

# EL PRINCIPIO DE COMPLEMENTARIEDAD, LAS ESTRELLAS Y LA ESPECIE HOMBRE

## Parte II: intuiciones

---

Capitán de Navío (R) Néstor A. Domínguez

Las intuiciones nos pueden permitir dar un salto sobre nuestra ignorancia, respecto del por qué y para qué vivimos.

El Autor

Contrariando a Antonio Machado: no se hace camino al andar por ciertos espacios.

Los caminos del espacio ultraterrestre son como los caminos del mar, se borran al andar; solo nos quedan los horizontes y el cosmos.

Es allí donde queremos llegar.

El Autor

## Introducción

**H**ay una intuición que surge ahora en mi espíritu y que no puedo dejar de comunicar antes de morir. Creo que lo ocurrido en nuestro país, respecto a la unificación de la problemática nuclear con la espacial, se ha debido a que una empresa argentina de tecnología, que antes había estado enfocada principalmente en las aplicaciones de los reactores nucleares con distintos fines y que, luego, en la década de 1990, también se abocó a las espaciales ligadas con los satélites artificiales. Esto constituye un hecho muy singular. Se trata de una suerte de demostración práctica de que es posible sustentar el Principio de Complementariedad entre los átomos de la física cuántica, como partículas, con las ondas electromagnéticas, que utilizan los satélites artificiales ya convertidos en ondas. Estas, una vez liberadas de los átomos que las originaron, son usadas por ellos para realizar telecomunicaciones y observaciones de cuerpos espaciales, como la Tierra, y de otros astros del espacio cósmico, gracias al desarrollo de la astronomía y de las ciencias espaciales. Se ha probado prácticamente que es posible crear aplicaciones prácticas ligadas con la física cuántica a nivel cósmico, y ello demuestra su complementariedad.

No puedo dejar de decir esto antes de desarrollar este tema, por las implicaciones que tuvo en posteriores emprendimientos tecnológicos argentinos de gran envergadura. Ello tiene mucho que ver con lo que vengo tratando en estas dos partes de un artículo y en relación con el macrocosmos, al que se aplica la teoría de la relatividad, y el microcosmos de la mecánica cuántica, al intentar unirlos en un «cosmos» único a través del Principio de Complementariedad de Niels Bohr, el funcionamiento de las estrellas y la vida de nuestra especie.

Lo especial que ha sucedido en nuestro país, lo he percibido a través de un largo proceso

El Capitán de Navío (R) Néstor Antonio Domínguez egresó de la ENM en 1956 (Promoción 83) y pasó a retiro voluntario en 1983.

Estudió Ingeniería Electromecánica (orientación Electrónica) en la Facultad de Ingeniería de la UBA y posee el título de Ingeniero de la Armada.

Es estudiante avanzado de la Carrera de Filosofía de dicha Universidad.

Fue Asesor del Estado Mayor General de la Armada en materia satelital; Consejero Especial en Ciencia y Tecnología y Coordinador Académico en Cursos de Capacitación Universitaria, en Intereses Marítimos y Derecho del Mar y Marítimo del Centro de Estudios Estratégicos de la Armada; y profesor, investigador y tutor de proyectos de investigación en la Maestría en Defensa Nacional de la Escuela de Defensa Nacional.

Es Académico Fundador y expresidente de la Academia del Mar y miembro del Grupo de Estudios de Sistemas Integrados como asesor. Es miembro y Académico de Número del Instituto Nacional Browniano desde el año 2015.

Ha sido miembro de las comisiones para la redacción de los pliegos y la adjudicación para el concurso internacional por el Sistema Satelital Nacional de Telecomunicaciones por Satélite Nahuel y para la redacción inicial del Plan Espacial Nacional.

Es autor de dos libros dedicados al conocimiento de los satélites artificiales y de otros libros titulados: *Hacia un pensamiento ecológicamente sustentable*, *Un Enfoque Sistémico de la Defensa* (en tres tomos), *Una Imagen Espacio-Política del Mundo* y *El Arte de Comprender la Naturaleza*, entre otros, además de numerosos ensayos sobre temas del mar, electrónica, espacio ultraterrestre, ecología y filosofía publicados en revistas del país y del extranjero.

de más de 20 años en el que he sido actor y probable inductor del desarrollo posterior. Lo protagonicé efectivamente desde el año 1989 hasta el año 2007, en que la Armada me dio por cumplidos mis servicios como asesor del Estado Mayor General en Materia Satelital.

Ocurrió que, a lo largo de treinta años de gestión, de 1960 a 1990, la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), subordinada a la Fuerza Aérea Argentina, no había logrado poner en órbita ningún satélite artificial para el servicio de las necesidades propias de nuestro gran país. Todos sus proyectos para disponer de lanzadores espaciales no fueron suficientes, pues nunca llegaron a satelizar ninguna carga útil. Tampoco hubo emprendimientos satisfactorios para que otros países espaciales lo hicieran en nuestro beneficio.

Hasta comenzar a escribir este artículo, había pensado que la filosofía y la sistémica (auxiliada por la cibernética que la corrige) eran las dos herramientas más útiles para estrechar la brecha epistemológica del conocimiento humano (la que nos separa, individual y socialmente, de la Naturaleza en cuanto a su conocimiento), pero creo que debemos agregar la electrónica como herramienta tecnológica fundamental para poder hacerlo, aunque sea solo digital y virtualmente.

«Intuyo que estos principios, en particular el de complementariedad, tienen una aplicación cósmica en cuanto a unas interpretaciones de las dicotomías onda-corpúsculo en la mecánica cuántica, vida-muerte, en las ciencias naturales, orgánico-inorgánico en la ciencia química, etc».

La filosofía nos aporta el pensamiento, la sistémica, la teoría, la electrónica y las ciencias espaciales su realización tanto práctica como virtual. Pienso que las cinco son transdisciplinas tomadas de la misma Naturaleza y que, por lo tanto, son útiles y eficaces para encarar lo natural con algunas limitaciones propias de nuestra ignorancia.

La dualidad onda-corpúsculo desarrollada por los físicos cuánticos daneses, alemanes y austríacos que rodearon a Niels Bohr y se preocuparon por la vida, tanto física como espiritual —como vimos en la Parte I de este artículo—, a través de su complementariedad con la biología y la psicología han demostrado una impensable utilidad práctica para esas ciencias. Ellos recibieron Premios Nobel, pues se nutrieron de los principios de indeterminación (Heisenberg, 1932) y por su enunciación de la estructura atómica y la radiación (Niels Bohr, 1922). Además, en 1927, Niels Bohr había desarrollado el Principio de Complementariedad (sobre la base del de Heisenberg). Así se fue constituyendo la base teórica de la física cuántica hace 100 años.



Fotografía N.º 1: Tomada durante la 5.º Conferencia Solvay de 1927. Niels Bohr se encuentra situado en la segunda fila, es el primero de la derecha. Entre los participantes se destacan: Auguste Piccard, Albert Einstein, Marie Curie, Erwin Schrödinger, Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg, Paul Dirac, Louis de Broglie y Max Planck, que intentaban unir el mundo de la macrofísica con el de la microfísica (Internet, Wikipedia)

Intuyo que estos principios, en particular el de complementariedad, tienen una aplicación cósmica en cuanto a unas interpretaciones de las dicotomías onda-corpúsculo en la mecánica cuántica, vida-muerte en las ciencias naturales, orgánico-inorgánico en la ciencia química, etc. También pienso que mucho de lo que hemos desarrollado científica y religiosamente en el pasado sobre estas cuestiones ha sido materia de interminables dogmas, guerras, discusiones, relatos, cambios de paradigmas culturales, políticos, científicos y religiosos a lo largo de miles de años y dentro de un ámbito de ignorancia colectiva, algo tan insoslayable como propio de la cultura de cada época ya vivida. El «etcétera» que pongo al final nos brinda la posibilidad de pensar un texto tan amplio como para armar una biblioteca ligada al desarrollo de la aplicación de estos principios en el futuro.

Dos genios, como lo han sido Alberto Einstein y Niels Bohr, han puesto todo su esfuerzo para dilucidar estas cuestiones y han muerto con sus intuicio-

nes marcadas en sus respectivos cerebros. Muchísimo menos podemos hacer nosotros, con menos talento y siendo conscientes de nuestra propia ignorancia. Esto no solo en cuanto a sus teorías, sino también en relación con el conocimiento en general.

Por mi parte, solamente puedo tratar de elaborar algunas intuiciones y preguntas respecto de nuestra relación con el Sol junto con las de otros extraterrestres, sujetos a la radiación electromagnética de otras estrellas del cosmos. Así pueden surgir ejemplos de las aplicaciones de estos principios a las dicotomías complementarias: Sol-especie hombre y otras estrellas-especies vivas extraterrestres. Lo haré con una suerte de imaginación desbordada, al borde de la tecnología y de la ciencia aprendidas a lo largo de muchos años dedicados al interés por estas cuestiones.

Nuestro Sol es tan importante para nuestras vidas y la de todas las otras vidas animales y vegetales que habitan el Sistema Tierra que, desde hace miles de años, los egipcios lo han considerado como un dios, el dios Ra<sup>1</sup>.

En el cosmos, hay una enorme cantidad de estrellas; él evoluciona, y las estrellas también, como lo hacemos nosotros. Esto ocurre naturalmente, de muy diferentes maneras y en tiempos que nos exceden en muchos miles de millones de años. Solamente hemos podido informarnos durante un instante de ese tiempo, de tan solo 5 000 000 de años, que compartimos con los monos chimpancés y los bonobos a partir de un ancestro común<sup>2</sup>.

El motivo de los cambios evolutivos de una estrella es la nucleosíntesis, o sea, la transformación de unos elementos químicos en otros mediante reacciones nucleares. Así, tras nacer, las estrellas pasan la mayor parte de su vida en una fase tranquila mientras fusionan hidrógeno (en un proceso de fusión nuclear en su interior) y lo transforman en helio.

El gran astrónomo cuyo apellido se usó para el primer telescopio espacial fue Edwin Hubble. Él diagramó, en 1936, la evolución de las estrellas partiendo de sus diversos y variados orígenes<sup>3</sup>. La secuencia de Hubble es un esquema de clasificación morfológica de galaxias inventado por él. El «esquema de Hubble» entonces divide las galaxias regulares en tres grandes clases: elípticas, lenticulares y espirales, basándose en su apariencia visual (observada originalmente en placas fotográficas).

En cuanto a las estrellas en particular, lo más actualizado es el diagrama de Hertzsprung-Russell, que se puede apreciar en la siguiente Figura N.º 1<sup>4</sup>:

El Sol es de la variante G y de magnitud +5. Lo que esto informa a los astrónomos es muchísimo, pero estoy lejos de querer profundizar en estas cuestiones. Es más interesante, a nuestros fines, escudriñar las «clases espectrales» de las estrellas. Estas clases tienen en cuenta el color, pues ello es lo que las diferencia, para nosotros, en cuanto a sus emisiones electromagnéticas. En esto se lograron grandes mejoras a partir de mediados del siglo XIX con los avances en la espectrometría. Así surgieron, para el año 1900 y gracias al astrónomo norteamericano Edward Charles Pickering (1846-1919), las clases espectrales que he distinguido en la Figura N.º 1 en cuanto a sus abscisas<sup>3</sup>. Luego hubo subclases de 0 a 9, y el Sol pasó a ser de clase G subclase 2 (G2); estas fueron consideradas continuas.

Así se clasificaron las variantes de emisión de cada estrella según los elementos químicos de la tabla de Mendeleiev existentes en ellas. Como sabemos, estos son 92 (los estables). Luego se consideró la temperatura superficial de las estrellas, pues un aumento de temperatura significa

«Por mi parte, solamente puedo tratar de elaborar algunas intuiciones y preguntas respecto a nuestra relación con el Sol junto con las de otros extraterrestres».

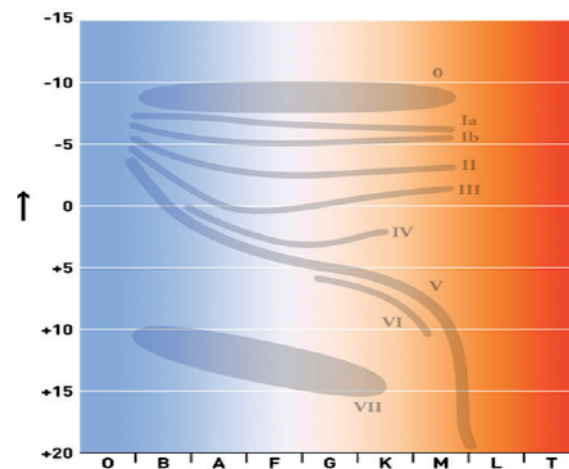


Figura No. 1: Se pueden apreciar, en ordenadas, la magnitud o medida del brillo de las estrellas y, en abscisas, sus clases espectrales. De este modo, se agrupan en siete variantes generales.

el salto de los electrones orbitales del elemento desde un nivel de energía a otro superior y un cambio en la frecuencia de la emisión correspondiente de los fotones electromagnéticos hacia una frecuencia y una energía determinadas. En esto vale la siguiente ecuación de la física cuántica:

$$E = k \cdot v$$

Donde:

E: es la energía del fotón;

K: es la constante de Plank y

v: es a la frecuencia cuántica.

Como sabemos, la pérdida de electrones-fotones ioniza el átomo que los emite, y cambia su estructura espectral.

La estructura de las líneas espectrales de cada elemento es lo que permite determinar la temperatura absoluta de las estrellas y, además, la expansión del universo, gracias a su desplazamiento hacia el rojo.

Hasta aquí llegamos para no introducirnos en más complejidades cuánticas.

Lo que sigue es intuir lo que pasaría con los seres vivos que pudieran habitar en un satélite natural que orbite alrededor de una estrella o de un planeta. De esto solo conocemos, hasta cierto punto, lo ocurrido en los planetas del sistema solar: sabemos algo más de nuestro satélite natural, la Luna, porque estuvimos allá; sabremos algo más de Marte si, luego de paseos telecontrolados con algunos robots por ese planeta, arribamos allí como lo hicimos con nuestro satélite. Sería así si se concretara el proyecto de la NASA, que está construyendo el hábitat conocido como «Mars Dune Alpha» impreso en 3D, en el que convivirán los primeros cuatro participantes humanos en los doce meses que durará la primera evaluación del proyecto en la Tierra para luego, a fines de la década del 30 de este siglo, construirlo con tierra marciana y, de la misma forma, en el planeta Marte.

«Sin embargo, es hora de que vayamos a la cuestión de nuestro "diálogo con las estrellas", se trata de un sentido práctico más que poético».

De todas maneras, lo más preciso que tenemos del efecto de las radiaciones del Sol ocurre en la Tierra y en el ser humano en particular. Sobre otros seres vivos terrestres no humanos, el conocimiento es mucho menor, y en los animales marinos el interés se encuentra centrado fundamentalmente en el fitoplancton y el zooplancton que habitan cerca de la superficie y son el origen de la cadena trófica del mar<sup>5</sup>. Ellos son afectados por las radiaciones de onda más largas (probablemente hasta las del ultravioleta), que ejercen efectos sobre su vida hasta una limitada profundidad. El mar defiende la vida de casi todos los otros especímenes que viven en él.

Nos consta que hay otro tipo de ondas, no electromagnéticas, que afectan la vida en el mar: son las propias del sonido de la «contaminación acústica»<sup>6</sup>, como las de las emisiones del sonar activo para la ecodetección de submarinos enemigos.

Sin embargo, es hora de que vayamos a la cuestión de nuestro «diálogo con las estrellas»; se trata de su sentido práctico más que poético. Es difícil imaginarlo como si fuésemos seres de otros planetas que lo hacen con sus respectivas estrellas. Tan solo me referiré al que prácticamente encaramos con nuestro Sol y como un ejemplo válido. Esto último es parcial por la extensa variedad de situaciones que plantean las clases espectrales estelares y la diversidad de planetas de otras estrellas fuera del Sol.

Por ahora, se estudian doce exoplanetas que orbitan alrededor de otras tantas estrellas accesibles a nuestra astronomía. El más cercano es el exoplaneta Próxima Centauri b (0,87), que rodea la estrella Centauro<sup>7</sup>, la más próxima a la Tierra. Se trata de una de las estrellas predilectas de los antiguos marinos que usábamos el sextante, el cronómetro marino, el

reloj acompañante y la tabla HO214 para situarnos en el mar, esta era sería la que ahora podríamos llamar «era pre-GPS satelital». Por allí es donde comienza la búsqueda de la vida extraterrestre real luego de muchas décadas de ciencia ficción al respecto.

La mayor parte de la energía que recibimos en la Tierra proviene, directa o indirectamente, del Sol y es de Naturaleza electromagnética.

Según la dicotomía cósmica corpúsculo-onda, que configura todo lo existente en la Naturaleza, intuyo que la función de todas las ondas electromagnéticas que viajan por el espacio cuántico, de manera visible y no visible, ejercen una función de comunicación y de control de la materia. Pregunto: ¿Por qué excluir nuestro cuerpo de dicha función? E intuyendo, con más profundidad: ¿Por qué excluir nuestro espíritu de tales influjos? ¿Cómo pueden influir ellas en las llamadas «ciencias del espíritu»?<sup>8</sup>. También les planteo a los lectores: ¿Si dichas ondas electromagnéticas se encontraran moduladas (de las maneras que usamos nosotros para llevar información propia y ajena, y de ordenamiento) con el ADN de las diferentes especies vivas (incluso el del hombre) para ejercer un control natural de sus funciones en su vida, no tendríamos una prueba de que el electromagnetismo sería útil para ordenar el cosmos de la manera como lo pensaban los griegos?

Quisiera saber también, ante el desafío que nos plantea la ciencia del nuevo paradigma<sup>9</sup>, ¿qué nos lleva a considerar algo como bueno o malo desde el punto de vista de la ética y la ecoética? ¿Qué nos impulsa a considerar algo como bello o feo desde el punto de vista de la estética y de la «ecoestética» que he propuesto en mis escritos?<sup>9</sup>. Y, ¿qué nos lleva a creer en uno u otro dios o a no creer en ninguno de ellos, como ateo?<sup>10</sup>.

¿Hay un orden implicado que incluye el orden explicado por la razón, que influye en nuestra trama cerebral como un mensaje de las variables ocultas (VO)<sup>11</sup> transmitidas de manera electromagnética y obedeciendo a un orden cósmico natural desconocido? Así pudo haberlo pensado David Bohm para su «reomodo», como una manera de dirigir el etéreo fluir de nuestro espíritu<sup>11,12</sup> (sin saber lo que es el «éter»), como algo pasible de efectivizar una suerte de «cibernética espiritual».

Todas estas locas ideas podrían justificar, también, el funcionamiento de una «racionalidad moderna» que nos ha llevado a la crisis ambiental que padecemos. No justifico que podamos pensar que la Naturaleza cósmica nos haya ordenado atentar contra ella, los suicidas somos nosotros<sup>13</sup>.

En este punto, pienso que debo introducirme levemente en dos cuestiones básicas de la evolución de la vida. Se trata de la ontogénesis y de la filogénesis. La primera se refiere al desarrollo y la evolución del individuo, y la segunda, a lo mismo, pero aplicado a la especie<sup>14</sup>. Por el título empleado para denominar estos dos artículos, me referiré, en primera instancia, a la relación de las funciones electromagnéticas del cosmos en general y del Sol en particular en cuanto a la especie humana.

Las necesidades vitales de nuestra especie, junto con las de todas las otras especies vivas, fueron estudiadas por Charles Darwin<sup>15</sup> en años en que estaba vigente el mecanicismo, y esto fue recogido por el filósofo Karl Sapper quien, como vimos en la Parte I de este artículo, escribió un libro sobre «Filosofía Natural»<sup>14</sup> junto con el filósofo Friedrich Lipsius en los años 30 del siglo pasado, justo cuando se trató el Principio de Complementariedad de Niels Bohr.

Bajando nuevamente a la sensatez de la ciencia e incluyendo en ella la ciencia del nuevo paradigma (aún en desarrollo)<sup>9</sup>, paso ahora a relatar algunos aspectos reales de nuestra relación con nuestra estrella, el Sol.

«Según la dicotomía cósmica corpúsculo-onda, que configura todo lo existente en la Naturaleza, intuyo que la función de todas las ondas electromagnéticas que viajan por el espacio cuántico, de manera visible o invisible, ejercen una función de comunicación y de control de la materia».

Además de lo antes expresado, el Sol funciona como una bomba de hidrógeno, pero controlada en cuanto al fluir de sus radiaciones. Lograr esto que la Naturaleza ha prodigado a todas las estrellas es el sueño, aún no concretado, de una producción de energía no contaminante para abastecer las necesidades energéticas naturales del hombre. Parece ser que, superando todos los enormes intereses económicos ligados al consumo del carbón, gas y petróleo, se nos está llevando, mediante el consumo de estas formas de energía a una contribución importante al desastre ecológico-ambiental actual. Ante una demanda siempre creciente de energía, se ha potenciado la investigación sobre la posibilidad de usar la enorme energía que puede proveer la fusión nuclear. Así viene ocurriendo, y estamos a la puerta de lograr obtener «pequeños soles de fusión nuclear» que podrían solucionar, en gran parte, los problemas energéticos del hombre de una manera limpia y suficiente. Esto permitiría, además, absorber una demanda de energía muy superior que estamos necesitando a la par que evitar los daños ecológico-ambientales producidos por las fuentes tradicionales y contaminantes. El control, como casi siempre, será adjudicado a la electrónica y a sus habilidades para la cibernética de todos los sistemas artificiales.

Se define la «radiación solar» como el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol gracias a su propio proceso de fusión nuclear, que hace que la temperatura media de su superficie sea de 5778 °K o 5505 °C. Esto le ocasiona una pérdida de masa que se transforma en energía. No obstante, cabe observar que la pérdida de masa de la estrella es mínima en relación con la pérdida de radiación electromagnética que el ciclo de la estrella representa en el seno del universo.

La radiación emitida según la ley de Plank hace que el 99% de ella se encuentre entre las longitudes de onda de 0,15 μm (micrómetros) y 4 μm. La luz visible para los seres humanos y para otras muchas otras especies vivas es parte de ella y abarca longitudes de onda entre los 380 nm (nanómetros) y los 830 nm. Por debajo de ellas, están los rayos ultravioletas y, por encima, los infrarrojos, y pienso que todos los lectores saben que ambos tienen que ver con la salud de la piel y el sufrimiento por el calor veraniego y el frío invernal.

«Pasados los años, los países pacíficos y fuertemente controlados, como pasibles de la proliferación, nos dedicamos a los usos civiles de la energía nuclear y de los satélites artificiales (...)».

### **Conjunto de intuiciones que dieron origen a una aplicación práctica demostrativa del Principio de Complementariedad**

La República Argentina se demoró muy poco, luego del inicio de la llamada Era Espacial, en adoptar las medidas correspondientes. Esta era se inició con el lanzamiento del primer satélite artificial de la Tierra, el Sputnik I, el 4 de octubre de 1957, por parte de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), y en 1960 se fundó la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) bajo el control de la Fuerza Aérea Argentina (FAA).

No se lo hizo como una aplicación del concepto de complementariedad concebido décadas antes, como hemos visto, por Niels Bohr, sino como algo completamente distinto y asociado con el espacio aéreo a fin de que sirviera de base para el acceso al ultraterrestre. Se pensó en el «aerospacio», cuando, para el autor, el espacio aéreo es diferente del espacio ultraterrestre tanto desde el punto de vista físico como legal.

El único contacto que hay entre el tema espacial y el nuclear que más adelante trataré fue que la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA), desde su creación por el decreto N.º 10936 del 31 de mayo de 1950 como iniciativa del entonces Presidente de la República Argentina, General Juan Domingo Perón, fue el inicio de un desarrollo incierto. Ello se debió a las recomendaciones y las acciones de un falso especialista alemán, Ronald Richter, que operó en 1948 en la Isla Huemul, ubicada frente a la ciudad de Bariloche, que pasó a ser administrada, desde 1955 hasta 1983 (durante 28 años), por oficiales superiores de la

Armada preparados al efecto. De este modo, se pensó, inicialmente, que lo nuclear era un ámbito de aplicación con fines militares. Doce años después (1948-1960), lo mismo ocurrió con la CNIE con oficiales superiores de la Fuerza Aérea Argentina.

La evolución posterior de la llamada Guerra Fría entre los Estados Unidos de Norteamérica y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas entre los años 1947 y 1991 fue demostrando el enorme peligro para toda la humanidad de la luego llamada posible «guerra de las galaxias». Ella estuvo guiada por una estrategia de Destrucción Mutua Asegurada (DMA) por parte de ambas superpotencias, y nos llevó a confiar en que la Organización de las Naciones Unidas haría tratados de no proliferación de armas nucleares y espaciales adecuados a lo que he llamado «estrategia de una construcción mutua asegurada». Esto permitió que países pacíficos —como fue y es la República Argentina— firmaran todos esos tratados. Sin embargo, lamentablemente, ello no condujo a que las superpotencias nucleares y espaciales se desarmaran en ese sentido. Lo que sí ocurrió fue que ambos contendientes de la Guerra Fría impusieron al resto las medidas de no proliferación. Como siempre ocurre, hubo vulneraciones de los tratados, acusaciones, amenazas y prepotencias<sup>20</sup>. En 2024, esto sigue ocurriendo, pues continuamos con las guerras y con el riesgo del uso de armas nucleares montadas en misiles balísticos de alcance intercontinental.

Pasados los años, los países pacíficos y fuertemente controlados, como pasibles de la proliferación, nos dedicamos a los usos civiles de la energía nuclear y de los satélites artificiales sin descuidar las funciones de defensa de los peligros globales de ataque por parte de los que han retenido tales armas. En este sentido, opino que las medidas de defensa de los países limitados por la no proliferación son pacíficas, a diferencia del ataque que, por parte de los países que las poseen (como viene ocurriendo con Ucrania, asolada por la superpotencia rusa, que sí las posee).

Puestos en las cuestiones de un desarrollo de posibilidades pacíficas espaciales argentinas, y desde el año 1990, fue surgiendo una intuición entre quienes impulsamos la posibilidad, desde la Comisión Académico-Universitaria para Asuntos Espaciales, de que la República Argentina no perdiera la concesión internacional transitoria de dos puntos orbitales en la órbita ecuatorial geoestacionaria. Nuestro objetivo era aprovechar dicha concesión en tiempo y forma, como para poder poner allí, por lo menos, un satélite de telecomunicaciones que sirviera a la unión de los países americanos a través de la comunicación satelital. El ingeniero Humberto Ciancaglini había sido un promotor de esa idea como Secretario Nacional de Comunicaciones y profesor mío en la Facultad de Ingeniería de la UBA. Quizá por ese conocimiento, fui convocado por el ingeniero Ricardo Goytea, algunos años después, como representante de la Armada. Asistí a una reunión en el entonces Palacio de Correos (actual Centro Cultural Néstor Kirchner), donde los tres estuvimos presentes y dispuestos a iniciar un camino que he señalado detalladamente en un artículo<sup>16</sup>.

Ya encaminado todo este proceso para su concreción posterior, surgió la necesidad de crear una capacidad de gestión y control espacial, en un país afectado tanto por la explotación agrícola-ganadera como por la pesca en su Zona Económica Exclusiva (ZEE) —como la Argentina y según la Convención del Mar (CONVEMAR)—. Por entonces, yo deseaba encarar, luego del «Nahuel», la posibilidad de investigar y de desarrollar acciones conducentes a tener satélites propios de observación de la tierra y el mar para gestionar por la CONAE y controlar por las instituciones correspondientes las actividades realizadas en ambos espacios y con el máximo rendimiento posible.

Creada la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), fui convocado por su primer presidente, el astrónomo de prestigio internacional Jorge Sahade, a una reunión privada para intercambiar ideas sobre las necesidades espaciales no cubiertas en esos tiempos. Puse énfasis en la cuestión de la observación satelital de la tierra y del mar con los fines antedichos.

«Creada la comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), fui convocado por su primer presidente, el astrónomo de prestigio internacional Jorge Sahade, a una reunión privada para intercambiar ideas sobre las necesidades no cubiertas en esos tiempos».



Luego de la designación del relevo del doctor Sahade, fui convocado por el doctor en física (especializado en lo nuclear en el Instituto Balseiro) Franco Conrado Varotto, a quien ya había conocido como fundador y gerente general y técnico de Investigaciones Aplicadas (INVAP S.E.), la empresa de tecnología sensible más importante de nuestro país durante el período comprendido entre los años 1976 y 1991. Luego mantuve reuniones con él y su personal en la filial de la empresa en la ciudad de Buenos Aires (calle Esmeralda 356) y, finalmente, antes de que asumiera en la CONAE, en su oficina de la Avenida Córdoba 831, 7° piso, como Director Nacional de Planificación, Evaluación y Control de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (septiembre 1993/ diciembre 1996). Por entonces, el Secretario Nacional de Ciencia y Tecnología era el doctor Raúl Matera.

En todas esas instancias, lo asesoré, de la misma manera que hice con su antecesor, sobre lo que habría que hacer en materia espacial y le obsequié mis dos libros sobre satélites para que tuviera en claro la aplicación naval militar de los satélites artificiales de observación del mar en relación con mis funciones en la Armada desde 1989.

El doctor Franco Conrado Varotto asumió la presidencia de la CONAE en 1994 por sus méritos en la aplicación de la física nuclear durante sus funciones en la empresa INVAP de Bariloche. Reemplazó, en tal función, al astrónomo doctor Jorge Sahade<sup>17,18</sup>.

Todo esto posibilitó que el doctor Varotto comenzara sus funciones con algunas ideas sobre la aplicación de satélites artificiales a distintas misiones de orden tecnológico. De este modo, comenzó la larga experiencia empresarial de este gran emprendedor nuclear en cuanto a su aplicación al espacio ultraterrestre. Se partió de una empresa que antes había estado enfocada principalmente en las aplicaciones nucleares y en el desarrollo sucesivo de reactores nucleares. Esto tuvo serias implicaciones posteriores en emprendimientos tecnológicos argentinos de gran envergadura tanto en lo nuclear como en lo espacial.

«(...) fui convocado por el doctor en física nuclear (...) Franco Conrado Varotto» (de la misma manera).

No deseo atribuirme méritos irreales respecto de algo que tiene mucho que ver con lo que vengo tratando en estas dos partes del artículo en cuanto al macrocosmos de la teoría de la relatividad y al microcosmos de la mecánica cuántica, buscando unirlos en un cosmos único a través del principio de complementariedad de Niels Bohr, el funcionamiento de las estrellas y la vida de nuestra especie. Sin embargo, intuyo que todo lo que hablé con este brillante científico y empresario durante largo tiempo y en distintas circunstancias sirvió para ir marcando un camino hacia los logros que más adelante iré destacando.

Como he expresado anteriormente, esto es lo que ha ocurrido en nuestra Argentina a través de un proceso en que he sido un actor y probable inductor de su desarrollo posterior, esto desde 1990 y hasta 2007, en que la Armada dio por cumplidos mis servicios satelitales para con ella.

Previamente, durante la década de 1980 y por razones imprevistas, fui llevado a ejercer funciones, que hasta entonces me habían sido ajenas, sobre las cuestiones del uso del espacio ultraterrestre por parte de mi país y en relación con lo cual habían sido las propias del Vicealmirante Juan José Lombardo en su comando del teatro de operaciones durante la Guerra de Malvinas y que tuvo lugar en 1982 contra Gran Bretaña como enemigo. Advertí entonces que algo funcionaba mal, y esa situación fue la que me indujo a proponer cambios que excedían mis experiencias navales.

Como he expresado, a lo largo de treinta años de gestión, desde 1960 a 1990, la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), bajo la gestión de la Fuerza Aérea Argentina, no logró poner en órbita ningún satélite artificial para el servicio de las necesidades propias de nuestro gran país. Ninguno de los esfuerzos por desarrollar lanzadores de satélites artificiales fue suficiente, y tampoco hubo emprendimientos satisfactorios para que otros países espaciales lo hicieran en nuestro beneficio.

Después de la Guerra de Malvinas en 1982 y del fin de la Guerra del Golfo Pérsico, en la que intervino nuestra Armada, fueron consolidándose aplicaciones navales de satélites artificiales que no habíamos logrado tener para nuestra defensa durante la Guerra de Malvinas.

Por entonces, apareció un tímido esfuerzo de los radioaficionados argentinos —siempre orgullosos del cobijo que la Armada siempre les había brindado— que presentaron en el Edificio Libertad luego de que lograran construir el microsatélite de telecomunicaciones LUSAT-1, que había sido puesto en órbita por los EE. UU. y registrado a nombre de este último país en vez de hacerlo a nombre de la Argentina, que lo había construido y financiado. Les hice saber esto a los abogados especializados en derecho espacial durante esa reunión. Poco tiempo después, el Servicio de Comunicaciones Navales (SICO) me solicitó que redactara el texto de un mensaje relacionado con nuestra primera incursión en el espacio ultraterrestre por parte de un satélite argentino, que se difundiría al mundo desde dicho satélite<sup>20</sup>.

Desde fines de la década de 1980, mi objetivo ha sido lograr que la gestión estratégica de algo tan sensible como lo espacial esté en manos de civiles y bajo dependencia directa del Poder Ejecutivo nacional. Esto, aparte de garantizar un uso pacífico, sería coherente con la administración de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONAE). No lo hice como miembro de la antedicha Comisión Académico-Universitaria para Asuntos Espaciales, sino como asesor de la Armada y miembro de su Centro de Estudios Estratégicos.

Para la década de 1990, las condiciones estaban dadas y eran favorables para el desarrollo de esta idea. La reunión de la Comisión Académica Universitaria para Asuntos Espaciales que logré conformar junto con otros profesionales de la ingeniería y el derecho para apoyar la licitación nacional e internacional por el satélite geoestacionario de telecomunicaciones Nahuel, programada para el 2 de enero de 1990 en la Casa Rosada con el presidente de la República Argentina, por entonces el doctor Carlos Saúl Menem, configuraba una situación muy propicia para que yo actuara. Ya estaba editado mi primer libro de satélites artificiales<sup>19</sup>, y aproveché la oportunidad para obsequiárselo con un prólogo<sup>18</sup>, que fue decisivo para volcar todo a favor de mi idea de que se debía proceder a lo siguiente:

«Pasar las cuestiones espaciales a manos de civiles, con alto poder de decisión nacional (Poder Ejecutivo Nacional)».

- 1.º) Pasar las cuestiones espaciales a manos de civiles, con alto poder de decisión nacional (Poder Ejecutivo nacional);
- 2.º) Hacerlo apelando a razones relativas a cuestiones internacionales e, incluso, transnacionales relacionadas con la supervivencia de la humanidad<sup>20</sup> y a igual nivel de dependencia del Poder Ejecutivo Nacional que la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONAE).

Todo esto fue antes de que conociera al doctor Franco Conrado Varotto, con el objetivo de que el país tuviera telecomunicaciones satelitales con los países de América con un satélite propio, que era atributo de la Comisión Nacional de Telecomunicaciones y la Secretaría de Comunicaciones con sede en el, por entonces, edificio del Correo Central. Con esto, se superaban muchos sistemas de enlaces terrenos con microondas.

La antes mencionada empresa INVAP y el Instituto Balseiro de Bariloche sirvieron para impulsar el esfuerzo tecnológico más que cincuentenario que se venía desarrollando coherentemente gracias a la gestión de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONAE) y la luego creada, como consecuencia, Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) en reemplazo de la Comisión Nacional de Investigaciones Especiales (CNIE). Podemos decir que esto constituyó la base para el primer paso importante tendiente a lograr el acuerdo entre las dos ideas rectoras de nuestro accionar como miembros de la Comisión Académico-Universitaria de Asuntos Espaciales que funcionó hasta lograr que el satélite Nahuel estuviera operando en órbita bajo el control de una estación de telemetría ubicada en territorio nacional (en el pueblo de Benavidez). Así logré extender el tema de la acción

espacial extraterrestre desde el uso para las telecomunicaciones hacia la observación de la Tierra por satélites nacionales. La oportunidad se presentó así luego de haber sido encarilado el proyecto Nahuel hacia la CONAE y desde la Secretaría de Comunicaciones y la empresa INVAP como algo natural y prioritario para un país con tantos recursos naturales.

Así pasamos de una telecomunicación internacional muy importante a nivel humano e interno de las Américas a una «telecomunicación» con la Naturaleza para la evaluación y el control de nuestros recursos naturales.

Afirmo, como previamente expresé, que, acto seguido, induje a la acción nacional en este sentido, ampliando lo antes señalado a nivel del presidente de la Nación, pero ya ahora a favor de la observación de nuestro país desde el espacio ultraterrestre y con un compromiso fuerte por parte de la industria nacional para lograrlo. Llevamos adelante esta idea con el doctor en física nuclear Franco Conrado<sup>17, 18</sup>, y ello quedó asentado en el Plan Espacial Nacional 1997-2008. Conocí a Conrado en Bariloche, entre el 24 y el 26 de mayo de 1990, cuando me hallaba participando de las XIV Jornadas Nacionales de Derecho Aeronáutico y Espacial dedicadas al tema: «Teledetección por satélites». En esa ocasión, presentamos, junto con el entonces Capitán de Corbeta Auditor Eduardo Puricelli (egresado del Instituto Nacional de Derecho Aeronáutico y Espacial [INDAE] de la Fuerza Aérea Argentina), la comunicación titulada: «Teledetección de la costa y el Mar Argentino». Un mediodía en Bariloche, el doctor en física nuclear Varotto me invitó a un almuerzo con el personal ejecutivo de la empresa Investigaciones Aplicadas (INVAP) que, por entonces, él presidía desde su creación. Yo solo la conocía por referencias. No sé cómo este señor supo que yo existía y que me encontraba en un hotel de la ciudad de Bariloche participando de dichas jornadas. Luego, los encuentros se sucedieron en Buenos Aires, donde recibí mi asesoramiento oral sobre satélites artificiales y el obsequio que le hice de mis libros sobre el tema<sup>19, 20</sup>, cuando todavía no había sido nombrado para dirigir la CONAE.

En 1989, luego me enteré, fue admitido como Académico de Número en la Academia Nacional de Ciencias, gracias a su conocimiento científico y la gestión nuclear que había realizado en la citada empresa.

Ese mismo año, yo ya había sido designado por el Jefe del Estado Mayor General de la Armada como asesor satelital y había participado en la Secretaría de Comunicaciones en el emprendimiento nacional que condujo al contrato, lanzamiento y operación del sistema de telecomunicaciones geoestacionario creado alrededor del uso del satélite Nahuel, que tuvo una vida en órbita de más de doce años<sup>16</sup>. Ya había mantenido entrevistas con el doctor Jorge Sahade, primer presidente de la CONAE, sobre la necesidad de desarrollar capacidades con satélites de observación de la Tierra. Sobre esta cuestión, también hablé y reafirmé dicha necesidad con el doctor Varotto, antes de que fuera su sucesor y durante una larga entrevista realizada en la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología.

He dejado constancia de todo ello en dos escritos, uno para la Academia del Mar, como Cuaderno Talásico N.º 45 (2022): «La crisis político-estratégica espacial argentina»<sup>18</sup> y otro, que será próximamente publicado por el *Boletín del Centro Naval*, con el título: «Argentina en el espacio ultraterrestre»<sup>17</sup>. En estos escritos, destaco cómo el saber físico de los egresados del Instituto Balseiro pasó de ser empleado solamente para la construcción de reactores nucleares y para muchas otras aplicaciones, incluidas las relativas a la espacial. Ello fue posible porque sus conocimientos profundos de física les fueron infundidos con gran calidad y porque, a través del asesoramiento que brindé al doctor Varotto, pudieron ser aprovechados para aplicarlos al conocimiento tecnológico y técnico para la construcción de satélites en el país.

Las aplicaciones de los satélites enriquecieron todo tipo de emprendimientos nacionales, internacionales y transnacionales (como destaco en varios de mis últimos libros) relaciona-

«Así pasamos de una telecomunicación internacional muy importante a nivel humano e interno de las Américas a una «telecomunicación con la Naturaleza» para la evaluación y control de nuestros recursos naturales».

dos con desarrollos espaciales tanto científicos y tecnológicos como jurídicos internacionales y nacionales.

Todo esto partió de la base de mi esfuerzo personal por adquirir los conocimientos espaciales para defender al Vicealmirante VGM Juan José Lombardo ante el Tribunal Federal, el asesoramiento recibido de manera interdisciplinaria en la Comisión Académico-Universitaria para Asuntos Espaciales que integré y las dedicatorias de mis libros de satélites al Presidente de la Nación que destaco en mis ensayos<sup>17,18</sup>.

Luego de la asunción del doctor Franco Conrado Varotto como presidente de la CONAE, mantuvimos un diálogo constructivo que condujo a la enunciación del Plan Espacial Nacional (1995-2006) y a su primera modificación (1997-2008), en las que se me invitó a participar junto con muchos especialistas del país. También me convocó para realizar dos investigaciones junto con el doctor en física Alberto Giráldez del Servicio Naval de Investigación y Desarrollo (SENID) de la Armada sobre el control espacial de la ballena franca austral y la pesca furtiva. Ello se concretó con la construcción y la puesta en órbita de los satélites SAOCOM A y B por parte de INVAP, como veremos más adelante. Ambos anteproyectos fueron finalizados y entregados al doctor Varotto personalmente en septiembre de 1995, junto con una evaluación que hice, por contrato con el Ministerio de Defensa, sobre la situación de las capacidades nacionales para la observación de la Tierra mediante satélites artificiales, que luego fueron considerados expresamente para el plan espacial nacional, a raíz de mi informe de más de 500 páginas entregado al doctor Varotto por el entonces Jefe del Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas, Vicealmirante Jorge Enrico.

No sé cuáles fueron los asesoramientos que el Dr. Varotto brindó a su sucesor en la consecución empresarial de la INVAP mientras estábamos elaborando el Plan Espacial Nacional. Lo que sí tengo claro es que el potencial intelectual de los egresados del Instituto Balseiro fue usado para llevar adelante los proyectos del SAC-C y el SAC-D (satélites argentinos de aplicaciones científicas), puestos en órbita por los EE. UU. de Norteamérica, y que INVAP construyó los satélites SAOCOM-A y SAOCOM-B (dotados de radares de apertura sintética que, por primera vez, fueron construidos en el país) sobre la base del mencionado anteproyecto que presentamos, con fecha 5 de septiembre de 1995 (a las 18.00 h), con el doctor en física Alberto Giraldez en función del Convenio de Operaciones firmado entre la Armada y la CONAE. Luego, estando ya en mi casa, liberado de mis funciones espaciales en la Armada y a partir de 2008, INVAP construyó el satélite ARSAT 1. Este satélite reemplazó al Nahuel, que finalizaba su actividad en órbita luego de haber cumplido su vida útil, como he detallado en mis artículos.

Con todo esto, INVAP pasó de la microfísica del átomo, para hacer reactores nucleares, a la macrofísica del espacio ultraterrestre construyendo satélites artificiales. Así, después de 1990, hicimos realidad la más importante aplicación argentina del Principio de Complementariedad de Niels Bohr, un sueño no cumplido por Einstein y Bohr en el plano de la física teórica. Probablemente esto tenga un valor mundial muy singular por parte de un extraordinario instituto de enseñanza de la física del más alto nivel, como es el Balseiro, y una empresa de tecnología tan importante para nuestro país, como es INVAP. Según lo escrito en la primera parte de este artículo, esto puede ser algo muy singular entre los emprendimientos empresariales del mundo y los relacionados con las aplicaciones del Principio de Complementariedad, con la finalidad de unir la microfísica con el conocimiento del cosmos.

Dejo a consideración de los lectores juzgar si mi influencia puede haber tenido algo que ver para que esto se produzca, pero en particular deseo que el doctor Franco Conrado Varotto y la Armada Argentina lo reconozcan. Por mi parte, esto constituye una intuición y es un sueño personal, que no sé si algún día me será reconocido.

«Con todo esto INVAP pasó de la microfísica del átomo, para hacer reactores nucleares, a la macrofísica del espacio ultraterrestre construyendo satélites artificiales».



## Objetivo de la empresa

«En INVAP pensamos el espacio como un recurso estratégico universal para el bienestar de la humanidad. Desarrollamos tecnología espacial y, para ello, contamos con la experiencia, la infraestructura y el capital humano necesarios para gestionar el ciclo de vida completo de los proyectos».

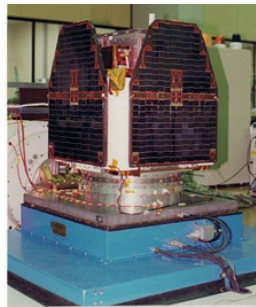
## Misiones cumplidas

La CONAE y la empresa INVAP han llevado a cabo, hasta el momento, cuatro misiones satelitales junto con proyectos de cooperación conjuntos de las agencias espaciales (CONAE y NASA), con aportes de instrumentos para la carga útil por parte de la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de los EE. UU.), la ASI (Agencia Espacial Italiana), el CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia), el DSRI (Instituto Danés de Investigaciones Espaciales) y la CSA (Agencia Espacial Canadiense).

Fotografía N.º 2: Dos de las misiones más importantes encaradas por la CONAE junto con INVAP fueron las de los satélites SAOCOM A y B. Aquí se ve a muchos ingenieros y técnicos de INVAP con el fondo del futuro satélite, con la antena del radar de apertura sintética desplegada a sus espaldas.

«Los satélites fueron operados íntegramente desde la Estación Terrena Córdoba del Centro Espacial Teófilo Tabanera de la CONAE, en la Provincia de Córdoba».

Los satélites fueron concebidos y diseñados por la CONAE y construidos totalmente en la Argentina con la participación del sistema científico tecnológico nacional y del sector privado, particularmente de la empresa INVAP SE como contratista principal, habiéndose llegado, con el último satélite de la serie, a la incorporación de los paneles solares que los alimentan y que fueron fabricados en el país por el grupo de energía solar de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Los satélites fueron operados íntegramente desde la Estación Terrena Córdoba del Centro Espacial Teófilo Tabanera de la CONAE, en la provincia de Córdoba.



Satélites argentinos SAC-A (1995), SAC-B (1996), SAC-C (2000) y SAC-D/Aquarius (2011)

Nota: El primer satélite argentino fue el Lusat-1 (registrado a nombre de los EE. UU.); el segundo, el Nahuel (1.º registrado a nuestro nombre) y los que siguieron son los antes señalados, junto con el registro nacional de satélites atesorado por la CONAE a partir de 1999. Debe tenerse en cuenta que el primer satélite construido en nuestro país fue el Lusat-1 (por los radioalfanizados) y el siguiente, el SAC-C en el año 2000.

Otros de los satélites argentinos más importantes fueron los siguientes:

El Nahuel-1<sup>a</sup>, que fue fabricado por empresas extranjeras y lanzado a la órbita geostacionaria el 31 de enero de 1997. Fue operable hasta el año 2010, cuando fue desorbitado hacia la llamada «órbita cementerio».

Los SAOCOM 1-A y 1-B, que fueron diseñados y construidos en la Argentina y puestos en órbita desde bases de lanzamiento extranjeras en octubre de 2018 y el 30 de agosto de 2020.



Aspecto del satélite Nahuel

Los satélites geoestacionarios de telecomunicaciones ARSAT-1 y 2 fueron lanzados el 16 de octubre de 2014 y el 30 de septiembre de 2015 por un lanzador Ariane de la empresa francesa Arianespace ubicado en la base espacial de Korou, en la Guyana Francesa (como había sucedido antes con el Nahuel con un Ariane 3) y puestos en la posición de 71°8 oeste de la órbita internacional geoestacionaria antes también ocupada por el satélite anteriormente nombrado. Son operados por la empresa ARSAT, propiedad del Estado argentino. Fueron construidos por la empresa tecnológica rionegrina INVAP y ofrecen servicios de telecomunicaciones, transmisión de datos, acceso a internet, telefonía IP y televisión digital.

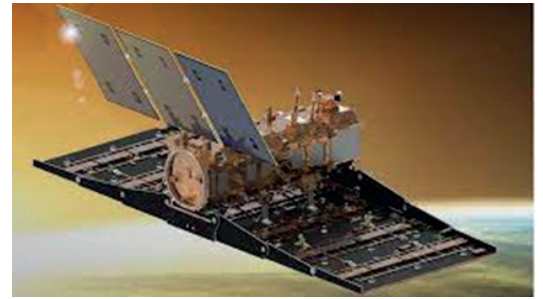


Imagen de los actuales satélites ARSAT

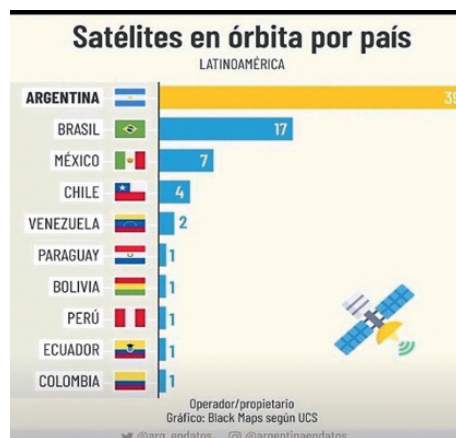
Según la información brindada por internet<sup>21</sup>, su área de cobertura incluye la Argentina, Chile, Paraguay, Uruguay y parte de Bolivia, que es limitada a los países fronterizos de la Argentina (excepto Brasil) y pequeña respecto de la propia del satélite anterior Nahuel (el diagrama de cobertura de este último abarcaba todos los países latinoamericanos y el sur de los EE. UU. de Norteamérica).

También se expresa que estos satélites fueron diseñados, financiados, desarrollados, ensamblados y probados en la Argentina por técnicos y científicos de nuestro país. El 50% del satélite está hecho con piezas de fabricación argentina, idéntico porcentaje que tienen los satélites geoestacionarios fabricados en Francia, uno de los países con mayor experiencia en el rubro. Además, la totalidad del *software* fue desarrollado en la Argentina.

Gracias al ARSAT-1, la Argentina se convirtió en una de las ocho naciones en el mundo que desarrollan y producen sus propios satélites geoestacionarios y el segundo en el continente americano, luego de los Estados Unidos.

En el marco latinoamericano, el avance operado es el siguiente:

De todos estos antecedentes, puede deducirse que la estrategia de tecnologías sensibles argentinas fue impulsada desde el año 1990 y permitió un envidiable desarrollo espacial de nuestro país que se sumó al plano de la física nuclear, hasta llegar a la posibilidad de construir bombas atómicas. Esto, en beneficio de la paz mundial y alejándonos del riesgo de un holocausto nuclear. Nunca lo hemos hecho o intentado y hemos firmado todos los compromisos internacionales relativos a la no proliferación nuclear, desarrollada durante más de cinco décadas de persistente avance nuclear nacional argentino con fines pacíficos, como corresponde hacerlo y un avance espacial de más de 30 años con las mismas bases éticas por parte de nuestro país.



«(...) puede deducirse que la estrategia de tecnologías sensibles argentinas fue impulsada desde el año 1990 y permitió un envidiable desarrollo espacial de nuestro país (...)».

Cabe mencionar que la Armada históricamente puso énfasis en la física nuclear, porque se consideró importante el uso de reactores nucleares para la propulsión de unidades navales, especialmente de submarinos. Dos brillantes Almirantes y un Capitán de Navío, el Contraalmirante (RE) Oscar Armando Quihillalt (1955-1973), luego el Capitán de Navío (R) Pedro E. Iraolagoitia (1973-1976) y, finalmente, el Contraalmirante (R) Carlos Castro Madero (1976-1983) fueron presidentes de la Comisión Nacional de Energía Atómica durante un período de veintiocho años corridos, en el que brindaron un meritorio servicio al país en

cuanto a los reactores nucleares y las posibilidades de su uso para la propulsión naval. Ellos actuaron junto con un gran conjunto de oficiales navales que eligieron esa orientación tecnológica y, a diferencia de mi caso, fueron becados por la Armada para ello. En cambio, yo, en cuanto a adquirir los conocimientos espaciales necesarios para asesorar al EMGA y a la CONAE, he sido autodidacta. Los físicos e ingenieros nucleares fueron preparados, teórica y prácticamente durante años en el Instituto Balseiro de Bariloche para ello y con las pautas éticas antes señaladas.

Cabe señalar que *lo nuclear* podría haber sido útil para la propulsión de submarinos nucleares en tanto que *lo espacial* es útil para las operaciones navales.

Cuando se produjo la evidencia del necesario uso de los satélites artificiales para la meteorología, las telecomunicaciones, la teledetección de blancos flotantes, la investigación del mar, el posicionamiento, la velocidad y el tiempo para su uso en lo naval, la pesca en el mar, etcétera, pese a que todo ello era sumamente importante para las operaciones navales, el esfuerzo no ha sido el mismo. Ocurre que se trata de lo que he denominado «la quinta dimensión operativa naval» (además de dos de superficie, una submarina y otra aérea)<sup>20</sup>. Fue evidente que hubo cambios políticos y estratégicos en la conducción nacional de las Fuerzas Armadas, pero cabe señalar que todo esto constituye un hecho comprobado y comprobable que asumí luego de mi retiro y por mi compromiso inalterable con la Armada.

«Cabe señalar que lo nuclear podría haber sido útil para la propulsión nuclear de submarinos nucleares en tanto que lo espacial es útil para las operaciones navales».

Finalmente, debo decir que, desde el inicio de todo este proceso, se produjo una aplicación del Principio de Complementariedad conjunta para las Fuerzas Armadas entre el doctor Franco Conrado Varotto, que hasta entonces se había dedicado exclusivamente a la física nuclear, y el autor, que había sido motivado por el Vicealmirante Juan José Lombardo, Comandante del Teatro de Operaciones durante la Guerra de Malvinas, que estaba sometido a juicio por un Tribunal Federal que lo acusaba por su actuación durante la guerra. Esta circunstancia me llevó a que, por mi cuenta, encarara la redacción de dos libros<sup>19, 20</sup> con la finalidad de instruir a los miembros de la Armada en actividad sobre este tema. Ellos fueron motivo de mi designación como asesor del Estado Mayor General de la Armada en Materia Satelital entre 1989 y fines de 2007. Nadie me ordenó ni me pidió que lo hiciera. Le regalé al doctor antes citado los tomos I y II de mi obra sobre satélites, como lo había hecho previamente con el Presidente de la República y, luego, y por cuenta del Instituto de Publicaciones Navales, sugerí, como miembro de su Consejo Editorial, la donación de ejemplares a los ministros del Poder Ejecutivo involucrados en la defensa nacional.

Más adelante, y por parte del Jefe del Estado Mayor Conjunto, Vicealmirante Jorge Enrico, como señalé previamente, se procedió a la entrega de una copia del informe que hice, por designación del Ministro de Defensa, sobre la situación de la observación satelital de nuestra geografía a nivel nacional.

Con los dos libros, que fueron editados por el Instituto de Publicaciones Navales, no solo tuve por objetivo liberar al Almirante de la acusación por hecho de no haber jugado a nuestra Flota de Mar en combate frente a la Fuerza de Tareas Británica. Esto se debió a la presencia de tres submarinos nucleares del enemigo en el área y al conocimiento satelital que el Reino de Gran Bretaña seguramente podría haber obtenido de los EE. UU. de Norteamérica, su «madre patria» y miembro también de la OTAN. La decisión del Vicealmirante Lombardo también se basó, según me explicó, en una experiencia que previamente había tenido en la base Norfolk de la USN cuando era agregado naval a la embajada argentina en los EE. UU. de Norteamérica.

El doctor Varotto recibió mi informe —que era secreto— del Jefe del Estado Mayor Conjunto. Lo guardó en su caja fuerte y, como antes dije, fue utilizado para el Plan Espacial Nacional generado con posterioridad. A esto debe sumarse, en parte, mi intervención, operada poco después, en el Plan Espacial Nacional y su primera actualización.

Esta obediencia, poco evidente, del Principio de Complementariedad aquí tratado y que influyó seriamente en la Guerra de Malvinas por la presencia de submarinos nucleares bajo el mar y de satélites artificiales sobre él, no ha sido conocida y reconocida por los que han historiado dicha guerra y la Armada. En cuanto al reconocimiento por mi aporte, debo decir, con mucha pena, que el mismo doctor Franco Conrado Varotto no se ha expresado al respecto, pese a ser un actor fundamental de todos los cambios producidos por el país en materia espacial a partir de 1990 y de haber sido condecorado por la Armada con mi ausencia en el acto.

Estoy orgulloso, con un dejo de vanidad, por todo lo actuado durante más de veinte años de mi participación en un tema que era totalmente nuevo para mí cuando ya estaba retirado de la Armada. También actué con la idea de que, en el futuro, ningún almirante de la Armada desconociera lo que le pasó al Almirante Lombardo. Todo esto tuvo que ver con la posible influencia espacial, como una quinta dimensión operativa naval, decisiva en cualquier guerra futura, como fue, nueve años después, durante la Guerra del Golfo Pérsico<sup>22</sup>.

Luego de 2007, seguí escribiendo sobre estos temas, como lo hago ahora y lo seguiré haciendo hasta que me muera; pero debo confesar que me duelen los desconocimientos hacia lo realmente ocurrido, hacia mi intervención personal tanto en la Armada como un improvisado asesor de todos como con el doctor Franco Conrado Varotto, con quien tuve siempre un trato muy amable. Mi «estela dorada»<sup>23</sup> no terminó con mi retiro de la Armada, pese a que, desde entonces, no he navegado por el mar.

Desde que tuve la oportunidad de participar como representante del Ministerio de Defensa en temas espaciales, tuve muy claro que debía enfocarme en los siguientes objetivos:

- El esfuerzo espacial argentino debía apuntar, prioritariamente, a la unión de los pueblos de América y del mundo, y en la paz de sus poblaciones;
- Los esfuerzos militares de defensa, que son pacíficos de por sí, tenían que ser equilibrados para las tres Fuerzas Armadas de la Nación según sus necesidades particulares (de la manera en que esto fue incluido en el Libro Blanco de la Defensa Nacional de entonces por el Vicealmirante Carlos Luis Alfonso a mi requerimiento);
- Esos son los mejores usos que se pueden dar a los satélites artificiales que, por encontrarse a cientos y miles de kilómetros de altura sobre la superficie terrestre, abarcan enormes áreas: no solo nos muestran los límites nacionales sino también los horizontes y más allá, cada vez más amplios, para ser útiles a las necesidades de la humanidad. Creo que lo hemos logrado, pero también siento que las poblaciones beneficiadas no se han dado mucha cuenta de ello, pues los sistemas educativos, en general, se encuentran bastante alejados de lo que viene pasando con la ciencia, la tecnología y una historia mundial y una cultura humana que varían a un ritmo exponencial. En mi espíritu, me siento como si fuera «un navegante de inmensidades», como alguien ha reconocido.

«(...) actué con la idea de que, en el futuro, ningún almirante de la Armada desconociera lo que le pasó al almirante Lombardo».

## Otras intuiciones mucho más importantes

Alberto Einstein elaboró la teoría de las variables ocultas<sup>11</sup> y, luego, David Bohm escribió sobre ellas<sup>9,12</sup>.

Las variables ocultas (VO) se definen de la siguiente manera: «Parámetros no accesibles experimentalmente («por hoy») que, añadidos a la mecánica cuántica («ortodoxa»), permitirían a la teoría principalmente lo siguiente:



- a) Efectuar predicciones siempre certeras sobre los resultados individuales de los experimentos, superando la descripción meramente estadística, o
- b) Convertir la teoría cuántica en un tipo de teoría más cercana a la tradición clásica científica (realismo);
- c) Otros<sup>11</sup>.

A los fines de este artículo, adopto la posibilidad c), pues creo que las intuiciones aplicables a la ciencia del nuevo paradigma<sup>9</sup> nunca podrán superar lo estadístico y no obedecerán a la «tradición clásica científica», que es lo que precisamente desea superar la citada nueva ciencia.

Aquí es donde se plantea la cuestión que nos presenta E. Santos<sup>11</sup>, que expresa, como premisa, que «la mecánica cuántica es una teoría incompleta» y, por lo tanto, se debe destacar la incompatibilidad entre lo afirmado por Einstein y Borg en la Parte I de este artículo. Veamos:

- La interpretación de Copenhague, a la interpretación teórica de la mecánica cuántica, liderada por Niels Borg, no lo acepta;
- Alberto Einstein no lo acepta solo por el hecho de tratarse de una teoría incompleta, aunque admite que el resto de lo afirmado es correcto y científicamente válido (Einstein nunca aceptó que Dios jugara a los dados, pienso que juega, se llama Naturaleza, y siempre nos gana la partida).

Como consecuencia, queda claro que Borg propone completarla, pero que Einstein duda de que eso pueda lograrse. Entonces, es válido dedicarse a tratar de esclarecer esta alternativa teórica.

Dado que Werner Heisenberg sumió a la física en el indeterminismo, lo que es aceptado por todos, nos queda el salvavidas del «realismo» tan defendido desde Aristóteles hasta Hume. Esto nos llevaría a definir e instrumentar una «teoría de las variables ocultas» que exprese, como punto de partida, lo siguiente:

La teoría óptima de las variables ocultas (teoría de las VO) es una teoría que «conservando todas las predicciones estadísticas de la mecánica cuántica, se propone “ir más allá”, acometiendo una descripción que especifique los resultados para los experimentos individuales o permita recuperar el realismo científico».

Si a la anterior definición le agregáramos «...de las ciencias del nuevo paradigma», me quedaría conforme para despejar, de la mejor manera actualmente posible, el futuro de la ciencia en cuanto al conocimiento integral de la Naturaleza. Este objetivo sería concluyente tanto para la filosofía como para la teología, pues todas las creencias pasarían a ser parte del conocimiento científico. Todo lo real podría ser conocido por la humanidad y sería necesario resumirlo y hacérselo conocer a los «ciudadanos del mundo» a través de la educación.

Normalmente se trata de investigar las variables ocultas (VO) subyacentes a la teoría de la mecánica cuántica dentro de su propia estructura y según la problemática de la famosa «ecuación de onda» por la cual se le otorgó el Premio Nobel de física a Erwin Schrödinger. Sin embargo, lo que a mí particularmente me interesa es el influjo que pueden producir esas ondas electromagnéticas generadas en las estrellas en el devenir de todos los seres vivos del cosmos, por más lejos que se encuentren. Ellos pueden ser los conocidos de la Tierra o los desconocidos de ella, junto con los extraterrestres, por estar ubicados a enormes distancias de nosotros. Todos son pasibles de los efectos que las radiaciones

«(...) las intuiciones aplicadas a las ciencias del nuevo paradigma nunca podrán superar lo estadístico y no obedecerán a la “tradición clásica científica”, que es lo que precisamente desea superar la citada nueva ciencia».

electromagnéticas de las estrellas puedan producirles. Algo sabemos por los efectos del Sol en nuestras propias vidas y en las vidas de las plantas y los animales. El Sol y los otros miles de millones de estrellas producen radiaciones de gran amplitud espectral e intensidad según su posición media en la «V de Russell», un diagrama que marca la vida de las estrellas hasta su muerte o la extinción de su radiación al pasar a ser enanas blancas. Las llamadas «enanas amarillas», como el Sol (de diámetro: 1), tienen diámetros entre 0,003 y 0,02 respecto del Sol, mientras que las «supergigantes» rondan un diámetro de 100 a 400 veces mayor que el del Sol<sup>3</sup>.

Pienso que las variables ocultas relativas a los efectos señalados deben ser mucho más amplias e importantes en la medida en que las correlacionemos con la vida en general y nuestra vida en particular. Creo que sabemos muchísimo más de la atracción del campo gravitatorio imaginado por Isaac Newton y su ley universal<sup>24</sup> que de los otros tres campos de la física: el electromagnético, generado por la acción antrópica (por ejemplo, de los radares) y los electromagnéticos internos de los átomos fusionados en las estrellas, que pueden ser débiles o fuertes, según la mecánica cuántica.

Conocemos lo de la gravitación desde niños, al caernos al piso frecuentemente, y gracias al mecanicismo de la modernidad que nos rodeó de todo tipo de artefactos mecánicos. Hasta se llegó a pensar, como los actuales fanáticos de la inteligencia artificial (IA) y la robótica, que nosotros somos una especie de «robots» mecánicos o electrónicos. Cuando me preguntan, en los frecuentes trámites digitales, «si soy un robot», confieso que ello me irrita, pero me miro en un espejo para comprobar si eso es verdad.

En el siglo xx, hizo eclosión el electromagnetismo. Este fue usado, en primera instancia, para las telecomunicaciones, luego, en cuanto a los efectos de la bomba atómica y, posteriormente, en el uso pacífico de las centrales nucleares al colaborar con la generación de la energía eléctrica usada en gran variedad de aplicaciones. Ambos procesos, el electromagnético y el atómico, nos sirven para encender la radio y el televisor, si nadie nos lanza armas nucleares, pero, en realidad, la gente sabe muy poquito de electricidad (por haber recibido una «patada» de un contacto eléctrico) y nada de física nuclear ni de electromagnetismo.

La verdad es que lo eléctrico y lo nuclear tienen un carácter local (salvo que se los considere para el funcionamiento estelar). Lo corpuscular, que es material, y lo ondulante electromagnético (vulgarmente «la luz», pero que científicamente abarca todo el espectro) tienen que ver con lo cósmico. Sabemos muchísimo más de lo primero gracias a la difusión del mecanicismo y la astronomía en sus inicios y, en cuanto al electromagnetismo, la ignorancia es casi total pese al enorme uso por gran parte de los mortales (con pocas excepciones, aún residuales, de los ingenieros electrónicos no dedicados a las telecomunicaciones y la teledetección). Lo del éter, pensado por los griegos, es todavía materia de debate entre los sabios. Se trata de algo muy discutido respecto de su función como medio de propagación de las ondas electromagnéticas en el espacio cuántico.

## Inquietudes e ignorancias profesionales

Para mi destino profesional, la suerte estaba echada; soy oficial de marina e ingeniero electrónico de la Armada en una actividad que cambió el mundo. Esto ocurrió como lo pensé cuando, luego de las clases de radiotecnica que me brindó el por entonces Teniente de Corbeta Isaac Anaya en la Escuela Naval Militar, su presentación de este conocimiento me deslumbró. Los temas de sus clases me interesaron en la electrónica, y ello me generó una vocación adicional. Quise ser especialista en electrónica, algo que me demostró ser una

«Para mi destino profesional, la suerte estaba echada, soy oficial de marina e ingeniero electrónico de la Armada en una actividad que cambió el mundo».

interdisciplina casi transdisciplinaria, pues se ha introducido en casi todas las actividades humanas, lenta y subrepticamente, como experimenté durante mi carrera naval. Ya a los comienzos del ejercicio profesional, su diversidad me hizo sentir ignorante en mi propia especialidad. Ocurre que los electrones constituyen parte de todos los átomos del cosmos y son los hadrones más libres de todos.

Me retiré con la idea de conocer al hombre y todo lo demás, quería ser sabio y, por lo tanto, decidí estudiar filosofía en la Universidad Nacional de Buenos Aires desde primer año. La realidad fue que, en vez de satisfacer mi deseo de alcanzar la sabiduría, profundicé mi ignorancia. No obstante, esta segunda vez no me sentí frustrado, los marinos estamos acostumbrados a no alcanzar los horizontes y lo mismo les pasa a los filósofos con los «horizontes de la ignorancia». Por esa razón, estos últimos hacen muchas preguntas inquietantes y es haciéndome preguntas que trato de ubicarme en mi nuevo rol finalmente elegido para el resto de mi vida.

Extendí y sufrí con mis conocimientos del espectro electromagnético más allá y más acá del espectro visible que me brindó mi madre, y allí es donde se encuentra la raíz del problema que me llevó a escribir este artículo con la doble intención de demostrar algunos conocimientos y profundas ignorancias frente a muchos especialistas de lo que no sé. Ellos me lo podrán demostrar destacando mi ignorancia en lo mucho que ellos saben, sin mucho esfuerzo. Esto es propio de la fragmentación del saber y de la incidencia de las variables ocultas para una humanidad que las ignora. Será así para la inefable vigencia del principio de complementariedad aplicado a la dicotomía sabio-ignorante, pues esta nos seguirá persiguiendo eterna y persistentemente.

«Me retiré con la idea de conocer al hombre y todo lo demás, quería ser sabio y, por lo tanto, decidí estudiar filosofía en la Universidad de Buenos Aires desde el primer año».

## Conclusiones

- Adjudico la intuición a un conjunto de ciudadanos argentinos ligados de distintas maneras a la CONAE y a la empresa INVAP de los años noventa del pasado siglo xx y, a los fines de esta Parte II del artículo hasta aquí desarrollado, la que nos remite a la Parte I, en cuanto al Principio de Complementariedad.
- Las diferencias de punto de vista entre Einstein y Bohr, en realidad, dañan la complementariedad física existente entre las ondas electromagnéticas y los corpúsculos. Sin embargo, ocurre que una empresa argentina ha logrado ocuparse, en forma simultánea, de construir reactores nucleares y satélites que fundamentalmente usan el espectro electromagnético sobre la base de los conocimientos de las ciencias físicas brindados por el Instituto Balseiro de Bariloche. Sus doctores e ingenieros derraman sus saberes a los cultores de los niveles técnicos para poder realizar investigaciones aplicadas en ambos sentidos.

La complementariedad, imaginada por Niels Bohr, fue diseñada y ejecutada prácticamente por INVAP, y solo nos falta un respaldo teórico, al más alto nivel filosófico y científico, para admitir que el cosmos es así y que no lo podemos cambiar. Los griegos tenían razón al pensar que el cosmos era un «todo ordenado».

- Las variables ocultas<sup>11</sup> no solo se encuentran en la mecánica o dinámica cuántica (Ervin Laszlo), sino que se lanzan a la velocidad de la luz a través de las ondas electromagnéticas propagadas en todas direcciones hacia el cosmos y son, además, las que impulsan la expansión del universo pese a las atracciones gravitatorias internas que se ejercen en sentido contrario. Al hacerlo, es imaginable que inciden en los átomos y las moléculas, inorgánicas y orgánicas, ubicadas dentro del cosmos y, en particular, de nuestro cuerpo, para organizarnos de una manera que, en gran medida, desconocemos. Así pienso que

se ordenan la vida y la muerte en su complementariedad recíproca y todas las otras complementariedades existentes en un cosmos que se está ordenado en lo fundamental y que se nos presenta como desordenado ante nuestra ignorancia de gran parte de lo que allí sucede. Se podría hablar de «efectos de las variables ocultas», que no solo pueden producirse en nuestro cuerpo sino también en nuestra conciencia de una realidad no visible, que, en muchos casos, tratamos de aprovechar para nuestras telecomunicaciones y teledetecciones mediante ondas electromagnéticas, también invisibles, y que inundan todos los ámbitos en los que tratamos de vivir y sobrevivir. Pienso que este fenómeno ocurre al influir, oculta y secretamente, en lo que sentimos, creemos, pensamos y obramos en el mundo según la imagen que tengamos de él. Opino que es lo que da sentido a las investigaciones sobre la ciencia del nuevo paradigma y que es congruente con lo pensado por David Bohm<sup>9,12,29</sup>.

- En materia de lo espacial, el cambio fue rotundo. A lo largo de los treinta y cuatro años siguientes a 1990, la República Argentina ha ocupado el primer lugar en América Latina y el décimo en el mundo en cuanto a satélites en órbita; la mayoría fueron hechos en el país y operados por autoridades nacionales, como las de la CONAE. Hay otros concebidos y realizados bajo la responsabilidad de entidades privadas. Existe un Registro Nacional de Objetos Lanzados al Espacio Ultraterrestre (aprobado por la Resolución CONAE N.º 260 que se formuló en 1999); el primer satélite registrado fue el Nahuel de telecomunicaciones, ya desactivado luego de funcionar por el tiempo de vida que tenía asignado (12 años). Previamente hemos estudiado el registro internacional y propuesto uno nacional, junto con expertos de derecho espacial de nuestro país (como los doctores Aldo Armando Cocca y Manuel Augusto Ferrer) desde la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires a partir del año 1990 y según el Convenio de Registro Internacional de 1975.
- Finalmente, si el universo se encuentra en expansión es porque las radiaciones de todas las galaxias y estrellas que lo componen superan, con su energía radiante, la fuerza de la gravedad que dejan atrás. Si todo es así, el universo aparecería como una superestrella que ilumina otros metaversos con el exceso de su radiación. En este caso, los innúmeros procesos de fusión nuclear se siguen produciendo con reducción a materias que van aumentando la fuerza gravitatoria de cada estrella en la medida en que decrece su radiación hasta que la suma enorme de sus gravedades supere la radiación y con esto se marcha hacia un «*big-crush* gravitatorio» seguido por otro «*big-bang*» explosivo, y la radiación reaparece hacia afuera del universo. Podríamos intuir este ciclo como una alternancia entre un comportamiento como superestrella y otro, sucesivo, como «agujero negro» con preponderancia gravitatoria.

Alberto Einstein advirtió que la gravedad estelar de las estrellas permite curvar hacia adentro del universo la radiación de la luz (y de todo el resto de las radiaciones electromagnéticas) con lo cual su radiación hacia afuera del universo se va debilitando con el correr de miles de millones de años hasta lograr que el control interno del universo cambie de la radiación electromagnética a la preponderancia de la gravedad y la conversión del universo en un enorme «agujero negro».

De ser así, y a los «ojos» de un ser ajeno al cosmos, nuestro universo desaparecería de su «vista» y carecerían de sentido los tres elementos de su relación interna (la constante gravitacional de Newton (G), la constante de Plank (h) de la mecánica cuántica y la velocidad de la luz (c) de Alberto Einstein)<sup>26,27</sup>.

Estimo que el Principio de Complementariedad establecido por Niels Bohr tiene infinitas maneras de ser aplicado tanto en el cosmos como en nuestro pequeñísimo planeta Tierra y por parte de una imaginación humana que no reconoce límites.

«Estimo que el Principio de Complementariedad establecido por Niels Bohr, tiene infinitas maneras de ser aplicado tanto al cosmos como en nuestro pequeñísimo planeta Tierra (...)».

Todas estas disquisiciones han sido intuitas por quienes tenemos un pobre conocimiento de la astronomía, pero que deseamos bajarnos del pedestal de poder sobre el que nos venimos subiendo desde hace demasiado tiempo. La astronomía es una parte muy importante del conocimiento de un cosmos que se encuentra en un período de expansión de su universo, que derivará en otro de compresión<sup>12</sup>. Entre todos ellos, mi ignorancia astronómica me ha llevado a concebir esta intuición y solicito ser corregido por quienes sepan la verdad.

En cuanto a mi postura de asignar el carácter de «biocéntrica» a la Cuarta Revolución Cultural de la Humanidad que pienso que debe encararse desde ya, todo lo que hagamos por comprender la Naturaleza y la vida que contiene en todas sus formas nos hará realmente sabios. Creo que nunca podremos saber «por qué» existe y tampoco «para qué» lo hace, pues parece ser que ambos conocimientos nos estarán negados.

Hemos aprendido mucho respecto de cómo preservar y mantener la vida de las plantas (al producirse la Revolución Agrícola) hace unos 12 000 años, la de los animales (Veterinaria) hace unos 10 000 años y la propia (Medicina) hace unos 2500 años con Alcmeón de Crotona (hacia 500 a. de C.).

Lo que sí podríamos lograr, en definitiva, es comprender la Naturaleza respetando sus leyes<sup>13</sup>, como se merece, por habernos dado un lugar y un tiempo para nacer y vivir en su seno.

Lo sucedido en la Argentina marca un rumbo cierto para las actividades nucleares y espaciales que deberían tener en cuenta todas las naciones del mundo.

«Lo que sí podríamos lograr, en definitiva, es comprender la Naturaleza respetando sus leyes(...)».

## Una estrategia vital para la humanidad y la Naturaleza

Detrás de lo desarrollado a lo largo de este artículo titulado: «El principio de complementariedad, las estrellas y la especie hombre», dividido en dos partes complementarias, hay una muy larga historia con consecuencias vitales para la humanidad.

Todo comenzó en el siglo VII antes de Cristo, cuando Heráclito pensó en un hombre fluyente en su evolución, bañándose en un río que también fluía; ambos evolucionaban por alguna causa que seguimos sin comprender. Concibió que esa realidad natural era el fruto de factores *opuestos* de la Naturaleza. Luego de veintiocho siglos, fuimos concibiendo que tal realidad, más que opuesta y natural, era extrema y digital, entre ceros y unos que representaban la nada y la totalidad, dos extremos naturales desconocidos, para concebir una era digital y una inteligencia artificial (IA) que no son naturales sino artificiales y *extremistas*, fabricadas según una ideología de ese tenor y, finalmente, surge esta *complementariedad* entre los dos extremos que, en efecto, existen como lo comprobamos a diario. Esta es la solución que propuso Aristóteles con sus «dorados términos medios» para enseñarle ética a su descendencia y para siempre. Se trata de una ética que nos viene enseñando nuestro comportamiento en sociedad y una ecoética que he venido elaborando en soledad y que estimo que amplía ese comportamiento hacia toda la Naturaleza cósmica en que el hombre y la sociedad actúan, y deben hacerlo sin dañar a nadie y a nada. Este es el diálogo y el reomodo de David Bohm. El diálogo con la sociedad y el reomodo respecto de nuestra acción ética y estética en una Naturaleza (ecoética y ecoestética)<sup>9, 12, 29</sup> evolutiva que estamos tratando de conocer.

Por supuesto que lo anterior limita nuestros supuestos «derechos humanos» infinitos para imponernos deberes como los que han sido determinados por Emmanuel Kant a través de sus imperativos categóricos<sup>30</sup>. ■

## REFERENCIAS

- 1 Bernard, R. G., 1962, *Las religiones*, 1.ª edición, Barcelona, España, Editorial Bruguera S. A.;
- 2 Wade, Nicholas, 2006, *Before the dawn. Recovering the lost history of our ancestors*, Londres, Gran Bretaña, Editorial Penguin Press;
- 3 Asimov, Isaac, 1983, *El Universo. De la Tierra plana a los quásares*, Madrid, España, novena edición en El Libro de Bolsillo, Alianza Editorial S.A.;
- 4 Internet;
- 5 Internet, «Cadena trófica marina»;
- 6 Velasco, Catalina, 2023, *Vida sumergida*, Santiago (Chile), @Pollera ediciones;
- 7 Aguilera Mochón, Juan Antonio, para *National Geographic*, 2017, «El origen de la vida. La aparición de los primeros organismos», Ciudad de México, México, RBA Editores México;
- 8 Domínguez, Néstor Antonio, 2023, *Pensamiento sustentable y sostenible*, Buenos Aires, Argentina, Instituto de Publicaciones Navales;
- 9 Domínguez, Néstor Antonio, 2023, *Naturaleza y cultura en evolución conflictiva. Ciencia del Nuevo Paradigma*, Buenos Aires, Argentina, Instituto de Publicaciones Navales;
- 10 Domínguez, Néstor Antonio, 2017, «Un camino al cielo. Desde un punto al cosmos y desde un instante a la eternidad», Buenos Aires, Argentina, sitio web del Centro Naval: [www.centronaval.org.ar](http://www.centronaval.org.ar), por el Instituto de Publicaciones Navales;
- 11 De Internet: tomado de «Física cuántica en la red. Un sitio para adentrarse en la física cuántica», 2013, tema: «Variables Ocultas», presentación global;
- 12 Bohm, David, 2008, *La totalidad y el orden implicado*, Barcelona, España, Editorial Kairós, Colección Nueva Ciencia;
- 13 Domínguez, Néstor Antonio, 2021, *Comprender lo natural*, Madrid, España, Editorial Académica Española. Traducido por Omniscryptum (Alemania) al: inglés, italiano, alemán, francés, polaco, portugués y letón;
- 14 Sapper, Karl y Lipsius, Friedrich, 1931, *Filosofía Natural*, Buenos Aires, Argentina, Editorial Labor, S.A.;
- 15 Darwin, Charles, 2014, *El origen de las especies*, Bogotá, Colombia, Editorial Biblok;
- 16 Domínguez, Néstor Antonio, 2013, «El gran salto del tigre» en el *Boletín del Centro Naval* N.º 835, enero a abril, Buenos Aires, Argentina;
- 17 Domínguez, Néstor Antonio, 2023, «Argentina en el espacio ultraterrestre» en el *Boletín del Centro Naval* N.º 861, mayo a agosto, Buenos Aires, Argentina;
- 18 Domínguez, Néstor Antonio, 2020, Cuaderno Talésico de la Academia del Mar N.º 45: «La crisis político-estratégica espacial argentina», presentado el 7/8/2020 y expuesto y debatido el 25/8/2020, sitio web de la Academia del Mar: [www.academiadelmar.org.ar](http://www.academiadelmar.org.ar); Anales Tomo V;
- 19 Domínguez, Néstor Antonio, 1990, *Satélites, Tomo I. V Etapa tecnológica naval y su incidencia en la Guerra de Malvinas*, vigésimo primer libro de la Colección Ciencia y Técnica, Instituto de Publicaciones Navales, Buenos Aires, Argentina;
- 20 Domínguez, Néstor Antonio, 1991, *Satélites, Tomo II. Más allá de la tecnología y de la guerra*, vigésimo tercer libro de la Colección de Ciencia y Técnica, Instituto de Publicaciones Navales, Buenos Aires, Argentina;
- 21 Internet, información espacial argentina;
- 22 Domínguez, Néstor Antonio, 1993, «Tormenta espacial en el desierto» en la *Revista de la Escuela Nacional de Inteligencia*, primer cuatrimestre de 1993, Buenos Aires, Argentina;
- 23 Domínguez, Néstor Antonio, idea, edición y compilación, 2007, *Estelas Doradas* (libro de la Promoción N.º 83 a los 50 años de egresar como guardiamarinas), Buenos Aires, Argentina, edición pagada por los autores que intervinieron en la redacción de sus memorias y gestionada ante el taller gráfico VORDS S.A. para D&P;
- 24 Newton, Isaac, 1687, *El sistema del mundo*, Alianza Editorial, Madrid, España;
- 25 Dufourq, Félix, 1957, Puerto Belgrano, *Orígenes de la Base y de la Ciudad de Punta Alta. Actuación de los Marineros Argentinos*, Buenos Aires, Argentina, Ministerio de Marina. Impreso en los Talleres Gráficos de la Dirección General de Administración Naval;
- 26 Laszlo, Erwin, 1997, *El cosmos creativo. Hacia una ciencia unificada de la materia, la vida y la mente*, prólogo de Karl Pribram, traducción de José Luis San Miguel de Pablos, Barcelona, España, editorial Kairós;
- 27 Domínguez, Néstor Antonio, 2018, *El arte de comprender la Naturaleza*, prólogo de Alexander Laszlo, Buenos Aires, Argentina, Instituto de Publicaciones Navales;
- 28 Domínguez, Néstor Antonio, 2011, *Juguetes propios y guerras ajenas*, Buenos Aires, Argentina, edición del autor y difusión en internet por el Centro Naval a través de su sitio web: [www.centronaval.org.ar](http://www.centronaval.org.ar) por el Instituto de Publicaciones Navales;
- 29 Bohm, David, 1997, *Sobre el diálogo*, Barcelona, España, Editorial Kairós;
- 30 Kant, Emmanuel, 2022, *Crítica de la razón práctica*, 2.da edición, 5.ta reimpresión, versión castellana y estudio preliminar de Roberto Aramayo, Madrid, España, Alianza Editorial, El libro de bolsillo.