

Redescubriendo a

Alexander von Humboldt

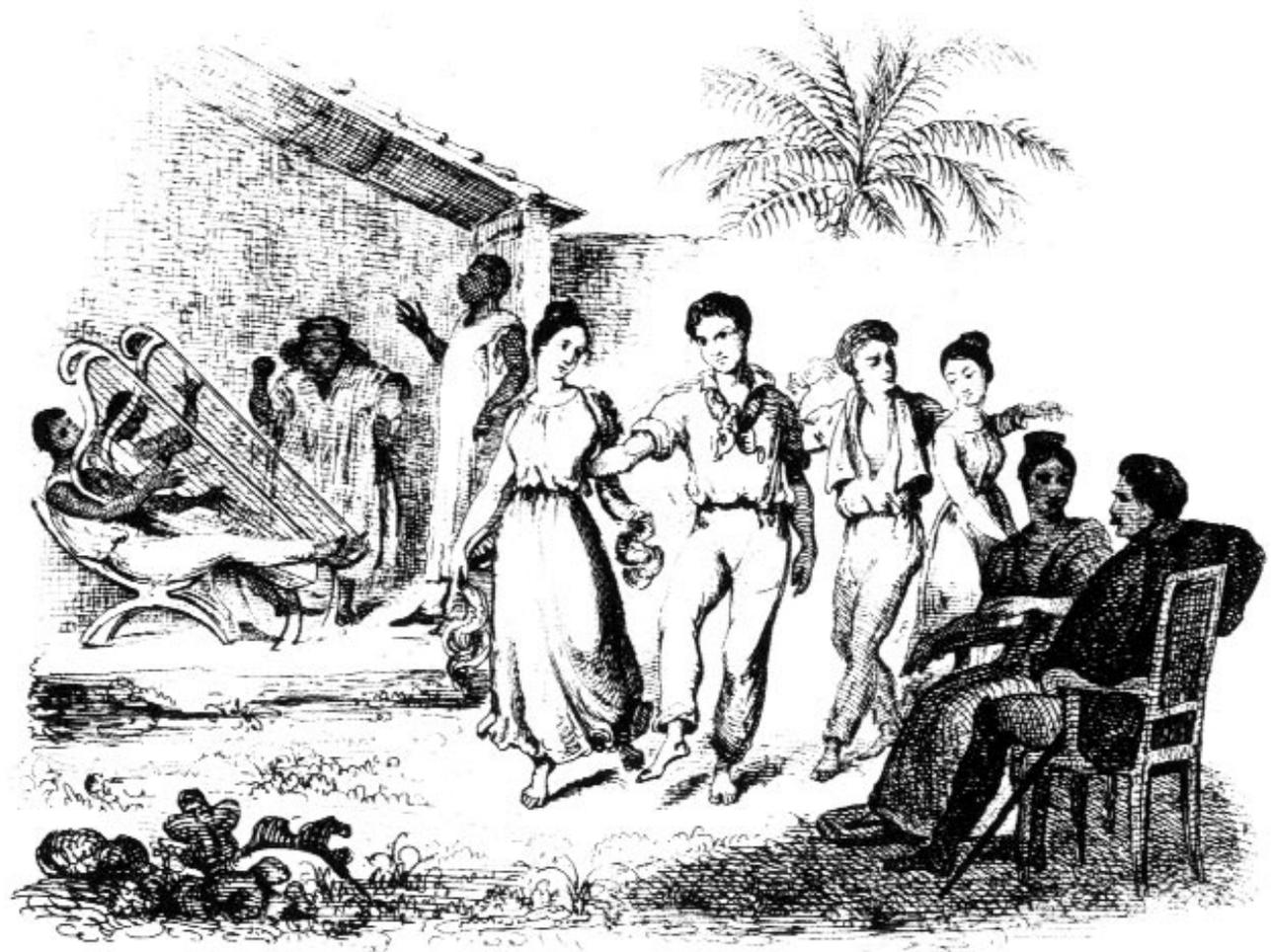


EXEQUIEL EZCURRA

Como ciencia, la teoría ecológica es producto de una larga y colorida historia, forjada a lo largo de siglos con el trabajo laborioso de naturalistas en el campo, en las selvas y en los desiertos. Es una historia larga, llena de hitos maravillosos y sobrecogedores. En el trabajo de expedicionarios excéntricos, naturalistas hoscos y antisociales, observadores obsesivos, y colectores compulsivos, yacen los orígenes y fundamentos de las teorías científicas que hoy rigen la protección de nuestros recursos naturales. Entender esta historia y honrar su legado, es una deuda con los singulares personajes que construyeron el camino de la ciencia a la que hoy llamamos ecología.

Uno de los muchos comienzos de esta historia ocurrió en 1798, cuando dos jóvenes científicos, de escasos 25 y 27 años, recorrían los prostíbulos y los bares de París en busca de algún contacto con oficiales del ejército napoleónico, que les permitiera colarse a las filas de la expedición imperial a Egipto. La nacionalidad alemana del primero —un tímido geólogo de minas— y el carácter festivo y mujeriego del segundo —un médico con radicales tendencias socialistas— les impidieron lograr su objetivo; el adusto ejército del Emperador no fue capaz de aceptar a personajes tan singulares. Sin embargo, en su búsqueda, nuestros protagonistas conocieron a un apasionado adolescente de 16 años, que era asiduo visitante de las casas de citas, lleno de pláticas encendidas y fervorosas, quien les describió con entusiasmo las riquezas naturales de su país, la Nueva Granada, hoy Venezuela. Así, ambos científicos, cuyos nombres eran Alexander von Humboldt y Aimé Bonpland, partieron para la tierra del joven estudiante, que se llamaba Simón Bolívar. En sus periplos por la América colonial llegaron finalmente a México, entonces eje cultural de la América española.

Así, nació el *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España* y el *Viaje a las regiones equinocciales*, el primero era una especie de versión decimotáctica de un informe de país —infinitamente más perceptivo que los aburridos reportes que hacen los expertos del Banco Mundial— y el segundo era un intento de lo que ahora llamaríamos una base de datos florísticos y un modelo ecológico de la América tropical. En estos ensayos se plantearon, por primera vez, algunos de los nuevos paradigmas de las ciencias del ambiente global. Éstos tardaron dos siglos en consolidarse, y se fueron apropiando lentamente de nuestra percepción de la realidad. Hoy, muchas de las ideas de Humboldt, acerca de cómo funciona nuestro planeta, son parte del conjunto de disciplinas de lo que llamamos “ecología global”, y forman parte del discurso cotidiano. Su genialidad radica en que fue capaz de intuir estas teo-



rías sólo a partir de la observación descriptiva de la naturaleza, y de sus conversaciones con brillantes colegas de la América colonial.

“Un cielo que distingue a México”

Humboldt y Bonpland nunca llegaron a conocer a un excéntrico naturalista mexicano —aunque sí lo leyeron con gran interés—, nacido en 1737 en Ozumba y fallecido en 1799, mientras ellos exploraban el Orinoco. Médico de formación, sacerdote, y erudito en mil temas, este naturalista graduado de la Real y Pontificia Universidad de México —hoy nuestra querida UNAM— investigó el movimiento de los planetas; hizo el primer mapa detallado de América del Norte, fue ardiente defensor de los pueblos indígenas; habló de la necesidad de controlar las inundaciones en la Cuenca de México, protegiendo su área lacustre; escribió una larga y curiosa memoria en favor del uso medicinal de las semillas de mariguana o *pipiltzintzintlis*; estudió el nopal y la grana cochinilla; elaboró preciosas ilustraciones científicas, que, hasta el día de hoy,

son un testimonio de incalculable valor, y teorizó sobre la importancia de las plantas nativas —despreciadas en ese entonces por los criollos— como valiosos alimentos. Es una pena que no pudieran encontrarse, porque el carácter enciclopedista y la insaciable curiosidad de José Antonio de Alzate (ese era su nombre) habría impresionado mucho a los exploradores europeos. De cualquier manera, las ideas y los textos de Alzate fueron para ellos de gran importancia.

En cambio, el que sí pudo entrevistarse con Humboldt y Bonpland fue José Mariano Mociño, contemporáneo de Alzate, médico y botánico por la Universidad de México, quien pocos años antes había encabezado junto con el español Martín de Sessé —fundador de la cátedra de botánica en la misma universidad—, una serie de expediciones científicas desde Nicaragua hasta el Canadá. Éstas fueron financiadas por la Corona española y representaron un esfuerzo algo tardío —después de tres siglos de saqueo— por entender y describir la inmensa riqueza natural de la Nueva España. Sin embargo, la decadencia del imperio español a principios del siglo XIX y la indepen-

dencia de México pulverizaron cualquier expectativa de utilizar esos recursos botánicos y el conocimiento desarrollado en estas expediciones en beneficio de la metrópoli europea.

Pero Sessé y Mociño no habían sido los primeros; unos doscientos cincuenta años antes, a principios de la Colonia, la Corona había financiado trabajos similares antes de que la codicia por el oro y la plata, así como la Inquisición, hiciera desaparecer las prioridades más académicas. En 1552 dos indígenas, el médico Martín de la Cruz y el traductor Juan Badiano, habían publicado una luminosa obra describiendo las plantas medicinales autóctonas de México. El *Códice de la Cruz-Badiano* se escribió en náhuatl y latín, ya que eran fieles seguidores de la tradición de los códices prehispánicos, es decir, de su propia y rica tradición indígena. Pronto les siguieron muchos otros brillantes trabajos; en 1559 el fraile franciscano Bernardino Sahagún produjo una de las más grandes obras etnográficas del inicio de la Colonia, en la que describió con detalle importantes aspectos de la historia natural de México. En 1571, por órdenes del rey Felipe II, se inició la expedición de Francisco Hernández, con el objetivo de describir la historia natural de la Nueva España, y estudiar la medicina herbolaria indígena. La obra de Hernández aunque fue destruida en gran parte en el incendio de la biblioteca del Escorial en 1671, es un texto fundamental sobre la riqueza natural de México.

La fascinación por la naturaleza que mostraron Badiano, de la Cruz, Hernández, Mociño y Alzate forma parte de una tradición antigua en México, la cual fue reconocida con admiración y respeto por Humboldt, quien



la describió como “el celo por las ciencias naturales en que con tanto honor se distingue México”. La síntesis de conocimientos teóricos que forman el cuerpo del *Ensayo político* y del *Viaje a las regiones equinocciales* se debe, en gran medida, a las discusiones con colegas mexicanos y a la lectura de trabajos que hizo Humboldt en la Nueva España. La investigación biológica de campo, y la descripción sistemática de la naturaleza son parte de esa admirable tradición intelectual, de ese “celo” mexicano, que tanto admiraba Alexander von Humboldt y que tanto contribuyó a su obra.

El rompecabezas planetario

Su mérito fundamental no radicó solamente en su capacidad para leer, entender y admirar el trabajo de sus colegas. Como muy pocos naturalistas de su época, llegó a comprender y deducir complejos fenómenos de la naturaleza, basado simplemente en sus observaciones. Es asombrosa la capacidad que tuvo para inferir, sin experimentar, el funcionamiento de complejos mecanismos naturales a partir de observaciones meramente descriptivas y basado tan sólo en sus experiencias como viajero y explorador. Humboldt pudo adelantarse a la aventura del descubrimiento científico, solamente con un libro de notas y sencillos instrumentos de navegación. Así recorrió la América tropical, armando con paciencia las piezas del rompecabezas planetario, e intuyendo fenómenos que hemos alcanzado a entender bien dos siglos más tarde.

Una de las preguntas científicas más relevantes que se hizo, fue acerca de las causas de la riqueza y la variación biológica sobre la Tierra. Esta pregunta fundamental corresponde al campo general de lo que en la actualidad llamamos “diversidad biológica”. En la época en que escribió el *Viaje a las regiones equinocciales*, que contiene el visionario *Ensayo sobre la geografía de las plantas*, no se conocía aún la teoría de la evolución ni la historia geológica y climática del planeta.

Medio siglo antes de Darwin, Humboldt esbozó algunas ideas que se vinculan con los conocimientos más modernos sobre la evolución biológica y geológica del planeta. En todos los casos sus esbozos fueron planteados como reflexiones sin mayor trascendencia. Sin embargo, muchas de estas ideas estaban anticipando grandes revoluciones científicas, que ocurrirían uno o dos siglos más tarde. Curiosamente, Humboldt tuvo la capacidad de anticipar las ideas de varios notables precursores de la ciencia, investigadores desconocidos en su momento que no fueron reconocidos, sino hasta después de su propia muerte.



Agassiz, el enamorado del hielo

En 1807, el mismo año en que Humboldt publicaba su *Ensayo sobre la geografía de las plantas*, nacía en Suiza Louis Agassiz, quien sería educado primero en Alemania y después en París, bajo la dirección de Cuvier (uno de los naturalistas más famosos de Europa) y quien se convertiría unos años más tarde en un joven y brillante médico y biólogo. En 1834 mientras que Humboldt empezaba a escribir su obra cumbre *Cosmos*, Agassiz regresaba a Suiza como profesor del Liceo y empezaba a estudiar los glaciares de los valles alpinos. En 1847, después de trece años de andar en los hielos, los valles y las morrenas —cuando se imprimía el segundo volumen de *Cosmos*—, Agassiz publicaba un libro, con poco impacto al principio, en el que arriesgaba la audaz hipótesis de que Europa había estado ocupada miles de años antes por inmensos glaciares que cubrían la mayor parte del continente. La Tierra, según Agassiz, había sufrido periodos de enfriamiento, a los que llamó “glaciaciones”, seguidos por periodos de calentamiento o “interglaciares” en los que la vegetación tropical había llegado hasta las latitudes boreales.

En un principio la idea fue tratada con desdén por la comunidad científica europea, cegada por la aparente evidencia de que los ciclos climáticos de invierno y verano se repetían con la precisión de un reloj. Fueron necesarios muchos años de evidencias fosilizadas, de descubrimientos geológicos, así como la teoría de la evolución de Darwin para que el público empezara a tomar en serio la teoría de Agassiz sobre las Edades Glaciales (quien, paradójicamente, se dedicó a combatir con celo religioso las ideas evolucionistas que sus propios descubrimientos habían ayudado a desarrollar).

Para Humboldt, sin embargo, era obvio que el ambiente global había pasado por sucesivos periodos de calentamiento y enfriamiento durante los últimos siglos, y planteó el problema con toda claridad en el *Ensayo sobre la geografía de las plantas*, casi cincuenta años antes que Agassiz: “Para decidir el problema de la migración de los vegetales, la geografía de las plantas descende al interior del globo terráqueo y consulta ahí los antiguos monumentos que la naturaleza ha dejado en las petrificaciones, los bosques fósiles y las capas de hulla que constituyen la primera vegetación de nuestro planeta. Descubre los frutos petrificados de las Indias, las palmeras, los he-



lechos arbóreos, las escitamíneas y el bambú de los trópicos, sepultados en las heladas tierras del norte; considera si estas producciones equinociales, lo mismo que los huesos de los elefantes, tapires, cocodrilos y didelfos, recientemente encontrados en Europa, han sido transportados a las regiones templadas por la fuerza de las corrientes en un mundo sumergido bajo el agua, o si estas mismas regiones alimentaron en la antigüedad las palmeras y el tapir, el cocodrilo y el bambú. Uno se inclina hacia esta opinión, cuando se consideran las circunstancias locales que acompañan estas petrificaciones de las Indias".

Sin conocer los valle glaciares que llevaron a Agassiz a elaborar su teoría, simplemente viajando por Venezuela, Ecuador y México, Humboldt había llegado ya —medio siglo antes— a la conclusión de que el clima en la Tierra no era constante.

Wegener, el gran menospreciado

En 1880, pocos años después de la muerte de Agassiz —en los Estados Unidos—, otro gran precursor nacía en Alemania; su nombre era Alfred Lothar Wegener. Después de obtener un doctorado en la Universidad de Berlín en 1905, Wegener tuvo oportunidad de integrarse a una expedición danesa a Groenlandia de 1906 a 1908. Allí empezó a interesarse en el movimiento de los continentes a escala global, y elaboró una teoría que en su tiempo casi nadie quiso aceptar.

Como otros científicos que lo precedieron, Wegener había notado la similitud del perfil de las costas de África y América, y especuló que estas tierras habían estado alguna vez unidas —posiblemente en el Paleozoico tardío, unos doscientos cincuenta millones de años atrás— formando un supercontinente ancestral al cual llamó Pangea. Basado en evidencias biológicas y geológicas, Wegener pudo demostrar que rocas y fósiles similares se encontraban en las costas de continentes separados, como América y África, y que grupos biológicos emparentados poblaban áreas ahora distantes. En apoyo a su teoría, además, esgrimió el argumento de la presencia de organismos fósiles tropicales en ambientes actualmente árticos.

Basado en estas evidencias, Wegener postuló la teoría de la deriva continental, en la que aseguraba que los continentes se desplazaban lentamente sobre la corteza terrestre. Sin embargo, la falta de un mecanismo que explicara la causa de esto, y el rechazo enérgico y fundamentalista del *establishment* geológico, llevaron a los investigadores

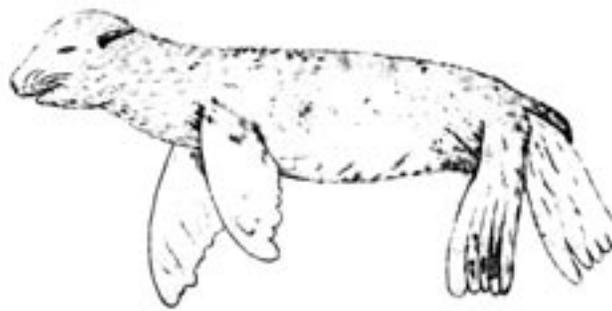
de su época a desechar las hipótesis del movimiento continental, a pesar de los incuestionables argumentos de Wegener. Amargado por la falta de reconocimiento, Wegener murió heroicamente en 1930, en el rescate de un grupo de colegas que se había extraviado en el hielo, durante su tercera expedición a Groenlandia. Nunca llegó a enterarse de que, en los sesentas, su teoría sería retomada con el nombre de “tectónica de placas”, y que sus ideas dieron a la geología una teoría unificadora, que lo explica todo; desde los volcanes y los terremotos, hasta la formación de cordones de montañas y cuencas oceánicas.

Humboldt había concluido, sorprendentemente, que los continentes se movían de alguna manera, y había llegado a esta deducción unos ciento veinte años antes que Wegener. Nuevamente, sus razonamientos se basaban en la simple observación de campo sobre la distribución geográfica de las plantas: “Para decidir acerca del antiguo enlace de continentes vecinos, la geología se funda sobre la análoga estructura de las costas, los bajíos del océano y la identidad de los animales que los habitan. La geografía de las plantas proporciona materiales preciosos para este género de investigaciones: desde cierto punto de vista, puede hacerse reconocer las islas que, antiguamente unidas, se han separado; muestra que la separación de África y América meridional se hizo antes del desarrollo de los seres organizados. Todavía más, esta ciencia nos muestra cuáles plantas son comunes al Asia oriental y a las costas de México y California [...] Con la ayuda de la geografía de las plantas puede uno remontar con cierta certeza hasta el primer estado físico del globo”.

Milankovich, o las desventajas de publicar en serbio

Nacido en 1878 —unos pocos meses antes que Wegener—, el tercer gran precursor de esta historia es un matemático serbio, profesor de mecánica en la Universidad de Belgrado, de nombre Milutin Milankovich; quien demostró que la cantidad promedio de radiación proveniente del Sol que llega a la Tierra no es constante, como se creía, sino que varía de acuerdo a tres factores que inducen cambios en la trayectoria del planeta. En primer

lugar, la excentricidad de la órbita terrestre experimenta variaciones periódicas, que tienen como consecuencia la modificación de la distancia media entre la Tierra y el Sol; cuando ésta aumenta en la elipse orbital, disminuye el flujo anual de energía solar incidente. En segundo lugar, la inclinación del eje de la Tierra —el ángulo entre el eje de rotación y el plano de la órbita, que en la actualidad es de $23^{\circ} 27'$ —, sufre fluctuaciones a lo largo del tiempo causadas por la influencia gravitatoria de los demás planetas. Finalmente, el eje de rotación terrestre cambia la dirección hacia la cual se inclina, igual que un trompo al girar, y describe un cono perpendicular al plano que contiene la órbita terrestre, lo cual, a su vez, ocasiona que el equinoccio se ubique en distintas partes de la órbita terrestre según la orientación del eje. A este fenómeno se le denomina precesión de los equinoccios. Milankovich pudo calcular que los periodos característicos de los efectos producidos por cada uno de los tres factores anteriores —excentricidad de la órbita, inclinación del eje, y precesión de los equinoccios— son de cien mil, cuarenta y un mil, y veintidós mil años, respectivamente. Sus estudios demostraron que el efecto combinado de los tres ciclos es suficiente como para que



la Tierra pueda calentarse y enfriarse significativamente, produciendo las glaciaciones de los últimos dos millones de años.

Durante casi cincuenta años, desde su publicación en varias revistas serbias en la década de los veinte, su teoría fue ignorada por la comunidad científica. Sorpresivamente, en 1976, un trabajo escrito por J. D. Hays, J. Imbrie y N. J. Shackleton, aparecido en la prestigiosa revista *Science*, demostró que las temperaturas globales inferidas a partir de núcleos del sedimento marino correspondían con los cambios en la órbita y la inclinación de la Tierra predichos por Milankovich. En efecto, los datos mostraban que los cambios en la excentricidad, inclinación y precesión de la Tierra eran los motores del cambio climático global.

Desafortunadamente, Milankovich no pudo verse reivindicado, ya que había fallecido dieciocho años antes.

Sin desarrollar la elegante y compleja teoría del matemático serbio, Humboldt había intuido la razón por



funda de los cambios que habían operado —para él de manera obvia y transparente— sobre el clima de la Tierra en el pasado: “Pero ¿pueden admitirse estos enormes cambios en la temperatura de la atmósfera, sin recurrir a un desplazamiento de los astros o a un cambio en el eje de la Tierra? [...] Un aumento en la intensidad de los rayos solares, ¿habría expandido, en ciertas épocas, el calor de los trópicos sobre las zonas vecinas del polo? Estas variaciones, que habrían hecho a Laponia habitable para las plantas equinocciales, los elefantes y los tapires, ¿son periódicas? ¿O son el efecto de algunas causas pasajeras y perturbadoras de nuestro sistema planetario?”

Del conocimiento a la acción

De manera prodigiosa, Humboldt pudo anticipar —a partir de sus exploraciones en México y Sudamérica— las grandes teorías biológicas que surgirían y se consolidarían en los siguientes doscientos años. Si bien, quizás, esa no es su grandeza fundamental, su capacidad de inferir el funcionamiento de sistemas tan complejos no deja de ser un motivo de asombro, que para México legó una de las más lúcidas descripciones de nuestra naturaleza y cultura durante el siglo XVIII. En referencia a la Ciudad de México Humboldt escribió en el *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España*, publicado en 1822: “La construcción de la nueva ciudad, comenzada en 1524, consumió una inmensa cantidad de maderas de armazón y pilotaje. Entonces se destruyeron, y hoy se continúa destruyendo diariamente, sin plantar nada de nuevo, si se exceptúan los paseos y alamedas que los últimos virreyes han hecho alrededor de la ciudad y que llevan sus nombres. La falta de vegetación deja el suelo descubierto a la fuerza directa de los rayos del sol, y la humedad que no se había ya perdido en las filtraciones de la roca amigdalóide basáltica y esponjosa, se evapora rápidamente y se disuelve en el aire, cuando ni las hojas de los árboles ni lo frondoso de la yerba defienden el suelo de la influencia del sol y vientos secos del mediodía [...] Como en todo el valle existe la misma causa, han disminuido visiblemente en él la abundancia y circulación de las aguas. El lago de Texcoco, que es el más hermoso de los cinco, y que Cortés en sus cartas llama mar interior, recibe actualmente mucha menos agua por infiltración que en el siglo XVI, porque en todas partes tienen unas mismas consecuencias los descuajos y la destrucción de los bosques”.

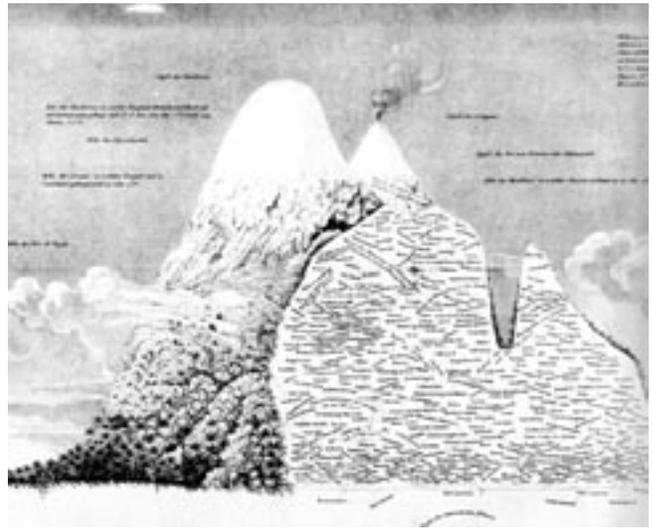
Dos siglos antes de que la Ciudad de México enfrentara la crisis ambiental que hoy vive, Alexander von Humboldt pudo prever las dificultades hidrológicas que sobrevendrían

y pudo atribuirlos, correctamente, a las consecuencias de “los descuajos y la destrucción de los bosques.” La devastación forestal, profetizó, traería graves consecuencias para el ciclo del agua.

Hoy, gracias a las teorías modernas de la diversidad biológica sabemos que los bosques, y en particular los bosques tropicales, son también inmensos reservorios de riqueza biológica, en donde sobrevive una gran parte de las especies del planeta. Un concepto que, por supuesto, tampoco fue ajeno a Humboldt, quien realizó en el *Ensayo sobre la geografía de las plantas* el primer análisis serio de la importancia de la diversidad biológica en los bosques tropicales de montaña: “De tal estado de cosas resulta que cada altura bajo los trópicos, al presentar condiciones particulares, ofrece también productos variados según la naturaleza de las circunstancias, y que en los Andes de Quito, en una zona de mil toesas (dos mil metros) de anchura horizontal, se descubrirá una mayor variedad de formas que en una zona de la misma extensión en la pendiente de los Pirineos”.

Del conocimiento de un fenómeno surge la apreciación del mismo, y de ésta la necesidad de protegerlo. Así, en las notas precursoras tomadas por dos botánicos —Humboldt y Bonpland—, sin más elementos que un teodolito, una brújula, una prensa de herbario y una desbordada pasión por la observación minuciosa del mundo natural, está también contenido el embrión de la biología de la conservación, la semilla de la protección de la diversidad natural.

La conservación de la riqueza biológica es un imperativo de la coyuntura global del siglo XXI, y es uno de los



problemas centrales de la ciencia y de las sociedades modernas que debemos enfrentar y resolver todos los seres humanos de manera colectiva. Es una cuestión esencial para la sobrevivencia del planeta, y para nuestra propia sobrevivencia. Pero también es parte de nuestra herencia cultural, de ese “celo por las ciencias naturales en que con tanto honor se distingue México”, como tan bien lo describió Alexander von Humboldt. Muchas veces hemos repetido que debemos conservar la naturaleza por nuestros hijos y por los hijos de nuestros hijos. Es cierto, pero quizás también debemos cuidar la naturaleza por la naturaleza misma, sin más recompensa que sentirnos parte de la continuidad de la evolución biológica sobre la Tierra. Si Humboldt estuviera hoy vivo, creo que estaría de acuerdo. 🐄



Exequiel Ezcurra

Instituto Nacional de Ecología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Humboldt, Alejandro de. 1811. *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España*. Porrúa, México, 1978.
 Humboldt, Alexander von. 1805. *Ensayo sobre la geografía de las plantas*. Siglo XXI/UNAM, México, 1997.

Alejandro de Humboldt. 1834. *Viaje a las Regiones Equinociales del Nuevo Continente*. Monte Ávila, Caracas, 1991.

IMÁGENES

P. 4: Humboldt y Bonpland, *Vista de las cordilleras*, ca. 1799. P. 5: M. Alcide D'Orbigny, *Un viaje pintoresco en las dos Américas*, ca. 1799. P. 6: Humboldt, *Boceto de un aucaí de cara negra del río Negro*, ca. 1800. P. 7: Roth, Humboldt y Bonpland en el Orinoco rodeados por

sus ejemplares, ca. 1800. P. 8: Keller- Leuzinger, Humboldt y Bonpland en una región desconocida del Alto Orinoco, ca. 1800; Keller, Humboldt y Bonpland en un campamento en el Orinoco, ca. 1800. P. 9: Humboldt, *Foca de la costa pacífica del Perú*, ca. 1802. P. 10: W. Von Kaulbach, Humboldt veía su trabajo en *Cosmos* como una carrera contra la muerte. P. 11: Humboldt, Perfil del Chimborazo mostrando la localización de plantas a distintas altitudes, ca. 1787; Humboldt, *Hoco o pavo silvestre*, ca. 1800.