

La biosfera y la noosfera

por Vladimir I. Vernadsky

A continuación reproducimos extractos de un artículo que escribió el famoso científico ruso-ucraniano Vladimir I. Vernadsky en diciembre de 1943. Originalmente lo publicó la revista American Scientist en inglés en enero de 1945. Esta versión en español, que es la primera que hay, que sepamos, viene de una adaptación que publicó en inglés EIR, en coordinación con Rachel Douglas, quien comparó la traducción del doctor George Vernadsky de la Universidad de Yale con la edición original en ruso del libro de Vernadsky, Biosfera (Moscú: Mysl Publishing House, 1967). Omitimos los pies de página.



Vladimir I. Vernadsky

La noosfera

... Estamos llegando al clímax de la Segunda Guerra Mundial. En Europa la guerra reinició en 1939, luego de una pausa de 21 años; en Europa Occidental ha durado cinco años, y de nuestro lado, en Europa Oriental, va por su tercer año. En cuanto al Lejano Oriente, la guerra reinició ahí mucho antes, en 1931, y ya va en su doceavo año. Una guerra de tal poderío, duración e intensidad es un fenómeno sin paralelo en la historia de la humanidad y de la biosfera en general. Es más, le antecedió la Primera Guerra Mundial, la cual, aunque de menor poderío, tiene un nexo causal con la presente.

En nuestro país esa Primera Guerra Mundial desembocó en una nueva forma de Estado que no tiene precedentes en la historia, no sólo en la esfera de la economía, sino también en la de las aspiraciones de las nacionalidades. Desde la óptica del naturalista (y de modo parecido, creo yo, de la del historiador) una fenómeno histórico de semejante poderío puede y debe examinarse como parte de un solo proceso *geológico* terrestre grandioso, y no como un mero proceso *histórico*.

La Primera Guerra Mundial se refleja en mi trabajo científico del modo más decisivo. Cambió de forma radical mi *concepción geológica del mundo*. Es en la atmósfera de esa guerra que he abordado un concepto de la naturaleza en ese momento olvidado y, así, nuevo para mí y para otros, un concepto geoquímico y biogeoquímico que abarca la naturaleza viva y la no viva desde la misma perspectiva. Pasé los

años de la Primera Guerra Mundial en mi trabajo científico creativo ininterrumpido, el cual he continuado hasta ahora de manera constante en la misma dirección.

Hace 28 años, en 1915, se formó en la Academia de Ciencias una “Comisión para el Estudio de las Fuerzas Productivas” de nuestro país, la llamada KEPS. Esa comisión, de la cual fui elegido presidente, tuvo una función destacada en el período decisivo de la Primera Guerra Mundial. Por completo de improviso, en medio de la guerra, a la Academia de Ciencias le quedó claro que en la Rusia zarista no había datos precisos en cuanto a las ahora llamadas materias primas estratégicas, y tuvimos que recabar y digerir datos dispersos con rapidez a fin de llenar la laguna en nuestro conocimiento. Por desgracia, para cuando empezó la Segunda Guerra Mundial sólo se conservó a la parte más burocrática de esa comisión, el llamado Consejo de las Fuerzas Productivas, y fue necesario restaurar sus otros componentes a toda prisa.

Al abordar el estudio de los fenómenos geológicos desde una perspectiva geoquímica y biogeoquímica, hemos de comprender la totalidad de la naturaleza circundante en el mismo aspecto atómico. Para mí, dicho enfoque coincide de modo inconciente con lo que caracteriza a la ciencia del siglo 20 y la distingue de la de los siglos pasados. *El siglo veinte es el siglo del atomismo científico.*

Resulta que en ese entonces, en 1917–1918, yo estaba, de pura casualidad, en la Ucrania, y no pude regresar a Petrogrado sino hasta 1921. En todos esos años, dondequiera que residía mis pensamientos apuntaban a las manifestaciones geoquímicas y biogeoquímicas de la naturaleza circundante, la biosfera. Al tiempo que las observaba, de manera simultánea dirigía mis lecturas y mis reflexiones a este tema de un modo intenso y sistemático. Expuse de forma gradual las conclusiones a las que llegaba, en la medida que iban formándose, a través de conferencias e informes que presentaba en cualquier ciudad en la que estuviera, en Yalta, Poltava, Kíev, Simferópol, Novorossisk, Rostov, etc. Además, en casi cada ciudad en la que estuve, solía leer todo lo que había relacionado con el problema en su sentido más amplio. Dejé de lado cuanto puede las aspiraciones filosóficas y traté de apoyarme sólo en hechos empíricos y científicos con firmeza establecidos y en generalizaciones, permitiéndome de vez en cuando recurrir a hipótesis científicas de trabajo. En vez del concepto de “vida”, introduje el de “materia viva”, el cual ahora parece estar establecido con firmeza en la ciencia. La “materia viva” es la totalidad de los organismos vivos. No es sino una generalización científica empírica de hechos indisputables en términos empíricos que son de todos conocidos, y observables con facilidad y precisión. El concepto de “vida” siempre rebasa las fronteras del concepto de “materia viva”; entra al reino de la filosofía, el folclore, la religión y las artes. Todo lo que queda fuera de la noción de “materia viva”.

En lo más tupido de la vida hoy día, tan intensa y compleja como es, una persona, y toda la humanidad de la cual es inseparable, prácticamente olvida que está conectada de un modo indivisible con la biosfera, con esa parte específica del

planeta donde viven. Es común hablar del Hombre como un individuo que se mueve con libertad por nuestro planeta, y que con libertad construye su propia historia. Hasta ahora, ni los historiadores ni los científicos de humanidades, ni hasta cierto grado los biólogos siquiera, han tomado en consideración de manera conciente las leyes de la naturaleza de la biosfera, la envoltura de la Tierra que es el único lugar donde puede existir la vida. El Hombre es elementalmente indivisible de la biosfera. Y esta inseparabilidad apenas ahora empieza a quedarnos clara con precisión. En realidad no existe ningún organismo vivo en un estado libre en la Tierra. Todos estos organismos están conectados de modo inseparable y continuo —primero y antes que nada por la alimentación y la respiración— con su ambiente energético-material.

El destacado académico de Petersburgo, Caspar Wolf (1733–1794), quien dedicó toda su vida a Rusia, lo expresó de manera brillante en su libro, que fue publicado en alemán en San Petersburgo, en 1789, el año de la Revolución Francesa: *Sobre la fuerza peculiar y eficiente, característica de la sustancia vegetal y animal*. A diferencia de la mayoría de los biólogos de su época, él se apoyaba en Newton, más que en Descartes.

La humanidad, en tanto materia viva, está conectada de manera inseparable con los procesos energético-materiales de una envoltura geológica específica de la Tierra, su *biosfera*. La humanidad no puede ser independiente de la biosfera en lo físico, ni por un minuto.

El concepto de la “biosfera”, es decir, del “dominio de la vida”, lo introdujo en la biología [Jean-Baptiste de Monet, caballero de] Lamarck (1744–1829) en París, a comienzos del siglo 19; y en la geología, Edward Suess (1831–1914) en Viena, a fines de ese siglo. En nuestro siglo hay un entendimiento por completo nuevo de la biosfera. Está surgiendo como un fenómeno *planetario* de *naturaleza cósmica*. En la biogeoquímica tenemos que considerar que la vida (los organismos vivos) en realidad no sólo existe en nuestro planeta, no sólo en la biosfera de la Tierra. Me parece que esto ha quedado establecido más allá de toda duda, hasta ahora, para todos los llamados planetas terrestres, o sea, Venus, la Tierra y Marte. En el Laboratorio Biogeoquímico de la Academia de Ciencias de Moscú, a la que han rebautizado como el Laboratorio de Problemas Geoquímicos, en colaboración con el Instituto de Microbiología de la Academia de Ciencias (el director y académico correspondiente B.L. Isachenko), ya desde 1940 identificamos la vida *cósmica* como un objeto de estudio científico. Este trabajo fue suspendido debido a la guerra, y habrá de reanudarse a la primera oportunidad.

La idea de la vida en tanto fenómeno cósmico la han hallado en los archivos científicos, entre ellos los nuestros, desde hace mucho tiempo. Hace siglos, a fines del siglo 17, el científico holandés Christiaan Huygens (1629–1695) en su última obra, *Cosmotheoros*, que fue publicada de manera póstuma, formulaba esta cuestión científica. El libro fue publicado en ruso dos veces en el primer cuarto del siglo 18, a iniciativa de Pedro I. En este libro, Huygens establece la

generalización científica de que “la vida es un fenómeno cósmico, de algún modo marcadamente distinto a la materia no viva”. Yo bauticé hace poco esta generalización como “el principio de Huygens”.

Por su peso, la materia viva comprende una parte minúscula del planeta. Es evidente que éste ha sido el caso a lo largo de todo el tiempo geológico, es decir, que es eterna en términos geológicos. La materia viva está concentrada en una capa delgada y más o menos continua de la troposfera en tierra seca —en campos y bosques—, y penetra el océano entero. En cantidad, no mide más de décimas de uno por ciento del peso de la biosfera, en el orden de cerca del 0,25%. En terreno seco, su masa continua alcanza una profundidad quizás menor a 3 km en promedio. No existe fuera de la biosfera.

En el transcurso del tiempo geológico la materia viva cambia su morfología según las leyes de la naturaleza. La historia de la materia viva cobra expresión como una modificación lenta de las formas de los organismos vivos que de forma ininterrumpida están conectados en términos genéticos entre ellos mismos, de generación a generación. Esta idea vino surgiendo en la investigación científica a través de las épocas, hasta que en 1859 obtuvo una base sólida con los grandes logros de Charles Darwin (1809–1882) y [Alfred Russell] Wallace (1822–1913). Fue forjada en la doctrina de la evolución de las especies de plantas y animales, incluido el Hombre. El proceso evolutivo sólo es característico de la materia viva. No hay manifestaciones suyas en la materia no viva de nuestro planeta. En la Era Criptozoica se formaban los mismos minerales y rocas que se forman ahora. Las únicas excepciones son los cuerpos naturales bioinertes unidos de un modo u otro con la materia viva.

El cambio en la estructura morfológica de la materia viva observado en el proceso de evolución conduce de forma inevitable a un cambio en su composición química. Esta cuestión ahora requiere de verificación experimental. En colaboración del Instituto de Paleontología de la Academia de Ciencias, incluimos este problema en nuestro trabajo planificado en 1944.

En tanto que la cantidad de materia viva es despreciable con relación a la masa no viva y bioinerte de la biosfera, las rocas biogénicas constituyen gran parte de su masa y rebasan con mucho las fronteras de la biosfera. Sujetos al fenómeno de metamorfismo, se convierten, perdiendo toda traza de vida, en la envoltura granítica, y dejan de ser parte de la biosfera. La envoltura granítica de la Tierra es la región de las biosferas anteriores. En el libro de Lamarck, *Hidrogeología* (1802), que contiene muchas ideas admirables, la materia viva, del modo que lo entiendo, se reveló como la creadora de las principales rocas de nuestro planeta. Lamarck nunca aceptó el descubrimiento de [Antoine Laurent de] Lavoisier (1743–1794). Pero ese otro gran químico, J.B. Dumas (1800–1884), el contemporáneo más joven de Lamarck que sí aceptó el descubrimiento de Lavoisier y que estudió con intensidad la química de la materia viva, también fue un adherente por mucho tiempo de la noción de la importancia cuantitativa de

la materia viva en la estructura de las rocas de la biosfera.

Los contemporáneos más jóvenes de Darwin, J.D. Dana (1813–1895) y J. Le Conte (1823–1901), grandes geólogos estadounidenses ambos (y Dana, minerólogo y biólogo también), plantearon, aun antes de 1859, la generalización empírica de que *la evolución de la materia viva procede en una dirección definida*. A este fenómeno Dana lo llamó “cefalización”, y Le Conte, la “Era Psicozoica”. Dana, al igual que Darwin, adoptó esta idea durante su viaje alrededor del mundo, el cual inició en 1838, dos años después del regreso de Darwin a Londres, y duró hasta 1842.

Cabe señalar aquí que la expedición en la que Dana sacó sus conclusiones sobre la cefalización, los bancos de coral, etc., estuvo asociada en la historia con las investigaciones sobre el océano Pacífico realizadas en viajes oceánicos de navegantes rusos, en particular Kruzenshtern (1770–1846). Publicadas en alemán, inspiraron al abogado estadounidense John Reynolds a organizar el primero de dichos viajes científicos estadounidenses por mar. Empezó a trabajar en esto en 1827, cuando salió un relato en alemán de la expedición de Kruzenshtern. No fue sino hasta 1838, once años después, que sus esfuerzos tenaces se tradujeron en esta expedición. Ésta fue la expedición de [Charles] Wilkes, que de forma concluyente probó la existencia de la Antártida.

Las nociones empíricas de una dirección definida del proceso evolutivo, aunque sin ningún intento por fundamentarlo de forma teórica, se remontan a ya avanzado el siglo 18. [Georges Louis Leclerc, conde de] Buffon (1707–1788) habló del “dominio del Hombre”, por la importancia geológica del Hombre. La idea de la evolución le era ajena. Así también le era [Jean Louis Rodolphe] Agassiz (1807–1873), quien introdujo la idea del período glacial en la ciencia. Agassiz vivió en un período de florecimiento impetuoso de la geología. Él admitía que, en lo geológico, había llegado el dominio del Hombre, pero, por sus principios religiosos, era contrario a la teoría de la evolución. Le Conte señala que Dana, quien antes tenía una opinión afín a la de Agassiz, en los últimos años de su vida aceptó la idea de la evolución en su entonces común interpretación darwiniana. Desapareció así la diferencia entre la “Era Psicozoica” de Le Conte y la “cefalización” de Dana. Es de lamentar que, en especial en nuestro país, esta importante generalización empírica aún sigue fuera de la mira de nuestros biólogos.

La solidez del principio de Dana, que resulta que está fuera de la mira de nuestros paleontólogos, puede verificarlo con facilidad cualquiera que esté dispuesto a hacerlo sobre la base de cualquier tratado moderno de paleontología. El principio no sólo abarca a todo el reino animal, sino que se revela de igual manera con claridad en especies particulares de animales. Dana señalaba que en el transcurso del tiempo geológico, al menos 2.000 millones de años y quizá mucho más, ocurre un proceso irregular de crecimiento y perfección del sistema nervioso central, empezando con los crustáceos (cuyo estudio Dana usó para establecer su principio), los mo-

lucos (cefalópodos), y terminando con el Hombre. Es este fenómeno al que llamó cefalización. El cerebro, una vez que alcanza cierto nivel en el proceso de evolución, no está sujeto a la retrogresión, sino que sólo puede progresar más.

Partiendo de la noción de la función geológica del Hombre, el geólogo A.P. Pávlov (1854–1929) en los últimos años de su vida solía hablar de la *Era Antropogénica* en la que vivimos ahora. Aunque no consideró la posibilidad de la destrucción de los valores espirituales y materiales que ahora presenciamos en la bárbara invasión de los alemanes y sus aliados, poco más de diez años después de su muerte, puso de relieve, de manera correcta, que el Hombre, ante nuestros propios ojos, está deviniendo en una fuerza geológica poderosa y siempre creciente. Esta fuerza geológica cobró forma de manera imperceptible en un período largo de tiempo. Coincidió con esto un cambio en la posición del Hombre en nuestro planeta (primero que nada, en su posición material). En el siglo 20 el Hombre, por primera vez en la historia de la Tierra, conoció y abarcó toda la biosfera, completó el mapa geográfico del planeta Tierra, y colonizó toda su superficie. *La humanidad devino en una sola totalidad en la vida de la Tierra*. No hay ningún lugar de la Tierra donde el Hombre no pueda vivir si así lo quiere. Nuestra gente habitando el hielo flotante del Polo Norte en 1937–1938 ha probado esto de modo patente. Al mismo tiempo, debido a las maravillosas técnicas y éxitos del pensamiento científico, la radio y la televisión, el Hombre puede hablar de forma instantánea con quienquiera que desee en cualquier lugar de nuestro planeta. El transporte aéreo ha alcanzado una velocidad de varios cientos de kilómetros por hora, y no ha llegado a su máximo. Todo esto es resultado de la “cefalización”, del crecimiento del cerebro del Hombre y del trabajo que su cerebro dirige.

El economista L. Brentano ilustró la importancia planetaria de este fenómeno con los siguientes cálculos asombrosos: si le asignaran a cada Hombre un metro cuadrado, y si colocaran a cada Hombre hombro con hombro, no ocuparían ni el área del pequeño lago de Constanza que está entre las fronteras de Baviera y Suiza. El resto de la superficie de la Tierra quedaría sin hombres. Así, la totalidad de la humanidad junta representa una masa insignificante de la materia del planeta. Su fortaleza no deriva de su materia, sino de su cerebro. Si el Hombre entiende esto, y no usa su cerebro y su trabajo para la autodestrucción, se abre ante sí un futuro inmenso en la historia geológica de la biosfera.

El proceso geológico evolutivo muestra la unidad biológica y la igualdad de todos los hombres, *Homo sapiens* y sus ancestros, *Sinánthropos* y otros; su progenie en la mezcla de las razas blanca, roja, amarilla y negra evoluciona sin cesar en incontables generaciones. Ésta es una *ley de la naturaleza*. Todas las razas pueden cruzarse y producir retoños fértiles. En un marco histórico, como por ejemplo en una guerra de tal magnitud como la actual, termina por ganar quien sigue esa ley. Uno no puede oponerse impune al principio de la unidad de todos los hombres como una ley de la naturaleza.

Uso aquí la frase “ley de la naturaleza”, del modo que las ciencias física y química usan cada vez más este término, en el sentido de una generalización empírica establecida con precisión.

El proceso histórico cambia de forma radical ante nuestros propios ojos. Por primera vez en la historia de la humanidad los intereses de las masas, por un lado, y el libre pensamiento de los individuos, por el otro, determinan el curso de la vida de la humanidad y brindan las pautas para las meras ideas de justicia. La humanidad en su conjunto está convirtiéndose en una fuerza geológica poderosa. Ahí surge el problema de la *reconstrucción de la biosfera en el interés de la humanidad librepensante como una sola totalidad*. Este nuevo estado de la biosfera, al cual nos acercamos sin percatarnos, es la *noosfera*.

En mi disertación en la Sorbona de París en 1922–23, acepté la *fenomenología biogeoquímica* como la base de la biosfera. El contenido de parte de estas disertaciones salió publicado en mi libro *Estudios de Geoquímica*, que apareció primero en francés en 1924, y luego en una traducción rusa en 1927. El matemático francés y filósofo bergsoniano Le Roy aceptó el fundamento biogeoquímico de la biosfera en tanto punto de partida, y en sus disertaciones en el Collège de Francia en París, introdujo en 1927 el concepto de la noosfera como la fase geológica por la cual atraviesa la biosfera ahora. Él destacaba que llegó a semejante noción en colaboración de su amigo Teilhard de Chardin, un gran geólogo y paleontólogo que ahora trabaja en China.

La noosfera es un fenómeno geológico nuevo en nuestro planeta. En él, por primera vez el Hombre deviene en una *fuerza geológica a gran escala*. Puede y debe reconstruir la esfera de su vida mediante su trabajo y pensamiento, reconstruirla de forma radical en comparación con el pasado. Se abren ante él posibilidades creativas cada vez más amplias. Puede que la generación de nuestros nietos se acercará a su florecimiento.

Aquí se nos presenta un nuevo enigma. *El pensamiento no es una forma de energía*. ¿Cómo, entonces, puede cambiar los procesos materiales? Esa interrogante aún no ha sido contestada. Hasta donde sé, el primero que la planteó fue un científico estadounidense nacido en Lvov, el matemático y biofísico Alfred Lotka. Pero no pudo contestarla. Como [Johann Wolfgang von] Goethe (1740–1832), quien no sólo era un gran poeta sino un gran científico también, en una ocasión señaló que en la ciencia sólo podemos saber *cómo* ocurre algo, pero no podemos saber *por qué* ocurrió.

En cuanto a la llegada de la noosfera, a cada paso vemos a nuestro alrededor las consecuencias empíricas de ese proceso “incomprensible”. Esa rareza mineralógica, el hierro puro, ahora se produce por miles de millones de toneladas. El aluminio puro, que no nunca antes existió en nuestro planeta, ahora se produce en cualquier cantidad. Lo mismo es cierto en cuanto al número incontable de combinaciones químicas artificiales (minerales biogénicos “culturales”) recién creados en

nuestro planeta. La cantidad de tales minerales artificiales crece todo el tiempo. Todas las *materias primas estratégicas* pertenecen ahí. En términos químicos, el Hombre está cambiando drásticamente la faz de nuestro planeta, la biosfera, de modo conciente y, más aún, de forma inconciente. El Hombre cambia la física y la química de la envoltura aérea de la tierra, así como de todas sus aguas naturales. En el siglo 20, a resultas del crecimiento de la civilización humana, los mares y las partes de los océanos más cercanas a las costas han cambiado de forma cada vez más marcada. El Hombre tiene que tomar ahora cada vez más medidas para preservar la riqueza de los mares, que hasta ahora no pertenecían a nadie, para las generaciones futuras. Además de esto, el Hombre está creando nuevas especies y razas de animales y plantas. Los sueños de los cuentos de hadas parecen posibles en el futuro; el Hombre está esforzándose por salir de las fronteras de su planeta hacia el espacio cósmico. Y probablemente lo hará.

Al presente no podemos darnos el lujo de no advertir que en la gran tragedia histórica que vivimos, hemos elegido elementalmente la vía correcta que lleva a la noosfera. Digo elementalmente, en tanto que toda la historia de la humanidad procede en esta dirección. Los historiadores y los dirigentes políticos apenas empiezan a acercarse a una comprensión del fenómeno de la naturaleza desde esta perspectiva. El enfoque de Winston Churchill (1932) al problema, desde el ángulo de un historiador y dirigente político, es muy interesante.

La noosfera es la última de muchas fases de la evolución de la biosfera en la historia geológica. El curso de esta evolución apenas comienza a quedarnos claro mediante un estudio de algunos de los aspectos del pasado geológico de la biosfera. Permítaseme mencionar unos cuantos ejemplos. Hace 500 millones de años, en la era geológica Cámbrica, aparecieron por primera vez en la biosfera las formaciones esqueléticas de animales, ricas en calcio; las de las plantas aparecieron hace unos 2.000 millones de años. Esa función del calcio de la materia viva, ahora desarrollada con potencia, fue uno de los factores evolutivos más importantes del cambio geológico de la biosfera. Un cambio no menos importante en la biosfera ocurrió hace unos 70 a 110 millones de años, en la era del sistema Cretácico, y en especial durante el Terciario. Fue en esa época que cobraron forma por primera vez nuestros bosques verdes, que tanto apreciamos. Éste es otro gran estado evolutivo, análogo a la noosfera. Quizás fue en estos bosques que apareció el Hombre hace alrededor de 15 o 20 millones de años.

Vivimos ahora en el período de un nuevo cambio evolutivo geológico de la biosfera. Estamos entrando a la noosfera. Este nuevo proceso geológico elemental ocurre en un momento tempestuoso, en la época de una guerra mundial destructiva. Pero el hecho importante es que nuestros ideales democráticos están a tono con los procesos geológicos elementales, con la ley de la naturaleza, y con la noosfera. Por tanto, podemos enfrentar el futuro con confianza. Está en nuestras manos. No lo dejaremos ir.