

elementos

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 124 • Volumen 28 • octubre - diciembre 2021 • \$40.00

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

Cuauhtlém



00124

EXHIBIR HASTA EL 31-DICIEMBRE-2021

El pensamiento progresista... | Custodios del mar y del viento... | Ortega y Gasset, sobre el problema de la vocación | El materialismo psicológico de Liev Vygotski | ¿Puede influir la contaminación ambiental en la función cerebral? | Alta luminosidad: mejorando el Gran Colisionador de Hadrones | Los muérdagos y el "misterio de misterios" de Darwin | La transición entre dos reinos... | Las pequeñas cactáceas... | Aditivos inmunoestimulantes... | Recursos Educativos Abiertos | Recursos Educativos Abiertos | Cuadernos de *Elementos* número 9 Teoría y práctica en la medicina mexicana del siglo XIX. El caso de las ciudades de México y Puebla... | Todos cabemos: Ana Vélaz



S U M A R I O



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
rector, José Alfonso Esparza Ortiz
secretaría general, Guadalupe Grajales Porras
vicerector de investigación y estudios de posgrado, Ygnacio Martínez Laguna

ELEMENTOS

www.elementos.buap.mx

revista trimestral de ciencia y cultura
 número 124, volumen 28, octubre-diciembre de 2021

director, Enrique Soto Eguibar

subdirector, José Emilio Salceda

diseño y producción gráfica, Mirna Guevara

corrección de estilo, Emilio Salceda y Leopoldo Noyola

síto web y laboratorio multimedia, Leopoldo Noyola

redes sociales, Mirna Guevara

administración y logística, Lorena Rivera e Ileana Gómez

redacción, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria

Apartado Postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72570

email: esoto24@gmail.com

consejo editorial, Itziar Aretxaga (INAOE), Beatriz Eugenia Baca (ICUAP, BUAP), María Emilia Beyer Ruiz (DGDC, UNAM), María de la Paz Elizalde, (ICUAP, BUAP), Ana Lidya Flores Marín (IBERO Puebla), Marcelo Gauchat (FUNDACIÓN FORMA, A. C.), Sergio Segundo González Muñoz (COLPOS Montecillo), Federico Méndez Lavielle (Facultad de Ingeniería, UNAM), Jesús Mendoza Álvarez (CONACYT), Ricardo Moreno Botello (Ediciones de Educación y Cultura), Francisco Pellicer Graham (Instituto Nacional de Psiquiatría), Adriana Pliego Carrillo (Facultad de Medicina, UAEM), Leticia Quintero Cortés (ICUAP, BUAP), José Emilio Salceda (Instituto de Fisiología, BUAP), Gerardo Torres del Castillo (Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP), Catalina Valdés Baizabal (Laboratorio de Neurobiología Celular, Universidad de La Laguna), Enrique Vergara (ICUAP, BUAP)

obra gráfica, © Ana Vélaz

CINTILLO LEGAL
 ELEMENTOS, Año 36, No. 124, Octubre a diciembre de 2021, es una publicación trimestral editada por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con domicilio en 4 Sur número 104, Col. Centro, C. P. 72000, Puebla, Pue., y distribuida a través de Revista Elementos, con domicilio en Av. 14 Sur No. 6301, Col. San Manuel, Puebla, Pue. C. P. 72570. Tel. 222 229 55 00 ext. 7316. Editor responsable Dr. Enrique Soto Eguibar, esoto24@gmail.com. Reserva de derechos al uso exclusivo 04-2018-101113435900-102. ISSN 0187-9073, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Cultura. Número de Certificado de Licitud de Título y Contenido (en trámite) en la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en FD Servicios Integrales S.A. de C.V. contacto@fdimpres.com. Cerrada de la 5 Oriente, No. 2, Col. Guadalupe Tlatelpa, San Francisco Totihuacán, Puebla, C. P. 72960, Tel 2222 8123 33. Este número se terminó de imprimir en septiembre de 2021 con un tiraje de 1000 ejemplares. Costo del ejemplar \$40.00. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
 DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



El pensamiento progresista, las variaciones en el concepto de ideología y las post-verdades **3**

H. C. F. Mansilla

Custodios del mar y del viento **11**

Un análisis del movimiento socioambiental del pueblo *mero ikoot*

Domingo Rafael Castañeda Olvera

Ortega y Gasset, sobre el problema de la vocación **21**

Cintia C. Robles Luján, Rubén Sánchez Muñoz

Todos cabemos **31**

Ana Vélaz

El materialismo psicológico de Liev Vygotski **35**

Efraín Aguilar

¿Puede influir la contaminación ambiental en la función cerebral? **45**

Sandra A. Niño, María E. Jiménez-Capdeville

Alta luminosidad: mejorando el Gran Colisionador de Hadrones **51**

Lizardo Valencia Palomo

Los muérdagos y el "misterio de misterios" de Darwin **57**

Juan Francisco Ornelas

La transición entre dos reinos: el hogar del zacatuche **65**

Luis José Aguirre López, Perla Carolina Espiritu Guerrero, Tania Escalante

Las pequeñas cactáceas: ¿camuflaje o simple coincidencia? **71**

Patricia Hernández-Ledesma, Samuel Cruz-Esteban

Aditivos inmunoestimulantes de origen natural, una alternativa a los antibióticos en acuicultura **77**

María Isabel Nieto Ramírez, Juan Fernando García Trejo

Recursos Educativos Abiertos, una oportunidad para la educación del siglo XXI **81**

Ruth García-Solano, Juan Manuel González Calleros, Iván Olmos Pineda

Cuadernos de *Elementos* número 9 **85**

Teoría y práctica en la medicina mexicana del siglo XIX. El caso de las ciudades de México y Puebla ante la epidemia de cólera *morbus*

Luis Adrián Rodríguez Cortés, Reyna Beatriz Vázquez González

Libros **87**



© Ana Vélez.

El pensamiento progresista, las variaciones en el concepto de ideología y las post-verdades

H. C. F. **Mansilla**

El concepto de ideología es uno de los más utilizados y más controvertidos de las ciencias sociales y de la filosofía política. En el marco de este breve texto no se puede dar cuenta de la riqueza de este debate ni de la pluralidad de posiciones en torno a la significación de ideología. Tampoco es posible abordar la distinción entre una noción neutral de ideología, como la propuesta por Karl Mannheim (Mannheim, 1980) y una noción crítica, postulada por varias tradiciones teóricas, muy diferentes entre sí, como las iniciadas por Francis Bacon y Karl Marx. Si todo pensamiento es considerado como ideológico, relativo y parcializado, es decir como vinculado inexorablemente a un contexto socio-histórico específico e inescapable, entonces la búsqueda de un mínimo de objetividad y verdad resulta vana y superflua. Esta corriente lleva a sostener que toda opinión es tan cierta y tan valiosa como cualquier otra. Tal posición representa uno de los fundamentos del pensamiento postmodernista contemporáneo, que a menudo se agota en su propia agitación estilística y retórica y en los espectáculos que logra armar con un éxito memorable. Lo que resulta de todo esto en la realidad cotidiana es una aceptación tácita de modelos autoritarios del orden social y una devaluación de los esfuerzos por aclarar radicalmente el horizonte político e intelectual.

Por razones de espacio y estructura aquí me limitaré a aplicar la llamada “crítica de ideologías” [*Ideologiekritik*] a una temática relativamente conocida, pero siempre actual: los mecanismos de legitimación que han usado notables intelectuales, generalmente colocados o pensados en el ámbito de la izquierda política, para justificar la existencia y las acciones de regímenes socialistas y de partidos afines en la consecución y la consolidación del poder. La crítica de ideologías, en la tradición de Karl Marx, Friedrich Nietzsche y la Escuela de Frankfurt, analiza los obstáculos y los prejuicios que impiden conocer mejor una realidad social determinada. Una de las más brillantes investigaciones en este sentido ha sido la realizada por Hannah Arendt en su estudio de los mitos ideológicos contruidos por regímenes totalitarios, que resultan ser sistemas de pensamiento autoinmunizados contra toda posibilidad de crítica o hasta de mera experiencia contraria (Arendt, 1973: 473). Las construcciones ideológicas tienen la importante función de reconciliar al individuo con el orden social predominante y con la identidad colectiva, para brindar al sistema imperante la necesaria ilusión de racionalidad y respetabilidad. Las ideologías, que representan una consciencia necesariamente falsa de la realidad correspondiente, pero con una cubierta propagandística socialmente indispensable, tienen el objetivo de construir una compensación aparente para amortiguar las injusticias experimentadas y para justificar el sufrimiento colectivo. Estas funciones compensatorias pueden coexistir con una dimensión utópica, que proyecta la dimensión anhelada de felicidad y solidaridad hacia un futuro lejano, pero avizorado como cierto, lo que lleva a una cierta reconciliación con las carencias del presente. En la Unión Soviética y en los países sometidos a su órbita lo usual fue el abandono de la noción crítica de ideología y la inclinación a calificar la propaganda oficial como una “ideología fundamentada científicamente”, en abierta contraposición al concepto crítico de ideología en Karl Marx.

A un siglo de la Revolución de Octubre y como aporte al esclarecimiento de algunos aspectos no muy conocidos de ese magno evento, este breve texto quiere mostrar las conexiones entre la dilución del concepto crítico de ideología y la pérdida de capacidad analítica al considerar los experimentos sociales de corte autoritario, lo que ya se percibió en la joven Unión Soviética y que perdura hasta hoy en las teorías relativistas del presente, una evolución que fue anticipada por la temprana obra de Maurice Merleau-Ponty.

En este acápite me refiero sobre todo a la obra de L. D. Trotzki (1879-1940), a causa de la calidad intelectual de sus escritos y porque goza de la reputación de haber propiciado un sistema socialista más humano que aquel que se desarrolló bajo la dirección de su rival Iosif V. Stalin. Trotzki, mediante su teoría de la revolución permanente, sistematizó una concepción que sería particularmente popular en las periferias europeas, en tierras del Tercer Mundo y entre revolucionarios profesionales: la revolución socialista brotaría de modo más probable en aquellas sociedades subdesarrolladas, cuyas élites progresistas habrían adquirido una mayor madurez político-ideológica que los grupos comparables en las naciones económicamente más avanzadas. La “revolución democrático-burguesa” tendría lugar conjuntamente con la socialista y en un lapso temporal extremadamente breve. Aunque el triunfo definitivo de una revolución socialista estuviera ligado, según Trotzki, a la expansión de la misma a las sociedades altamente industrializadas, el lugar para el estallido revolucionario se trasladó a comunidades históricamente menos evolucionadas y se potenció el rol del factor subjetivo, es decir, la función central y dirigente de la élite de revolucionarios-intelectuales (Trotzki, 1971: 24-25).

Aunque Trotzki había criticado en 1904 la concepción leninista del partido, se plegó a la doctrina bolchevique en cuestiones de organización y gobierno a partir de 1917, cuando Lenin se adhirió, en lo esencial, a la teoría de la revolución permanente. De modo clarividente Trotzki previó que el modelo leninista produciría dos efectos fatales. (a) La élite de revolucionarios profesionales tomaría a su cargo la



© Ana Vélez.

labor de “dirigir y educar” al proletariado y este la de obedecer. (b) El partido sustituiría la voluntad del proletariado, el comité central la del partido y el “dictador” la del comité central (Trotzki, 1970: 68). Pero, después de renunciar a este enfoque crítico en 1917, Trotzki se convirtió –volvió a ser– un apologista de los tópicos más reaccionarios y de los métodos más duros del régimen soviético: con toda razón puede ser percibido como un precursor del stalinismo. Estos elementos facilitaron indudablemente el advenimiento del stalinismo, máxime si este régimen conllevó el renacimiento de prácticas y valores asociados al despotismo oriental. La construcción del socialismo en el seno de una sociedad que no estaba preparada para ello ha tenido asimismo una relevancia considerable en la esfera de la teoría: no solo no se promovió ningún impulso realmente crítico, sino que el Estado usó todos los medios a su alcance para transformar el marxismo en un *instrumento legitimatorio del poder*. Se requería, por ejemplo, de una ideología que confirmara la validez de las “leyes de hierro” de la evolución histórica para exculpar o encubrir los actos voluntaristas de los grandes dirigentes (que fueron decisivos para la Revolución de Octubre y para la construcción de un orden técnicamente

moderno bajo Stalin). Se precisaba de una ideología compensatoria para velar la diferencia entre la realidad prosaica de cada día, plena de los más terribles sacrificios, y los postulados emancipatorios del marxismo original. En este sentido no es de extrañar que Trotzki haya defendido la utilización de cualesquiera medios para alcanzar determinados fines, con el argumento de que ello ha sido lo corriente a lo largo de la historia universal (Trotzki, 1963: 28). Aparte de celebrar de modo muy convencional el rol progresista de la violencia política, Trotzki compartió la difundida opinión de que los derechos humanos, la democracia representativa y el pluralismo ideológico constituirían meras formalidades con utilidad instrumental (: 57-83).

La diferencia decisiva entre capitalismo y socialismo es vista por Trotzki mediante el “lenguaje de las cifras”. Solo los éxitos en producción y productividad y otros factores cuantitativos determinarían cuál es el orden superior. En una de sus últimas obras (*La revolución traicionada*), que denota un cierto espíritu escéptico, Trotzki aseveró que el socialismo no ganó su “derecho al triunfo” en las páginas de *El capital* de Marx, sino en un enorme territorio geográfico y



© Ana Vélez.

por medio del “idioma del hierro, del cemento y de la electricidad” (Trotzki, 1968: 12). De esta manera las metas normativas establecidas por la economía capitalista permanecieron vigentes en el imaginario comunista de todas las corrientes.

Una de las más notables apologías del terror revolucionario y del uso de cualesquiera medios la realizó Maurice Merleau-Ponty (1908-1961) mediante su obra *Humanismo y terror*, publicada originalmente en 1947. Me detengo en *Humanismo y terror* por la relevancia que tuvo en el periodo 1950-1960 como “manual político” (Sebreli, 2005: 226) para la formación de muchos jóvenes intelectuales en América Latina y como premonición de lo que vendría como producción teórica en las últimas décadas del siglo XX. En líneas muy generales se puede calificar a la obra de Merleau-Ponty como confusa, ambigua, altisonante y eufónica, es decir, como un genuino antecedente del postmodernismo posterior. Es verdad que este autor a partir de 1951 se acercó al liberalismo que detestaba poco antes,

pero nunca se distanció de sus escritos anteriores. Hoy en día la obra de Merleau-Ponty es reconocida como una anticipación del giro de la filosofía política a la “filosofía de lo político”, al estilo de Carl Schmitt, y como una de las primeras manifestaciones de la diferencia entre el plano óntico y el ontológico en la evolución de esta misma disciplina.

En Merleau-Ponty la justificación del terror revolucionario se deriva, entre otros argumentos, de una especie de autoprohibición de ejercer la función crítica: este autor asevera claramente que toda alusión que pueda debilitar la fortaleza del movimiento comunista o de la Unión Soviética debe ser evitada porque representaría, al mismo tiempo, un fortalecimiento del capitalismo occidental (Merleau-Ponty, 1966: II, 90). En esta su primera etapa Merleau-Ponty afirmó que el ámbito occidental había generado solo una “democracia formal”, que debía ser superada por la “libertad concreta de una civilización proletaria sin desempleo, sin explotación y sin guerra” (:I, 17). Las libertades formales deberían ser defendidas únicamente si no son favorables a los intereses del imperialismo y a sus mistificaciones liberales. La verdadera humanidad consistiría en la aplicación de la violencia contra los enemigos del proletariado. El oponerse al absoluto poder de la historia representaría “objetivamente” un acto de traición, punible como tal, aunque “subjetivamente” la persona en cuestión no haya salido del plano intelectual. Por ello los Procesos de Moscú (1936-1938) deben ser vistos como justos y correctos, pues se adelantaron a una posible traición de incalculables consecuencias históricas (:I, 87). Merleau-Ponty, siempre comprensivo para con las necesidades históricas y con su encarnación práctica, el partido comunista, exhibió una clara desconfianza hacia todo esfuerzo por pensar de manera independiente bajo un régimen ya establecido del socialismo realmente existente (:I, 91-100) y fiel a este principio negó la represión masiva bajo Stalin y reafirmó la idea –que no había perdido su popularidad– de que el partido siempre tenía razón. Reconoció explícitamente y como algo positivo que el partido comunista ejerciera una función normativa e intelectual similar a la de la Iglesia católica en la Edad Media (:I, 38, 105).

Estos postulados de Merleau-Ponty han sido compartidos por ilustres pensadores marxistas, que han elaborado complejos teoremas filosóficos para justificar la utilización generosa de cualesquiera medios para alcanzar y consolidar el poder político. Él mismo lo dijo claramente: “La astucia, la mentira, la sangre derramada y la dictadura están justificadas si de ese modo se posibilita el dominio del proletariado” (: I, 12). Este pensador sostenía además que en el fondo todos somos culpables (: I, 33, 45). Esta idea había sido formulada anteriormente por Georg Lukács (1885-1971), para quien el ejercicio del poder y las actividades afines pueden ser descritas mediante una visión trágica de la vida: toda decisión es culpable. El hombre político y el luchador socialista solo podrían elegir entre formas de aceptar la culpabilidad. La forma más razonable sería “sacrificar el yo inferior en el altar de la idea superior” (Lukács, 1967: 10). El asesinato no es lícito, afirma Lukács en el mismo texto, pero a veces hay que hacerlo, y entonces sería “trágicamente moral”. El terrorista, por ejemplo, no solo sacrifica su vida por el prójimo, sino también su pureza, su moralidad, su alma para satisfacer la propia ética de dimensión histórica. Los comunistas toman a su cargo los pecados del mundo para redimir el mundo pecaminoso (: 11). Todo esto tiene el cinismo de la clásica justificación de los medios a causa de los fines, pero ahora la violencia es legitimada mediante argumentos mesiánico-políticos: la monstruosidad del capitalismo exige para su eliminación el uso de métodos monstruosos.

Dentro de esta misma corriente se halla la conocida tesis de Merleau-Ponty: “La violencia es nuestro destino, porque está encarnada en nosotros” (Merleau-Ponty, 1966: II, 15). Este axioma contiene un vigoroso factor de relativismo, pues la culpabilidad estaría totalmente sumergida bajo un contexto político y cultural, transformando la responsabilidad ética individual en algo superfluo y anacrónico. La responsabilidad histórica de un régimen –en este caso: de los gobiernos de la Unión Soviética– se diluye de manera inofensiva si la violencia política es considerada como un fenómeno universal e inherente a la naturaleza humana.

En este mismo contexto se encontraban numerosos pensadores adscritos al llamado existencialismo marxista de Europa Oriental. El filósofo checoslovaco Karel Kosík (1926-2003) afirmó que si alguien comete un asesinato por razones personales, lleva a cabo evidentemente un vulgar delito. Pero si el mismo acto es perpetrado en el marco de una “intención superior” y como instrumento de la “necesidad histórica”, entonces se convierte en “venganza, justicia, juicio histórico, obligación civil, hecho heroico” (Kosík, 1967: 231).

En resumen: después del centenario de la Revolución de Octubre (1917) se puede aseverar que ninguno de estos autores y dirigentes políticos se atrevió a examinar la hipótesis de que el marxismo en su versión leninista no constituía, en el fondo, la doctrina del proletariado revolucionario, sino la ideología legitimadora de los sectores intelectuales que anhelaban imponer su propio dominio. Hasta hoy esta constelación básica no ha variado en el seno de casi todas las derivaciones de las escuelas sucesorias del marxismo institucional. Es decir: todos los argumentos mencionados aquí, a los que no se les puede negar un cierto nivel y una originalidad conceptuales, han servido para encubrir, mediante una doctrina de la emancipación general del género humano, la aspiración de los intelectuales de obtener el poder y el gobierno por ellos y para ellos.

Partiendo del fundamento esbozado por Merleau-Ponty y de los trabajos más conocidos de los filósofos postmodernistas, se ha desarrollado una politología relativista que considera la democracia liberal y pluralista como un fenómeno anacrónico y como un aspecto particular de un desarrollo específico, el de Europa Occidental, que, por ello mismo, no puede pretender una vigencia universal. Esta ciencia política fomenta una amplia “comprensión” con respecto a regímenes autoritarios y populistas, porque estos últimos constituirían testimonios auténticos de paradigmas civilizatorios que se hallan contrapuestos al deplorable imperialismo cultural de Occidente. Estos pensadores contemporáneos, entre los cuales podemos mencionar a



© Ana Vélez. Alfonso Vélez.

Giorgio Agamben, Alain Badiou, Boris Buden, Ernesto Laclau, Jean-Luc Nancy, Jacques Rancière y Slavoj Žižek, poseen a menudo conocimientos enciclopédicos y generan preguntas interesantes, pero muestran desinterés por el sufrimiento de las víctimas y por las consecuencias de la configuración autoritaria y totalitaria de la vida cotidiana, como si los experimentos del siglo XX no fuesen un testimonio suficiente acerca de las cualidades intrínsecas de estos experimentos sociales. Ellos generan a la postre un clima favorable a un totalitarismo suave, a un neo-stalinismo depurado, como corresponde al siglo XXI. En torno a intelectuales de tendencias similares escribió François Furet que estos “hombres de letras” eran “ingeniosos, talentosos, llenos de ideas, pero desprovistos de un alma e indiferentes a la verdad” (Furet, 1996: 490). La filosofía política relativista cultiva la ambigüedad terminológica y la insensibilidad frente a los problemas reales de las sociedades sometidas a regímenes autoritarios. La consecuencia es la eliminación de toda diferencia seria entre sistemas totalitarios y modelos democráticos, lo que se consigue mediante el recurso de una elevada pretensión teórica y una erudición académica ciertamente loable.

Desde comienzos del siglo XXI una porción respetable de la filosofía política se consagra a temas similares a los esbozados anteriormente por Merleau-Ponty y remozados por las nuevas concepciones relativistas. Los teoremas que surgen de ahí están edificados sobre la “dimensión de lo contingente” (Marchart, 2010: 9, 16, 21, 189) enaltecida al rango de un nuevo dogma indubitable. Aunque esta idea dista mucho de ser novedosa, ahora constituye el fundamento de la “teoría postfundamentalista de la sociedad” (Marchart, 2013), apoyada en autores como Ernesto Laclau, Jacques Rancière y Giorgio Agamben. Como numerosos pensadores relativistas, Oliver Marchart proclama incesantemente sus simpatías por la izquierda, postulando, al mismo tiempo, la autonomía de lo político con relación a otras esferas de la actividad humana e introduce la ya mencionada distinción entre *la* política y *lo* político, que correspondería a la diferencia entre ser y ente, entre lo óntico y lo ontológico, postulada por Martin Heidegger (Marchart, 2010: 13, 18, 48). Pese a la mención de esta autoridad, la distinción permanece en la habitual confusión cara al postmodernismo. Citando a los clásicos y a pasajes bíblicos, Marchart pretende llamar la atención sobre algo muy sencillo y conocido: hay que recobrar lo óntico, es decir: lo particular,

lo específico y concreto, y protegerlo de lo ontológico, lo general, lo abstracto y lo dirigido a fines prefijados de antemano.

Siguiendo el legado de Jean-Luc Nancy y Oliver Marchart, Boris Buden (Zagreb, 1958) aseveró que ciento cincuenta años de pensamiento marxista no pueden ser un error (Buden, 2009: 47). Él calificó al desarrollo de Europa Oriental a partir de 1989 como una mera “contrarrevolución” (: 73, 80), en cuanto habría sido una pérdida del sentido de la experiencia social que brinda la comunidad sustancial. Esta última no es explicitada claramente, sino evocada con emoción como aspecto de lo político, de lo inefable, ante el cual decisiones democráticas –elecciones libres– y reflexiones de tipo racionalista –como las de Jürgen Habermas– no tendrían ninguna significación profunda (: 52, 59). No es de extrañar, entonces, que Buden considere al terror stalinista como una medida inofensiva de política cultural y que sostenga que la evolución europea de la segunda mitad del siglo XX puede ser comprendida preferentemente por medio del desarrollo de la cultura, el arte y la música populares (: 90-197). Frente a este intento paradójicamente erudito de evadir un análisis adecuado de los problemas actuales, no hay mucho que agregar.

Lo que empezó de manera inocente como la dilución teórica del concepto de ideología se ha transformado paulatinamente en la pérdida de la dimensión crítica y en la dificultad de analizar de modo adecuado los fenómenos contemporáneos de la política. El relativismo axiológico que ha resultado de todo esto tiende a exhibir indiferencia ante la calidad intrínseca de los regímenes políticos y ante el sufrimiento concreto de los habitantes de sistemas populistas o autoritarios. Y lo más notable es que este proceso ha ido acompañado por la elaboración de ideologías justificatorias de la facticidad político-histórica del momento, tarea subalterna que ha sido llevada a cabo por algunos de los representantes más ilustres del pensamiento progresista del siglo XX y del relativista del siglo XXI. Boris Buden, Oliver Marchart, Slavoj Žižek y otros estudian la inmensa relevancia de las redes sociales y las utilizan con gran virtuosismo –fenómenos

contemporáneos que marchan a paso de escándalo y confusión–, pero otra cosa, mucho más grave, es ocultar la función a veces perversa de esas mismas redes, que impiden la formación de una opinión pública estable, crítica y razonable. El conformarse con las post-verdades de estos autores es presuponer que la civilización del espectáculo y el sensacionalismo representan la última palabra de los esfuerzos teóricos.

REFERENCIAS

- Arendt A (1973). *The Origins of Totalitarianism*. New York: Harcourt Brace.
- Buden B (2009). *Zone des Übergangs. Vom Ende des Postkommunismus* (Zona de la transición. Sobre el fin del postcomunismo). Frankfurt: Suhrkamp.
- Furet F (1996). *El pasado de una ilusión. Ensayo sobre la idea comunista en el siglo XX*. Madrid: FCE.
- Kosík K (1967). *Die Dialektik des Konkreten. Eine Studie zur Problematik des Menschen und der Welt* (La dialéctica de lo concreto. Un estudio sobre la problemática del Hombre y del mundo). Frankfurt: Fischer.
- Lukács G (1919), *Taktik und Ethik* (Táctica y ética) [1919]. En Lukács G, *Schriften zur Ideologie und Politik* (Escritos sobre ideología y política) (pp. 1-40), compilación de Peter Ludz, Neuwied / Berlín: Luchterhand.
- Mannheim K (1980). *Ideology and Utopia* [1929]. Londres: Routledge.
- Marchart O (2010). *Die politische Differenz. Zum Denken des Politischen bei Nancy, Lefort, Badiou, Laclau und Agamben* (La diferencia política. Sobre el pensamiento de lo político en Nancy, Lefort, Badiou, Laclau y Agamben). Berlin: Suhrkamp.
- Marchart O (2013). *Das unmögliche Objekt. Eine postfundamentalistische Theorie der Gesellschaft* (El objeto imposible. Una teoría postfundamentalista de la sociedad). Berlin: Suhrkamp.
- Merleau-Ponty M (1966). *Humanismus und Terror* (Humanismo y terror). Frankfurt: Suhrkamp.
- Trotsky LD (1963). *Terrorisme et communisme. L'Anti-Kautsky* [1920]. París: Union Générale d'Éditions.
- Trotsky LD (1968). *Verratene Revolution* (La revolución traicionada) [1936]. Frankfurt: Neue Kritik.
- Trotsky LD (1970). *Unsere politischen Aufgaben* (Nuestras tareas políticas) [1904]. En Trotsky LD, *Schriften zur revolutionären Organisation* (Escritos sobre la organización revolucionaria), compilación de Hartmut Mehringer, Reinbek: Rowohlt.

H. C. F. Mansilla
Miembro de número de la Academia
de Ciencias de Bolivia
hcf_mansilla@yahoo.com



© Ana Vélez.

Custodios del mar y del viento

Un análisis del movimiento socioambiental del pueblo *mero ikoot*

Domingo Rafael **Castañeda Olvera**

En un contexto neocolonial, el análisis de los conflictos socioambientales forma parte del estudio sobre la continuidad del patrón de explotación primario exportador al que ha sido sometida la región latinoamericana desde el periodo de colonización, lo que ha generado un modelo de despojo sistemático en sus territorios por parte del capital (Quijano, 2014), así como de su patrimonio biocultural (Toledo, 2013).

En este sentido, seguimos el planteamiento de Delgado (2014), quien asevera que este modelo extractivo se utiliza como un mecanismo de despojo de paquetes activos naturales, o de despojo por acumulación (Harvey, 2015), imponiéndoles un modelo donde se reduce su apuesta a un posible desarrollo de una sola ruta: la sobreexplotación intensiva de sus recursos naturales, lo que ha facilitado la puesta en marcha de múltiples proyectos en sectores específicos, sobre todo el minero, el agroindustrial basado en técnicas de monocultivo, la explotación de recursos pesqueros y forestales, *fracking*, entre otros (Carreño y cols., 2017).

Como respuesta a este modelo, han surgido de manera constante movimientos sociales reivindicatorios encabezados por indígenas y campesinos, por defensores de la tierra, que se organizan en función de la defensa

de sus territorios. Son, en ese sentido, movimientos de reivindicación territorial (Sámano, 2017) que luchan por la preservación de su patrimonio biocultural (Boege, 2008; Toledo, 2013).

El caso que ocupa este estudio se encuentra precisamente en este escenario. Lo presentado aquí es el resultado de una investigación etnográfica en las localidades de San Dionisio y San Mateo del Mar, en el Istmo de Tehuantepec, comunidades habitadas por los *mero ikoots*, haciendo uso de estrategias metodológicas como la observación participante, la conformación de grupos focales y con entrevistas a actores clave; este trabajo etnográfico se acompaña de una investigación teórico documental que, desde la Ecología Política, busca analizar en este conflicto las nociones de despojo territorial y la defensa del patrimonio biocultural.

CUSTODIOS DEL MAR Y DEL VIENTO:

LA COMUNIDAD MERO IKOOT

Los *ikoots*, o *mero ikoots*, conocidos también como mareños o *huaves* (exónimo impuesto despectivamente por los zapotecos de la región), ocupan un territorio que se extiende por la costa meridional del estado de Oaxaca, en la región conocida como el Istmo de Tehuantepec. La traducción al castellano de *ikoot* en Ombeayiiüts, su lengua, sería “nosotros” (Zárate, 2010).

La etnia, de aproximadamente 27,000 indígenas (INEGI, 2015), habita esta región entre el Mar Tileme o la Laguna Superior y el Océano Pacífico, en los municipios de San Francisco, San Dionisio y San Mateo del Mar; la agencia municipal de Santa María del Mar ocupa una extensión de más de 100,000 hectáreas situadas en un barra peninsular que se nutre de la afluencia de dos ríos: Los Perros y Chicapa.

Los *ikoots* son, desde diversos ángulos, una etnia poco común, cuyo origen no ha podido determinarse aún con claridad; el grupo mismo se autoadscribe un origen foráneo, que los hace proceder de Nicaragua, según los mismos pobladores,

e incluso de Perú; algunos especialistas han buscado encontrar rastros de sus orígenes a través de registros lingüísticos, con poco éxito (Signorini, 1979); lo cierto es que son representantes de una original “cultura lagunar”, cuya economía depende casi por completo de la pesca (en especial, la pesca camaronera). Esta característica la hace peculiar entre las culturas mesoamericanas, ya que casi todas, con algunas excepciones como el caso de los seris de Sonora (Acosta, 2002), no poseen esta especialización en la actividad pesquera, por lo que podemos aseverar que es una situación insólita para las etnias originarias que habitan México, cuya ocupación principal es generalmente la agricultura, centrada sobre todo en el cultivo del maíz, hecho que les identifica y arraiga a territorios tierra adentro y específicamente al sistema agroproductivo milpa (Giraldo, 2018).

Los *ikoots*, por su parte, dependen de los recursos que provienen del mar y, en ese sentido, su patrimonio biocultural se ancla precisamente a los ecosistemas acuáticos. No obstante, al igual que los pueblos que se dedican a la agricultura, los mareños dependen de las lluvias, puesto que estas resultan un elemento clave para los ciclos reproductivos de las especies, incluido el camarón. No es de extrañar, entonces, que los *ikoots* encuentren en el agua, en el mar, la raíz de su reflexión en torno al cual gira tanto su economía como gran parte de su cosmovisión (Millán, 2003).

Su mitología, por ello, se encuentra fuertemente arraigada a la variabilidad que estos ecosistemas poseen, expresada en metáforas de abundancia y escasez, metáforas que fotografían el ritmo tanto de las actividades productivas como de las ceremoniales. Hay también una explicación de orden geográfica: debido a alteraciones importantes en los terrenos de la región y a su peculiaridad geofísica, los territorios donde habitan los *ikoots* suelen ser áridos, salobres y son constantemente inundados debido a los climas extremos que caracterizan la región, hecho que impide casi por completo la actividad agrícola regular (García y Alonso, 2016), aunque esta sí suele llevarse a cabo en algunos poblados.



© Ana Vélez.

Por eso, en el pensamiento ikoot el agua tiene el mismo valor que el maíz en tanto patrimonio biocultural; el agua es el punto de articulación que conecta a sus deidades y a los vientos, es el hilo conductor que permite comprender cómo cualquier alteración en los niveles freáticos del sistema lagunario impacta de manera negativa tanto en sus condiciones materiales de vida (la pesca), como en sus condiciones simbólicas (en los saberes locales que persisten en el grupo).

Por tanto, esta articulación permite comprender el patrimonio biocultural de los ikoots; para los fines de este trabajo, comprendemos que el patrimonio biocultural se encuentra representado por la riqueza biológica como por la variedad cultural y lingüística de una región, así como por los productos tangibles e intangibles resultantes (Leff, 2017; Luque y

cols., 2020). El patrimonio biocultural ikoot encuentra en la simbiosis con el ecosistema marítimo el punto crucial donde se anclan sus patrones identitarios, así como la raíz de su defensa territorial.

Así, en el conjunto de saberes, se denota el conocimiento acerca de la persistencia de los fuertes vientos que caracterizan a la región como uno de los factores que se consideran para valorar su riqueza biológica. Algunos estudios han demostrado ya cómo los fuertes vientos garantizan el intercambio de aguas profundas y superficiales en las lagunas internas de la región, así como una renovación de nutrientes que enriquecen fuertemente la variabilidad de peces, lo que la convierte en una de las zonas más biodiversas del país (Millán, 2004). Esta característica se traduce en una fuente constante de alimento para los pescadores ikoot, quienes dependen de la riqueza que este fenómeno trae consigo, sabedores, a su vez, de su frágil equilibrio. “En el marcito –dicen ellos–, somos uno, esa es nuestra ideología, ahí somos uno solo”. Uno solo con ellos, uno solo con el mar, repiten constantemente.

Asimismo, los saberes profundos sobre el ecosistema marítimo, el conocimiento de sus sinergias con los ecosistemas terrestres, así como la comprensión de los flujos migratorios de la avifauna que caracteriza a la región (García-Trejo y Navarro, 2004), constituyen también elementos centrales para analizar su patrimonio biocultural. Este, sin embargo, está siendo amenazado tras el arribo de empresas eólicas que han buscado instalar desde inicios de este siglo megaproyectos, aprovechando las peculiaridades geográficas de la región.

Es importante señalar, sin embargo, que el rechazo ante tales megaproyectos, así como la raíz de la movilización de la poblaciones en los tres poblados, no es hacia la generación del desarrollo de proyecto eólicos *per se*, sino que su rechazo es a las formas en las que se han buscado imponer, formas que responden a una lógica corporativa que sustenta el modelo capitalista de producción, el cual prioriza la ganancia económica por encima de los



© Ana Vélez.

impactos al territorio, a la biodiversidad y a su patrimonio biocultural. Es un modelo que cosifica y monetiza los recursos naturales y que, de acuerdo con diversas experiencias ampliamente documentadas (Ruiz y cols., 2007; Henestroza, 2009; Durán, 2014; Tetreault y cols., 2019), ha logrado someter a diversos poblados bajo procesos de despojos territoriales violentos (Juárez-Hernández y León, 2014) y han iniciado una explotación intensiva de los recursos.

PROYECTOS DE ENERGÍAS EÓLICAS: IRREGULARIDADES Y CONFLICTOS

Debido a sus particularidades geográficas, una de las regiones con mayor potencial eólico es la del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca. La velocidad media anual de los vientos excede los 10 m/s; en promedio, en el mundo se aprovechan vientos de 6.5 m/s para la generación de energía (Juárez-Hernández y León, 2014), por lo que el aprovechamiento de este potencial eólico podría generar condiciones suficientes para combatir la

pobreza energética que en la región persiste. Según la Comisión Reguladora de Energía (CRE), este potencial eólico se puede transformar en aproximadamente 1,200 watts por metro cuadrado (W/m^2) entre los meses de octubre y febrero, cuando la fuerza de los vientos alcanza su clímax en esta región (Segob, 2015).

Su peculiaridad se debe a que es la tercera franja más estrecha del continente, solo después de la región central de Nicaragua y el Canal de Panamá, una franja de 200 km que conecta los océanos Pacífico y Atlántico. Esta estrechez genera lo que se conoce como el “efecto túnel”, un fenómeno geográfico ideal para los flujos migratorios de avifauna y que, a voz de los expertos, ha generado un equilibrio ecosistémico único y, por lo mismo, de muy alta fragilidad.¹

Debido a ello, esta región posee una riqueza ecosistémica enorme (Agatón y cols., 2016), factor de suma importancia cuando de construir infraestructura externa se trata. Esta fragilidad se explica por la relación que existe entre los diferentes biomas y ecosistemas que ahí conviven. En el istmo confluyen zonas semiáridas donde el ciclo del agua es vital, ya que estos ecosistemas actúan como capturadores de humedad, sensibles y frágiles frente a cualquier modificación que afecte al equilibrio natural; también hay regiones costeras y de manglares, que inundan las zonas de lo que se denomina como fronteras ecotónicas;² hay lagunas y humedales cuya función ecosistémica es proporcionar refugio a múltiples especies endémicas y migratorias en la región.

Los especialistas suelen poner especial atención en los casos de la Barra Santa Teresa y Playa San Vicente, en San Dionisio del Mar, zonas de transición de reptiles, fauna diversa y avifauna con especial relevancia para la región en su conjunto por el equilibrio ecosistémico que proporcionan, ya que lo que ocurre en ellos por separado, aseveran, podría afectar la dinámica regional de forma tal que podrían comprometer la existencia de todo el equilibrio de la región en su conjunto (García-Trejo y Navarro, 2004).³ Es esta precisamente la región donde el pueblo mero ikoot se asienta.

Es importante resaltar, por otra parte, cómo algunas investigaciones aseveran que el calentamiento global antropogénico está afectando profundamente este tipo de ecosistemas (Durán y cols., 2020), hecho que, sumado a los procesos de invasión de estos territorios a causa del crecimiento urbano o por la generación de infraestructura o sistemas tecnocientíficos, comprometen seriamente esta fragilidad ecosistémica; por ejemplo: se ha documentado ya cómo la desaparición de vegetación a través del desmonte para la instalación de aeroturbinas o para la construcción de vías de comunicación elimina especies que sirven como barreras naturales contra corrientes de aire o ante tormentas tropicales o ciclones, lo que además motiva el desplazamiento de reptiles, mamíferos pequeños, anfibios, hongos y virus (García-Trejo y Navarro, 2004; Vázquez y cols., 2014; Zárate y Fraga, 2015).

En resumen, la región del Istmo representa una de las regiones de mayor relevancia biogeográfica debido a la conjunción de flora y fauna propias de las áreas montañosas de clima templado y frío con especies tropicales de clima cálido y húmedo. Posee una elevada riqueza de especies de mamíferos, aves, mariposas y especies endémicas (Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014; Howe y Boyer, 2015). Lo preocupante es que, pese a su gran diversidad, hay una evidente ausencia de planes de conservación de estos ecosistemas, especialmente en sus selvas secas y en los humedales, que son además las biorregiones más amenazadas en el continente (Ceballos y Martínez, 2010).

Las comunidades en el Istmo, ancladas fuertemente a este territorio y a sus particularidades, han sabido coevolucionar en este entorno y han desarrollado un profundo conocimiento del mismo. Para empezar el análisis del conflicto en la comunidad ikoot habría que empezar por referir las confrontaciones intercomunitarias en la región.

A diferencia de los poblados de San Mateo, San Dionisio y San Francisco del Mar, Santa María pertenece al distrito de Juchitán. Las abuelas y los abuelos de las comunidades narran cómo esta comunidad vecindada habitada principalmente por zapotecas se pobló con gente que llegó a “pedir



© Ana Vélez.

permiso” para establecerse dentro del territorio de San Mateo del Mar, aunque con el tiempo empezaron a abarcar más tierras; sin embargo, comentan, los intercambios comerciales entre las dos comunidades se daban de manera tranquila, aunque siempre hubo pequeños conflictos por la posesión territorial. La conflictividad intracomunitaria se agravó por la toma de postura respecto al arribo de las empresas eólicas.

Los habitantes de San Dionisio narran cómo la llegada de estas empresas desarmonizó todo, ya que

[...] querían ocupar la tierra, la laguna, el mar, lo que nosotros ocupamos para vivir, pues, y nosotros comenzamos la defensa de nuestras tierras y nuestros territorios.

El problema es que algunos habitantes de Santa María estuvieron de acuerdo (y aún lo están) con la instalación de los parques eólicos, hecho que se sumó al escenario de viejos conflictos por el territorio, y ha provocado que los problemas entre las



© Ana Vélez.

comunidades se agraven, ya que las instituciones gubernamentales, lejos de interceder para solucionarlo, han entorpecido el diálogo, estigmatizando a cierta parte de la población. La gente de San Mateo lo expresa con claridad: “Santa María pertenece al municipio de Juchitán, donde los diputados tienen buena relación con las empresas eólicas”, quienes, en conjunto con las autoridades de Santa María del Mar, concluyen, se han encargado de vender y de cambiar el uso de suelo para beneficiar a las empresas. Es esta la raíz del conflicto intercomunitario.

EL CONFLICTO POR EL TERRITORIO Y LA DEFENSA DEL PATRIMONIO BIOCULTURAL

Desde 2003, la empresa española Preneal mostró interés por construir un parque eólico en la Barra de Santa Teresa, en el municipio de San Dionisio del Mar, un sitio geográficamente privilegiado que posee una velocidad de flujo de viento entre 108 y hasta 180 km/h. A través de sus subsidiarias mexicanas Energía Eólica Mareña y Energía Alteña Istmeña, Preneal proyectó instalar el parque eólico más grande de Latinoamérica, con 132 aerogeneradores

y tres subestaciones eléctricas. Cabe señalar que el objetivo de la generación de energía eléctrica no era para abastecer a la población, sino para algunos consorcios que operan en la región (Hernestrosa, 2008).

Tras el rechazo inicial de la población para la construcción del parque debido a la ausencia de información, Preneal rediseña su estrategia. Cambió su nombre por Mareña Renovables y, bajo engaños y sin la debida observancia del derecho a la consulta libre, previa e informada, obtiene en 2008 el usufructo de cerca de 17,000 hectáreas de tierras de uso comunal a manos de la presidencia municipal de San Dionisio. Es entonces cuando el conflicto se profundiza, ya que los pobladores de San Dionisio deciden organizarse y confrontar las tácticas de esta empresa de comprar voluntades e insertar en las asambleas comunales informantes de la misma comunidad, con el fin de presionarles (Mejía, 2017).

De manera casi simultánea, en Santa María del Mar la asamblea comunitaria concluye que cerrarían el convenio y aceptarían la compra de sus terrenos; sin embargo, debido a que la empresa tendría que transportar todo el material de construcción para armar la infraestructura por la ruta de San Mateo del Mar, el proyecto se detuvo. Esto

generó malestar entre la población que en Santa María del Mar ya había vendido sus terrenos, propiedades que, recordemos, fueron “donadas” hace tiempo por ikoots de San Dionisio.

Los habitantes de esta comunidad, por su lado, se mantuvieron firmes en su decisión:

Nos quieren forzar a celebrar un convenio con las empresas para poner aquí aerogeneradores, las empresas y el gobierno están ayudando para que Santa María del Mar pueda llevar a cabo eso y forzarnos a nosotros a aceptar ese convenio.

Hay un importante número de reportajes periodísticos que lograron documentar ataques constantes a la comunidad como estrategia intimidatoria y de franca violación a sus derechos humanos perpetrados tanto por pobladores aledaños como por las fuerzas policiacas.⁴ Pese a ello, la Asamblea de San Dionisio concluyó que la construcción de un parque eólico atentaría contra la vida comunitaria, impidiendo la construcción del parque:

[...] aquí convergen los vientos del Pacífico con los vientos del Atlántico, al poner los aerogeneradores no vamos a poder entrar a pescar, al poner una base de concreto va a evitar la filtración de las aguas del mar hacia la laguna, lo cual va a provocar que haya menos camarón y pescado, nos condenan a un exterminio como comunidad.

En 2011, tras varios años de confrontación, la empresa decide vender el proyecto al grupo empresarial mexicano Fomento Económico Mexicano (Femsa-Coca Cola) en aproximadamente 12 mil millones de pesos (aproximadamente 600 mdd).⁵ Este hecho fue considerado como un triunfo en el interior de la comunidad, ya que denotaba la estrategia fallida de la empresa original. Posteriormente, las autoridades comunitarias recurren a juicios y a instancias gubernamentales para recuperar las tierras invadidas. A pesar de que se ha demostrado que el territorio pertenece a San Mateo del Mar, el tribunal agrario ha resuelto en

beneficio de las empresas eólicas al otorgar resoluciones a favor de Santa María, que firmó un contrato de arrendamiento y usufructo con la empresa eólica desde 2008.⁶

Pese a esta serie de rechazos y de demandas comunitarias, sorpresivamente, en 2012, el presidente municipal decide dar un sorpresivo banderazo simbólico, anunciando el inicio de la construcción del parque eólico; la comunidad ikoot de San Dionisio decide entonces tomar las instalaciones municipales, quitar de sus funciones al presidente municipal acusándolo de soborno;⁷ se conforma así la Asamblea General del Pueblo de San Dionisio del Mar (AGPSDM), una organización no partidista donde convergen campesinos, pescadores, hombres, mujeres, ancianos y jóvenes, quienes asumen el poder y plantean, no el rechazo al proyecto eólico en sí mismo, sino que denuncian la falta de información sobre el proyecto en su conjunto, sobre sus repercusiones e impactos, así como los supuestos beneficios a la población. Es importante señalar que la AGPSDM recibió apoyo de diversas organizaciones que compartían experiencias similares, como las de Unión Hidalgo y La Venta, organismos comunitarios de la misma región del Istmo, con historia en procesos similares ante empresas españolas y conocedoras de las repercusiones socioambientales de los parques eólicos en sus comunidades, así como los procedimientos legales tras el fenómeno.⁸ La toma de las instalaciones ilustra el alto nivel de inconformidad y marca el inicio de la resistencia comunitaria ikoot detentando el poder y la gestión de sus territorios.

CONCLUSIONES: EL CONFLICTO EN SU ETAPA ACTUAL

La comunidad científica especialista en el tema concuerda en la necesidad de elaborar estudios acerca de la compleja biodiversidad de la región para la comprensión de las sinergias ecosistémicas y sus procesos resilientes. Estudios de esta naturaleza servirían como base para el desarrollo de proyectos de desarrollo de cualquier índole en

la región y se evitarían las constantes críticas a los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que, generalmente, son puestos a debate por no considerar esta complejidad ecosistémica, las sinergias entre los microclimas y los profundos impactos que se ocasionan al introducir sistemas tecno-científicos que aprovechan los recursos naturales de la región.

En ese sentido, sostenemos que la raíz de la serie de conflictos socioambientales generados por los megaproyectos en México se estructura a partir de la confrontación de cosmovisiones diferenciadas que, por un lado, enarbola el capital y su visión monetizada de la naturaleza y, por el otro, la de los pueblos originarios en relación con sus territorios y su patrimonio biocultural.

Actualmente, los ikoot a través de la AGPSDM han unido fuerzas con pobladores cercanos como los *binnizá* del municipio de Álvaro Obregón, localidad clave para el éxito de su lucha al converger ambos en la conformación de una barrera terrestre, hecho que les ha permitido bloquear el camino que cruza esta localidad por la que deberían pasar los insumos necesarios para la construcción del parque eólico.

Al igual que los ikoot, son pobladores dependientes del mar, lo que ha generado una relación simbólica desde generaciones ancestrales a través del territorio compartido, por lo que su unión garantiza la interrupción del proyecto. Al no contar Mareña Renovables con el apoyo del gobierno de esta localidad, se generó otro obstáculo más, que hace prever un retiro total.⁹ Pese a ello, la tensión en el interior de la población continúa presente, ya que se han desatado antagonismos históricos que se visibilizan en las luchas entre quienes desean que el proyecto de parque eólico avance y quienes se oponen; el carácter regional del conflicto que ha logrado activar redes de colaboración y solidaridad entre los pueblos pescadores de la microrregión lagunar, ha convocado a su vez a actores políticos, institucionales e, incluso, a cuerpos armados de seguridad, quienes han sido utilizados por el consorcio para poder desequilibrar el frágil balance entre los poblados.

Por otra parte, con esta investigación queremos dejar constancia de la existencia de un proceso coevolutivo de la comunidad ikoot. Sin embargo, el arribo de los megaproyectos eólicos puede comprometer este patrimonio biocultural, ya que amenaza sus territorios y sus lugares sagrados y, al mismo tiempo, están generando una exacerbación evidente de problemas territoriales ya existentes, generando divisiones políticas en el interior de las comunidades (las cuales en ocasiones han llegado a generar escenarios de gran violencia), etcétera.

La movilización comunitaria ha dejado en claro que su oposición no es a la energía eólica en sí misma, y su narrativa ha dejado en claro que no están en contra del progreso ni mucho menos de los beneficios que una nueva matriz energética podría traer consigo. Sin embargo, los escenarios de despojo territorial, de riesgo ante la pérdida de su patrimonio biocultural, dan sentido a sus exigencias.

Finalmente, es importante señalar que, tras casi 12 años del inicio del conflicto, Mareña ha decidido retirar el proyecto y la comunidad sigue festejando este triunfo, sin bajar los brazos, en tanto guardianes de sus mares y sus vientos.

N O T A S

¹ Esto en voz de la doctora Patricia Mora, investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR Oaxaca); para detalle, véase <https://www.somosmass99.com.mx/el-itsmo-en-riesgo-ambiental-por-parques-eolicos/>.

² Aquellos espacios de frontera entre dos distintos ecosistemas vinculados entre sí, espacios de una enorme biodiversidad y de una gran delicadeza sistémica.

³ Según ha denunciado la Asamblea de Pueblos Indígenas del Istmo de Tehuantepec en Defensa de la Tierra y el Territorio (APIITDDT), el impacto de los proyectos eólicos en la Barra de Santa Teresa o *Bii Hioxho*, ubicados en la zona acuífera de la Laguna Superior, representaría una profunda amenaza a la soberanía alimentaria de las poblaciones de la región, ya que la puesta en marcha de estos proyectos traería un desequilibrio de la frágil zona manglar. Para detalle, véase <http://www.sipaz.org/enfoque-impactos-y-afectaciones-de-los-proyectos-de-energia-eolica-en-el-istmo-de-tehuantepec/#vsiete>.

⁴ Véase <https://www.jornada.com.mx/2012/10/13/oja-viento.html>; <https://www.jornada.com.mx/2018/01/30/estados/027n2est> y <https://lacopetocha.org.mx/nosotros-pueblo-ikoot-guardianes-mar-viento-radio/>.



© Ana Vélez.

⁵ Información aportada por Edith Ávila, representante del Consorcio Mareña Renovables, en el documental *Somos viento* (2012).

⁶ Véase <http://www.oaxaca.media/politica/politicaysalud/eolicas-historia-de-despojos-y-violencia-en-el-istmo/>.

⁷ Véase <http://www.istmopress.com.mx/istmo/conmemoran-ikoots-7-anos-de-resistencia-contr-eolicas-en-san-dionisio-del-mar/>.

⁸ Véase <https://desinformemonos.org/el-pueblo-que-resistio-el-dinero-de-las-eolicas/>.

⁹ Véase <https://especiales.piedepagina.mx/empresas-espanolas/el-negocio-del-viento.php>.

REFERENCIAS

Agatón G, Santiago A, Sautto M y Montañó A (2016). Estudio de impacto ambiental, económico y social en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México, debido a la instalación de parques eólicos. *Tlamati* 7(1):14-21.

Carreño F, Rodríguez C y Castellanos A (coords.) (2017). *Patrimonio biocultural. Experiencias integradoras*. México: Universidad Autónoma de Chapingo.

Delgado R (2014). Extractivismo, ecología política y construcción de alternativas en América Latina. *ALASRU* 10:47-73.

García J y Alonso L (2016). Megaproyecto eólico y desposesión en el Istmo de Tehuantepec. En Ibarra V y Talledos E, *Megaproyectos en México. Una lectura crítica*. Madrid: Ítaca.

Juárez-Hernández S y León G (2014). Energía eólica en el Istmo de Tehuantepec: desarrollo, actores y oposición social. *Problemas del Desarrollo* 178(45):139-162.

Mejía E (2017). Sociedad civil y violencia: el conflicto por el parque eólico en territorio ikojt de San Dionisio del Mar. *Acta Sociológica* 74:81-106.

Millán S (2004). *Lagunas del tiempo: representaciones del agua entre los suaves de San Mateo del Mar*. México: Instituto de Antropología e Historia.

Quijano A (2014) Textos de fundación. En: Palermo Z y Quintero C (coords.), *El desprendimiento* (pp. 43-156). Ediciones del siglo, Argentina.

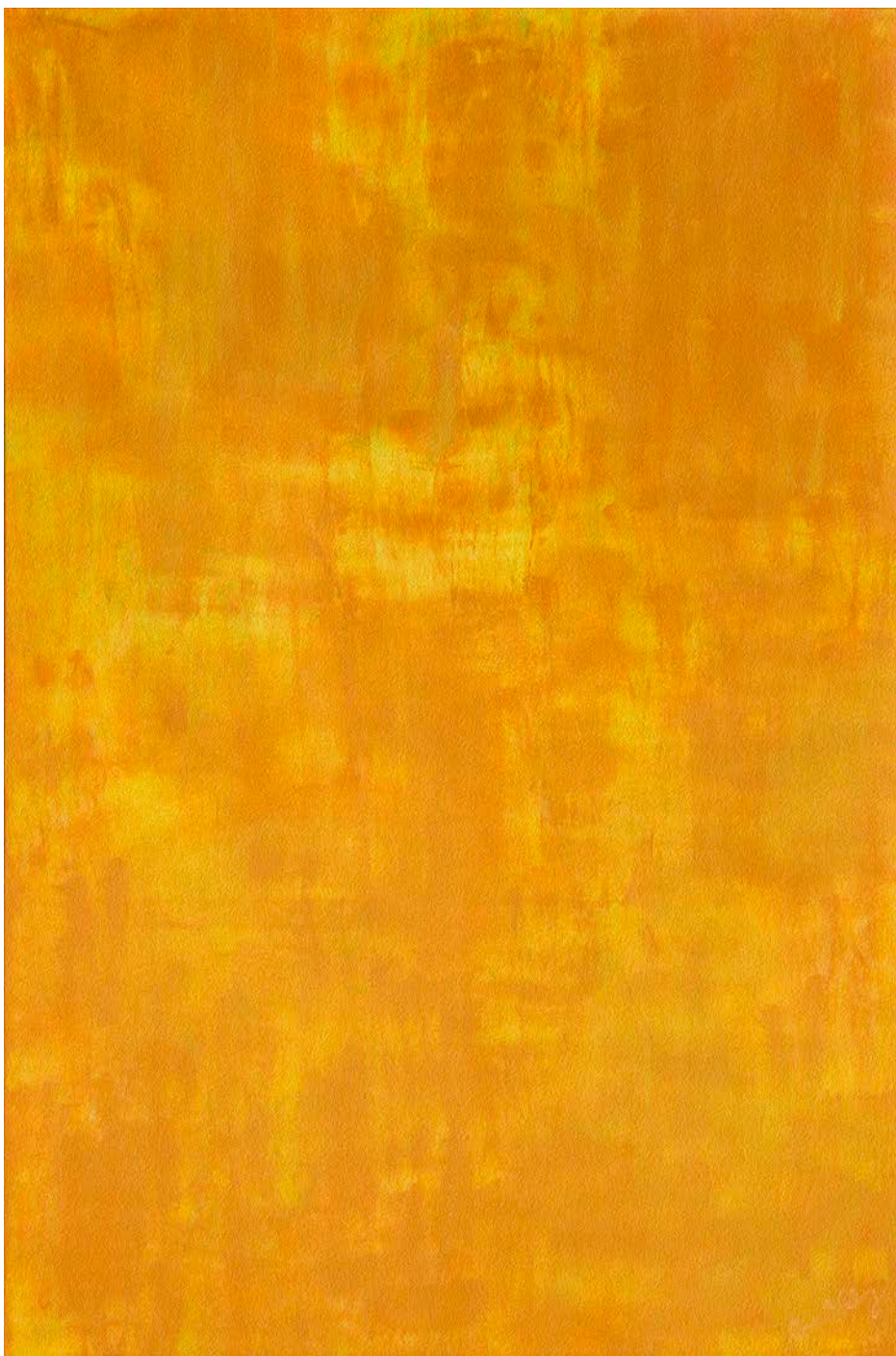
Secretaría de Gobernación (Segob) (2015). *La energía eólica en México*. México: Segob, Comisión para el Diálogo con los Pueblos Indígenas de México.

Signorini I (1979). *Los huaves de San Mateo del Mar. Ideología e instituciones sociales*. México: Instituto Nacional Indigenista.

Toledo V (2013). El paradigma biocultural: crisis ecológica, modernidad y culturas tradicionales. *Revista Sociedad y Ambiente* 1(1):50-60.

Zárate E (2010) La territorialización entre mérenos y zapotecos en el sistema lagunajo del sur de Tehuantepec (pp. 56-78). En Sittón N y Dalton M, *Aproximaciones a la región del Istmo. Diversidad multiétnica y socioeconómica en una región estratégica para el país*. CIESAS, CONACULTA, México.

Domingo Rafael Castañeda Olvera
Universidad Tecnológica Fidel Velázquez
rafaelcastaneda7@gmail.com



© Ana Vélez.

Ortega y Gasset, sobre el problema de la vocación

Cintia C. **Robles Luján**
Rubén **Sánchez Muñoz**

La vida es quehacer y la verdad de la vida, es decir, la vida auténtica de cada cual consistirá en hacer lo que hay que hacer y evitar el hacer cualquier cosa.

Ortega y Gasset, J. OC. V, p. 86

Uno de los conceptos fundamentales de la filosofía de Ortega es el de la vida como realidad radical, de la que se desprende su propuesta filosófica de la razón vital. En su curso de 1929, *¿Qué es filosofía?*, sostiene el filósofo de la escuela de Madrid, en discusión con el realismo y el idealismo, que la realidad no es el mundo externo ni solo pensamiento. Como sabemos, Ortega interpreta la historia de la filosofía a partir de esta dialéctica entre realismo e idealismo y su proyecto intenta superar esta discusión (Esteban, 2012: 462). La realidad radical, en el sentido de que tenemos evidencia y absoluta certeza de ella, es la vida. Se refiere a ella con los términos de “hecho radical” y “realidad primordial”. Sabemos, por supuesto, que el concepto de vida ha pasado por varias etapas y que no siempre tiene el sentido metafísico que adquiere en estas lecciones. Se ha discutido sobre el sentido biológico de la vida, y de las implicaciones de ello. Pero se ha dicho, también, que el concepto de vida va madurando con el paso de los años y a la altura de 1929 llega a tener un

sentido metafísico que no tenía por ejemplo en las *Meditaciones del Quijote* en 1914 y que empezaba a perfilarse en *El tema de nuestro tiempo* a la altura de 1923. Y en sus *Lecciones de metafísica* de 1932-1933 la llama propiamente “realidad radical”. En efecto, Pedro Cerezo se refiere a la vida, dice él mismo que sin poder evitar “la calificación de «vida humana»”, como “el elemento omnicomprendido, en que se dan el yo y la circunstancia, algo así como su paisaje y su límite” (Cerezo, 2011: 118).

Lasaga ha subrayado que lo más importante de la vida es que se entiende como drama. En este sentido, más allá de comprender que lo real es el conjunto de las cosas materiales que hay (o sea una sustancia) o las ideas que de ellas pensamos (o bien el sujeto o conciencia), y aquí está la discusión entre realismo e idealismo, lo más importante de la vida es que es acontecimiento, drama. Pero ¿qué significa que la vida es acontecimiento, o sea que la vida es drama? ¿En qué radica el sentido dramático de la vida? El drama está en el hecho de no poder decidir si estar o no estar en el mundo, o mejor: que el mundo le imprime o presenta a la vida un margen de posibilidades en las que se puede realizar, pero esas posibilidades están limitadas, son, por decirlo así, impuestas. En *Meditación de nuestro tiempo* de 1928 podemos leer:

Vivir no es entrar por gusto en un sitio previamente elegido a sabor, como se elige el teatro después de cenar, sino que es encontrarse de pronto y sin saber cómo caído, sumergido, proyectado en un mundo incanjeable, en éste de ahora. Nuestra vida empieza por ser la perpetua sorpresa de existir sin nuestra anuencia previa, naufragos en un orbe impremeditado. No nos hemos dado a nosotros la vida, sino que nos la encontramos justamente al encontrarnos con nosotros (Ortega, VIII: 42).

Que la vida es acontecimiento lo encontramos en una frase que Ortega repite en varias de sus obras, pero que ocupa un lugar especial en el curso de

1929. Pues allí dice que la vida es lo que nos pasa. Lo que nos pasa, por cierto, nos pasa en el mundo. En consecuencia, el hombre no tiene de otra más que hacer frente al mundo que le rodea, enfrentarse a sus circunstancias. Pero ¿cualquier forma de enfrentarse a las circunstancias es válida?, ¿podría decirse que no toda forma de enfrentarse al mundo es igualmente valiosa? Por tanto, ¿debería sostenerse que no toda forma de vida es una forma digna? Lo que encontramos en la filosofía de Ortega es precisamente que al hombre no le queda de otra más que tener que actuar en su circunstancia, pero al hacerlo

[...] no tiene más remedio que justificar (y, en gran medida, “racionalizar”) su actuación. La vida humana no puede existir sin justificarse de continuo a sí misma (Ferrater, 1973: 78 y s).

Necesita el ser humano saber a qué atenerse y eso supone, por un lado, el conocimiento del mundo que le rodea con sus facilidades y dificultades, como un conocimiento de sí mismo, de su ser más íntimo y de las exigencias de este para sí. En el curso de 1930-1931 donde Ortega se pregunta ¿Qué es la vida?, afirma que esta

[...] consiste en que el yo que es cada cual se encuentra teniendo que existir entre las cosas, y para sostenerse sobre ellas y conducirse con ellas necesita interpretarlas a ellas y a sí mismo, necesita saber a qué atenerse con respecto a todo (Ortega, VIII: 449).

No debemos caer, entonces en el error de confundir la vida con el hombre o la persona que la “habita” (Lasaga, 2019: 28), porque es claro en Ortega que no es así. Para el filósofo, tanto el cuerpo como el alma, incluso el carácter, forman parte de la circunstancia. Tanto el alma por sus cualidades como el modo como está dispuesto nuestro cuerpo en el mundo pueden jugar a favor o en contra de nuestro destino personal. En efecto, vida “es lo que somos y lo que hacemos... y nos pasa” (Ortega, VIII: 353). En este sentido podemos decir que para Ortega el mundo es todo lo que nos afecta y

por ello la vida es encontrarse rodeado de cosas y tener que hacer algo con ellas. El mundo nos afecta de muchas maneras y exige del ser humano que actúe en él, que responda con sus actos. En consecuencia, lo que Ortega sostiene es que nuestra vida no se compone únicamente de nuestra persona, sino que el mundo en el que nos encontramos también forma parte de nuestra vida, la cual

[...] consiste en que la persona se ocupa de las cosas o con ellas, y evidentemente lo que nuestra vida sea depende tanto de lo que sea nuestra persona como de lo que sea nuestro mundo (Ortega, VIII: 41).

Así que, lo que Ortega llama vida como realidad radical o bien el dato radical del universo, es la “coexistencia de mí con las cosas”; ni las cosas son por sí mismas, ni mi persona lo es por su parte, sino la coexistencia de ambos. Pero la coexistencia no significa el estar el uno junto o al lado del otro:

[...] el mundo es lo que esté siendo para mí, en dinámico ser frente y contra mí y yo soy el que actúo sobre él, el que lo mira y lo sueña y lo sufre y lo ama o lo detesta.

Con ello, Ortega quiere evitar caer en el error de creer que nuestro ser es independiente del mundo o que el mundo es independiente de nuestro ser, y las razones en las cual se apoya son, por un lado, que en nuestro vivir nos hallamos frente al mundo y dentro de él; por otro lado, que el mundo es inseparable de nosotros puesto que en todo momento nos está afectando. La vida como acontecimiento significa que nuestra persona se encuentra en el mundo de un modo corporal, rodeado de otras cosas corporales y en relación con cosas y personas que le resultan agradables o desagradables, buenas o malas, bellas o feas, etcétera. Nos dejamos afectar por el mundo, en el sentido de que las cosas con las que nos encontramos nos interesan o nos amenazan o nos atormentan y por ello se relacionan vitalmente con nuestro ser. No se trata del mundo sin más, sino del mundo en el que se

despliega nuestra persona, nuestro ser más íntimo, como le va a llamar Ortega. La vida, entonces, se compone de dos ingredientes: mi persona o mi yo y el mundo o circunstancia. En efecto, ni yo soy las cosas ni las cosas son yo,

[...] pero ni yo soy sin ellas, sin mundo, ni ellas son o las hay sin mí para quien su ser y el haberlas pueda tener sentido (anti-realismo) (Ortega, IV: 285).

En su curso de 1939-1940 *El hombre y la gente* dice que:

Nuestra vida es puro acontecimiento, a cada cual le acontece vivir, encontrarse con esto y con lo otro. Y tener que hacer algo frente a todo eso, para existir. Más precisamente: para que exista la persona determinada, el individualísimo yo que él es, que le acontece ser (Ortega, IX: 290).

El problema del hombre, en este sentido, es tener que hacer algo con su vida, entrar a escena en un drama que ya está corriendo. La vida es, para el hombre, un problema que tiene que resolver. ¿Cómo lo soluciona, si es que es posible solucionarlo? No hay de otra más que actuando, decidiendo qué hacer en cada momento, teniendo que elegir y, a partir de allí, poniéndose en movimiento o sea actuando. Pero esta vida no sería en sentido estricto nuestra, si no fuésemos conscientes de ella y además de que es una vida de un modo y no de otro, que la vida es como es para nosotros mismos. Entonces, como la vida es personal y en ella cada acontecimiento se vive en primera persona, puede decirse también que se vive íntimamente en absoluta soledad. Nadie puede vivir por mí, ni decidir ni actuar por mí. Soy yo, en cada caso, quien tiene la tarea de vivir esta vida. La vida humana personal es radical soledad. En palabras de Ortega:

[...] si la vida es acontecimiento, no hay –propia y rigurosamente hablando– vida humana, si no



© Ana Vélez.

hay alguien determinadísimo a quien le acontece hacer esto o lo otro. La vida es mía, o tuya, o suya. La vida lo es siempre de alguien (Ortega, IX: 290).

Y este alguien es la persona.

En un artículo de 1932 habla Ortega de “El quehacer del hombre”. Lo que allí sostiene justamente es que la vida del hombre es quehacer. Y emplea expresiones tales como “la verdad de la vida” y “la vida auténtica”. ¿Cuál es esa verdad y esa autenticidad? ¿Debemos pensar, entonces, que no es suficiente con decidirse a llevar esta vida de un modo o de otro, sino que de alguna manera a la persona humana le está exigido vivir de un modo determinado? ¿Determinado por qué o por quién? A juicio del autor, “la vida auténtica de cada cual consistirá en hacer lo que hay que hacer y evitar el hacer cualquier cosa” (Ortega, V: 86). Sin embargo, ¿cómo saber qué hay que hacer y qué hay que dejar de hacer? Para el maestro de María Zambrano, hay actos caprichosos y actos necesarios. El quehacer de una persona es suyo propio, no

le pertenece a nadie más, “nuestro quehacer es irreductible al de los demás”, dice en este mismo texto. Cada quien debe hacer algo con su vida, debe hacer su vida.

La vida verdadera es inexorablemente invención. Tenemos que inventarnos nuestra propia existencia y, a la vez, este invento no puede ser caprichoso.

Pero ¿no está ya definida nuestra vida desde un primer momento? No. Y ese es el problema y, a nuestro juicio, también la grandeza de la vida. Que no nos la dan hecha. Somos arrojados a la vida sin que nadie nos diga cómo debemos vivirla. Y por ello precisamente, el hombre tiene que inventar su propia vida, tiene que inventar su existencia. Lo más importante de ello es que al inventar su vida y su existencia, se inventa a sí mismo, se inventa como persona. La vida

[...] me es dada, o arrojada, o mejor, mi yo se encuentra arrojado en ella, como en un medio o elemento, en que ha de hacer por ser (Cerezo, 2011: 108 y s).

Quizás lo de menos sería saber qué queremos ser o qué debemos hacer. La dificultad es que ese ser no se configura de espaldas a la realidad; todavía más, si lo hace pone en riesgo su existencia y su proyecto y corre el peligro de vivir una vida inauténtica o falsa. Porque la vida es eso, un proyecto y, en consecuencia, es estar arrojado hacia el futuro.

Vimos ya que la vida se compone de dos elementos que son: el yo personal y el mundo o circunstancia. Pues bien, la persona vive mundo y el mundo lo describe Ortega en la forma de un “pie forzado”. “Se vive siempre en una circunstancia única e ineludible. Ella es quien nos marca con un ideal perfil lo que hay que hacer” (Ortega, V: 86). El problema que podemos resaltar sobre ello es precisamente que aun teniendo un programa vital o proyecto, no hay nada que le asegure a la persona humana que lo va a alcanzar. Por ello lo de menos sería saber cuál es ese programa vital,

el que coincide con la vocación personal como vamos a ver en el siguiente apartado, porque se puede tener claridad sobre el proyecto y por falta de voluntad y de esfuerzo no llevarla a cabo; podría ser que las circunstancias no se presten a favor y que la persona tenga que renunciar a su personaje ideal y conformarse con tener que ser aquel que la circunstancias le hacen posible. Aun así, Ortega creía que lo más importante no era tanto cómo se comportaba un hombre ante su circunstancia sino cómo se comportaba ante su vocación, si era capaz de poner todo su empeño en realizarla o si, en todo caso, terminaba siendo un desertor de ella. Por esta razón, para Ortega, la ética es una guía para llevar una vida buena y, consecuentemente, lo es para la felicidad. ¿En qué consiste la vida buena? En vivir conforme al llamado de la vocación.

No se trata, entonces, solo de mi persona, sino de la circunstancia en la que me encuentro y del carácter con el que se enfrenta al mundo en torno y la vocación. El yo se convierte en una tarea para sí mismo, se comprende como tarea vital que tiene que cumplir. “Yo soy una tarea o programa vital” (Ortega, VIII: 440). La vida es para el hombre su destino:

Somos nuestro Destino, somos proyecto irremediable de una cierta existencia. En cada instante de la vida notamos si su realidad coincide o no con nuestro proyecto, y todo lo que hacemos lo hacemos para darle cumplimiento (Ortega, IV: 308).

Pero ¿en qué consiste esta tarea? ¿Es una tarea que la persona se inventa de manera arbitraria o responde a un llamado o un modo de ser especial que lo mueve? Como vamos a ver, esta tarea o programa vital está en directa relación con el sentido de la persona y con la vocación.

PERSONA Y VOCACIÓN

La persona ocupa en el pensamiento de Ortega un lugar importante. Estamos de acuerdo con Caballero Bono con que en la filosofía de Ortega se encuentran “significativos puntos de engarce con

la filosofía personalista” (Caballero, 2015: 132). El primer punto de ellos es que le da un lugar importante a la persona. En ella se manifiesta la naturaleza humana como naturaleza personal como apunta él mismo. En su artículo, él destaca tres categorías de la vida personal que aparecen en el filósofo de la escuela de Madrid: la soledad, la compañía y la vocación. A nosotros nos interesa explorar las relaciones íntimas que hay entre persona y vocación, pues estamos de acuerdo con Caballero Bono en que, si bien Ortega no se definió a sí mismo como un filósofo personalista, tampoco realizó críticas a esta corriente, como sí las hizo al vitalismo, al existencialismo y al pragmatismo.

En efecto, Ortega define a la persona en varios lugares de sus obras. En un artículo de 1937 que lleva por título “En cuanto al pacifismo”, identifica a la persona con la intimidad y la pura verdad, se infiere que se trata de la pura verdad de nuestro ser. Dice que:

[...] un pueblo es, como una *persona*, aunque de otro modo y por otras razones, una *intimidad*

© Ana Vélez. Lilia Iglesias.



–por tanto, un sistema de secretos que no puede ser descubierto, sin más, desde fuera.

La persona es intimidad y el hombre es entendido en Ortega a partir de la razón vital y la antropología filosófica a partir de ella. Ciertamente es, como apunta Lasaga, que a Ortega el título antropología filosófica no le gustaba y que en su lugar prefería hablar de “una ciencia del conocimiento del hombre” (Lasaga, 2003: 72). Sin embargo, no es erróneo decir que hay una propuesta antropológica en Ortega, una propuesta que hace énfasis en la realidad radical de la vida, y esta vida es la vida humana, la vida de cada cual, la que posee un sentido biográfico y dramático. Y, sin embargo, Lasaga llega a hablar de una “antropología defectible” en Ortega. ¿Qué quiere decir con ello, que falta una antropología filosófica en el autor de *En torno a Galileo*?

Encontramos una respuesta a la pregunta fundamental de la antropología filosófica en *El hombre y la gente*. Allí se refiere a la persona en el mismo sentido del “personaje íntimo que es protagonista en la vida de cada uno...” Pero ese personaje

[...] no es algo que ya es, sino el que siempre estamos queriendo ser; y con cuyo perfil de aspiraciones oprimimos de continuo nuestro contorno para que nos deje realizarlo. Esa es la persona. Y la lucha entre el personaje íntimo y el contorno mundanal es lo humano en el hombre (Ortega, IX: 289).

Así pues, a la pregunta ¿Qué es el hombre? responde en este mismo texto que: “El hombre no es ninguna cosa, sino un drama: su vida, lo que le pasa, su quehacer” (IX: 289). En este mismo texto vemos que Ortega hace equivalentes por un momento lo que es el hombre con lo que es o quien es la persona al decir:

[...] la persona, el hombre, es aquél al que le pasa vivir y para el cual el mundo –incluso su cuerpo y su alma– es favorable o adverso según lo que sea su programa vital (IX: 289).

En consecuencia, la persona es entendida como ese personaje ideal que hay que realizar. Su ser está en relación con el futuro –una idea a la que Julián Marías le sacará mucho provecho en su *Antropología metafísica* olvidando casi decir que ya está contenida esa dimensión de la vida humana en Ortega. El yo personal tiene que realizarse, tiene que llegar a ser alguien determinado, un ser individual, no otro sino sí mismo:

[...] el que vive soy yo y yo soy el que tiene que realizarse en su vida, el que tiene que ser no en el ahora que ya está aquí, que ya es, sino en el mañana. Nuestro yo es siempre un futuro, un porvenir inmediato y remoto que hay que lograr y asegurar; en suma, el yo de cada uno de nosotros es ese ente extraño que, en nuestra íntima y secreta conciencia, sabe cada uno de nosotros que tiene que ser (IX: 445).

Pues bien, justo por esta relación temporal que tiene con su ser, la persona humana es un proyecto, un ser arrojado al futuro, llevando su vida, teniendo que hacer algo con ella y, por lo mismo, viéndose en la necesidad de asumir la responsabilidad de lo que hace y de lo que llega a ser. Por esta razón, el quehacer de la vida es inseparable de la ética: la realización de la vida supone dos cosas, por lo menos: 1. el esfuerzo y 2. el imperativo de autenticidad. La persona es quehacer y, en esa medida, llega a ser.

Soy yo quien hago y llevo, a pulso y en vilo –quiera o no– mi vida. Soy responsable de mí mismo puesto que soy yo quien hace mi vida, yo y sólo yo quien tiene que vivírsela (IX: 290).

En este sentido, Cerezo Galán se refiere a la ética de Ortega como “una ética de la autenticidad, la magnanimidad y la fidelidad a lo que llama Ortega «yo inexorable»” (Cerezo, 2011: 123), y José Lasaga, por su parte, se refiere a la autenticidad como proyecto, y al hablar de la vocación dice que esta consiste, fundamentalmente, en “la exigencia de felicidad y perfección” (Lasaga, 2006: 198).

Pero, ¿se puede ser feliz en un mundo en el que no sabemos qué puede pasar mañana?

Justo porque la persona tiene que responder por lo que llega a ser, y lo que quiere ser lo tiene que inventar –quizás lo tenga que descubrir en su interior–, es preciso que se haga y apropie de ciertas convicciones, ya que a partir de ellas toma decisiones y emprende el movimiento de su existencia. Se trata de convicciones personales a las que Ortega llama “creencias”; el yo personal tiene que convencerse a sí mismo sobre ellas, porque en esa medida podrá orientarse en el mundo y “luchar con las cosas”. El estrato más profundo de nuestro ser está constituido por creencias.

La circunstancia aparece como resistencia, con facilidades y dificultades con las que la persona tiene que luchar para realizar su ser más íntimo, lo que Ortega llama “nuestra verdad” y ese personaje ideal que debemos realizar, es nuestra verdad, nuestro ser verdadero y auténtico. Lo que debemos explorar ahora son las relaciones que tiene este personaje ideal con nuestra vocación. Diremos que se trata de una relación esencial en la que el ser auténtico y verdadero de la persona humana, y por ende el sentido de su existencia, están en juego. Este ser verdadero y auténtico de la persona es su vocación:

[...] esa tensión hacia lo que no es todavía, pero que queremos que sea, es nuestro yo, que Ortega define formalmente como *vocación* (Lasaga, 1997: 40).

Cabe decir que la vocación personal no es ni coincide del todo, cuando logra coincidir, con la profesión. La vocación responde a un programa vital, al ser que cada yo quiere llegar a ser, pero que no lo es aún. Ortega lo llama “figura imaginaria”, un

[...] ente que quiera o no siente que tiene que ser, que hay que realizarlo, que hacerlo, no un *factum* sino un *faciendum*, gerundivo, que significa estrictamente lo que hay que hacer (Ortega, VI: 449).

Ahora, lo que hay que hacer no es cualquier cosa sino algo particular, individualísimo y personal. Por

esta razón, nuestra vida es nuestra vocación, pero entendiendo la vida como vida auténtica y verdadera, no como cualquier vida, no vivida de cualquier forma, sino asumiendo el imperativo pindárico de llegar a ser el que se tiene que ser. En efecto, “Este personaje ideal que cada uno de nosotros es, se llama «vocación»” (VI: 637).

La vocación, dice Ortega, es un llamado, una voz interior que “nos susurra el mandamiento de Píndaro: *γένοι' οἷός ἐσσι* «Llega a ser el que eres»” (IX: 445). Pero es una llamada “hacia nuestro más auténtico destino” y, por esta razón: “El yo auténtico de cada hombre es su vocación”. La vocación, en consecuencia, por tratarse de un asunto personal, responde también al modo de ser individual de la persona, se convierte en su destino propio, único y exclusivo: “La vocación no es nada genérico sino singularísimo, ultraconcreto, como la persona” (IX: 726). Así, el imperativo de la expresión de Píndaro se convierte para la persona en un imperativo de autenticidad y este lleva consigo el “imperativo de invención” (Lasaga, 2019: 31).

Sin embargo, este imperativo de autenticidad se le impone a la persona, o sea al yo, en un mundo y una circunstancia que no elige. La persona tiene que llegar a ser sí misma “en un paisaje que puede resultarle favorable o enemigo; de ahí el carácter dramático de la vida” (Lasaga, 1997: 40). Así, el hombre se encuentra en un mundo en el que tiene que realizar su ser en una circunstancia propia que no es igual a la de nadie más; por tanto, esa circunstancia concreta exige un actuar concreto donde la persona asume cierto comportamiento y renuncia a otros posibles comportamientos. El actuar es esencial para la persona, a pesar de que la realidad no le garantiza que pueda realizar su personaje ideal.

El modo de vivir no es nunca la auténtica vida para quien es capaz de una vida auténtica, para quien posee una vocación. La vocación es últimamente personalísima, es un cierto vivir singular, distinto del de los demás. Es un “modo de vivir” íntimo y, por ello, inconfesable. De aquí que necesite



© Ana Vélez.

involucrarse y ocultarse en un “modo de vivir” externo y patente (Ortega, IX: 474).

Por tanto, la persona puede entenderse de dos modos: 1. como personaje ideal, *telos* y *entelequia* (que es donde coincide con la vocación), y 2. como realidad concreta o el ser que la persona real termina siendo en el mundo dado. Si bien Ortega enfatiza en el peligro que se corre de que estos dos no coincidan, ya sea que las circunstancias no lo favorezcan, ya sea que el yo renuncie a su personaje ideal o se conforme con una idea falsa de sí mismo, sospechamos que a la larga estos dos sentidos de la persona no terminan coincidiendo del todo. Si este ser ideal es un ser futurizo que motiva al ser personal concreto, ¿cuándo el segundo dará cumplimiento del todo al primero? No parece posible que el personaje real y el ideal terminen de encajar el uno en el otro de un modo adecuado. Lo que se puede dar, en todo caso, es que el yo real se aproxime lo más posible a su *telos* o sea a su *entelequia*.

Porque vivir es precisamente la inexorable forzosidad de determinarse, de encajar en su destino

exclusivo, de aceptarlo, es decir, resolverse a serlo. Tenemos, queramos o no, que realizar nuestro “personaje”, nuestra vocación, nuestro programa vital, nuestra “entelequia” (Ortega, V: 138).

Podemos preguntarnos ahora si el cumplimiento o por lo menos el saberse en camino al cumplimiento de la vocación influye en los estados de ánimo, en los sentimientos y emociones de la persona, si dicho cumplimiento o la falta de este, tiene relación con la alegría o el mal humor, con la felicidad o la infelicidad. Y la respuesta es que sí. Todo ello influye en nuestros sentimientos, en la esfera afectiva, y en el modo como nos relacionamos y sentimos en el mundo. La persona se encuentra en el mundo dispuesta afectivamente de un modo o de otro, en un estado de ánimo u otro.

La felicidad no es un estado, sino una actividad que coincide con hacer que la vida de cada cual encaje dentro de su destino exclusivo. Es “la experiencia de que resulta de estar puesta la vida a lo que es su auténtica realidad, su vocación” (Lasaga, 2006: 198). Es el saberse ocupado con las cosas que responden al llamado de la persona y que responden por su ser más íntimo. Si la vocación reside en la exigencia de felicidad y perfección, esta no se puede

cumplir sin hacer lo que se tiene que hacer, es decir, sin hacer aquello que produce verdadera ilusión y entusiasmo y evitar el hacer cualquier cosa. Hay ocupaciones felices, en las que nos sentimos dichosos y hay trabajos que hacemos porque no nos queda de otra más que hacerlos para sobrevivir, para salvar la circunstancia. La vocación implica o supone esfuerzo, disciplina, constancia. “La vida es su propia finalidad, su premio o su fracaso”, dice Lasaga.

La bondad o maldad son ejecuciones que parecen en el propio acto de vivir junto con su sanción, una vida felicitaria o en forma; o una vida falsificada, irreal (Lasaga, 2006: 200).

En su artículo de 1932 “Pidiendo un Goethe desde dentro” Ortega se pregunta por qué Goethe estaba siempre de mal humor. Y allí relaciona al mal humor con el hecho de no estar cumpliendo con la vocación.

El hombre no reconoce su yo, su vocación singularísima, sino por el gusto o el disgusto que en cada situación siente. La infelicidad le va avisando... cuándo su vida efectiva realiza su programa vital, su entelequia, y cuándo se desvía de ella.

La persona humana tiene que hacerse a sí misma, pero...

¿Quién es ese “sí mismo” que sólo se aclara a posteriori, en el choque con lo que le va pasando? Evidentemente, es nuestra vida-proyecto, que, en el caso del sufrimiento, no coincide con nuestra vida efectiva: el hombre se dilacera, se escinde en dos —el que tenía que ser y el que resulta siendo. La dislocación se manifiesta en forma de dolor, de angustia, de enojo, de mal humor, de vacío; la coincidencia, en cambio, produce el prodigioso fenómeno de la felicidad (Ortega, V: 130 y s).

En consecuencia: nuestro yo-proyecto puede coincidir con nuestra vida o puede no coincidir con ella. Si ambos coinciden, el resultado es el cumplimiento de la vocación y la felicidad. Pero si no

coincide, tendremos una escisión del hombre que se movería entre la persona real que es y la persona ideal que quería ser. La persona, en este caso, vivirá su vida en forma de dolor, enojo, mal humor y angustia. Vivirá fuera de sí, como otro, una vida que no es propiamente suya. Los sentimientos o estados de ánimo vendrían a ser la respuesta a la pregunta: ¿estamos cumpliendo con nuestra vocación? “El afán de realizar nuestra vocación, de conseguir ser el que somos es lo que nutre nuestras energías y las mantiene tersas” (Ortega, VI: 640).

B I B L I O G R A F Í A

Caballero JL (2015). Constantes personalistas de la naturaleza humana en José Ortega y Gasset. *Quién*: 117-131.

Cerezo P (2011). *José Ortega y Gasset y la razón práctica*. Madrid: Biblioteca Nueva/Fundación José Ortega y Gasset-Gregorio Marañón.

Esteban Anguita, JE (2016). Vida, perspectiva y metafísica: Antonio Rodríguez Huéscar y José Ortega y Gasset. *Bajo Palabra* 7:455-467. Recuperado a partir de <https://revistas.uam.es/bajopalabra/article/view/3252>.

Ferrater Mora J (1973). *Ortega y Gasset. Etapas de una filosofía*. Madrid: Seix Barral.

Lasaga J (1997). *Ortega y Gasset (1883-1955)*. Madrid: Ediciones del Orto.

Lasaga J (2003). *José Ortega y Gasset (1883-1955)*. Madrid: Biblioteca Nueva.

Lasaga J (2006). *Figuras de la vida buena*. Madrid: Enigma Editores.

Lasaga J (2010). Notas sobre la antropología defectible de Ortega. En San Martín J y Moratalla TD, *Las dimensiones de la vida humana*. Ortega, Zubiri, Marías y Laín Entralgo (pp. 53-68). Madrid: Biblioteca Nueva/Fundación José Ortega y Gasset-Gregorio Marañón.

Lasaga J (2014). Estudio introductorio. En Ortega y Gasset J, *Meditaciones del Quijote, ¿Qué es filosofía?, La rebelión de las masas* (pp. XV-CLX). Madrid: Gredos.

Lasaga J (2019). Circunstancia contra vocación: el diálogo de Gaos con Ortega. En *Metafísica y persona* (21) (pp. 11-36). Recuperado a partir de <https://revistas.uma.es/index.php/myp/article/view/5281/5124>.

Ortega y Gasset J (2004-2010). *Obras Completas*. Madrid: Taurus/Fundación Ortega y Gasset-Gregorio Marañón.

Cintia C. Robles Luján
Rubén Sánchez Muñoz
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
cintiacandelaria.robles@upaep.mx
ruben.sanchez.munoz@upaep.mx



© Ana Vélez.

Todos cabemos

Ana Vélez



Ana Nohemí Vélez Iglesias es Licenciada en Derecho por la Escuela Libre de Derecho de Puebla (1996).

Desde 2016 se ha dedicado al arte y en particular a la pintura. Ha tomado diversos cursos de arte con el maestro Hugo León Zenteno, May Zindel, Silvia Cano Moreno. Ha expuesto en el Artfest 2019 en el Complejo Cultural Universitario.



En el año 2006 sufrí la dolorosa pérdida de mis padres, ambos amantes de la cultura y las artes. Mi padre fue un historiador dedicado gran parte de su vida a la promoción de la educación como instrumento transformador de las sociedades, así como a la conservación y defensa del patrimonio cultural y arquitectónico del Estado de Puebla.

Por su parte, mi mamá fue una apasionada pintora, nata y reconocida, que a lo largo de su vida realizó múltiples exposiciones tanto individuales como colectivas en diferentes técnicas y dejaba parte de ella en cada lienzo que creó.

En 2007 a raíz de la irreparable pérdida de estos seres extraordinarios, y habiendo recibido las pinturas e instrumentos con los que mi madre plas-maba sus obras, empecé a darle forma y color a mis emociones y sentimientos a través de los lienzos. Desde entonces siento que cada vez que tomo un pincel o espátula que ella utilizó para crear una obra, ella está presente en ellos, y hasta creo que los mueve un poco y yo combino colores impreg-nando un poco de mi alma y motivos en cada obra.

¿Qué me inspira? La forma vertiginosa en la que gira el mundo combinada con colores y mi imagi-nación; tomo lo mejor y lo peor de nuestro entorno y lo convierto en imágenes que tratan de explicar que, a pesar de nuestras diferencias, podemos con-vivir apelando a nuestras coincidencias, pensan-do siempre en tener un mundo mejor para todos; porque solo tenemos uno y en ese uno con tole-rancia y respeto, todos cabemos.

En cada obra dedico mi agradecimiento al mun-do por permitirme expresar lo que siento, y claro, a mi familia, amigos y personas que han creído en mí, por estar a mi lado y apoyarme e inspirarme siempre.

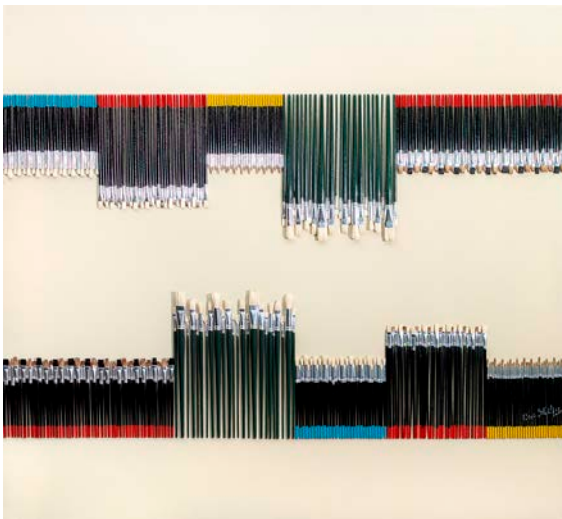
¿Por qué no titulo la mayoría de mis obras? Porque me maravilla que cada espectador sea parte de ellas, las haga un poco suyas con su propia in-terpretación y perspectiva, y en el momento que ven un título ya los llama a pensar de cierto modo sobre lo que están mirando.

Únicamente titulo aquellas en las que intento compartir un pensamiento o sentimiento específico.

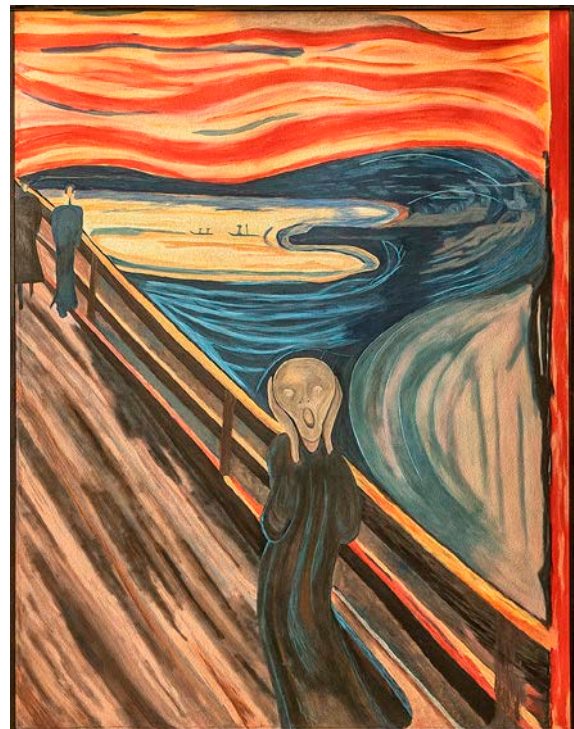
Pintar es trascender en el tiempo y espacio de-jando huella de mi alma de mujer libre, creado-ra, plena, sensible y soñadora; compartiéndolo con todo aquel que todavía cree que en este mundo hay mucho que disfrutar...

Ana Nohemí Vélez Iglesias
ana180103@yahoo.com.mx

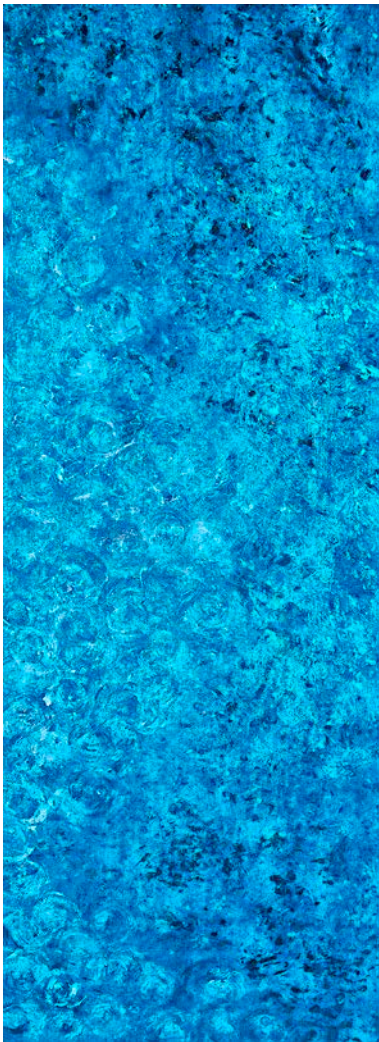
© Ana Vélez.



© Ana Vélez. Homenaje al gran Munch.



© Ana Vélez.



© Ana Vélez.



© Ana Vélez.



© Ana Vélez.

Todos cabemos



© Ana Vélez.

El materialismo psicológico de Liev Vygotski

Efraín **Aguilar**

Así, cuando hablamos de Vygotski y del marxismo deberíamos preguntarnos ¿a qué tipo de marxismo nos referimos? ¿Es el marxismo de Marx o el diametralmente opuesto marxismo de Althusser y Habermas? Quizá nos referimos al marxismo de Trotsky o incluso al de Lenin. Más probablemente nos referimos al marxismo en el espíritu de [Evald] Iliénkov.

Nikolái Viériesov, 2005, p. 31

Liev Vygotski (1896-1934) es el psicólogo ruso más famoso y admirado. Vivió una vida corta y murió joven. Algunas personas lo aman, a él y a sus ideas. Otras no lo conocen. De hecho, ni los que lo aman lo conocen realmente.

Vygotski era un tipo muy agradable. Como sucede con las personas legendarias y muy admiradas, al leer las memorias de sus amigos y antiguos colegas es algo difícil saber qué tipo de persona era. Quienes lo conocieron bien lo describieron como alto y pequeño, preciso e impuntual, agudo y superficial, erudito y sin educación, pensador sistemático y fracaso académico, genio brillante y prestatario poco original. Bueno, nadie es perfecto. Uno podría preguntarse cómo es posible que haya tanta gente escondida dentro de un hombre (Yasnitsky, 2018, p. xi).



© Ana Vélez.

Sus aportaciones más importantes fueron en psicología genética, metodología y filosofía de la psicología, lingüística, semiología, psicología transcultural, psicopatología, educación especial y pedagogía, así como en psicología del arte y crítica literaria. Ah, y abordó la neurología para dar pie al inicio de la neuropsicología rusa.

Persiste la tradición de presentar la teoría de Vygotski como psicología marxista. De ahí sigue que la creación de tal psicología fue la tarea primordial de su investigación, y que fue en la filosofía marxista donde halló las respuestas y soluciones a las contradicciones de la psicología.

Esto ha llevado a que muchos autores, entre varios equívocos, se dediquen a buscar los usos

que del materialismo dialéctico hizo Vygotski, pese al siguiente aviso:

Lo que hace falta no son opiniones puntuales, sino un método: y no el materialismo dialéctico, sino el materialismo histórico. *El Capital* debe enseñarnos mucho, porque la verdadera psicología social comienza *después* de *El Capital* y sin embargo la psicología es hoy una psicología anterior a *El Capital* (Vygotski, 1991, p. 391).

El proceso creativo de Vygotski puede ser dividido en tres periodos, cada uno caracterizado por el enfoque a lo que es (y no es) psicología marxista. En contraste con las discusiones de la literatura del periodo “clásico” de Moscú, cuando aparece la perspectiva histórico-cultural (1928-1934), los más tempranos estadios de las reflexiones teóricas de Vygotski son presentados generalmente como de significado poco serio (Veresov, 2005, p. 32). Tiene sentido así comenzar con este periodo “pre-clásico”. El primer periodo fue el reflexológico (1917-1924), en el cual Vygotski consideraba que la teoría de los reflejos era la base sobre la que debía construirse la nueva psicología. Abordó la reflexología como psicología materialista (marxista). La consciencia humana vino a ser no más que el “reflejo de reflejos” (Vygotski, 1991, p. 18).

En su famoso reporte “Métodos de investigación reflexológica aplicados al estudio de la mente”, presentado al Segundo Congreso de Psiconeurología en 1924 y publicado en 1926 como artículo titulado “Métodos de investigación reflexológica y psicológica” (Vygotski, 1991, pp. 3-22), Vygotski no tocó el marxismo, pero su crítica de la psicología subjetiva empírica y de la reflexología impresionó a los partidarios de una psicología nueva, en busca de métodos objetivos para estudiar la consciencia.

Lo realmente original en sus observaciones puede resumirse en las palabras *monismo* y *materialismo*. Al ver las posibilidades de crear una teoría monista materialista de la consciencia con base en la reflexología, Vygotski comparó los métodos del análisis reflexológico con los del análisis psicológico y unificó esas dos ciencias en una, basado en

los métodos del materialismo objetivo (Vygotski, 1991, p. 17-19). Muy pronto se decepcionó de esta “fórmula”, pues el concepto de reflejo no podría llegar a ser el concepto fundamental de la psicología como ciencia concreta de la conducta humana.

El segundo periodo puede ser llamado “conductismo social” (1925-1927). Dos trabajos de Vygotski reflejan este nuevo estadio de sus ideas: *La consciencia como problema de la psicología de la conducta* (1925) y *El sentido histórico de la crisis en psicología* (1927).

En el primero señala que la vertiente individual de la consciencia es construida como derivada y secundaria sobre la base de lo social y según su modelo exacto (Vygotski, 1991, p. 57). Su enfoque es muy cercano al conductismo social: la consciencia es una relación entre reacciones sociales de acuerdo con modelos sociales.

El *Sentido histórico de la crisis en psicología* (1927) es de mucha relevancia para nuestro tema. Este libro marca un punto de quiebre entre el Vygotski temprano y el de la teoría histórico-cultural. En este trabajo (publicado en ruso hasta 1982) podemos hallar una serie de consideraciones sobre psicología marxista. Aquí está el sitio del libro citado casi siempre cuando es discutido el problema de la teoría de Vygotski y el marxismo:

No quiero descubrir qué es la mente a través de adoptar un par de citas. Quiero aprender de la totalidad del método de Marx cómo construir la ciencia, cómo acceder a la investigación de la mente (Vygotski, 1991, p. 391).

Una comprensión clara de esta fórmula es posible solo en el contexto amplio de las reflexiones de Vygotski presentadas en el texto. Vayamos al periodo final del trabajo de Vygotski (1928-1934) y su famosa teoría histórico-cultural.

LA TEORÍA HISTÓRICO-CULTURAL:

MATERIALISMO PSICOLÓGICO (1928-1934)

Las fuentes marxistas de la psicología histórico-cultural son tema de discusión mayor en las literaturas



© Ana Vélez.

soviética y rusa moderna (Artamónov, 1994; Asmolov, 1998; Veresov, 2005; Yaroshévskiy, 1992), y occidental (Dafermos, 2015; Elhammoumi, 2015; Jones, 2000; Newman & Holzman, 1993; Sève, 1999).

Los investigadores rusos y occidentales tienen similares opiniones del problema de Vygotski y el marxismo. Hay tres pasajes importantes conectados sobre “la similitud de los métodos” entre Vygotski y Marx: 1) génesis (la idea del desarrollo), 2) el análisis funcional (reorganización estructural) y, 3) la idea del análisis no de ciertos elementos, sino de unidades (Veresov, 1999, p. 180). Así, la elaboración parece bastante lógica y cubre todas las características importantes del método de Vygotski, que aparece aquí como el método marxista.

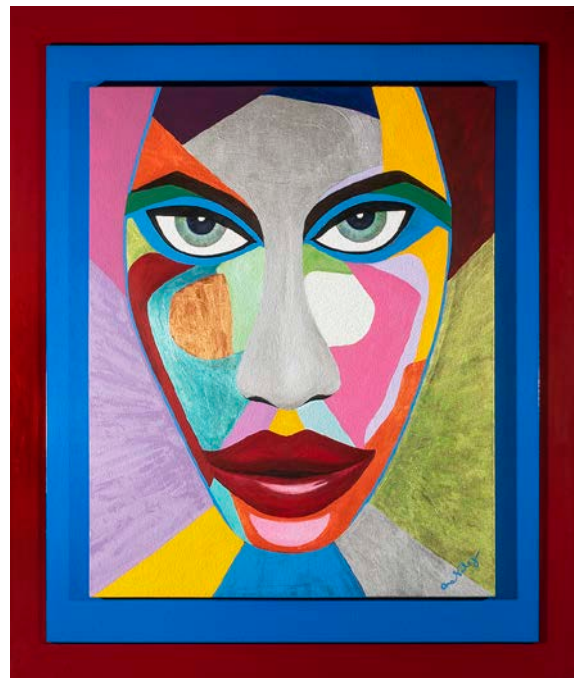
Debido a la importancia de esos pasajes y su lugar en *El sentido histórico de la crisis en psicología*, es preciso buscar los contextos olvidados, así como la lógica y el sentido perdidos de sus ideas.

Método analítico y metodología de la ciencia. El problema de la objetividad de los métodos y el del carácter indirecto de ellos, eran el contexto en que Vygotski citó las ideas de Marx del método con el cual está escrito *El capital*:

Todo *El capital* está escrito de acuerdo con el siguiente método: Marx analiza una sola “célula” viviente de la sociedad burguesa –la forma del valor de la mercancía– y muestra que es más fácil estudiar el organismo desarrollado que la célula. En ésta lee la estructura de toda la construcción y de todas las formas económicas. [...] Si alguien pudiera descubrir esa célula en psicología –el mecanismo de una reacción– habría hallado la clave de toda la psicología. (Vygotski, 1991, p. 376-7)

Esta ilustración del método analítico, retirada del contexto concreto, fue transformada y presentada como la principal demanda metodológica, la expresión esencial del programa de creación de la psicología marxista, el método de la aplicación del marxismo a la psicología. Es preciso enfatizar esto porque de acuerdo con Vygotski (citado en varios lugares de *El sentido histórico de la crisis...*) una aplicación directa y estricta del marxismo y su método filosófico a la psicología, con el objeto de construir una psicología marxista, es una tarea imposible.

Marxismo y metodología psicológica. Vygotski afirmó que ningún sistema filosófico, incluido el marxismo, podría sustituir a la metodología en psicología. La única legítima contribución del marxismo sería la de ayudar a desarrollar la psicología general, la metodología de la psicología, la que vio como enlace mediador entre filosofía y ciencia. Quien ignorara la metodología científica concreta volteando directamente a la metodología filosófica,



© Ana Vélez.

inevitablemente “saltaría por encima del caballo al tratar montarlo” (Vygotski, 1991, p. 387). Así:

La aplicación *directa* de la teoría del *materialismo dialéctico* al problema de la ciencia natural, en particular a la biología y a la psicología, es *imposible* como *lo es* aplicarla *directamente* a la historia y a la sociología. [...] Como la historia, la sociología requiere la *especial teoría* intermedia del materialismo histórico, que esclarezca el valor *concreto* de las leyes *abstractas* del materialismo dialéctico para el grupo de fenómenos de que se ocupa. Y de modo similar, es necesaria la aún no creada, pero inevitable, teoría del marxismo biológico y del materialismo psicológico, como ciencia intermedia, que explique la aplicación concreta de los principios abstractos del materialismo dialéctico al grupo de fenómenos que trabaja. (Vygotski, 1991, p. 389)

El problema del marxismo y la psicología, decía Vygotski, es mucho más complejo que el de la mera formación de la psicología de acuerdo con el marxismo. La psicología necesita cierta teoría metodológica (*meta teoría*) de sí misma pero no



© Ana Vélez.

una tomada estrictamente de la filosofía. Para la economía política, la historia y la sociología, tal *meta teoría* mediadora (materialismo histórico) fue ideada por K. Marx en el *Capital*. En este contexto decía Vygotski:

Para crear tales teorías intermedias... será necesario desvelar la *esencia* del grupo de los fenómenos correspondientes, las leyes de sus cambios, sus características cualitativas y cuantitativas, su causalidad, crear las categorías y conceptos que les son propios, crear su propio *El capital*. (Vygotski, 1991, p. 389)

Para Vygotski la idea no es imponer los principios dialécticos a la psicología sino hallarlos ahí. De modo similar a como *El capital* no fue la aplicación del materialismo dialéctico a los problemas de la economía política y la sociedad, el futuro *El capital* en psicología es la posibilidad de expresar y describir sus propios objetos y leyes, pero no como la aplicación del materialismo dialéctico. En consecuencia, las categorías, conceptos y leyes en este *El capital* deben ser psicológicos y no filosóficos (Vygotski, 1991, p. 388).

Como la “psicología marxista” no tenía su propia metodología (materialismo psicológico), los psicólogos marxistas no podían ver la diferencia entre las epistemologías materialista e idealista y las teorías de la cognición psicológica. Así, la primera tarea era hallar esa diferencia, pero no hallarla mediante recortes de citas de Marx y Engels, sino en la psicología misma.

Vygotski rechazaba el modo de crear la psicología marxista que tomaba ciertas fórmulas de leyes dialécticas de la filosofía, y explicaba los procesos psicológicos y sus leyes como manifestaciones concretas de las leyes universales de la dialéctica. Criticaba a Kornílov quien fue uno de los líderes de la psicología marxista en la década de 1920.

El enfoque de Kornílov para crear la psicología marxista “a la luz del materialismo dialéctico” era muy típico de aquel tiempo. Comprender la naturaleza de la consciencia era explicarla de acuerdo con el materialismo y la dialéctica. La idea era explicar la naturaleza “dialéctica” y las leyes de los procesos mentales al presentarlos como ejemplos de leyes filosóficas básicas y universales (Kornílov, 1930, p. 255).

El problema es entender cuál psicología, conforme con Vygotski, puede ser definida como marxista.

Psicología marxista y científica. Vygotski alguna vez fue sorprendido por la pregunta de cierto científico occidental: “¿Qué psicología estudian ustedes en Rusia?”. Aquella conversación dio a Vygotski elementos para pensar y argumentar contra el término “psicología marxista”.

Debía existir una teoría concreta para determinar la estructura interna de la psicología. Decir que los científicos de la URSS estudiaban psicología marxista sería eludir el tema.

Al fin y al cabo, la psicología marxista *todavía no existe*, hay que comprenderla como una tarea histórica, pero no como algo dado. Partiendo de este estado de las cosas, es difícil evitar la impresión de falta de seriedad científica y de irresponsabilidad que implica emplear este título. (Vygotski, 1991, p. 402)



© Ana Vélez. Homenaje a Guayasamin con un toque de Vélez.

Quienes buscaban elaborar la psicología marxista solo con hallar las “citas correctas” de Marx y Engels, decía Vygotski, estaban mirando hacia “el lugar equivocado, buscando cosas equivocadas y del modo equivocado”. Miraban hacia el lugar equivocado porque los marxistas clásicos no se habían ocupado de los temas psicológicos y quizá no los podían haber resuelto correctamente. Ni Marx y Engels, ni Plejánov tenían tal verdad (Vygotski, 1991, p. 391).

Buscaban el objeto erróneo porque pensaban que había respuestas claras a los problemas filosóficos y psicológicos, o fórmulas marxistas ya hechas aplicables a la psicología. Pero tal fórmula solo podía ser alcanzada como resultado del proceso teórico de la psicología misma.

Por último, los psicólogos marxistas buscaban del modo equivocado por miedo a las autoridades. Las ideas marxistas estaban mal usadas porque la “psicología marxista” adoptaba una postura dogmática y autoritaria que endurecía la crítica y evitaba la investigación libre:

El pensamiento está atado por el principio de autoridad; no son estudiados los métodos, sino los dogmas; la gente no está abordando el tema con espíritu crítico, libre e inquisitivo (Vygotski, 1991, p. 367).

Así, todavía no existe la psicología marxista. En el proceso de crearla Vygotski nos legó, a partir de 1927, un cuerpo teórico inacabado que podemos describir como materialismo psicológico, es decir, el paso previo a la formación de la psicología marxista. En este proceso creó nuevos conceptos y análisis apropiados para la investigación de la vida mental del ser humano, y no les adjudicó el nombre de las leyes y categorías clásicas del materialismo dialéctico; esta sería una tarea posterior a ser desarrollada conforme a la terminología psicológica, de no haber sido abatido por la tuberculosis. Sin embargo, uno de los autores más lúcidos en la interpretación de la obra vygotskiana, Nikolái Viériesov, ha hecho progresos al respecto como veremos en seguida.

IDEAS DIALÉCTICAS NO DUALISTAS DE LA TEORÍA HISTÓRICO-CULTURAL

Observa Viériesov que al buscar superar el dualismo de categorías que la esencia de la psicología presupone como básicas, tales como sujeto y objeto, subjetividad y objetividad, externo e interno; la teoría histórico-cultural de Vygotski (THC) desarrolla ciertas ideas dialécticas no dualistas (Veresov, 2015, p. 246). Así, este autor da un paso adelante en la dialéctica de lo social y lo individual dentro de la teoría de Vygotski.

Meditar lo social. El desarrollo de las funciones mentales superiores (FMS)¹ se caracteriza por la

aparición de neoformaciones cualitativas complejas, sujetas a su propio ritmo y que requieren una medida especial cada vez (Vygotski, 1996, p. 254). El desarrollo es una vía a través de la cual lo social deviene lo individual. Las interacciones sociales, por lo tanto, son *una fuente* del desarrollo de las FMS.

Pero las FMS no aparecen *en* las relaciones sociales, sino *como* relaciones sociales: “cada función mental superior era externa porque era social antes de ser una función mental estrictamente interna; antes era una relación social”. Además, al ser transformadas de inter psicológicas a intra psicológicas “ellas permanecen cuasi sociales” (Vygotsky, 2000, pp. 150-151). Así, lo “intra psicológico” es social por su origen y desarrollo.

Las relaciones de lo inter psicológico y lo intra psicológico muestran carácter complejo y dialéctico en el proceso del desarrollo: “El principio básico de las funciones superiores (personalidad) es social, al implicar la *interacción* de las funciones, en lugar de la interacción de las personas. Estas pueden estar más desarrolladas en la forma del *drama*” (Vygotsky, 1989, p. 59). Lo social, forma inter psicológica de las FMS, es una interacción *dramática* entre las personas.

El marco dramático de la personalidad como única organización y jerarquía de las FMS, es resultado de colisiones inter psicológicas que han sucedido en la vida de un ser humano y su triunfo por este; es el resultado intra psicológico de la trayectoria única del desarrollo de la persona. Así, la psicología “debe ser desarrollada en los conceptos del drama, no en los conceptos de los procesos” (Vygotsky, 1989, p. 71).

Al superar las colisiones sociales dramáticas los seres humanos crean su personalidad única: “la dinámica de la personalidad es el drama” (Vygotsky, 1989, p. 67). La idea dialéctica de la contradicción como fuerza motriz del desarrollo, obtiene su concreto contenido psicológico en el concepto de drama de vida como fuerza del desarrollo de la personalidad humana. La reconceptualización de lo social en la THC abre una perspectiva dialéctica no dualista al desarrollo mental. Introducir la forma inter psicológica de las FMS hace posible

una visión dialéctica de la complejidad y dinámica del desarrollo. El desarrollo como drama y el marco dramático de la personalidad son ideas que permiten el abordaje dialéctico de las relaciones entre lo social y lo individual (Veresov, 2015, p. 248).

Mediar lo individual. El concepto de mediación del signo de la THC es una solución metodológica que supera el dualismo de lo interno y lo externo, lo social y lo individual. La acción mediada es un modelo de Vygotski para explicar el desarrollo de la consciencia humana de modo que no dependa de las asociaciones dualistas estímulo-respuesta.

Este puede ser el punto de partida:

[...] la actividad básica y más general del hombre que lo diferencia de los animales en primer lugar, desde el aspecto de la psicología, es la significación, esto es, la creación y el uso de los signos. (Vygotski, 2000, p. 84)

Vygotski se refiere a la “actividad única que consiste en crear estímulos artificiales y en dominar sus propios procesos” (Vygotski, 2000, p. 82).

La idea no está en crear y usar signos como estímulos artificiales, sino en la transición de las formas y métodos directos, innatos, naturales de la conducta, hacia las funciones mentales artificiales, mediadas. Además,

[...] los signos culturales y los signos de la mediación son esenciales para el proceso de la reorganización cualitativa de las funciones mentales en el curso del desarrollo: El signo como herramienta reorganiza la estructura total de las funciones mentales. [...] La inclusión de un signo en cualquier proceso remodela la estructura total de las operaciones mentales. (Vygotsky, 1929, p. 421)

Dos *momentos dialécticos* son muy importantes: las transiciones dialécticas en el proceso del desarrollo, y la reorganización cualitativa de todo el sistema de las funciones mentales como resultado de tales transiciones.

Introduce Vygotski un principio dialéctico nuevo que abre la perspectiva de meditar lo individual con respecto a la mediación del signo. La creación y el uso de signos es una actividad del individuo que crea dispositivos artificiales de estímulo para dominar sus procesos psicológicos (Vygotski, 2000, p. 82).

Dialéctica de lo social y lo individual. El concepto de la THC que ha atraído la atención de los académicos vygotskianos en los últimos años es el de *pieriezhhivanie*. Se trata de una herramienta para descubrir la dialéctica de lo individual y lo social. Vygotski describe la *pieriezhhivanie* así: “el modo como el niño deviene consciente de, interpreta, y se relaciona emocionalmente con, cierto evento” (Vygotsky, 1994, p. 340).

Para Vygotski

[...] es bastante ingenuo comprender lo social solo como un colectivo, como una gran cantidad de gente. Lo social también existe donde hay una sola persona con su *pieriezhhivanie* individual. (Vygotski, 2006, p. 304)

Más tarde muestra las relaciones entre *pieriezhhivanie* y desarrollo:

[...] *pieriezhhivanie* es un concepto que nos permite estudiar el papel y la influencia del medio en el desarrollo psicológico del niño en el análisis de las leyes del desarrollo” (Vygotsky, 1994, p. 343).

Se trata de la influencia del medio no sobre el individuo, sino sobre el proceso del desarrollo del individuo. Esto rechaza el principio dualista de lo externo y lo interno, que es el principio de la *reflexión*, y lo reemplaza por el principio de la *refracción*. Ningún factor social *per se* define el desarrollo, solo los factores refractados a través de la *pieriezhhivanie* del niño. Así, la *pieriezhhivanie* de una persona es un tipo de prisma psicológico, que determina el papel y la influencia del ambiente en su desarrollo (Vygotski, 1994, p. 339-341).

El sujeto en desarrollo es parte de la situación social y de su relación con el medio, y el medio de la persona sucede a través de su *pieriezhhivanie*.

El principio de la refracción muestra las relaciones dialécticas entre lo social y lo individual en el proceso del desarrollo. Lo social deviene lo individual, pero solo aquellos componentes del medio social que son refractados por la *pieriezhhivanie* del individuo logran significado. El principio de la refracción muestra relaciones dialécticas entre los componentes significativos del ambiente social y los resultados del desarrollo (cambios en la estructura de las FMS).

Lo individual y lo social son unidad dialéctica pues la reorganización de la función intra psicológica es imposible sin la dimensión inter psicológica y, al mismo tiempo, el plano inter mental (social) no existe sin el proceso intra mental.

Así, lo inter psicológico y lo intra psicológico son dimensiones de un continuum “social-individual” o “individual-social”. Un drama de la vida refractado a través del prisma de la *pieriezhhivanie* deviene un drama de la personalidad (Vere-sov, 2015, p. 254).

Concluye Viériesov que la THC contiene al menos tres conceptos y principios dialécticos: 1) el desarrollo como drama (contradicción dialéctica) y el principio de la formación dramática de la personalidad, 2) el concepto de actividad mediadora y el principio de la transición y reorganización cualitativa de las FMS, y 3) el concepto de *pieriezhhivanie* y el principio de la refracción.

Lo anterior es un buen ejemplo de lo que deberíamos hacer en vez de nombrar las ideas de Vygotski con las leyes y categorías clásicas de la dialéctica materialista.

N O T A S

¹ Las funciones mentales superiores son: memoria lógica, formación de conceptos, atención voluntaria, imaginación creadora, voluntad previsor, sentimientos superiores; así como los medios externos del pensamiento: lenguaje, escritura, cálculo, obras de arte, diseño, simbolismo algebraico, dispositivos mnemotécnicos, mapas, diagramas, signos convencionales y, como decía Liev (León) Vygotski al creer que todos eran de su condición, etcétera (ver Vygotski, 2000, pp. 18, 29).

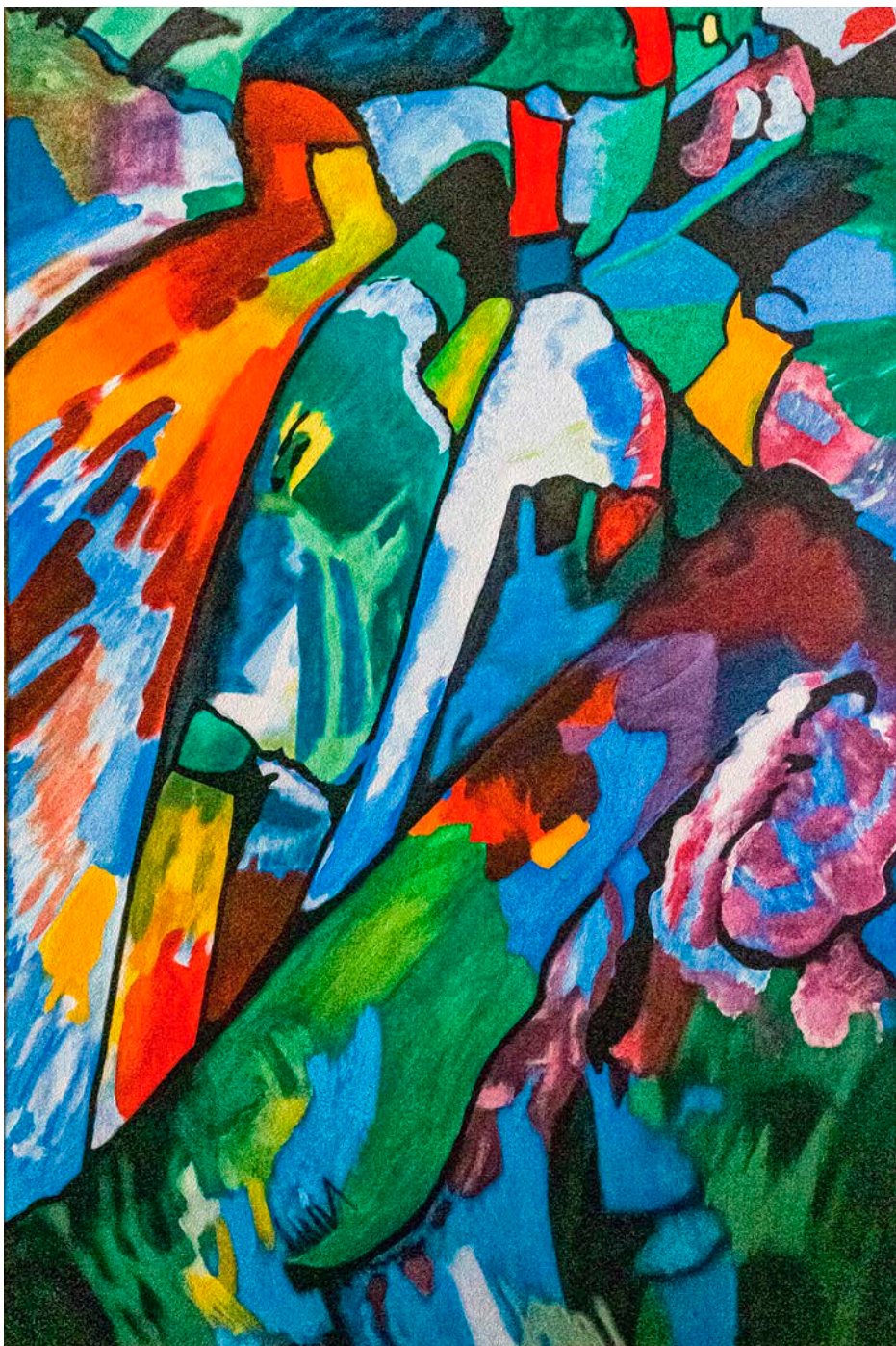


© Ana Vélez.

REFERENCIAS

- Artamónov VI (1994). LS Vygótskiy i marxism v soviétskoy psijológuii (diskussia) [LS Vygotski y el marxismo en la psicología soviética (discusión)]. *Psijologuicheskiy Zhurnal* 15(1):115-126. (Transliteración del ruso)
- Asmolov AG (1998). *Vygotsky today: On the verge of non-classical psychology*. New York: Nova Science.
- Dafermos M (2015). Otrazhenie otnoshiéniiy miezhdu kulturno-istoricheskoy teóriey i dialéktikoy [Reflexión sobre la relación entre la teoría histórico-cultural y la dialéctica]. *Psijologuicheskaia náuka i obrazovanie* 20(3):16–24. (Transliteración del ruso)
- Elhammoui M (2015). Marxist psychology and dialectical method. En Parker I (Ed.), *Handbook of Critical Psychology* (pp. 271-279). London: Routledge.
- Jones PE (2000). The dialectics of the ideal and symbolic mediation. En Oittinen V (Ed.), *Evald Ilyenkov's philosophy revisited* (pp. 205-227). Helsinki: Kikimora Publications.
- Kornilov K (1930). Psychology in the light of dialectical materialism. En Murchison C (Ed.), *Psychologies in the 1930s*. Worcester, MA: Clark University Press.
- Newman F, Holzman L (1993). *Lev Vygotsky: Revolutionary scientist*. London: Routledge.
- Sève L (1999). Quelles contradictions? A propos de Piaget, Vygotski et Marx. En Clot Y (Ed.), *Avec Vygotski* (pp. 221-240). Paris: La Dispute.
- Veresov N (1999). *Undiscovered Vygotsky. Etudes on the pre-history of cultural-history psychology*. Frankfurt: Peter Lang.
- Veresov N (2005). Marxist and non-Marxist aspects of the cultural-historical psychology of LS Vygotsky. *Outlines: Critical Social studies* 7(1):31-50.
- Veresov N (2015). Duality of Categories or Dialectical Concepts? *Integr Psych Behav* 50(2):244-256.
- Vygotski LS (1991). *Obras Escogidas*, tomo I. Madrid: Aprendizaje/Visor.
- Vygotski LS (1996). *Obras Escogidas*, tomo IV. Madrid: Aprendizaje/Visor.
- Vygotski LS (2000). *Obras Escogidas*, tomo III, 2a. ed. Madrid: Aprendizaje/Visor.
- Vygotski LS (2006). *Psicología del arte*. Barcelona: Paidós.
- Vygotsky LS (1929). The problem of the cultural development of the child. *Journal of Genetic Psychology* 36:415-434.
- Vygotsky LS (1989). Concrete human psychology. *Soviet Psychology* 27(2):53–77.
- Vygotsky LS (1994). The problem of the environment. En Van der Veer R, Valsiner J (Eds.), *The Vygotsky reader* (pp. 338–355). Oxford: Blackwell.
- Yaroshiévskiy MG (1992). LS Vygótskiy i Marksizm v soviétskoy psijológuii [Vygotski y el marxismo en la psicología soviética]. *Psijologuicheskiy Zhurnal* 13(5):84-99. (Transliteración del ruso)
- Yasnitsky A (2018). *Vygotsky: an intellectual biography*. Abingdon; New York: Routledge.

Efraín Aguilar
Autor sin adscripción
aguilar01@gmail.com



© Ana Vélez. *Homenaje a Kandinsky.*

¿Puede influir la contaminación ambiental en la función cerebral?

Sandra A. **Niño**
María E. **Jiménez-Capdeville**

¿Recuerdas que, en el año 2019, el agua mineral de cierta compañía de refrescos fue señalada por presentar niveles elevados de arsénico? Cada día aumenta el número de estudios que relacionan la exposición a sustancias tóxicas con enfermedades. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, al menos un cuarto de las enfermedades es ocasionado por la contaminación ambiental, siendo el arsénico un contaminante frecuente en la vida diaria de la población (WHO, 2016). En América Latina se estima que 4.5 millones de personas están en contacto continuo con una concentración alta de arsénico ($> 50 \mu\text{g/L}$) especialmente en Chile, Argentina y México; en Europa, en países como Italia y España el nivel presente es medio-bajo ($< 100 \mu\text{g/L}$). En el caso de Asia, desde la década de los noventa Bangladesh reportó que el agua que consumían sus habitantes contenía el nivel más alto de arsénico detectado a nivel mundial, mientras que Japón informó sobre un accidente ambiental donde los bebés consumieron leche contaminada con arsénico. Con el paso del tiempo, las víctimas que sobrevivieron presentaron una mayor incidencia de epilepsia y dificultad para el aprendizaje en la adolescencia (Liu y cols 2020; Tanaka y cols 2010). Con estas trágicas experiencias quedó en evidencia que el arsénico afecta al cerebro en desarrollo y que, en la mayoría de las ocasiones, las consecuencias

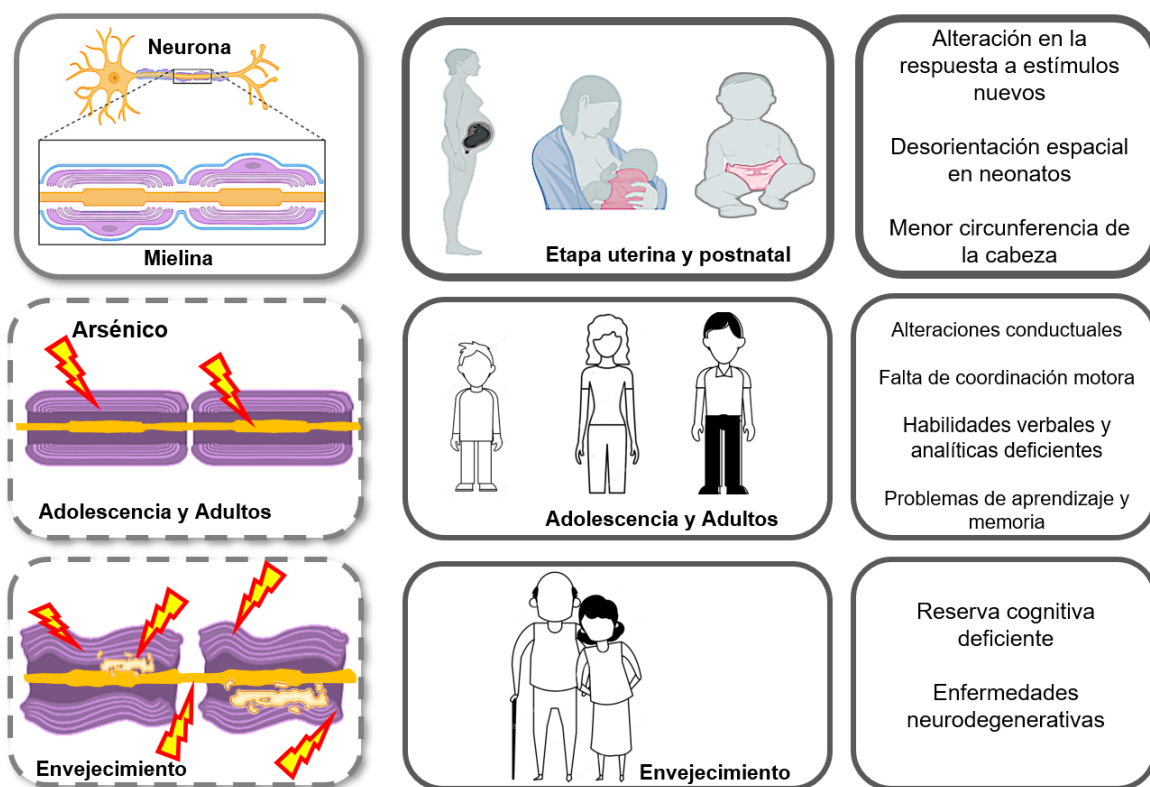


Figura 1. Condiciones neurológicas observadas a lo largo del desarrollo humano por exposición a arsénico.

no aparecen de manera inmediata, sino que se manifiestan años después de la primera exposición.

El arsénico es un metaloide que está presente en el ambiente en dos tipos de especies: orgánica e inorgánica; la inorgánica es la que está en mantos acuíferos, es decir, cuerpos de agua naturalmente contaminados que son destinados a consumo humano. Dependiendo de la edad, la concentración y la frecuencia con que se exponga al arsénico, una persona puede presentar enfermedades crónicas, desde vasculares hasta cáncer, incluyendo daños a la piel y al metabolismo, entre otros.

POBLACIÓN INFANTIL, VULNERABLE AL ARSÉNICO

El arsénico es considerado una sustancia neurotóxica debido a los efectos que, se ha observado, produce sobre la función del sistema nervioso. Por ejemplo, un grupo de investigadores reveló que la exposición durante el embarazo está ligada

al nacimiento de neonatos con menor circunferencia de la cabeza (Zhong y cols., 2019); otro grupo de trabajo confirmó que presentaban alteraciones en los patrones de orientación y de respuesta a estímulos nuevos (Wang y cols., 2018). Gail Wasserman es una científica que lleva más de 30 años investigando los efectos por contaminantes en niños y adolescentes. Los primeros estudios que realizó en niños expuestos desde la etapa uterina demostraron que el arsénico está asociado a un bajo rendimiento en pruebas cognitivas relacionadas con las operaciones matemáticas y habilidades verbales (Wasserman y cols., 2004).

Los resultados son congruentes con lo reportado en otros países, por ejemplo, en México, donde además se informa que algunas consecuencias de la exposición en edad escolar consisten en una deficiencia para almacenar recuerdos, poca comprensión verbal, así como en la resolución de problemas que potencialmente podrían interferir con una adecuada salud mental en el envejecimiento (Rosado y cols., 2007). Es decir, si la exposición al

arsénico ocurre durante los primeros cinco años de vida, cuando el cerebro del individuo está formando conexiones entre neuronas, las funciones cognitivas que permiten razonar, comprender, recordar y aprender, quedan parcialmente disfuncionales y sin construir adecuadamente la reserva cognitiva necesaria para transitar por una vejez cognitivamente saludable (ver Figura 1).

Para confirmar lo anterior, en Estados Unidos se realizó el proyecto FRONTIERS, el cual refleja la incipiente evidencia de los efectos a largo plazo por arsénico (O'Bryant y cols., 2011). Se analizaron 434 participantes entre adultos y ancianos que vivían alrededor de pozos acuíferos que contenían arsénico, si bien a una concentración por debajo del estándar aceptable en Estados Unidos (6.33 µg/L). Los resultados mostraron que el nivel de arsénico se relaciona con puntuaciones bajas en la evaluación de las habilidades de lectura, lenguaje y de memoria (Tyler y Allan, 2014).

¿CÓMO PUEDE AFECTAR EL ARSÉNICO AL CEREBRO?

El cerebro humano está conformado por millones de neuronas unidas entre sí, que permiten memorizar, aprender y sentir. Nada en esa compleja estructura parece haberse dejado al azar. Desde el embarazo, el cerebro del bebé tiene que formar las neuronas en número y localización adecuados. Los axones, que son los brazos de las neuronas, se propagan desde ellas y deben seguir el camino exacto hacia sus destinos para establecer las conexiones correctas. Las conexiones sinápticas entre neuronas se modifican como consecuencia de una actividad o experiencia previas. Así, los estímulos generados en el ambiente pueden provocar que ciertas terminales sinápticas se fortalezcan, mientras que otras se debiliten. Este proceso, denominado plasticidad neuronal, resulta esencial para el aprendizaje y la memoria. La plasticidad neuronal es fundamental en regiones cerebrales como el hipocampo y la corteza, las cuales se dañan en la enfermedad de Alzheimer.

Por otro lado, una manera de determinar si una sustancia química perjudicará a una persona es

averiguar cómo el cuerpo absorbe, usa y elimina el tóxico en animales de laboratorio. Evidencia obtenida mediante estudios realizados con roedores en concentraciones similares a las que los humanos se exponen, demuestra que el arsénico produce daño irreversible en las neuronas al aumentar de manera desmedida la producción de radicales libres, dañando la plasticidad neuronal (Garza-Lombó y cols., 2019).

En los últimos años se ha demostrado que el estrés oxidativo y los cambios estructurales son fenómenos que subyacen a procesos neurodegenerativos como la enfermedad de Alzheimer. En ella se ha encontrado daño oxidativo e inflamación en etapas tempranas de la enfermedad, lo que podría vincular las consecuencias de los radicales libres producidos por el arsénico con la etiología de esta. En la enfermedad de Alzheimer, el daño al material genético dispara el que las neuronas intenten entrar al ciclo celular para dividirse y repararlo (Gil y cols., 2020). Dada la complejidad de la neurona, que ha evolucionado para almacenar en su red de conexiones la memoria, que constituye desde la identidad del individuo hasta su manera de responder al ambiente que le rodea, estas células permanecen sin dividirse toda la vida. El hecho de que el daño celular las haga entrar en un ciclo celular anómalo conlleva la muerte neuronal y, con ello, la gradual pérdida de la memoria.

Otro proceso fundamental en la formación de conexiones neuronales es la formación de una capa de mielina alrededor de las fibras nerviosas, lo que permite incrementar la velocidad con que se comunican diferentes regiones cerebrales. La formación gradual de esta capa aislante garantiza la sincronización de la actividad cerebral en un todo armónico. A diferencia de la formación de conexiones neuronales que tiene su auge en la primera infancia, la así llamada mielinización es un proceso dinámico que continúa modificándose cuando menos hasta la tercera década de la vida. Es una amplia ventana de oportunidad de aprendizaje presente en las regiones cerebrales

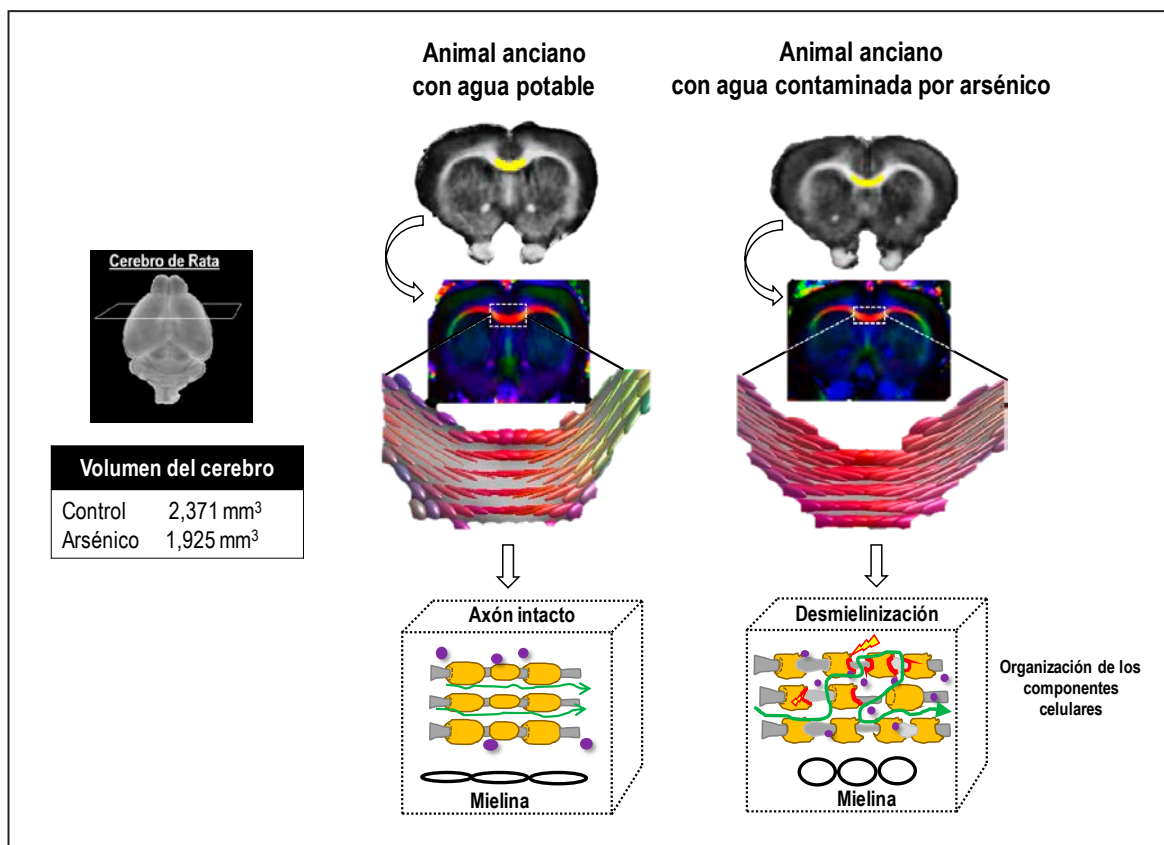


Figura 2. Tramos de fibras nerviosas del cuerpo calloso detectadas por el modelo del tensor de difusión en cerebro de rata envejecido sin contaminante (centro) y de rata expuesta de manera crónica a arsénico (derecha). El valor bajo de anisotropía genera elipses gruesas debido al espacio existente entre las fibras de mielina. La proyección de la imagen del tensor de difusión (cubos de línea punteada) proporciona un solo tensor promediado para un vóxel de imagen de fibras de mielina cruzadas, coexistentes con células infiltrantes y espacio extracelular. Daño reflejado en la disminución del volumen cerebral. Modificado de Niño y cols., 2020.

con mayor grado de evolución en el humano con respecto a los demás primates.

¿PODEMOS ANTICIPAR EL DAÑO?

Actualmente, la imagen basada en resonancia magnética es una técnica no invasiva que utiliza el modelo del tensor de difusión (DTI) para determinar la presencia de daño cerebral, el cual ha proporcionado información muy valiosa tanto en humanos como en modelos animales. Brevemente, el DTI se realiza aplicando pulsos magnéticos en las regiones del cerebro a analizar, proporcionando mediciones cuantitativas del movimiento de las moléculas de agua, esto permite describir la anatomía con una resolución espacial de 0.05 hasta 1 mm y generar un modelo tridimensional.

Cerebros expuestos a contaminantes ambientales como el manganeso, partículas de carbón y arsénico (ver Figura 2), se han visualizado por DTI para describir la evolución del daño cerebral y, en consecuencia, conocer los mecanismos de reorganización cerebral causados por desconexión o enlentecimiento de la conectividad cerebral debido a la desmielinización. Estas alteraciones están presentes desde la etapa juvenil hasta el envejecimiento. Los defectos de conectividad causados por cambios sutiles en la mielina ciertamente contribuyen a las deficiencias en el aprendizaje y memoria observados en modelos animales y poblaciones expuestas.

Los resultados obtenidos por estas investigaciones ayudan a la comunidad científica a predecir cómo los contaminantes producen efectos a futuro en la estructura cerebral, ya que los principales hallazgos realizados hasta ahora apuntan a la

existencia de efectos permanentes de la contaminación sobre las funciones cognitivas, similares a los de los pacientes que sufren Alzheimer (Chin-Chan y cols., 2015).

NUEVOS HORIZONTES EN LA PREVENCIÓN DE DAÑO POR CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

El mundo aún no ha logrado minimizar las barreras físicas y económicas que permitan el acceso de la población al agua segura. Por ello es necesario 1) mejorar el manejo integral del agua, 2) invertir en tecnologías para la remoción de contaminantes, y 3) proporcionar información confiable a la población.

Por otro lado, aun resguardándose de los efectos de contaminantes ambientales, no existe camino fácil para mantener una salud cerebral óptima. Las recomendaciones generales son realizar actividades como leer, pintar, hacer ejercicio, mantener una dieta sana que incluya mejorar los niveles de azúcar en la sangre y generar conexiones sociales y familiares sólidas.

En conclusión, lo que en niños y jóvenes expuestos se manifiesta como un déficit cognitivo, revela no solo alteraciones transitorias en la bioquímica cerebral, sino también las condiciones que puede conducir a cambios estructurales asociados a la exposición crónica a arsénico.

La combinación de daño celular y pobre comunicación neuronal sería entonces un importante factor que favorecería la neurodegeneración asociada al envejecimiento. Los últimos reportes presentados por la comunidad científica aportan puntos esclarecedores tanto sobre las hipótesis que proponen que la exposición humana a arsénico se asocia a la enfermedad de Alzheimer, como sobre los estudios en modelos animales que demuestran que el arsénico exacerba la progresión de la neurodegeneración.

R E F E R E N C I A S

Chin-Chan M, Navarro-Yepes J, Quintanilla-Vega B (2015). Environmental pollutants as risk factors for neurodegenerative disorders: Alzheimer and Parkinson diseases. *Front Cell Neurosci* 9:124.

Garza-Lombó C, Pappa A, Panayiotidis MI *et al.* (2019). Arsenic-induced neurotoxicity: a mechanistic appraisal. *J Biol Inorg Chem* 24(8):1305-1316.

Gil L, Niño SA, Chi-Ahumada E *et al.* (2020). Perinuclear Lamin A and Nucleoplasmic Lamin B2 Characterize Two Types of Hippocampal Neurons through Alzheimer's Disease Progression. *Int J Mol Sci* 21(5):1841.

Liu R, Tabuchi T, Kitamura T *et al.* (2020). Long-term observational study on 6223 survivors of arsenic poisoning due to contaminated milk powder during infancy. *Cancer Sci* 111(10):3873-80.

Niño SA, Chi-Ahumada E, Ortíz J *et al.* (2020). Demyelination associated with chronic arsenic exposure in Wistar rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 393:114955.

O'Bryant SE, Edwards M, Menon CV *et al.* (2011). Long-term low-level arsenic exposure is associated with poorer neuropsychological functioning: a project FRONTIER study. *Int J Environ Res Public Health* 8, 861-874.

Rosado JL, Ronquillo D, Kordas K *et al.* (2007). Arsenic exposure and cognitive performance in Mexican schoolchildren. *Environ Health Perspect*, 115(9), 1371-1375.

Tanaka H, Tsukuma H, Oshima A (2010). Long-Term Prospective Study of 6104 Survivors of Arsenic Poisoning During Infancy Due to Contaminated Milk Powder in 1955. *J Epidemiol* 20(6), 439-445.

Tyler CR, Allan AM (2014). Effects of Arsenic Exposure on Neurological and Cognitive Dysfunction in Human and Rodent Studies. *Curr Environ Health Rep* 1(2):132-147.

Wang B, Liu J, Liu B *et al.* (2018). Prenatal exposure to arsenic and neurobehavioral development of newborns in China. *Environ Int* 121(Pt 1):421-427.

Wasserman GA, Liu X, Parvez F *et al.* (2004). Water arsenic exposure and children's intellectual function in Araihaaz, Bangladesh. *Environ Health Perspect* 112(13):1329-33.

WHO, 2016. Arsenic Fact Sheet. Recuperado de: <http://www.who.int/es/home>.

Zhong Q, Cui Y, Wu H *et al.* (2019). Association of maternal arsenic exposure with birth size: a systematic review and meta-analysis. *Environ Toxicol Pharmacol* 69, 129-136.

Sandra A. Niño
Facultad de Medicina
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México
Centro de Gerociencias
Salud Mental y Metabolismo (GERO)
Santiago de Chile, Chile
saen08@gmail.com

María E. Jiménez-Capdeville
Facultad de Medicina
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México



© Ana Vélez.

Alta luminosidad: mejorando el Gran Colisionador de Hadrones

Lizardo **Valencia Palomo**

El conocimiento actual sobre los constituyentes básicos de la materia se encuentra plasmado en el Modelo Estándar de la Física de Partículas Elementales, pero hay muchas preguntas para las que este modelo no ofrece respuesta. Para poder responder a dichas cuestiones se construyó el Gran Colisionador de Hadrones (LHC), una maravilla del mundo moderno que cuenta con la más alta tecnología. Sin embargo, más de 15 años después del inicio de sus operaciones el LHC sufrirá una serie de mejoras que lo harán aún más impresionante.

EL MODELO ESTÁNDAR

La física de partículas se encarga del estudio de los bloques fundamentales de la materia. Hoy en día sabemos que todo lo que nos rodea está formado de átomos, los cuales están compuestos de un núcleo orbitado por electrones. El núcleo es un conjunto de protones y neutrones, que a su vez están formados de quarks.

El conocimiento actual de los componentes básicos de la materia se engloba en el Modelo Estándar de la Física de Partículas Elementales. Este marco teórico indica que la naturaleza está formada de dos tipos de partículas: los quarks y los leptones. Todas las partículas compuestas por quarks se hacen llamar hadrones; a este grupo pertenecen los protones, neutrones y otras partículas. Existen

seis tipos de quarks: u, d, s, c, b y t; listados del más ligero al más masivo.

Los electrones que se encuentran en el átomo forman parte del grupo de leptones. Otras dos partículas, el muon y el tau, muy parecidas al electrón, pero con mayor masa, también se cuentan entre los leptones. A cada una de estas tres se le asocia una partícula especial: el neutrino. Es especial porque después de más de 60 años de su descubrimiento, hoy en día no es posible decir cuál de los tres neutrinos es el más ligero y cuál el que tiene mayor masa.

El Modelo Estándar de la Física de Partículas Elementales también indica que las interacciones entre todas las anteriores partículas se llevan al cabo por medio de otras partículas llamadas bosones. Cuatro de estos tienen la particularidad de ser los portadores de las fuerzas fundamentales del universo: la electromagnética, la nuclear débil y la nuclear fuerte.

La fuerza electromagnética es bastante conocida por todos nosotros. Se hace presente en el funcionamiento de las brújulas o cuando frotamos nuestro cabello con un globo. La partícula mediadora de esta fuerza es el fotón y su rango de alcance es infinito.

Las fuerzas nucleares débil y fuerte son posiblemente desconocidas para muchos de nosotros. La primera es la responsable del decaimiento radioactivo de los núcleos, mientras que la segunda mantiene a los quarks unidos dentro de los hadrones. Ambas son imperceptibles en nuestra vida diaria porque su rango de acción es de muy corto alcance: se manifiestan únicamente a escalas subatómicas. El gluón es la partícula portadora de la fuerza fuerte, mientras que la débil tiene dos partículas mediadoras: el Z y la W.

Finalmente se tiene el bosón de Higgs. Su importancia radica en que su existencia es una manifestación del mecanismo que proporciona masa a las partículas. Su descubrimiento en 2012 ha marcado un gran triunfo del Modelo Estándar de la Física de Partículas Elementales.

PREGUNTAS SIN RESPUESTA

Sin embargo, el modelo estándar no puede responder a todas nuestras interrogantes sobre los constituyentes básicos de la materia.

Es muy probable que la primera fuerza fundamental que experimentamos en nuestra vida haya sido la fuerza de gravedad. Pues bien, esta fuerza no está incluida en el Modelo Estándar de la Física de Partículas Elementales, ya que aún no se entiende completamente su funcionamiento en el mundo subatómico.

De acuerdo con nuestros modelos sobre el origen del universo, el *Big Bang* debió haber creado iguales cantidades de materia y antimateria. Sin embargo, el Modelo Estándar de la Física de Partículas Elementales no puede explicar por qué hoy en día existe tan poca antimateria.

El modelo estándar tampoco puede explicar la gran diferencia de masa que existe entre los quarks. Tampoco ofrece respuesta a la aparente imposibilidad de encontrar quarks o gluones como partículas libres, ya que siempre están confinados en hadrones.

EL GRAN COLISIONADOR DE HADRONES

Para poder explorar las entrañas de la materia, se utilizan los aceleradores de partículas. Estas máquinas aceleran partículas y las hacen chocar unas con otras. Hoy en día, el Gran Colisionador de Hadrones (LHC por sus siglas en inglés) es el acelerador de partículas más grande y más poderoso que existe en el mundo. Este colisionador mide 27 kilómetros de circunferencia y se localiza a 100 metros bajo tierra, en la frontera entre Suiza y Francia (ver Figura 1). Su planeación, construcción y operación está a cargo de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN).

Parte del sorprendente desempeño del LHC se debe a que detrás de él existe una importante infraestructura de aceleradores. Así pues, los protones a ser colisionados en el LHC primero recorren los 80 m de un acelerador lineal. Luego son inyectados a un primer acelerador circular de 160 m de



Figura 1. El túnel del LHC. Se observa el interior de un dipolo superconductor. Imagen tomada de <https://cds.cern.ch/record/905940>. © CERN.

circunferencia. Aquí las partículas se mantienen girando a través de cuatro anillos hasta que se reúne una importante cantidad de protones. Luego estos son enviados a otro acelerador circular de 630 m de circunferencia, en donde los protones son agrupados en paquetes.

Finalmente, los protones recorren un tercer acelerador circular de 7 km de circunferencia y de ahí son transferidos al Gran Colisionador de Hadrones (ver Figura 2).

Como se observa en la Figura 2, el tamaño de los aceleradores va aumentando conforme se avanza en el recorrido. Esto se debe a que la velocidad, y por consiguiente la energía, a la que las partículas son aceleradas también incrementa.

Para manipular la trayectoria de las partículas en los aceleradores se utilizan campos magnéticos generados por imanes. En el LHC hay más de 9,500 imanes y los podemos dividir en dos grupos. Por un lado, están los dipolos que mantienen a las partículas en su órbita circular y por otro lado están aquellos que sirven para compactar el haz de partículas.

En el Gran Colisionador de Hadrones las partículas son aceleradas en ciertas secciones específicas llamadas cavidades de radio-frecuencia. En este colisionador los protones son acelerados hasta llegar prácticamente a la velocidad de la luz. Para controlar su recorrido a energías tan altas es necesario que los imanes generen campos magnéticos muy intensos. Por esta razón se requiere que los

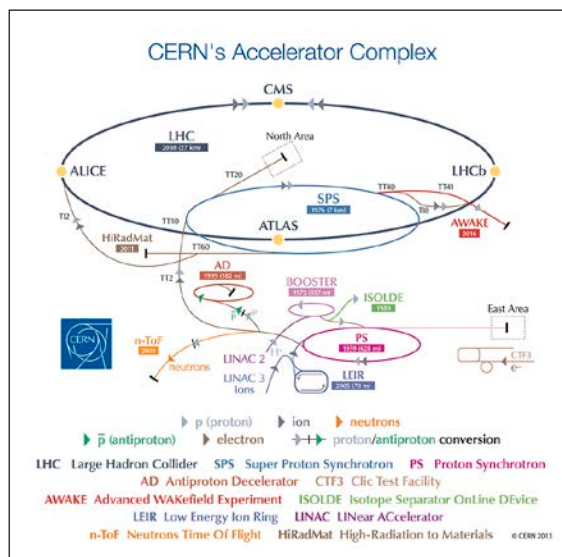


Figura 2. Infraestructura de aceleradores de partículas existentes en el CERN. Imagen adaptada de <https://stfc.ukri.org/research/particle-physics-and-particle-astronomy/large-hadron-collider/cern-accelerator-complex/>. © CERN.

dipolos estén hechos de cables superconductores, es decir, material que conduce corriente eléctrica sin resistencia. Pero para lograr esto, dichos cables deben funcionar a temperaturas muy bajas, por lo que en el LHC son enfriados a $-271\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Aun con todo esto, la probabilidad de que dos protones colisionen es muy baja. Por esta razón cada haz que circula en el colisionador está compuesto de 2,800 paquetes de protones, cada uno a su vez constituido por casi un billón de estas partículas. Pero eso no es todo, justo antes de hacer chocar estos haces, los paquetes son compactados hasta que llegan a tener una anchura menor a la mitad del grosor de un cabello humano. De esta forma se aumenta la probabilidad de que ocurra alguna colisión. En el Gran Colisionador de Hadrones se generan aproximadamente mil millones de colisiones cada segundo.

Cuando dos protones colisionan, la energía de la colisión da lugar a la creación de nuevas partículas que salen disparadas del punto de la colisión. Mientras más energética sea la colisión, se producirán más partículas y con mayor velocidad. Estas partículas son registradas en los diversos aparatos

electrónicos del experimento, lo cual se traduce en datos que los físicos tienen que analizar.

MEJORANDO EL GRAN COLISIONADOR DE HADRONES

La energía de las colisiones no es lo único importante en un acelerador de partículas. Otro parámetro relevante es el número de partículas que colisionan, ya que al incrementar este número aumentan las probabilidades de observar fenómenos nuevos en las colisiones. En la física experimental de partículas a esto se le conoce como luminosidad.

A partir de 2027 y hasta el final de sus días (2037-2040) el LHC se convertirá en el Gran Colisionador de Hadrones de Alta Luminosidad (HL-LHC, por sus siglas en inglés). El objetivo es que el colisionador tenga una luminosidad hasta 6 veces mayor a la que tiene actualmente. Esto permitirá generar una mayor cantidad de colisiones y por consiguiente una mayor cantidad de datos.

Para lograr este aumento de luminosidad se siguen tres métodos complementarios: incrementar el número de protones en cada paquete, compactar aún más los paquetes y hacerlos colisionar de manera más frontal. Esto a su vez requiere de la instalación de nuevos equipos en el LHC:

- **Cadena de pre-inyección más eficiente.** Gran cantidad de protones se pierden en el trayecto para llegar al Gran Colisionador de Hadrones. Para evitar esto es menester realizar mejoras en la cadena de pre-aceleradores: se ha construido un nuevo acelerador lineal y se harán reparaciones en los demás aceleradores circulares.
- **Imanes más poderosos.** Se instalarán imanes superconductores más poderosos para compactar aún más los paquetes de partículas: menos de la mitad del grosor de los paquetes que circulan ahora en el Gran Colisionador de Hadrones. El compuesto superconductor de estos imanes permitirá alcanzar campos magnéticos 50 % más intensos que su predecesor.
- **Mejores cables superconductores.** Hechos de un nuevo material superconductor, funcionarán a

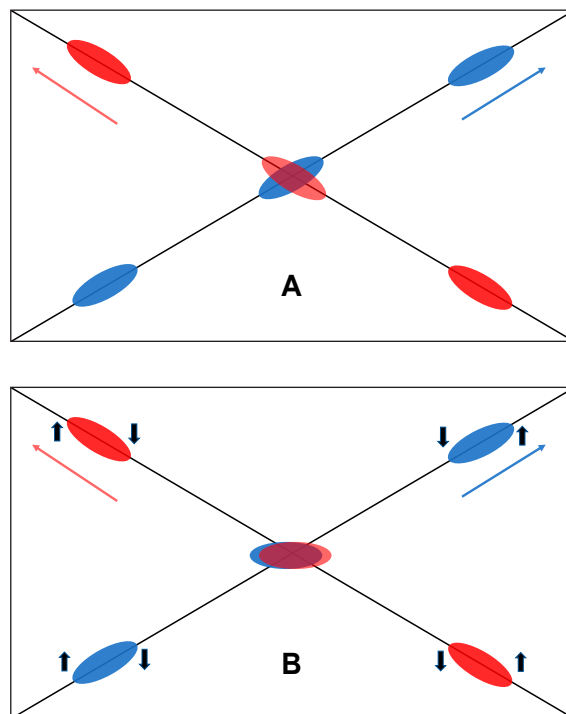


Figura 3. A) Colisión de los paquetes de partículas en el Gran Colisionador de Hadrones. B) Efecto de las nuevas cavidades de radio-frecuencia en la fase de Alta Luminosidad.

una temperatura más alta que los imanes y permitirán que a través de ellos circule una mayor intensidad de corriente eléctrica.

- **Nuevas cavidades de radio-frecuencia.** Contrario a lo que se pueda imaginar, en los aceleradores de partículas los paquetes de estas no colisionan de frente. Existe una cierta inclinación entre ellos, de tal forma que al cruzarse solo una pequeña área de los paquetes colisiona. Estas nuevas cavidades impartirán un pequeño giro a los paquetes justo antes de cruzarse. De esta forma el área de traslape será mayor, lo que se traduce en una mayor cantidad de partículas que colisionan (Figura 3).
- **Más colimadores.** Más protones por paquete implica que el haz tendrá una mayor energía, haciéndolo potencialmente más peligroso en el supuesto caso de un accidente. Por consiguiente, es importante reforzar la protección del Gran Colisionador de Hadrones. Esto se logra con más colimadores, los cuales absorben los protones que se separan de la trayectoria del haz y que pudieran dañar la máquina.



© Ana Vélez.



© Ana Vélez.

El incremento de la luminosidad traerá algunos retos consigo. Para el caso de los experimentos, el número de colisiones cada vez que los paquetes de partículas se crucen, podría llegar hasta 200. Esto implica que los detectores deben mejorar su funcionamiento para separar cada una de estas colisiones, así como hacer el seguimiento de las partículas que se crean. Esto a su vez generará más y más datos que habrá que procesar, almacenar y analizar. Se espera que con el Gran Colisionador de Hadrones de Alta Luminosidad se produzcan hasta 500 millones de gigabytes de datos al año.

UN FUTURO BRILLANTE

En los poco más de 10 años de funcionamiento del Gran Colisionador de Hadrones, se han producido alrededor de 5 % de la totalidad de datos que se espera que produzca durante sus casi 30 años de vida útil. En el siguiente lustro, el Gran Colisionador de Hadrones generará otro 5 % adicional. En el 2027, cuando inicie operaciones el Gran

Colisionador de Hadrones de Alta Luminosidad, y por un período aproximado de 10 años, se producirá el 90 % restante de los datos esperados. Es a partir del 2027 que, en su modalidad de Alta Luminosidad, se convertirá en un monstruo colisionando partículas y generando datos.

Así pues, aún nos encontramos en los albores de esta aventura por alcanzar los confines de la materia, pero sin lugar a dudas el porvenir es alentador. Nos espera un futuro con mucha luz.

B I B L I O G R A F Í A

Evans L (2018). *The Large Hadron Collider: a marvel of technology*. Suiza: EPFL Press.

Brüning O and Rossi L (2015). *The high luminosity Large Hadron Collider: the new machine for illuminating the mysteries of universe*, Singapur: World Scientific Publishing Company.

Lizardo Valencia Palomo
Universidad de Sonora
lizardo.valencia@unison.mx



© Ana Vélez.

Los muérdagos y el “misterio de misterios” de Darwin

Juan Francisco **Ornelas**

En 1836, el astrónomo y matemático inglés John Herschel le escribió a Charles Lyell elogiando su libro Principios de Geología y su valor en declarar que “[...] el misterio de misterios, ...es el reemplazo de especies extintas por otras”. Herschel después afirmó:

El Creador [...] opera a través de una serie de causas intermedias y, en consecuencia, el origen de especies nuevas podría siempre venir bajo nuestro conocimiento, se encontraría ser natural en contradicción a un proceso milagroso.

Esta parte innovadora de la carta de Herschel se hizo pública y trajo alivio a la comunidad científica inglesa. Darwin leyó el Discurso Preliminar de Herschel cuando era estudiante en Cambridge, y como escribió en su Autobiografía, instaló en él “un ardiente celo para sumar aun la contribución más humilde a la noble estructura de las ciencias naturales” y luego desarrollar su teoría sobre el origen de las especies.

La asesoría de Herschel incluyó el escribir un bosquejo de la teoría en una serie de etapas:

[...] primero dando por establecido hechos sobre la naturaleza, seguido por una analogía o extrapolación en teoría, y luego terminando con las razones de por qué

él pensó que su visión era correcta o al menos una hipótesis que valía la pena considerar.

Después de reunirse con Herschel en 1836, casi treinta años después, Darwin escribe en su primer párrafo del *Origen de las Especies* que espera “[...] lanzar un poco de luz sobre el misterio de misterios, como había sido llamado por uno de los grandes filósofos”. Y sobre sus observaciones en Suramérica:

Cuando estaba a bordo del H.M.S. “Beagle”, como naturalista, me impresionaron mucho ciertos hechos en la distribución de los habitantes de América del Sur y en las relaciones geológicas del presente con los habitantes del pasado de ese continente. Estos hechos me parecieron arrojar algo de luz sobre el origen de las especies, ese misterio de misterios, como lo ha llamado uno de nuestros más grandes filósofos. (Darwin, 1859)

Citando la carta que Herschel había escrito 30 años antes. En el capítulo 3 de la lucha por la subsistencia en *El origen de las especies* Darwin da cuenta de las coadaptaciones de los pájaros carpintero y de los muérdagos sin indicar cualquier relación entre ellos. Luego escribe cómo los muérdagos no necesariamente luchan con los árboles donde crecen por subsistir y hace una observación ecológica:

Pero varias plántulas de muérdagos, creciendo juntas en la misma rama, puede decirse que luchan más entre ellas para subsistir. Como los muérdagos son diseminados por las aves, su existencia depende de ellas, y metafóricamente luchan con otras plantas con frutos, en tentar a las aves para devorar y por ello dispersar sus semillas.

Cien años después de la publicación de *El origen de las especies* de Darwin nació –una trivía irrelevante, pero un buen pretexto para escribir este ensayo ya que 40 años después, viendo crecer a mis hijas, inicié un viaje interminable en compañía



Figura 1. Escena familiar idealizada. Ilustra un momento durante la infancia de mis hijas que pensaban que Frida Kahlo y Charles Darwin eran sus tíos. Ilustración: Ana Belén Ornelas Peresbarbosa.

de mis estudiantes para conocer y entender la biología de los muérdagos. En ese entonces, mis hijas me escuchaban en casa hablar con mucha pasión sobre mi trabajo de investigación, del arte y de la teoría de la evolución, tanto de la obra de Frida Kahlo como la de Darwin –tanto daño les habré hecho que por mucho tiempo pensaron que Frida y Darwin eran sus tíos (Figura 1).

MUÉRDAGOS

Una planta parásita es aquella que deriva algunos o todos sus nutrientes de otra planta viva. El parasitismo en plantas ha evolucionado 12 veces de manera independiente, y se estima que el 1 % de las plantas con flores son parásitas; 4,750 especies en 292 géneros (Westwood y cols., 2010). Las plantas parásitas varían en sus historias de vida, tamaño, anatomía, fisiología y dependencia nutricional al hospedero. Por ejemplo, para derivar nutrientes de sus hospederos, algunas lo hacen indirectamente por medio de micorrizas y otras directamente a través de raíces modificadas. Los *muérdagos* son plantas parásitas que requieren de un árbol hospedero para completar su ciclo de vida (parásito obligado). Todos los muérdagos están en cinco familias del orden Santalales (87 géneros, 1,670 especies), donde el parasitismo evolucionó varias veces de manera independiente (Nickrent, 2011). Por lo tanto, la palabra *muérdago* es un nombre genérico usado

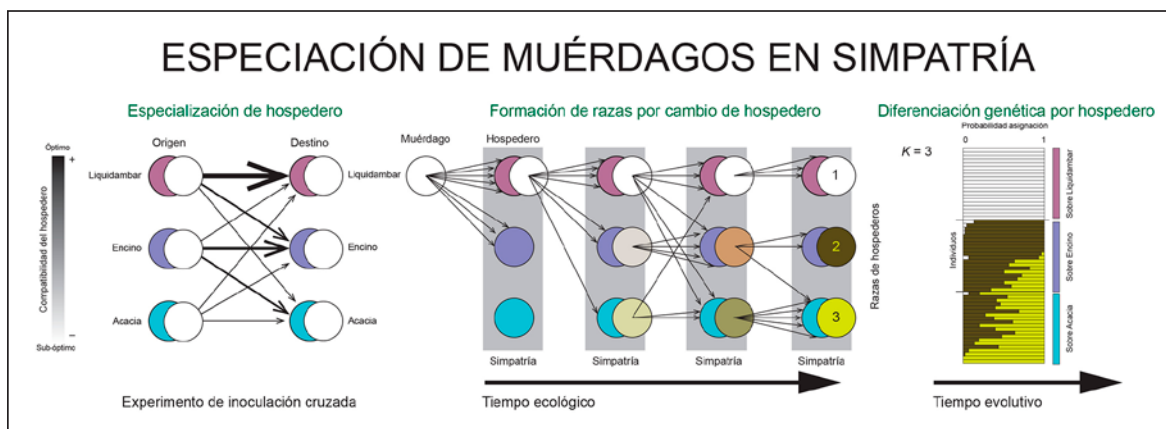


Figura 2. Diagrama de un experimento de inoculación cruzada en un gradiente de especificidad con sus hospederos ilustrando cómo podría ocurrir la diferenciación genética entre muérdagos de la misma especie creciendo entre especies de hospederos diferentes, lo cual termina en la formación de razas de hospederos (grupos de muérdagos divergentes creciendo entre especies de hospederos diferentes)

para referirse a un grupo funcional de plantas con la misma forma de crecimiento. La mayoría de las especies de muérdagos se encuentra en la familia Loranthaceae (76 géneros, 1,044 especies; Nickrent, 2011); las especies de tres géneros se adhieren a los árboles por las raíces (parásitas de raíz) y el resto a los tallos (parásitas de tallo) para sustraer agua y nutrientes a través de una raíz modificada. Aunque pueden realizar fotosíntesis (hemiparásitas), en algunas especies el parasitismo es completo, ya que hay ausencia de fotosíntesis (holoparásitas).

DISPERSIÓN Y ESPECIFICIDAD CON HOSPEDEROS

El género *Psittacanthus* (Loranthaceae), el más rico en especies en el continente americano (más de 120 especies), está distribuido desde el norte de México hasta Brasil (Kuijt, 2009). Estos muérdagos se distinguen por sus flores largas de colores cercanos al rojo, polinizadas generalmente por colibríes, y por sus frutos ricos en lípidos, cuya semilla es dispersada por aves frugívoras (Ornelas, 2019). Dado que la dispersión de sus semillas es mediada por aves, su rango de distribución está relacionado con la conducta de forrajeo de las aves y con la disponibilidad y susceptibilidad de árboles hospederos. Por ello, los patrones de distribución espacial de *Psittacanthus* son una consecuencia del comportamiento de los dispersores de semillas. Las aves consumen el fruto entero o solo el exocarpio exterior (donde se

encuentran los lípidos y otros nutrientes), e ingieren la semilla con restos de viscina (sustancia pegajosa que envuelve a la semilla). Una vez que el ave ha removido e ingerido el exocarpio, se regurgita la semilla con restos de viscina y la deja caer o la frota con el pico sobre la rama donde está percheda para deshacerse de la semilla, lo que permite adherirse a la rama del hospedero. Si se ingiere, transita por el tracto digestivo para luego caer como excreta potencialmente en una rama adecuada. Aunque germinan fácilmente en casi todas las situaciones, las semillas deben liberarse del exocarpio y las aves depositarlas en ramas delgadas de rápido crecimiento de árboles hospederos susceptibles para que su establecimiento sea más exitoso. Asimismo, la susceptibilidad a la infección puede variar entre árboles hospederos y, por lo tanto, mayor especificidad en ciertos árboles, lo que podría cambiar el flujo genético entre muérdagos, adaptación del muérdago al hospedero local y la eventual formación de razas de muérdago por hospedero (Norton y Carpenter, 1998; Figura 2).

El otro componente de la eficacia de la dispersión de semillas, es su capacidad para germinar después del paso por el tracto digestivo de las aves. Hasta donde se ha estudiado, los efectos del paso por el tracto digestivo parecen ser positivos. En experimentos de inoculación cruzada (Figura 2), hemos analizado los efectos de la procedencia de

la semilla del muérdago (hospedero donde crece la planta madre), el tránsito intestinal (ave que regurgita o defeca la semilla) y el destino de la semilla (hospedero donde se deposita la semilla) en la germinación de la semilla y en el establecimiento y supervivencia de la plántula (Ramírez y Ornelas, 2012). Encontramos que las semillas germinan más en la especie de hospedero con mayor prevalencia a nivel local, cuando son consumidas y retenidas menos tiempo en el tracto digestivo, y cuando son depositadas en ramas de la misma especie hospedera de donde provenían las semillas. Estos resultados apoyan la hipótesis de que la formación de razas de muérdagos a nivel local depende de la especificidad y susceptibilidad del hospedero con mayor prevalencia (Figura 2).

Después de adherirse a una rama, las semillas germinan y empieza la conexión y penetración de la corteza a través del haustorio, una raíz modificada de tejido conductivo especializada en su mayor parte de parénquima, con la cual sustraen agua y nutrientes. Aunque realizan fotosíntesis, las alteraciones anatómicas y las modificaciones de los tejidos del haustorio permiten el tránsito de agua hacia el muérdago y posiblemente el intercambio de señales moleculares y sustancias como hormonas que, dependiendo de su concentración, modifican los elementos del tamiz y tejidos vasculares del hospedero y del muérdago en el haustorio. En un mes, aproximadamente, las plántulas con una o dos hojas ya están adheridas al tronco y se establecen definitivamente logrando su madurez sexual en uno o dos años. Las condiciones ambientales que el hospedero ofrece y su calidad representan el ambiente al que las plántulas se enfrentan a nivel local, por lo que los muérdagos se establecen y sobreviven en hospederos más frecuentes y de mayor compatibilidad por la estructura de su madera, y por el ambiente y recursos que ofrecen (Ornelas y Ramírez-Barahona, 2020).

Aunque la interacción muérdago-hospedero se ha estudiado desde diversas perspectivas, el grado de dependencia y el rango de hospederos

(número de especies infectadas por una de muérdago) varían geográficamente entre especies de *Psittacanthus*. Por ejemplo, las especies cercanamente emparentadas *P. schiedeana* y *P. calyculatus* son generalistas, infectan más de 20 especies de hospederos a lo largo de su distribución, aunque localmente la prevalencia e infección son mayores en una o dos especies de hospederos. En otras especies la especificidad es mayor, parasitando especies de una familia o de un género. Por ejemplo, *P. mayanus* parasita leguminosas, *P. auriculatus* ocurre en *Acacia*, *P. angustifolius* en *Pinus*, *P. ramiflorus* en *Quercus*, y *P. sonora*, *P. palmeri* y *P. rhynchanthus* en *Bursera* (Kuijt, 2009). Aunque en México la distribución de algunas especies se traslapa, en general su distribución geográfica es disyunta y hay poco traslape en el uso de hospederos (Ornelas, 2019).

MODELOS DE ESPECIACIÓN

La especificidad de hospedero ha sido sugerida en *Psittacanthus* utilizando experimentos de dispersión e inoculación cruzada (Figura 2), pero en otros grupos de muérdagos se ha documentado diferenciación genética entre muérdagos de la misma especie creciendo entre especies de hospederos diferentes, lo cual sugiere la existencia de razas de hospederos. Sin embargo, en los casos estudiados las distintas razas de hospederos estaban geográficamente aisladas. Aunque se piensa que la especiación vía formación de razas es el resultado de la especialización de los muérdagos a sus hospederos (Norton y Carpenter, 1998), hay otros factores que podrían explicar la estructuración genética observada, como la distribución geográfica de los hospederos, particularmente cuando las razas de hospederos están distribuidas alopatricamente. Si una especie de muérdago utiliza dos o más especies de hospederos, el *pool* genético de esa especie de muérdago puede empezar a diferenciarse en “razas de hospederos”, las que eventualmente podrían divergir en especies diferentes (Ornelas, 2019). Este escenario tiene que ver con el “misterio de misterios” de Darwin:

[...] estas formas aún pueden ser solamente [...] variedades; pero tenemos que suponer que las etapas de modificación deben ser más numerosas o mayores en cantidad, para convertir estas formas en especies [...] por ello las especies son multiplicadas [...] (Darwin, 1859, p. 120).

Para abordar la pregunta de cómo las especies nuevas se originan a partir de especies existentes, podemos recurrir al patrón observado por Darwin en el que especies cercanamente emparentadas de plantas, en algunos casos de linajes altamente especiosos, frecuentemente difieren en rasgos florales asociados a la atracción y recompensa de sus polinizadores en situaciones de simpatria, es decir, cuando las poblaciones no están geográficamente aisladas. El problema aquí es, ¿cómo las poblaciones que viven en la misma área, e intercambiando genes divergen entre sí? La especiación por simpatria (modo de especiación que ocurre en el mismo lugar y por aislamiento reproductivo) es una idea muy controvertida y muchos biólogos piensan que probarla es extremadamente difícil. Sin embargo, hay algunos ejemplos convincentes en que las poblaciones en diferentes hábitats están sujetas a patrones contrastantes de selección natural (selección divergente) y superan el flujo de genes para divergir en diferentes especies. Esto podría ocurrir si los muérdagos se adaptaran a vivir en diferentes hospederos dentro de la misma región geográfica (Figura 2). La especiación simpátrica para muérdagos no es fácil de visualizar cuando la especie es generalista en sus interacciones con los hospederos, polinizadores y dispersores. Sin embargo, el modelo de especiación de muérdagos por formación de razas de hospederos podría ser favorecido cuando hay apareamiento selectivo entre plantas que parasitan el mismo hospedero en una región dada a partir de un patrón selectivo en el movimiento de polen. Este escenario sería factible si las conductas de forrajeo de los polinizadores se modifican incrementando el tamaño de las recompensas (volumen de néctar), mismas que serían reforzadas por el aprendizaje de los polinizadores de la divergencia de ese rasgo (Ornelas, 2019).

Seguidos de la divergencia inicial de rasgos asociados a la polinización, los movimientos de las semillas por los dispersores que generan reinfecciones del hospedero, pueden contribuir a la especiación a través de selección en contra de fenotipos intermedios en simpatria; los movimientos y preferencias de perchas de los dispersores podrían generar patrones de infección y reinfección de hospederos más compatibles. Por ello, las diferencias en la utilización local de hospederos y los posibles efectos indirectos de las interacciones con sus vectores pueden promover condiciones ecológicas para formar especies nuevas en simpatria por formación de “razas” de hospederos (Figura 2). Aunque es posible que la variación en rasgos de los muérdagos promueva diferencias en la dispersión de semillas entre hospederos mediada por vectores, y esto promover el aislamiento reproductivo, la formación de razas de hospederos es poco probable en especies de *Psittacanthus* con una amplia distribución geográfica y generalistas en sus interacciones (rango amplio de especies de hospederos, polinizadores y dispersores de semillas).

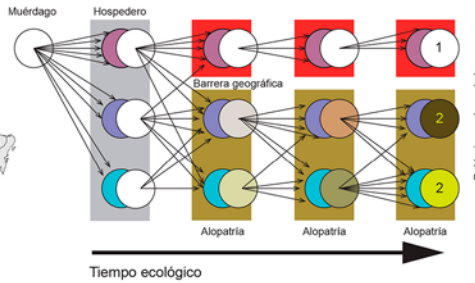
El mayor debate entre biólogos de la especiación es el contexto geográfico en el cual ocurre. Ernst Mayr defendió su visión de que la especiación es más probable cuando poblaciones se aíslan geográficamente entre ellas, de tal forma que la evolución dentro de las poblaciones aisladas lleva hacia la acumulación de diferencias, el desenlace eventualmente será la especiación: “La [...] evolución de los mecanismos de aislamiento como subproducto de la divergencia genética constante es inevitable” (Mayr, 1963, p. 581). Estos cambios pueden ocurrir por selección natural o por azar (deriva génica), y en ambos casos resulta en aislamiento reproductivo. Esta visión de especiación de poblaciones geográficamente aisladas (especiación alopatrica), ha jugado un papel central en la evolución de la biodiversidad y se ha mantenido entre los biólogos de la especiación como el modo de especiación más importante. La especiación alopatrica en muérdagos puede resultar por la reducción en el flujo de genes

ESPECIACIÓN DE MUÉRDAGOS EN ALOPATRÍA

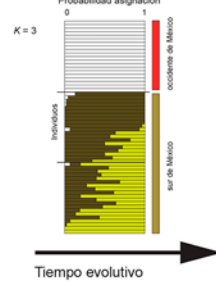
Distribución disyunta en dos regiones geográficas



Fragmentación de poblaciones por barrera geográfica



Diferenciación genética por aislamiento

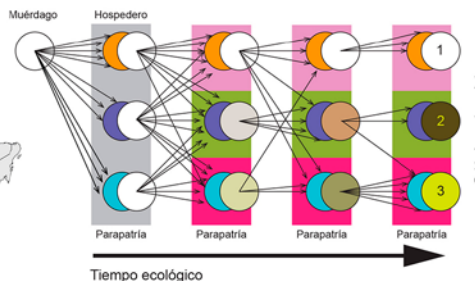


ESPECIACIÓN DE MUÉRDAGOS EN PARAPATRÍA

Distribución en gradiente ambiental



Selección divergente por ambiente



Diferenciación genética por ambiente

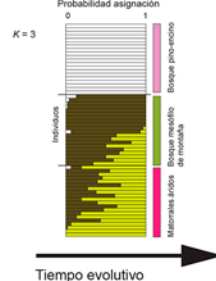


Figura 3. Especiación por alopatria y parapatría en muérdagos. El diagrama muestra cómo podría ocurrir la diferenciación genética entre poblaciones de muérdagos de la misma especie aisladas por una barrera geográfica (alopatria) o cuando una especie de muérdago interactúa con diferentes especies de hospederos, polinizadores y/o dispersores de sus semillas a lo largo de su rango de distribución, pero en poblaciones parapátricas interactúa con una especie diferente de hospedero y/o un gremio diferente de polinizadores o dispersores de tal forma que se reduce el flujo genético con poblaciones en el resto de su distribución geográfica (parapatría). Si el flujo genético cesa entre las poblaciones, divergiendo así en especies separadas debido a los cambios adaptativos que ocurrieron a través de la selección natural, el proceso por el cual las barreras al flujo de genes evolucionan entre poblaciones como resultado de una selección divergente entre ambientes basada en la ecología. Este proceso se conoce como *especiación ecológica*, donde pares de poblaciones ecológicamente divergentes deberían exhibir un mayor aislamiento reproductivo que pares de poblaciones ecológicamente similares, los rasgos involucrados en la adaptación divergente causará aislamiento reproductivo, y los niveles de flujo genético disminuirán a medida que aumenten las diferencias ecológicas entre las poblaciones. Fotos: Eduardo Ruiz Sánchez y Etelvina Gándara.

entre poblaciones aisladas, adaptación ecológica a diferentes condiciones ambientales (hábitats diferentes) y por la selección divergente generada en cada población por sus interacciones con especies diferentes de hospederos, polinizadores o dispersores diferentes entre poblaciones alopátricas (Figura 3).

Otro escenario de especiación frente al flujo de genes es la "especiación parapátrica". Este modo de especiación se refiere a poblaciones que están situadas en proximidad geográfica, generalmente con rangos contiguos, pero no superpuestos. Aquí, una pequeña proporción de cada población está en contacto real entre sí y, por lo tanto, se considera en simpatria, mientras que la mayoría de los

individuos residen separados por lo que los encuentros entre ellos son infrecuentes (Figura 3). La divergencia parapátrica podría ocurrir cuando una especie de muérdago interactúa con diferentes especies de hospederos, polinizadores y/o dispersores a lo largo de su rango de distribución, pero en poblaciones parapátricas interactúa con una especie diferente de hospedero y/o un gremio diferente de polinizadores o dispersores de su rango de distribución. Tales patrones de interacción pueden generar adaptación local a hospederos en las áreas de traslape, y la especiación entre poblaciones dependerá de la fuerza de la selección *versus* los niveles de flujo genético en fronteras de parapatría.

Para todos los modos de especiación hay que pensar en la selección natural como el mecanismo

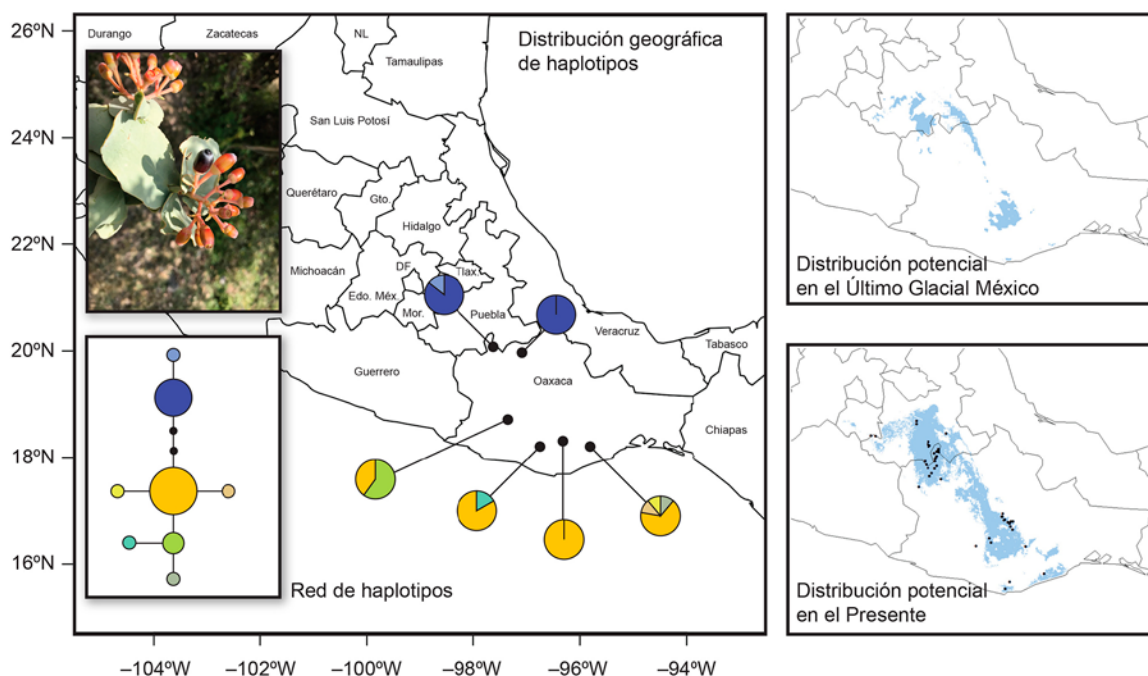


Figura 4. Distribución de la variación genética de poblaciones de *Psittacanthus auriculatus* y fragmentación de su rango de distribución durante el Último Glacial Máximo (hace 20,000 años; modificado de Ornelas y cols., 2018). Foto: Juan Francisco Ornelas.

central de cambio evolutivo dentro de las especies. Por lo tanto, la selección natural juega un papel importante en la generación de diversidad genética y fenotípica observada en la naturaleza y es responsable de la formación de nuevas especies (especiación). Sin embargo, en los últimos años se ha cuestionado si la diversidad fenotípica y la de especies surgen a través de los mismos procesos propuestos por Darwin. Por ejemplo, se ha cuestionado si poblaciones que viven en diferentes contextos ecológicos (hábitats desérticos *versus* bosques) sufren cambios evolutivos divergentes y adaptativos a través de la selección natural divergente, o si la adaptación a diferentes entornos puede causar diferencias entre las poblaciones en la forma en que los individuos se reconocen, de tal forma que los de diferentes poblaciones eviten el apareamiento entre sí, o que los híbridos exhiban una aptitud reducida si se produce el apareamiento.

Así, las poblaciones cesan el intercambio de genes, divergiendo en especies separadas por los cambios adaptativos ocurridos a través de la selección natural. Esta es una descripción simple de la "hipótesis ecológica de la especiación". Específicamente, la especiación ecológica se define como

el proceso por el cual las barreras al flujo de genes evolucionan entre poblaciones como resultado de una selección divergente entre ambientes. Bajo este proceso, las poblaciones ecológicamente divergentes deberían exhibir mayor aislamiento reproductivo que poblaciones ecológicamente similares, los rasgos involucrados en la adaptación divergente causarían aislamiento reproductivo, y el flujo genético disminuirá a medida que aumenten las diferencias ecológicas entre las poblaciones (Rundle y Nosil, 2005).

Dada su distribución actual en México, la formación de especies en *Psittacanthus* parece haber sido por alopatría. Mediante el análisis de secuencias de ADN y modelación de nicho ecológico hemos examinado la filogeografía de varias especies de *Psittacanthus* en México. Específicamente exploramos los efectos de factores históricos, climáticos y ecológicos sobre la distribución de la variación genética en la geografía. Pensamos que la diversidad y estructuración geográfica de la variación genética estaría relacionada con los cambios en su distribución geográfica creados por los movimientos

de expansión/contracción, fragmentación y colonización de las especies de hospederos durante o en tiempos que precedieron las glaciaciones del Pleistoceno. En especies de amplia distribución observamos que la diferenciación genética entre poblaciones aisladas geográficamente ocurrió durante el Pleistoceno. Por ejemplo, las poblaciones de *P. rhynchanthus* de la península de Yucatán y las poblaciones en las vertientes del Golfo de México y el Pacífico divergieron hace un millón de años, mientras que las poblaciones continentales y las de la península de Baja California de *P. sonorae* divergieron durante el Último Glacial Máximo, hace cerca de 20,000 años.

En otros casos, la diferenciación genética es menor, pero aparentemente vinculada a la fragmentación o contracción de hábitats durante los ciclos glaciares del Pleistoceno (Figura 4) y, en algunos casos, a la invasión de nuevos ambientes (Ornelas y cols., 2016). Aunque cientos de secuencias fueron analizadas, no tienen la resolución que los genomas tendrían para entender el papel de factores bióticos sobre la estructuración geográfica de la variación genética. Por ello incursionamos en la era genómica, para entender el proceso de especiación como un continuo que refleje de una manera más realista la dinámica del proceso de la especiación, usando una aproximación filogeográfica, identificando regiones del genoma que promueven la divergencia de los linajes, entendiendo si el modo de especiación ha ocurrido con flujo genético y para saber si la diferenciación de las regiones genómicas está ligada a los rasgos que median sus interacciones. A raíz de la revolución genómica, el estudio de la especiación está en su infancia, donde apenas aprendemos cómo la selección genómica localizada puede causar heterogeneidad en paisajes de introgresión e hibridación por flujo genético. Particularmente, los recursos genómicos en desarrollo nos facilitarán el entendimiento molecular del parasitismo de plantas que conduzcan a la identificación de genes vitales en su desarrollo, parasitismo, y de la transición morfológica y fenológica de los haustorios en

la especialización y cambios de hospederos. Para ello, describiremos la variación genómica entre individuos de varias especies de *Psittacanthus* creciendo en distintos hospederos y compararemos dicha variación genómica con énfasis en los genes candidatos asociados a la formación del haustorio, y a las respuestas adaptativas de estos muérdagos a cambios entre ambientes contrastantes y cambios de hospedero. ¿Será que este camino nos ayude a desenredar el “misterio de misterios”?

REFERENCIAS

- Darwin C (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London, UK: John Murray.
- Kuijt J (2009). Monograph of *Psittacanthus* (Loranthaceae). *Syst Bot Monogr* 86:1-361.
- Mayr E (1963). *Animal species and evolution*. Harvard, MA: Harvard University Press.
- Nickrent DL (2011). *Santalales (including mistletoes)*. In: Encyclopedia of Life Sciences (ELS). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Norton DA and Carpenter MA (1998). Mistletoes as parasites: host specificity and speciation. *Trends Ecol & Evol* 13:101-105.
- Ornelas JF (2019). Los muérdagos *Psittacanthus* en México: ecología, evolución, manejo y conservación. *Biodiversitas* 146:12-16.
- Ornelas JF y Ramírez-Barahona S (2020). Transmisión y especificidad de muérdagos. Portal Comunicación Veracruzana. Recuperado de: <https://elportal.mx/?p=125970>.
- Ornelas JF, Licona-Vera Y and Vásquez-Aguilar AA (2018). Genetic differentiation and fragmentation in response to climate change of the narrow endemic *Psittacanthus auriculatus*. *Trop Conserv Sci* 11:1-15.
- Ornelas JF, Gándara E, Vásquez-Aguilar AA, Ramírez-Barahona S, Ortiz-Rodríguez AE, González C, Mejía Saules MT and Ruiz-Sanchez E (2016). A mistletoe tale: postglacial invasion of *Psittacanthus schiedeana* (Loranthaceae) to Mesoamerican cloud forests revealed by molecular data and species distribution modeling. *BMC Evol Biol* 16:78.
- Ramírez MM and Ornelas JF (2012). Cross-infection experiments of *Psittacanthus schiedeana* (Loranthaceae): effects of host provenance, gut passage and host fate on mistletoe seedling survival. *Plant Disease* 96:780-787.
- Rundle HD and Nosil P (2005). Ecological speciation. *Ecol Lett* 8:336-352.
- Westwood JH, Yoder JI, Timko MP and de Pamphilis CW (2010). The evolution of parasitism in plants. *Trends Plant Sci* 15:227-235.

Juan Francisco Ornelas
Departamento de Biología Evolutiva
Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)
francisco.ornelas@inecol.mx

La transición entre dos reinos: el hogar del zacatuche

Luis José **Aguirre López**
Perla Carolina **Espiritu Guerrero**
Tania **Escalante**

El centro de México está atravesado por una unidad geográfica montañosa que ha sido denominada por los geólogos como Faja Volcánica Transmexicana (FVT, Figura 1a). La FVT incluye altitudes desde los 1,500 metros sobre el nivel del mar, con picos que superan los 5,000 metros, lo que produce islas de bosques de pino y encino separadas por matorrales de climas cálidos. Además, se considera a esta cadena de cordilleras como un área muy heterogénea y compleja, y está catalogada como centro de diversificación y endemismos, dada su naturaleza transicional entre las regiones Neártica y Neotropical. Sin embargo, los bosques de pino y encino también son los preferidos para establecer asentamientos humanos y los cultivos más importantes, por eso es uno de los más transformados y menos conservados (Challenger, 2003). Más de la mitad de la población de México vive en la FVT, donde la presencia de grandes núcleos urbanos, como la Ciudad de México, genera un enorme reto para la conservación biológica.

A pesar de su importancia, la biodiversidad de la FVT está en peligro. El 85 % de sus plantas y animales endémicos han tenido cambios en sus áreas de distribución geográfica por la modificación antropogénica de la vegetación (por ejemplo, por deforestación, urbanización,

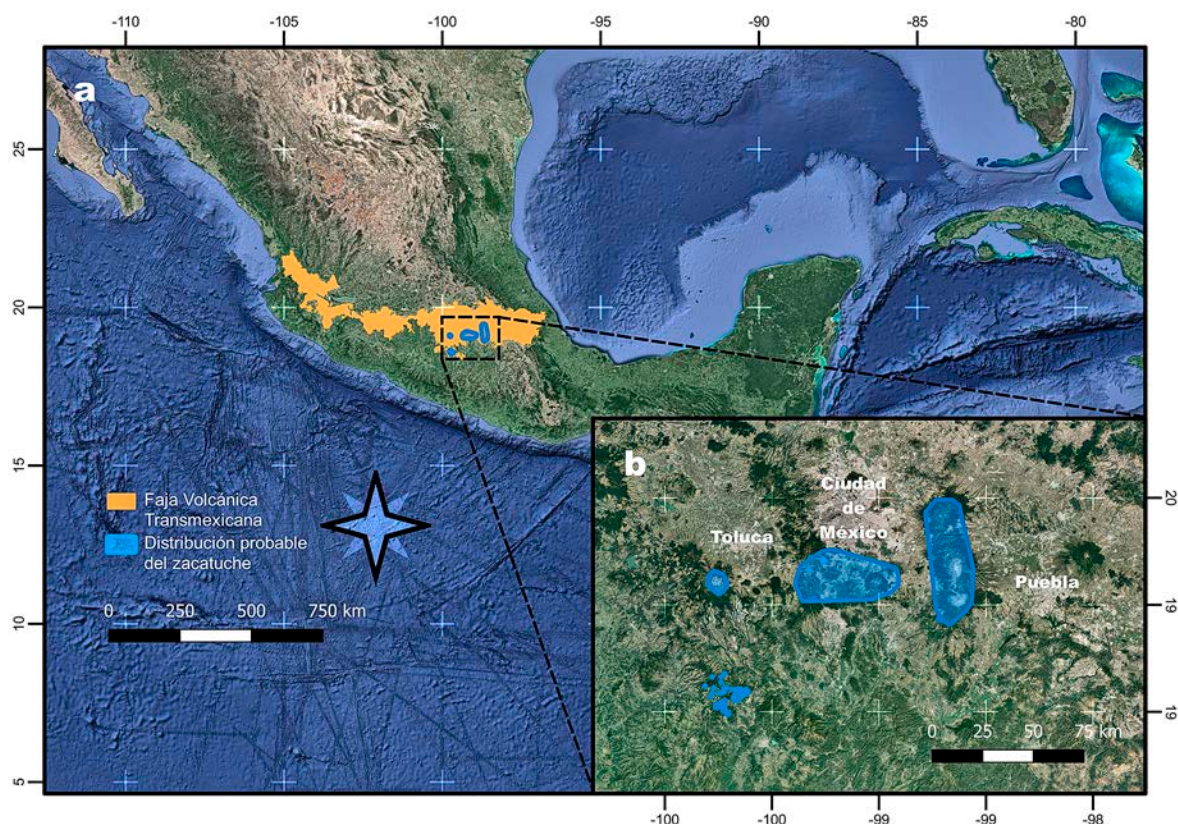


Figura 1. (a) La Faja Volcánica Transmexicana y su ubicación en México; (b) Distribución probable del zacatuche estimada por Aguirre-López y Escalante (2021). <http://www.revistas-conacyt.unam.mx/therya/index.php/THERYA/article/view/1088>.

entre otros). De esas especies, el 65 % perdió más de la mitad de su distribución original y el 10 % la perdió por completo. La pérdida de área de distribución es siempre un aspecto negativo, pero cuando la especie tiene una distribución muy restringida y exclusiva, esta merma puede derivar en extinción.

EL CASO DEL ZACATUCHE, UNA ESPECIE EMBLEMÁTICA EN UN ENTORNO PROBLEMÁTICO

El zacatuche, o conejo de los volcanes, es un conejo pequeño que vive en una parte del este de la FVT (Figuras 1a, 1b). Algunos estudios estiman su población en 7,000 individuos, otorgándole un estatus cercano a la extinción con una población en retroceso (Velázquez y Guerrero, 2019).

El zacatuche (Figura 2) tiene una importante porción de su distribución en el Área Natural Protegida Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (PNIP),

con colonias en las faldas del volcán Popocatepetl. Este lagomorfo endémico habita entre la ceniza expulsada por el volcán Popocatepetl, la insolación propia de alturas entre 3,000 y 4,300 metros, la lluvia, el granizo y la nieve. Estas condiciones, que podrían parecer negativas para la vida, podrían funcionar como escudo protector ante su mayor

Figura 2. Fotografía de zacatuche en su hábitat capturada por Fernando A. Cervantes, investigador del Instituto de Biología de la UNAM.



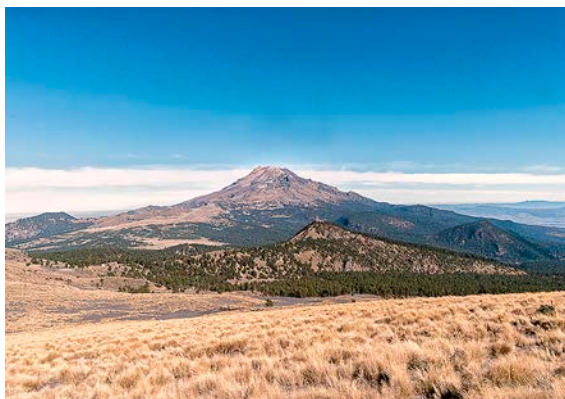


Figura 3. Fotografía tomada desde las faldas del volcán Popocatepetl donde se observa la pradera alpina recubierta de zacatón y el Iztaccíhuatl, al fondo.

amenaza: el ser humano. Ya en 1994 se reportó que la agricultura es el factor más dañino para el establecimiento de colonias de zacatuche (Velázquez y Bocco, 1994). Posteriormente, se demostró que la estructura de la vegetación y la altitud afectan el número de individuos (Rizo-Aguilar y cols., 2015).

Los estudios de campo en el volcán Iztaccíhuatl muestran que el porcentaje de cubierta de zacatón (un pasto del género *Muhlenbergia*), la hierba corta y la cubierta de matorral también favorece la abundancia de zacatuche; mientras que el bosque cerrado, la hierba alta, el pasto para ganado, la caza, el terreno desnudo y la inclinación tienen efectos negativos en su abundancia (Hunter y Cresswell, 2015).

En estudios recientes se demostró, mediante técnicas de modelación y datos satelitales, que la idoneidad y la distribución potencial de teporingo no es uniforme en el parque (Aguirre-López y Escalante, 2021). En particular, la pradera alpina con zacatón desprovista de pinos, constituye la zona más idónea para el zacatuche dentro del Izta-Popo (Figura 3).

La expansión de las ciudades de México, Toluca, Puebla y de diferentes pueblos circundantes al Izta-Popo se traduce en una mayor población y demanda de recursos. La tala ilegal, la expansión de la agricultura, la ganadería extensiva, la caza furtiva y la construcción de áreas turísticas limitan las posibilidades de expansión de este conejo, que naturalmente ya tiene una distribución altamente

restringida. Si a esto le añadimos los efectos del cambio climático sobre estas zonas alpinas, tenemos un gran desafío al cual se enfrentará el zacatuche en un corto plazo.

Adicionalmente, la desaparición del zacatuche afectaría a otras especies, como el coyote y el lince, para los que constituye una parte importante de su dieta, provocando una cascada de consecuencias negativas para el ecosistema. Por otro lado, esta especie es considerada primitiva y un tesoro viviente que puede ser utilizado como indicador de la salud ecológica y ambiental de su hábitat, cada vez más pequeño. El zacatuche es la única especie de su género (*Romerolagus*) por lo que, si se extingue se perderá su invaluable acervo génico. Por lo tanto, la posible extinción de este conejo se relaciona con un deterioro del ambiente natural y, a su vez, con una alta pérdida de los servicios que ofrece.

HERRAMIENTAS EN EL ESPACIO GEOGRÁFICO PARA LA CONSERVACIÓN

El conocimiento necesario para seleccionar áreas para la conservación con base en información biológica proviene de la observación y la recolección de datos en el campo. La información puede obtenerse por investigadores especializados, observadores amantes de la naturaleza o avistamientos fortuitos. En el primer caso, la recolección de datos está dirigida y habitualmente se obtiene un mayor número de resultados en un menor tiempo. Desde el enfoque de la biogeografía de la conservación, el conocimiento de la distribución geográfica se aplica sobre los problemas de conservación de la biodiversidad. En la medida en que podamos emplear ese conocimiento en la FVT, podremos proponer ideas de conservación mejor sustentadas.

Las Áreas Naturales Protegidas son zonas que poseen características particulares de tipo ecológico y geográfico, como son las especies de plantas y animales habitantes de la zona y los servicios ambientales que brindan a la población. Dentro de

estos últimos, se destaca la generación de oxígeno, la regulación del clima, las recargas de los acuíferos gracias al deshielo constante, así como también el espacio recreativo, que les confieren gran importancia en los esfuerzos de conservación.

Generalmente, las Áreas Naturales Protegidas pueden ser designadas porque el espacio natural se mantiene inalterado o, en su defecto, con alteraciones que puedan ser restauradas a su estado original. Por lo tanto, su función recae en la protección y conservación de los recursos naturales y la diversidad biológica que conforman los ecosistemas locales.

Gracias a estos espacios, los esfuerzos para la conservación de especies que se encuentran en peligro de extinción o en alguna otra categoría de riesgo, han tenido efectos cada vez mayores en el aumento de sus poblaciones y su calidad de conservación.

En México existen 518 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal (182 con decreto federal y 336 áreas destinadas voluntariamente a la conservación), que ocupan el 11.13 % del territorio terrestre y aguas continentales, y el 22.05 % de la superficie marina del país (CONANP, 2020). Tan solo en la Ciudad de México están decretadas 25 Áreas Naturales Protegidas, de las cuales, ocho son Parques Nacionales (de competencia federal) y el resto se enmarcan en diferentes categorías de protección. En total, abarcan el 14.65 % del territorio de la Ciudad de México (SEDEMA, 2020).

AMENAZAS PARA EL ZACATUCHE EN EL IZTA-POPO

El teporingo requiere de ciertas condiciones en el ecosistema para poder llevar a cabo sus actividades diarias. Entre esas condiciones destacan la disponibilidad de agua, un clima adecuado, así como un lugar desprovisto de contaminantes y otros tipos de perturbación.

La vegetación, como ya mencionamos, tiene un papel fundamental, puesto que estos conejos utilizan como alimento y resguardo a los pastos llamados

“zacatón”, que parecen macollos, porque sus tallos nacen juntos en forma de manojos.

El Izta-Popo fue decretado como Área Natural Protegida en el año 1935 y, tras más de 80 años, el zacatuche aún enfrenta diversas situaciones que amenazan seriamente su continuidad en esta área.

El parque es un aliciente para los turistas que buscan disfrutar de un ambiente natural y espiritualmente enriquecedor; sin embargo, la alta afluencia de visitantes ocasiona la presencia de desechos orgánicos e inorgánicos que pueden, desde causar incendios, hasta ocasionar la presencia de algunos animales oportunistas como los perros salvajes. La presencia de otros animales domésticos en la zona, como las mascotas que conviven con la gente, visitantes y pobladores, también acarrea perturbaciones para el conejo endémico.

Además, los visitantes pueden invadir zonas que no están destinadas para el uso recreativo, alterando la vegetación, lo que afecta negativamente el establecimiento de las colonias de zacatuche. En particular, las vacas que pastan libremente dentro del parque pueden también afectar la expansión territorial de las colonias de zacatuche, ya que, al alimentarse del zacatón, reducen su disposición para el conejo.

El área de distribución del zacatuche también se verá amenazada en el futuro por el cambio climático, porque la temperatura de las zonas altas aumentaría, lo que promovería que otros animales, como depredadores, suban y alcancen las alturas donde habita el teporingo, lo que puede ocasionar la reducción de su hábitat y eventualmente su extinción (Colwell y colaboradores, 2008).

NUEVOS ENFOQUES: MODELOS DE DISTRIBUCIÓN

El uso de algoritmos computacionales ha sido una revolución en la comunidad científica. La relación entre la distribución geográfica de una especie con el clima, cuerpos de agua, uso de suelo, entre otros factores, puede estudiarse mediante estos algoritmos, permitiendo obtener medidas de qué tan idóneo es el hábitat o qué probabilidad hay

de que una especie esté presente donde no se ha reportado, obteniendo de esta forma modelos que han sido llamados de idoneidad, de nicho ecológico y/o de distribución potencial. La información climática con la que se elaboran estos modelos se obtiene de estaciones repartidas por todo el territorio, para posteriormente crear mapas digitalizados. También existen diversas constelaciones de satélites recabando información diariamente, algunas de ellas con tecnología para tomar imágenes que representan 1.5 metros en la superficie real de la Tierra.

El uso de este tipo de modelos ha aumentado considerablemente en los últimos años y sus aplicaciones van desde la conservación hasta la epidemiología. Pero aún existen retos y capacidad de mejora. Por ejemplo, en especies endémicas con distribuciones muy restringidas, como el zacatuche, la escala a la que se usan estos modelos puede ser poco informativa, por lo que hay que conocer sus limitaciones e intentar modificar el método para incorporar más información a la escala adecuada.

Además, con estos modelos puede sobrestimarse la distribución de una especie provocando

un uso incorrecto de fondos económicos al dirigirlos a un área errónea.

La posibilidad de modelar dinámicamente incluyendo más factores, como la interacción con otras especies, supone un nuevo campo de estudio y un reto para las futuras generaciones de científicos enfocadas en la conservación.

REFERENCIAS

- Aguirre-López LJ y Escalante T (2021). Use of distributions models in the conservation of a Mexican endemic lagomorph. *Therya* 12:571-582.
- Challenger A (2003). Conceptos generales acerca de los ecosistemas templados de montaña de México y su estado de conservación. En Sánchez O, Vega E, Peters E y Monroy-Vilchis O (Eds.), *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México* (pp. 17-44). INE-SEMARNAT, México.
- Colwell RK, Brehm G, Cardelús CL, Gilman AC y Longino JT (2008). Global Warming, Elevational Range Shifts, and Lowland Biotic Attrition in the Wet Tropics. *Science* 322:258-261.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP (2020). Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024. Recuperado el 2 de noviembre de 2020 de <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-nacional-de-areas-naturales-protegidas-2020-2024?idiom=es>.
- Hunter M y Cresswell W (2015). Factors affecting the distribution and abundance of the Endangered volcano rabbit *Romerolagus diazi* on the Iztaccihuatl volcano. *Oryx* 49:366-375.
- Rizo-Aguilar A, Guerrero JA, Hidalgo-Mihart MG y González-Romero A (2015). Relationship between the abundance of the endangered volcano rabbit *Romerolagus diazi* and vegetation structure in the Sierra Chichinautzin mountain range. *Oryx* 49:360-365.
- Secretaría del Medio Ambiente, SEDEMA (2020). Áreas Naturales Protegidas. Recuperado el 2 de noviembre de 2020 de <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/areas-naturales-protegidas>.
- Velázquez A y Bocco G (1994). Modelling conservation alternatives with ILWIS: a case study of the volcano rabbit. *ITC Journal* 3:197-204.
- Velázquez A y Guerrero JA (2019). *Romerolagus diazi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T19742A45180356.

© Ana Vélez.



Luis José Aguirre López
Perla Carolina Espiritu Guerrero
Tania Escalante
Grupo de Biogeografía de la Conservación
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México
luisjose@ciencias.unam.mx



© Ana Vélez.

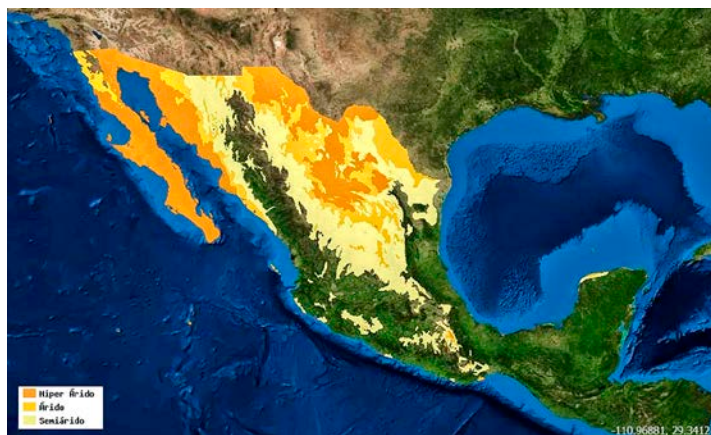
Las pequeñas cactáceas: ¿camuflaje o simple coincidencia?

Patricia **Hernández-Ledesma**
Samuel **Cruz-Esteban**

Las regiones áridas y semiáridas de México ocupan más de la mitad del territorio nacional (Figura 1), concentrándose en el desierto sonorense y desierto chihuahuense que se extienden al norte hasta el sureste de Estados Unidos de América, y al sur hasta el oeste de Sonora y noroeste de Sinaloa y hasta la región semidesértica queretano-hidalguense, respectivamente; y en la región central del país, entre los estados de Puebla y Oaxaca, destaca la región semiárida del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Estas regiones no solo se caracterizan por la poca cantidad de lluvia que reciben anualmente, sino también por sus paisajes que albergan una gran cantidad de especies vegetales, entre ellas destacan las cactáceas.

La familia Cactaceae, que es el nombre botánico de este grupo de plantas, es originaria de América, se estima que tiene entre 1,450 y 1,870 especies (Hernández-Ledesma y cols., 2015). México se distingue por ser uno de los países más diversos con 670 especies (Arias y Aquino, 2019), de las cuales se considera que el 77 % son endémicas (Guzmán y cols., 2003), de tal manera que podemos encontrar desde los majestuosos saguaros (*Carnegiea gigantea*) y los cardones (*Pachycereus pringlei*) en el desierto sonorense, los impresionantes y masivos teteches o tetetzos (*Neobuxbaumia tetetzo*) y cardones blancos (*Cephalocereus columna-trajani*) en el Valle de

Figura 1. Las regiones áridas y semiáridas de México concentran el mayor número de cactáceas en el país (imagen disponible en: <https://www.atlaszonasaridas.com.mx/>).



Tehuacán-Cuicatlán (Figura 2), o las codiciadas biznagas doradas (*Kroenleinia grusonii*) en la región queretano-hidalguense (Figura 3); entre estos gigantes, también se encuentra una gran diversidad de pequeñas cactáceas como las biznaguitas (*Mammillaria* spp., *Coryphantha* spp.), los peyotes (*Lophophora williamsii*) y los peyotillos (*Strombocactus disciformis*) entre otros.

ADAPTACIONES A LA ARIDEZ

A través de su historia evolutiva las cactáceas han desarrollado características morfológicas y fisiológicas que les han permitido adaptarse a las condiciones de aridez, entre estas se pueden mencionar:

- 1) La pérdida o reducción de las hojas, lo que disminuye el área de la superficie de evapotranspiración, evitando así la pérdida de agua.
- 2) La transformación del pecíolo, que es el tallito que normalmente une a las hojas con los tallos o ramas, en una estructura engrosada conocida como tubérculo, podario o mamila.
- 3) La expansión del córtex, es decir, el tejido que se localiza por debajo de la epidermis, que en el caso de las cactáceas está conformado por células especializadas en realizar la fotosíntesis y por células especializadas en almacenar agua, esta característica les da la peculiaridad de tener tallos suculentos y además fotosintéticos.
- 4) El acortamiento de las ramas o brotes laterales con hojas transformadas en espinas dan lugar a

estructuras denominadas “areolas”, que son únicas de las cactáceas y de las cuales se desarrollan además lana, cerdas, aguates y pelos, estructuras cuya principal función es la protección, ya sea en contra de los herbívoros o para disminuir los daños causados por la radiación solar.

De las areolas también se desarrollan las flores y frutos (Jiménez, 2011). 5) Las raíces, que además de fijar las plantas al sustrato, pueden ser suculentas, napiformes o tuberosas, especializadas en

Figura 2. Los tetetzos, *Neobuxbaumia tetetzo*, una de las especies sobresalientes en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (foto: Patricia Hernández-Ledesma).





Figura 3. Biznaga dorada, *Kroenleinia grusonii*, creciendo en su hábitat natural en la región semidesértica queretano-hidalguense (foto: Patricia Hernández-Ledesma).

almacenar agua y nutrientes; o bien pueden ser fibrosas, muy ramificadas y de gran longitud, llegando a extenderse horizontalmente (hasta 15 m) a la profundidad mínima y que son altamente eficientes en absorber agua en periodos de lluvia cortos (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1978).

RIESGOS QUE ENFRENTAN LAS CACTÁCEAS

Las cactáceas no solo han tenido que adaptarse a los ambientes extremos, también enfrentan a sus depredadores que comprenden una gran diversidad de animales herbívoros, ya que, al ser plantas almacenadoras de agua, representan una fuente muy atractiva de este recurso y de alimento. Otros factores de riesgo que presentan las cactáceas y que las han puesto en algún grado de amenaza derivan de las actividades humanas, en menor grado se encuentra el cambio de uso de suelo (mayormente la agricultura y la urbanización) y la introducción de ganado que las utilizan como forraje vivo.

En mayor grado y relevancia, es que al ser un grupo de plantas muy llamativas, ya sea por sus flores y frutos, por la gran diversidad de formas de vida (plantas columnares, globosas, cilíndricas, en forma de barril o de candelabro, entre otras), o por su grado de endemismo, una gran cantidad de especies se encuentran amenazadas debido a la extracción y comercio ilegal; es bien conocido el saqueo de cientos de miles de cactus de su hábitat cada año, ya sea por grupos organizados,

coleccionistas o aficionados, principalmente extranjeros, y en menor proporción, por pobladores locales, lo que ha puesto en declive a una gran cantidad de especies y sus poblaciones, actividad que se ha acrecentado por el uso de la internet que facilita el comercio ilegal.

Debido a esto, una de las evaluaciones más recientes (Goettsch y cols., 2015) echa a las cactáceas bajo las Categorías y Criterios de Amenaza de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), destaca que los cactus se encuentran entre los grupos de organismos más amenazados de los evaluados hasta entonces, con un 31 % de especies amenazadas del total de las analizadas; mientras que, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés) enlista a la mayoría de las cactáceas mexicanas en el apéndice II (especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio), y 43 especies en el apéndice I en peligro de extinción (CONABIO, 2021).

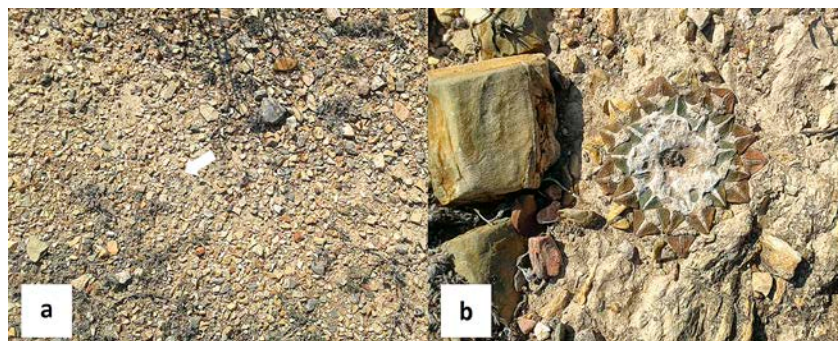
En términos nacionales, en la norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se incluyen más de 260 miembros de cactáceas, entre especies y subespecies que se encuentran en alguna categoría de riesgo, algunas de ellas en peligro de extinción.

¿CÓMO ENFRENTAN ALGUNAS CACTÁCEAS

LOS RIESGOS A LOS QUE SE ENFRENTAN?

Las presiones que ejercen los herbívoros y/o depredadores a las plantas y animales, han dado origen a una gran variedad de mecanismos de defensa por parte de las plantas hospedadoras y animales presa. Uno de los mecanismos más conocidos es el camuflaje, también llamado coloración críptica, un tipo de defensa visual que los organismos usan para disfrazar su apariencia, generalmente para pasar

Figura 4. Diversas plantas de *Ariocarpus kotschoubeyanus* a) mostrando coincidencia de fondo con el sustrato en el que crece, la flecha señala a una de ellas, b) acercamiento de una de las plantas (foto: Patricia Hernández-Ledesma).



desapercibidos en su entorno, lo que les permite enmascarar su ubicación, identidad o movimiento. Si bien el camuflaje está ampliamente documentado en animales, curiosamente, y aunque menos conocido, muchas plantas presentan las mismas tácticas de camuflaje, por ejemplo; para no llamar la atención de los herbívoros.

En general estas técnicas incluyen: 1) Coincidencia de fondo, cuando los organismos presentan colores, grados de luminosidad o patrones específicos de coloración para confundirse con el entorno o el sustrato; 2) Coloración disruptiva, en la cual los organismos presentan marcas que crean la apariencia de bordes y límites falsos y hacen difícil detectar su contorno; 3) Mascarada o disfraz, aquí la apariencia de los organismos se asemeja a su entorno para disuadir la atención sobre ellos y, 4) Decoración, en la que los organismos están cubiertos por material suelto de su entorno, quedando ocultos debajo de este (Niu y cols., 2018).

Si bien las características de la mayoría de las cactáceas están adaptadas a las condiciones de aridez, al parecer algunas, principalmente las que son de tamaño pequeño, también han evolucionado para camuflarse como un mecanismo de defensa contra los herbívoros; el sistema más extendido es el de coincidencia de fondo con el sustrato en el que se desarrollan.

Un ejemplo muy interesante es *Ariocarpus kotschoubeyanus*, también conocido como peotillo o pata de venado, una pequeña cactácea endémica de México que habita en planicies aluviales del

desierto chihuahuense, con poblaciones aisladas entre Coahuila y Querétaro.

Es una planta que crece a nivel del suelo, su tallo es globoso-deprimido de hasta 8 cm de ancho y conformado por tubérculos en forma de triángulo aplanado con lana en su superficie (Arias y Aquino, 2019), y por lo menos en las poblaciones de Querétaro, en una sola planta los tubérculos varían entre el color verde, café-verdoso y amarillento, que se camuflan con el sustrato arcilloso pedregoso en el que crecen (Figura 4).

Otro ejemplo es *Mammillaria haageana* subespecie *meissneri*, también conocida como biznaguita blanca, es una pequeña cactácea endémica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Es una planta cuyos tallos son cilíndricos cortos, de 4 a 5 cm de alto y hasta 4 cm de ancho (Arias y cols., 2012), de color verde-grisáceo y cubierto totalmente de espinas blancas, características que se camuflan con el fondo calcáreo del sustrato donde crecen (Figura 5).

Al parecer estas cactáceas utilizan distintos recursos para camuflarse; por un lado, en *Ariocarpus kotschoubeyanus*, el camuflaje está dado por la coloración de los tubérculos. En esta especie, así como en todas las cactáceas, los pigmentos encargados de la coloración diferente al verde, principalmente de flores y frutos, son las betalainas; sin embargo, es totalmente desconocido el papel de estos pigmentos con el camuflaje y su variación y concentración respecto a los pigmentos fotosintéticos, las clorofilas.

En *Mammillaria haageana* subespecie *meissneri*, el camuflaje está mediado principalmente

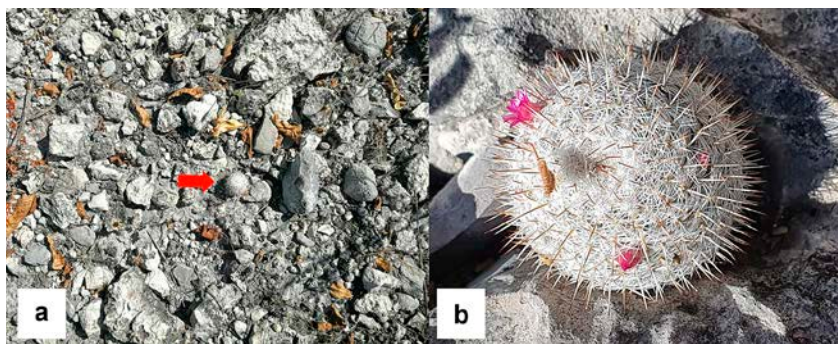


Figura 5. *Mammillaria haageana* sub-especie. *meissneri* a) mostrando coincidencia de fondo con el sustrato en el que crece, la flecha señala a una de ellas, b) acercamiento de una de las plantas. (foto: Samuel Cruz-Esteban).

por las espinas. Algunos autores, como Mauseth (2006), ya han comentado que en las cactáceas el color de las espinas puede ser importante para su camuflaje. Si bien la base de la pigmentación de las espinas en este aspecto es desconocida, en las cactáceas que tienen espinas de colores llamativos que comúnmente incluyen el color anaranjado, rojo, amarillo o negro, la coloración es el resultado de derivados de las betalainas, indicando que, entre las diversas funciones de estos pigmentos, se encuentra la coloración aposemática (Lev-Yadun, 2016), otro mecanismo de defensa que consiste en mostrar por medio de colores brillantes, señales de advertencia o peligrosidad a los herbívoros y depredadores.

Utilizando diferentes medios para camuflarse, estas dos cactáceas presentan coincidencia de fondo con el sustrato, ambas tienen la peculiaridad de crecer en planicies y lugares abiertos o perturbados y pedregosos, donde quedan totalmente expuestas.

Por un lado, *Ariocarpus kotschoubeyanus* está en riesgo debido a la modificación del uso del suelo por asentamientos humanos, sobrepastoreo, extracción de leña, su uso en medicina tradicional, así como la extracción por recolectores ilegales por tener valor ornamental (Arias y Aquino, 2019) y actualmente está protegida por las instancias nacionales e internacionales. Mientras que *Mammillaria haageana* subespecie *meissneri*, tiene una distribución más restringida, no ha sido considerada en este aspecto, y algunas de sus poblaciones están sujetas a la presión que ejerce la industria salinera y la explotación de piedra de cantera y ónix.

¿CAMUFLAJE MEDIADO POR LA EXTRACCIÓN DE LAS PLANTAS?

En México son pocos los estudios enfocados en determinar qué factores de selección están implicados en el camuflaje de las plantas; sin embargo, dado que el principal riesgo de amenaza que presentan las cactáceas es la extracción ilegal ¿se podría pensar que este factor está mediando el camuflaje en estas cactáceas? Si bien parece una pregunta controversial, en otro grupo de plantas emparentadas con los tulipanes, investigadores del Instituto Botánico de Kunming y la Universidad de Exeter (Niu y cols, 2021), estudiaron la presión que ejerce la extracción de plantas sobre el camuflaje de *Fritillaria delavayi*, una hierba perenne cuyo bulbo ha sido ampliamente utilizado y codiciado por la medicina tradicional china.

Las plantas de esta especie crecen en las montañas de los Himalaya y Hengduan, en el suroeste de China. Las plantas son extremadamente difíciles de encontrar ya que sus hojas, que varían entre el color gris, marrón y verde, apenas son distinguibles de las rocas marrones y grises que conforman su ambiente; es decir, hay un mecanismo de coincidencia de fondo en acción. En este caso los investigadores analizaron la variación del color de las hojas de *Fritillaria delavayi* en poblaciones expuestas a diferentes grados de recolección por parte de los humanos. De acuerdo con sus resultados, entre más vulnerable es un sitio a la extracción de las plantas, mayor es la coincidencia



© Ana Vélez.

de fondo de estas con su entorno; con esto se ha comprobado y concluido que el camuflaje de esta especie ha evolucionado en respuesta a la presión que ejercen los recolectores humanos y no a la presión de los herbívoros.

Derivado de este ejemplo, no es desacertado pensar que en muchas de las cactáceas el camuflaje esté mediado por la presión que ha estado ejerciendo la extracción de las plantas de su hábitat por parte de los humanos, ya que esta es la principal fuente de amenaza que enfrentan. Si bien hacen falta estudios pertinentes, se abre un campo de investigación para responder a esta pregunta, que pueda aterrizar en propuestas más incluyentes para su conservación.

CONCLUSIONES

Las cactáceas es uno de los grupos de plantas más emblemáticos y llamativos de México, pero también uno de los más amenazados. Biológicamente presentan una serie de adaptaciones que además de responder a las condiciones de aridez, podrían estar respondiendo a la presión de las acciones antropogénicas, que probablemente estén dirigiendo

la evolución de muchas de ellas. Sin duda se trata de un grupo de plantas más maleables de lo que se podría pensar y acerca de las cuales quedan todavía diversas preguntas por responder.

REFERENCIAS

- Arias S y Aquino D (2019). Cactaceae I. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* 209:1-278.
- Arias S, Gama López S, Guzmán Cruz U y Vázquez Benítez B (2012). Cactaceae. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán* 95:1-135.
- Bravo-Hollis H y Sánchez-Mejorada H (1978). *Las cactáceas de México*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- CONABIO (2021). Especies en apéndices CITES. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cites/especies>.
- Goettsch B, Hilton Taylor C, Cruz Piñón G closet *al.* (2015). High proportion of cactus species threatened with extinction. *Nature Plants* 1, 15142.
- Guzmán U, Arias S y Dávila P (2003). *Catálogo de cactáceas mexicanas*. Universidad Nacional Autónoma de México / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Hernández Ledesma P, Berendsohn WG, Borsch T y cols (2015). A taxonomic backbone for the global synthesis of species diversity in the angiosperm order Caryophyllales. *Willdenowia* 45:281-383.
- Jiménez SCL (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria* 12(1):3-22.
- Lev Yadun S (2016). *Defensive (anti-herbivory) coloration in land plants*. Springer.
- Mauseth JD (2006). Structure-function relationships in highly modified shoots of Cactaceae. *Annals of Botany* 98:901-926.
- Niu Y, Stevens M y Sun H (2021). Commercial harvesting has driven the evolution of camouflage in an alpine plant. *Current Biology* 31(2):446-449.
- Niu Y, Sun H y Stevens M (2018). Plant camouflage: ecology, evolution, and implications. *Trends in Ecology and Evolution* 33(8):608-618.
- SEMARNAT (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres– Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio– Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México.

Patricia Hernández-Ledesma
Instituto de Ecología, A.C.
Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano
Pátzcuaro, Michoacán
patricia.hernandez@inecol.mx

Samuel Cruz-Esteban
Instituto de Ecología, A.C.
Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano
Pátzcuaro, Michoacán
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Aditivos inmunoestimulantes de origen natural, una alternativa a los antibióticos en acuicultura

María Isabel **Nieto Ramírez**
Juan Fernando **García Trejo**

Actualmente, la población mundial es de 7,700 millones de personas y se estima que esta cantidad incrementará a 9,700 millones para el año 2050, con lo cual habrá una mayor demanda de alimentos (FAO, 2009). Los alimentos con mayor demanda son los cereales, vegetales, lácteos y carnes. Dentro del grupo de carnes, los productos de origen acuícola como el camarón, salmón, tiburón pangasio, tilapia, lubina y dorada son los de mayor consumo. El consumo per cápita de estos productos se ha incrementado en los últimos años de 9.0 kg en el año 1961, a 20.5 kg en 2018. En este contexto, la acuicultura ha sido propuesta, desde hace muchos años, como una solución para cubrir la demanda de productos acuícolas incrementando, así, la producción. La intensificación de los cultivos de producción se caracteriza por tener una mayor cantidad de peces por metro cúbico de agua por estanque; en este cultivo intensivo se deben mantener las condiciones del agua controladas, específicamente la concentración de oxígeno disuelto, el pH y la temperatura.

A pesar de los beneficios de la producción intensiva, esta práctica tiene inconvenientes tales como la contaminación del agua debida a los compuestos fisiológicos generados por los peces, un alto porcentaje de mortandad,

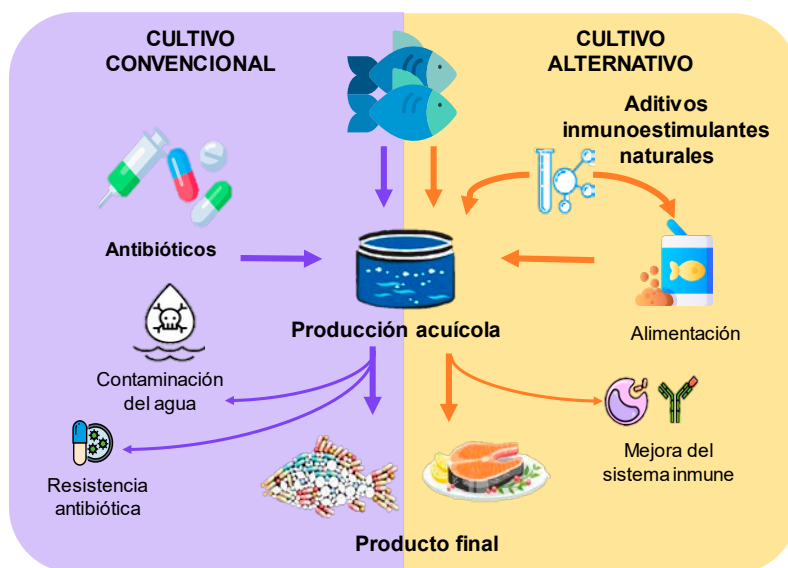


Figura 1. Cultivo convencional con uso de antibióticos y cultivo alternativo con uso de aditivos inmunoestimulantes de origen natural.

e inclusive un cambio en el sabor del producto final. Por otro lado, el manejo de los organismos dentro del cultivo, así como la densidad poblacional, generan un grado de estrés que debilita el sistema inmune; como consecuencia, bacterias, virus o parásitos infectan a los peces. Por ello, con la finalidad de evitar la mortandad de peces, los productores se ven en la necesidad de usar antibióticos. No obstante, el resultado de este tipo de prácticas no es del todo positivo. Las desventajas de los antibióticos incluyen la supresión inmune, resistencia antibiótica por parte de ciertas bacterias, así como la presencia de residuos de medicamentos en el producto final. La supresión inmune se refiere a la inactivación del sistema inmunológico de los peces, lo cual facilita el acceso a virus y bacterias. Por otra parte, la resistencia antibiótica generalmente se da en ciertas especies de bacterias haciéndolas inmunes a dicho tratamiento; es decir, algunas bacterias se adaptan para no ser afectadas en presencia de antibióticos. Todo lo anterior conlleva a que existan niveles residuales de antibióticos muy altos en los productos finales, por lo que hay una gran probabilidad, para el humano, de consumirlos de manera indirecta de los peces.

Una alternativa actual para contrarrestar el problema del uso de antibióticos en los peces es el uso

de aditivos inmunoestimulantes de origen natural en los alimentos acuícolas. El objetivo de un aditivo inmunoestimulante natural dentro de los alimentos es causar un efecto positivo sobre el sistema inmunológico de los peces. En la Figura 1 se presenta el cultivo convencional de peces con el uso de antibióticos para el tratamiento de enfermedades; estos químicos se agregan directamente al agua o pueden suministrarse al pez. Sin embargo, en este tipo de tratamientos se genera contaminación del agua, resistencia antibiótica y productos finales con químicos residuales. Por otro lado, se muestra el cultivo alternativo con el uso de aditivos inmunoestimulantes en la alimentación de los peces para la prevención de enfermedades; con estos aditivos se mejora el sistema inmune de peces para prevenir enfermedades. De esta forma, el cultivo convencional es un tratamiento correctivo y el cultivo alternativo es un tratamiento preventivo. Por lo que en este trabajo se presentarán los diferentes tipos de aditivos inmunoestimulantes de origen natural más usados en los alimentos acuícolas como alternativa al uso de antibióticos.

ADITIVOS INMUNOESTIMULANTES DE ORIGEN NATURAL

De acuerdo con el diccionario de la Real Academia Española, un aditivo es una sustancia que se

Imunoestimulante	Tipos	Efecto sobre el sistema inmune
Bacterianos	Lipopolisacáridos Células bacterianas	Incremento de células B, de linfocitos, de la actividad fagocítica, y la activación del sistema inmune innato
Polisacáridos	Glucanos Quitina Quitosano	Incremento en la actividad de macrófagos, y activación del sistema inmune innato
Extractos vegetales	Compuestos bioactivos; terpenoides (carvacrol), flavonoides, etc.	Incremento en la actividad fagocítica, estimulación del sistema inmune innato
Extractos animales	Compuestos bioactivos; glucoproteínas	Incremento en la actividad fagocítica
Factores nutricios	Vitamina C Vitamina E	Activación de linfocitos, macrófagos y estimula la actividad citotóxica de las células
Hormonas	Hormona de crecimiento Prolactina Lactoferrina	Activación de linfocitos, células de NK, y leucocitos
Citocinas	Polipéptidos Glicoproteínas	Inhibición de la replicación de virus
Derivados de algas	B-glucanos Ácido alginico	Estimulación del sistema inmune innato
Oligonucleótidos	DNA RNA	Activación de linfocitos, macrófagos, e incremento de inmunoglobulinas

Tabla 1. Comparación de los diferentes tipos de aditivos inmunoestimulantes y su efecto sobre el sistema inmune.

agrega a otras para darles cualidades de las que carecen o para mejorar las que poseen (RAE, 2020). En la alimentación acuícola, los aditivos inmunoestimulantes se han definido como compuestos naturales que modulan el sistema inmune de los peces, incrementando la resistencia a enfermedades que en muchas ocasiones son causadas por patógenos (Bricknell y Dalmo, 2005). Ahora bien, estos aditivos son extraídos de algún organismo vivo como plantas, animales y microorganismos, y son usados de acuerdo al mecanismo por el cual mejoran el sistema inmune de los peces.

La estimulación del sistema inmune de los peces por la aplicación de aditivos inmunoestimulantes presenta diferentes mecanismos de acción, resultando en un incremento de células específicas como linfocitos y macrófagos, entre otros. Además, el sistema inmune innato se activa y estimula la producción de barreras físicas, como la mucosa intestinal, para evitar que los patógenos infecten

al organismo. Esta información se muestra en la Tabla 1, en la que, además, se clasifican por el tipo de compuesto y el efecto que tienen sobre los peces (Caipang y Lazado, 2015).

USO ACTUAL DE LOS ADITIVOS

INMUNOESTIMULANTES DE ORIGEN NATURAL

Actualmente, los aditivos inmunoestimulantes de origen vegetal han ganado importancia, ya que presentan propiedades antioxidantes, antimicrobianas e inclusive antiinflamatorias; dichas propiedades se atribuyen a compuestos específicos como fenoles, flavonoides, terpenos, etcétera. Dentro de este tipo de aditivos destaca el carvacrol, que se encuentra en altas concentraciones en el aceite esencial del orégano. Este compuesto es de gran relevancia, ya que puede usarse como conservador natural de alimentos, así como en la prevención de enfermedades en peces cuando se administra de manera directa en el agua de cultivo. Por otro lado, el carvacrol se ha usado en las dietas acuícolas con el objetivo de mejorar el sistema inmunológico del pez; estos estudios se han realizado principalmente en bagre y tilapia (da Cunha y cols., 2019). Además del carvacrol, existen otros agentes inmunoestimulantes con propiedades similares, como el resveratrol, el timol, entre otros, que se obtienen de otras plantas como el tomillo e inclusive del fruto de la vid.

Los aditivos inmunoestimulantes de origen natural que se han probado en las dietas acuícolas han demostrado efectos favorables, ya que disminuyen la mortandad de los peces y mejoran la calidad del producto final. Sin embargo, la efectividad de estos compuestos puede ser afectada por la temperatura, la luz, la presión e inclusive por la humedad del ambiente, por lo que deben cuidarse las condiciones de producción del alimento que los contengan. El proceso de producción, así como el almacenamiento de los alimentos con inmunoestimulantes debe evitar temperaturas mayores a 40 °C y la exposición directa de la luz.

Hoy en día, los aditivos inmunoestimulantes que son susceptibles de degradación por efecto de la luz, la temperatura o el oxígeno, se encapsulan para evitar que pierdan su función; tal es el caso del carvacrol, que se ha nanoencapsulado en polímeros que lo protegen de las condiciones ambientales para disminuir su degradación; de esa manera, el carvacrol mantiene sus propiedades y, por lo tanto, su efecto inmunoestimulante (Soltan y cols., 2018). Este tipo de estrategias han mejorado la actividad de los compuestos, lo cual produce resultados favorables para el pez que los consume.

Además del carvacrol, otros compuestos como los β -glucanos se han incluido en los alimentos acuícolas como sustancias inmunoestimulantes. Estos compuestos son polímeros que forman parte de la pared celular vegetal de plantas e incluso de microorganismos como levaduras y microalgas.

Actualmente, los β -glucanos han sido incluidos en los procesos de producción de alimentos humanos como el yogurt, la leche, el pan, entre otros (Bai y cols., 2019) debido a que pueden proporcionar ciertas características físicas deseables en el producto final. Sin embargo, en la producción de alimentos acuícolas se usan por sus características inmunoestimulantes. Algunos estudios han documentado el efecto de los β -glucanos en los alimentos acuícolas sobre la respuesta inmunológica de peces como la tilapia sobre infecciones bacterianas. Los resultados de estos estudios han demostrado que los alimentos acuícolas con β -glucanos como inmunoestimulantes, generan un efecto positivo sobre la tilapia, es decir, se observó una disminución en la mortandad de los peces cuando se exponían a bacterias como *Aeromonas hydrophila* (Amphan y cols., 2018).

CONCLUSIONES

El uso de aditivos inmunoestimulantes de origen natural como alternativa al uso de antibióticos ha destacado como una solución a los retos actuales de la acuicultura. Debido a esto, se han desarrollado alimentos funcionales que integran insumos

nutricionales, más aditivos inmunoestimulantes, con el objetivo de que el pez cumpla con sus funciones fisiológicas y posea un sistema inmune altamente activo, lo que se refleja en su crecimiento, desarrollo y reproducción. Por otro lado, deben estudiarse los mecanismos específicos de acción de cada aditivo en el sistema inmune, así como la técnica con la que pueden ser agregados, sin perder las características inmunoestimulantes, así como el impacto que puede generarse en los peces y en la acuicultura en general. Por lo tanto, los aditivos inmunoestimulantes son una alternativa que en el futuro permitirá la prevención de enfermedades en los cultivos acuícolas, evitando efectos secundarios al ambiente y en las características del producto final.

REFERENCIAS

- Amphan S, Unajak S, Printrakoon C and Areechon N (2019). Feeding-regimen of β -glucan to resistance of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* Linn., against *Aeromonas hydrophila* and *Flavobacterium columnare*. *Fish and Shellfish Immunology*. 87:120-128.
- Bai J. *et al.* (2019). Physiological functionalities and mechanisms of β -glucans. *Trends in Food Science & Technology*. 88:57-66.
- Bricknell I and Dalmo RA (2005). The use of immunostimulants in fish larval aquaculture. *Fish & shellfish Immunology*. 19:457-472.
- Caipang CMA and Lazado CC (2015). Nutritional impacts on fish mucosa: immunostimulants, pre- and probiotics. En Beck BH and Peatman E (Ed.), *Mucosal Health in Aquaculture* (pp. 211-272). Academic Press, San Diego.
- Da Cunha *et al.* (2019). The survival and hepatic and muscle glucose and lactate levels of *Rhamdia quelen* inoculated with *Aeromonas hydrophila* and treated with terpinene-4-ol, carvacrol or thymol. *Microbial Pathogenesis*. 127:220-224.
- FAO (2009). La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050 (12-13 de octubre, 2019, Roma). Foro de expertos de alto nivel. Cómo alimentar al mundo 2050. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf.
- Soltan YA, Natel AS, Araujo RC, Morsy AS and Abdalla AL (2018). Progressive adaptation of sheep to a microencapsulated blend as essential oils: Ruminal fermentation, methane emission, nutrient digestibility, and microbial protein synthesis. *Animal Feed Science and Technology*. 237:8-18.

María Isabel Nieto Ramírez
Juan Fernando García Trejo
Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Querétaro
fernando.garcia@uaq.mx

Recursos Educativos Abiertos, una oportunidad para la educación del siglo XXI

Ruth García-Solano
Juan Manuel González Calleros
Iván Olmos Pineda

Algunas veces los retos llegan de forma abrupta, como pasó en marzo de 2020 cuando la mayoría de los países cerraron las escuelas de todos los niveles educativos, decisión que impactó al 91 % de los estudiantes del mundo, dejando a millones de jóvenes fuera de las aulas (UNESCO, 2020).

Muchos países optaron por continuar el ciclo escolar, utilizando un modelo no presencial de emergencia, apoyándose en los medios de comunicación masiva o en medios digitales; los docentes adaptaron su labor a las condiciones de confinamiento. Aunque la tecnología de educación a distancia ya tenía algunas décadas de intentos por conquistar al sector educativo, quedó de manifiesto que en gran medida no lo había logrado.

Los principales problemas observados en la implementación de los modelos de educación virtual durante el confinamiento en Latinoamérica, de acuerdo con Fardoun y cols. (2020), corresponden con el desconocimiento de los modelos pedagógicos, la evaluación de los estudiantes, la falta de plataformas tecnológicas y la carencia de recursos tecnológicos, estos últimos dos aspectos señalan un problema relacionado con la tecnología de casi 40 %. Si bien algunos dispositivos electrónicos personales como

los teléfonos inteligentes consiguieron colarse a los salones de clase en los bolsillos de los estudiantes, no lograron convertirse en una herramienta educativa a pesar de su capacidad de almacenamiento, potencia para realizar actividades simultáneas, conectividad, portabilidad y presencia de sensores integrados (que podrían dar un giro a las clases de física), permitiendo a los estudiantes adaptarse al uso de la tecnología más allá de las redes sociales, en el ámbito educativo brindando numerosas oportunidades para elegir contenidos digitales de calidad apropiados para su formación académica.

CINCO PRÁCTICAS CLAVE

En el año 2002 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO) declaró que el acceso universal a la educación de calidad contribuye a la paz, el desarrollo social y económico sostenible, así como al diálogo intercultural, recomendando la adopción de Recursos Educativos de Libre Acceso. A lo largo de los años el término evolucionó a Recursos Educativos Abiertos, cuya definición se implanta en noviembre de 2019 en la Cuadragésima Conferencia General de la UNESCO efectuada en París, estableciendo que:

Los Recursos Educativos Abiertos (OER, por sus siglas en inglés) son materiales de aprendizaje, enseñanza e investigación, en cualquier formato y medio, que residen en el dominio público o están protegidos por derechos de autor que han sido publicados bajo una licencia abierta que permite el acceso, la reutilización, la adaptación y la redistribución sin costo alguno por parte de terceros (UNESCO, 2019).

Como ejemplo de este tipo de materiales se tienen mapas curriculares, materiales de cursos, libros de estudio, secuencia de videos, aplicaciones multimedia, pódcast y otros materiales diseñados para la enseñanza y el aprendizaje (Butcher, 2015). Estos se concentran en repositorios, considerados como

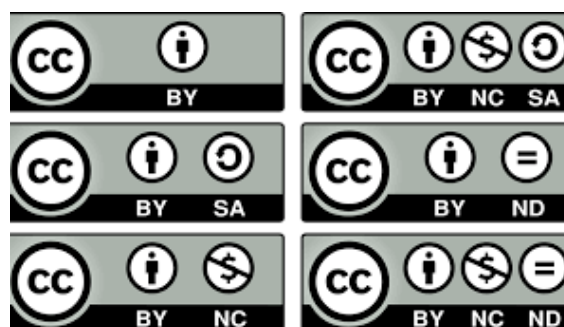
el medio adecuado para resguardar y mantener a disposición los Recursos Educativos Abiertos que, como ya se mencionó, están compuestos por una gama de materiales.

La promesa del movimiento de Educación Abierta es que el conocimiento es un bien público, y que se puede aprovechar y compartir a través de la tecnología para que todos puedan usarlo y reutilizarlo (Smith y Casserly, 2006). De esta forma los recursos educativos abiertos se han erigido como uno de los pilares de la educación abierta bajo la promesa de proporcionar mejores experiencias de aprendizaje y democratizar la educación proporcionando un acceso global e igualitario al conocimiento (William and Flora Hewlett Foundation, 2013). Cabe recalcar que no basta con que los Recursos Educativos Abiertos estén disponibles a través de repositorios dotados incluso con herramientas de Inteligencia Artificial; se requiere, además, que los estudiantes y docentes participen activamente en las cinco prácticas clave: encontrar, componer, adaptar, reutilizar y compartir.

LICENCIAS CC

Un aspecto clave de los Recursos Educativos Abiertos son las posibilidades que las licencias Creative Commons permiten realizar legalmente, respetando siempre la autoría de la obra y, dependiendo de la licencia (Figura 1), se puede reutilizar el recurso exactamente como se encontró o transformarlo para adaptarlo a las necesidades particulares de un contexto específico de enseñanza. De tal forma que

Figura 1. Los seis tipos de licencia Creative Commons.



se puede encontrar un Recurso Educativo Abierto apropiado para incorporar a un tema o un curso tal como se acostumbra incluir la bibliografía básica y complementaria en los cursos presenciales, solo que en formato digital compuesto por una amplia gama de materiales, además del texto. Por otra parte, se puede encontrar un Recurso Educativo Abierto que, si bien resulta útil, requiere adecuaciones para incluirse eficientemente en la práctica, labor que tendrá que realizar el docente interesado convirtiéndose así, intencionalmente o no, en autor de un recurso educativo que podrá transformar en abierto cuando sea compartido en un repositorio generalmente institucional y, si resulta de interés para otros, reutilizarlo, dando siempre el crédito al autor, emulando el reconocimiento que el mismo Sir Isaac Newton dio a sus predecesores con la frase “Si he visto más lejos es porque estoy sentado en los hombros de gigantes”.

En los últimos quince años, una considerable financiación filantrópica se ha dedicado a crear una gran cantidad de recursos educativos y colecciones gratuitas. A pesar de ello, parece que la promesa de Recursos Educativos Abiertos no se ha cumplido completamente (Beaven, 2018), como se pudo constatar cuando el confinamiento puso

a prueba la adopción, reutilización y difusión que han tenido en las instituciones educativas no solo de nivel superior.

USO Y CLASIFICACIÓN DE LOS REPOSITARIOS

Los Recursos Educativos Abiertos son generalmente almacenados, clasificados y compartidos a través de plataformas llamadas repositorios, que en mucho de los casos permiten a cualquier persona contribuir en la creación y publicación de materiales, tal es el caso del Repositorio de Recursos Educativos Multimedia para el Aprendizaje y la Enseñanza en Línea (MERLOT, por sus siglas en inglés) que es el primer esfuerzo colaborativo y formal en concentrar los materiales educativos para la consulta de libre acceso, actualmente con más de 20 años, tiene una colección superior a los 91,000 materiales, distribuidos en 22 categorías, algunas de las cuales son: animaciones, herramientas de evaluación, casos de estudio, objetos de aprendizaje, libros de texto, simulaciones y tutoriales que puede ser traducidos a más de 100 idiomas usando herramientas en línea como el traductor de Google. En general, los repositorios son bases de datos que almacenan y gestionan colecciones con funciones específicas que permiten la difusión, la reutilización o el acceso de forma unificada y organizada a materiales de libre acceso (Bueno, 2010).

Una amplia clasificación de los repositorios los identifica de tres tipos: repositorios institucionales, temáticos y de datos que cumplen funciones específicas. Los repositorios institucionales son creados por las instituciones para depositar, usar y preservar la producción científica y académica. Los repositorios temáticos, por su parte, son aquellos que recogen la producción de determinadas áreas de conocimiento a nivel internacional. Finalmente, los repositorios de datos concentran grandes bases de información sobre temas específicos, generalmente gestionados por administraciones públicas, fundaciones u organizaciones culturales.





© Ana Vélez.



© Ana Vélez.

LOS DOCENTES SON Y SERÁN AUTORES DE RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS

Durante casi dos décadas los Recursos Educativos Abiertos se adoptaron incipientemente; sin embargo, bajo las condiciones que impuso el confinamiento en el mundo, demostraron ser una opción real, probada y eficiente para la educación en todos los niveles. Aún hoy enfrentan los retos de la reutilización y adaptación, y enfrentarán el desafío de continuar siendo una práctica cotidiana cuando se regrese a lo que se ha dado por llamar “nueva normalidad”, en donde esperemos se considere la contribución tecnológica a la educación como primordial con contenidos ya desarrollados, adaptados, utilizados y probados en un periodo donde se tuvo que aprender sobre la marcha.

Esta nueva normalidad requerirá que algunos docentes se encuentren cómodos como Autores de Recursos Educativos Abiertos, produciendo y sobre todo compartiendo cotidianamente recursos de nueva creación que ayuden a consolidar la promesa del movimiento de Educación Abierta, considerando el conocimiento como un bien público que, a través de la tecnología, todos puedan usar y reutilizar.

R E F E R E N C I A S

- Beaven T (2018). 'Dark reuse': an empirical study or teachers OER engagement. *Open Praxis* 10(4):377-391
- Bueno de la Fuente G. (2010). *Modelo de repositorio institucional de contenido educativo (RICE): la gestión de materiales digitales de docencia y aprendizaje en la biblioteca universitaria*. Universidad Carlos III de Madrid
- Butcher N (2015). *Guía Básica de Recursos Educativos Abiertos (REA)*. Francia: UNESCO.
- Fardoun y cols., (2020). Estudio exploratorio en Iberoamérica sobre procesos de enseñanza-aprendizaje y propuesta de evaluación en tiempos de pandemia. *Education in the Knowledge Society* 21(17):1-9.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, La Ciencia y la Cultura. (2019). Anexo VI Recomendación sobre los Recursos Educativos Abiertos (REA). *Resoluciones e informes de la Conferencia General en su 40ª reunión*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, La Ciencia y la Cultura. (2020). Recuperado de: <https://es.unesco.org/news/1370-millones-estudiantes-ya-están-casa-cierre-escuelas-covid-19-ministros-amplian-enfoques>.
- Smith M y Casserly C (2006). The promise of Open Educational Resources. *Change: the Magazine of Higher learning* 38(5):8-17.
- William and Flora Hewlett Foundation (2013). Open Educational Resources: Breaking the Lockbox on Ecuation. Recuperado de: <https://goo.gl/vmPk7a>.

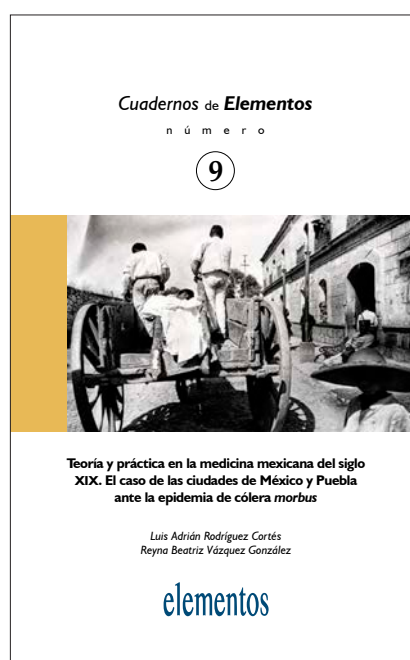
Ruth García-Solano
Juan Manuel González Calleros
Iván Olmos Pineda
Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
ruth.garcias@alumno.buap.mx

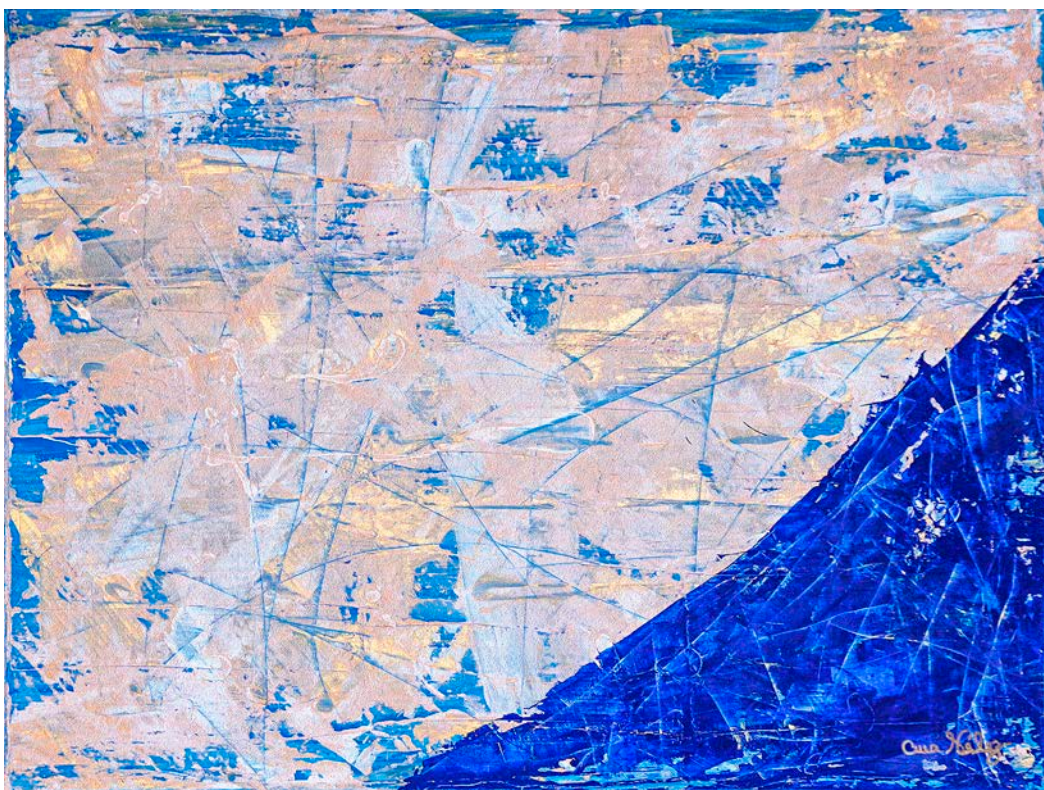
Cuadernos de *Elementos* número 9 Teoría y práctica en la medicina mexicana del siglo XIX

El caso de las ciudades de México
y Puebla ante la epidemia
de *cólera morbus*

Luis Adrián **Rodríguez Cortés**
Reyna Beatriz **Vázquez González**

<https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000006018.pdf>





© Ana Vélez.

Libros



LA NATURALEZA DE LA LENGUA

JOSÉ LUIS DÍAZ GÓMEZ

Herder

Barcelona, 2015

El contexto: este libro surge del hecho, no insólito pero sí poco frecuente, de que la Academia Mexicana de la Lengua admita en su seno a un protagonista de la cultura generada desde los terrenos de la ciencia biomédica, y de forma más acotada y única desde la formidable plataforma de la neurociencia.

Esto habla muy bien de los dos ingredientes de la receta, por un lado “La Academia”, decimonónica, rigurosa, plutocrática y más bien asentada en el ámbito de las letras, las humanidades y lo social para encasillar de algún modo ese territorio que se encuentra ficticiamente separado de lo que se conoce como ciencia y que ahora, como presa reventada, inunda y da cabida a personajes como José Luis Díaz Gómez. A su vez, este otro ingrediente –Díaz– orada el feudo de la lengua con su pulcra, precisa y magnífica prosa, pero... ¿sobre qué versa esa prosa? De forma sorprendente no nada más de farmacología conductual, etología, o cognición, ámbito estricto de la neurociencia como mencioné y del cual Díaz es un experto, sino como algunas neuronas poco frecuentes y especializadas,

denominadas de amplio rango dinámico, fisiología que no explicare aquí pero que por su nombre es fácil de inferir su comportamiento, la persona de Díaz es lo que denominaría un espíritu renacentista interesado en un amplio rango de cosas muy dinámicas; lo importante. Así pues se urde y fortifica una red venturosa entre la Academia e individuos que bien utilizan la lengua para aportar a la cultura de todos.

El libro: es una *retis retisorum* –una red de redes–, ese es el hilo conductor del libro, como dice Díaz: en la evolución del pensamiento está el poderlo comunicar y es justamente en la forma de comunicarlo donde se ejerce esta red de redes, que en el caso del hombre va mucho más allá de la lengua y los idiomas, se convierte en el instrumento de viabilizar la cultura, de trasladar el legado de individuos que hacen comunidad y sociedad.

Díaz va desmadejando la evolución del lenguaje, uniendo las observaciones de Darwin con Lorez, con Dumbbar por un lado, y cruzando el hilo hasta Broca, Peirce, Chomsky y Pinker. En el libro se muestra la clara evidencia del constructo neurofisiológico del lenguaje, están también aludidos los procesos de memoria, elementos esenciales para el discurso a través del tiempo; del tiempo de los segundos, pero también del tiempo de las emociones y los recuerdos. Estamos, en resumen, ante un ejercicio de síntesis relacionada con lo que da origen al entendimiento de lo otro, del próximo humano, y esencialmente al mecanismo mediante el cual dialogamos nosotros con nosotros mismos; el lenguaje del pensamiento.

Francisco Pellicer
Dirección de Investigaciones en Neurociencias
Instituto Nacional de Psiquiatría
Ramón de la Fuente Muñiz
Ciudad de México
pellicer@imp.edu.mx



100 COSAS QUE HAY QUE SABER SOBRE FÍSICA Y FÍSICA CUÁNTICA

JOANNE BAKER

Ariel, Colección: Ariel

Barcelona, 2020

Una introducción a la física, desde la teoría de cuerdas hasta los agujeros negros.

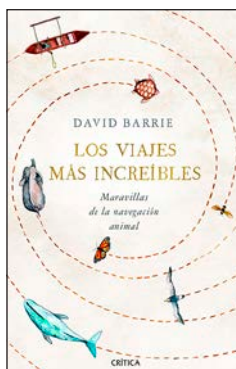
Joanne Baker describe en este libro el descubrimiento, la importancia y el funcionamiento de las leyes, los principios y las teorías que rigen el universo de la física y la física cuántica, desde la teoría de cuerdas hasta los agujeros negros, del electromagnetismo a la informática cuántica. Una obra en donde el lector encontrará la introducción perfecta a esta ciencia, complementada con figuras, citas, cronologías de ideas relacionadas y apuntes biográficos de sus iconos en cada uno de los capítulos.

Si alguna vez ha estado sentado en una estación y ha visto a través de la ventana que el tren de al lado se aleja de usted, sabrá que a veces resulta difícil precisar si es su propio tren el que se marcha o el otro el que llega. ¿Hay alguna forma de determinar con seguridad cuál de los dos se está moviendo?

¿Qué significa moverse si no es con relación a alguna otra cosa? En este sentido, Mach, influenciado por las ideas previas del competidor de Newton, Gottfried Leibniz, fue un precursor de Albert Einstein cuando escogió creer que solo tenía sentido el movimiento relativo. Mach argumentaba que si una pelota rueda de la misma manera ya se encuentre en Francia o en Australia, la cuadrícula del espacio es irrelevante. Lo único que posiblemente pueda afectar al movimiento de la pelota es la gravedad. En la Luna, la pelota rodaría de una forma diferente porque la fuerza gravitatoria ejercida sobre la masa de la pelota es más débil allí.

Joanne Baker estudió Física en la Universidad de Cambridge y obtuvo su doctorado en la Universidad de Sydney.

Es editora de la revista Science y especialista en temas sobre el espacio y las ciencias terrestres.



LOS VIAJES MÁS INCREÍBLES
MARAVILLAS DE LA NAVEGACIÓN ANIMAL

DAVID BARRIE

Crítica

Madrid, 2020

Un libro que cautivará a todos aquellos interesados en la observación animal.

Todos nos hemos maravillado viendo bandadas de pájaros que vuelan ejecutando lo que parece ser una danza, u observando cómo las cigüeñas anidan cada año en los mismos lugares. En esta obra aves, peces o reptiles encuentran su camino: escarabajos que se guían por la luz de la Vía Láctea; abejas que navegan usando patrones de luz invisibles para los humanos; tortugas marinas que encuentran su camino utilizando el campo magnético de la Tierra.

También salmones que regresan a su lugar de nacimiento siguiendo su olfato, ballenas que nadan miles de millas mientras siguen un rastro de rocas o aves que vuelven a anidar en una pequeña isla después de atravesar un océano.

Existe una gran diversidad de sistemas de navegación animal, que a menudo utilizan sentidos y habilidades desconocidos para los humanos.

El autor David Barrie creció en la costa sur de Inglaterra, donde se enamoró del arte de la navegación. A los 19 años cruzó el Atlántico en un yate de 35 pies, en 1981 navegó desde Lymington a las Azores y en 1984 participó como navegante en la China Sea Race desde Hong Kong hasta Manila.



© Ana Vélez.





Curt Kiley