puede tener consecuencias fatales.

Así como las operaciones con números son más fáciles cuando usamos el valor posicional del cero, así también las operaciones se simplifican bastante cuando usamos los operadores de creación y aniquilación, dando origen a una rama abstracta de la matemática llamada el Algebra de Operadores que eventualmente se va sofisticando hasta convertirse en las muy conocidas Algebras de Lie.

Lo primero que empezamos a obtener fueron las famosas reglas de recurrencia derivadas por Wagner /6/ y Ansbacher /7/ usando métodos analíticos basados en las fórmulas de recurrencia que satisfacen los polinomios de Hermite. Este método resulta

bastante tedioso comparado con la facilidad y la elegancia del Algebra de Operadores. Utilizando la muy conocida relación de Cauchy para variable compleja pudimos obtener una fórmula cerrada. Aunque las fórmulas cerradas son de poca utilidad en el cálculo numérico, su importancia reside en la elegancia matemática que representan, sirviendo de inspiración para encontrar fórmulas cerradas para otros casos /8,9/.

Hasta ahora los factores de Franck-Condon los hemos considerado como asociados a dos centros, sin embargo, si usamos un operador de mapeo los podemos convertir en integrales de un centro. Así una integral de dos centros se convierte en el elemento de matriz del operador de mapeo evaluado como una integral de un centro. Esto permite entrar al siguiente nivel de sofisticación al identificar a estos operadores como elementos de un álgebra de Lie no-abeliana. Con la cual también es posible derivar fórmulas cerradas y de recurrencia y para ellos nos vimos forzados a descubrir el concepto del superoperador /10/.

Hasta ahora hemos tratado solo el caso del oscilador armónico, pero hay otros casos como el así llamado oscilador de Morse, que también es posible tratarlo con álgebras de Lie, para ello nuestro punto de empiezo es la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo /11/. Haciendo una selección apropiada de operadores veremos que estos satisfacen el álgebra de Lie $so(2,1)$ y el cálculo de la energía es relativamente fácil, sin embargo no así el cálculo de elementos de matriz entre diferentes estados de energía que se complica enormemente. Se hace necesario entonces explorar otra álgebra de operadores y hacemos un cambio de variable que transforma el oscilador de Morse en un oscilador armónico bidimensional. Desafortunadamente el uso de coordenadas polares no es suficiente y necesitamos introducir una variable compleja, lo

cual finalmente nos permite calcular los elementos de matriz /12/.

El uso del concepto del superoperador nos permite ver que los estados comprimidos y los factores Franck-Condon son aspectos diferentes de un mismo fenómeno, el cual podríamos llamar un estado Franck-Condon generalizado o estado comprimido generalizado ya que ambos fenómenos son gobernados por reglas de recurrencia muy similares. Ambos son casos particulares de un fenómeno más general, para el cual no tenemos un nombre especial /13,14/.

La interacción de átomos y moléculas con campos periódicos dependientes del tiempo da origen al teorema de Floquet /15,16/ el cual también puede estudiarse usando álgebra de operadores, para ello es conveniente escribir el hamiltoniano en términos de los operadores de creación a^+ y a /17/. Una manera de obtener en forma directa la energía de Floquet es utilizar el así llamado espacio de Bargmann-Segal /18/. Esto debido a que la ecuación de Schrödinger de segundo orden en la derivada se convierte en una ecuación de primer orden con dos variables independientes, una para el tiempo y otra para el espacio.

Como podemos ver de lo expuesto anteriormente las cuasi-energías de Floquet pueden obtenerse de muchas maneras, pero la más elegante y la más general es usando álgebras de Lie. El hamiltoniano dependiente del tiempo se descompone en cuatro operadores que inmediatamente se comprueba que conducen a un álgebra de Lie soluble. Lo cual termina en cuatro ecuaciones diferenciales que son fácilmente integradas por cuadraturas /19,20/.

REFERENCIAS

- /1/ J. Franck. 1926, Transactions of the Faraday Society, vol. 21, pp. 536-542
- /2/ E. Condon. 1926, Physical Review, vol. 28, pp. 1182-1201
- /3/ P.A.M Dirac. 1930, The Principles of Quantum Mechanics, Oxford Univ. Press, pp. vi
- /4/ A. Palma y J. Morales. 1983, Int. J. Quantum Chem. S17, pp. 393-400 /5/ P.A.M Dirac. 1963, Scientific American vol. 208, pp. 45-53
- /6/ M. Wagner. 1959, Z. Naturforsch, teil A, pp. 81
- /7/ F. Ansbacher. 1959, Z. Naturforsch, teil A, pp. 889
- /8/ J. Morales, A. Palma y M. Berrondo. 1984, Int. J. Quantum Chem. S18, pp. 57 /9/ J. Morales, L. Sandoval y A. Palma. 1986, J. Math. Phys. vol. 27, pp. 2966 /10/ A. Palma y L.Sandoval. 1988, Int. J. Quantum Chem. S22, pp. 503
- /11/ M. Berrondo y A. Palma. 1980, J. Phys. A: Math. Gen. vol.18, pp. 773
- /12/ M. Berrondo, A. Palma y J.L. López-Bonilla. 1987, Int. J. Quantum Chem. vol. XXXI, pp. 543
- /13/ L.Sandoval, M. Martín, J.F. Rivas y A. Palma. 1992, Phys. Rev. A. vol. 46, pp. 6095 /14/ A. Palma. 1997, Int. J. Quantum Chem. vol.63, pp. 229
- /15/ R. Lefebvre y A. Palma. 1997, J. Mol. Struct. (Theochem). vol.390, pp. 23
- /16/ R. Lefebvre y A. Palma. 1997, Int. J. Quantum Chem. vol.65, pp. 487
- /17/ V.M. León, M. Martín, L. Sandoval y A. Palma. 2001, Adv. In Quantum Chem. vol.39, pp. 357
- /18/ A. Palma, V. León y R. Lefebvre. 2002, J. Phys. A: Math. Gen. vol.35, pp. 419
- /19/ A. Palma, M. Villa y L. Sandoval. 2012, Int. J. Quantum Chem. vol.111, pp. 1646-1650 /20/ A. Palma, M. Villa y L. Sandoval. 2012, Int. J. Quantum Chem. vol.112, pp. 2441-2443

ACERCA DE LOS AUTORES

Dr. Rafael Sánchez Vázquez

Profesor investigador de la Facultad de Derecho de la BUAP, miembro emérito del Sistema Nacional de Investigadores.

Dr. Eloy Méndez Sainz

Profesor investigador del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades “Alfonso Vélez Pliego” de la BUAP, miembro emérito del Sistema Nacional de Investigadores.

Dr. Gerardo F. Torres del Castillo

Profesor investigador del Instituto de Ciencias de la BUAP, miembro emérito del Sistema Nacional de Investigadores.

Dr. Mario García Carrasco y Dr. Ángel David Osorio Peña

Profesores investigadores de la Facultad de Medicina de la BUAP, miembros eméritos del Sistema Nacional de Investigadores.

Dra. María de la Paz Elizalde González

Profesora investigadora del Centro de Química del ICUAP, BUAP, miembro emérito del Sistema Nacional de Investigadores.

Dr. Vladimir Serkin

Profesor investigador del Centro de Química del ICUAP, BUAP, miembro emérito del Sistema Nacional de Investigadores.

Dr. Pedro Félix Hernández Ornelas

Profesor investigador del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades “Alfonso Vélez Pliego”, BUAP, miembro emérito del Sistema Nacional de Investigadores.

Dr. John Holloway

Profesor investigador del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades “Alfonso Vélez Pliego”, BUAP, miembro emérito del Sistema Nacional de Investigadores.

Dr. Mario Miguel Carrillo Huerta

Profesor investigador del Instituto de Ciencias de Gobierno y Desarrollo Estratégico, de la BUAP, miembro emérito del Sistema Nacional de Investigadores.

Dr. Enrique Soto Eguibar

Profesor investigador del Instituto de Fisiología de la BUAP, miembro emérito del Sistema Nacional de Investigadores.

Dr. Alejandro Palma Almendra

Profesor investigador del Instituto de Física de la BUAP, miembro emérito del Sistema Nacional de Investigadores

