

LA VIDA EN EL UNIVERSO: SU ORIGEN, SU NATURALEZA, SU SENTIDO

Actas del Congreso Conclusivo

Paolo Musso (ed.)



UCSS



**La vida en el universo:
su origen, su naturaleza, su sentido**

Actas del Congreso Conclusivo

La vida en el universo: su origen, su naturaleza, su sentido

Actas del Congreso Conclusivo

Paolo Musso (ed.)



Fondo
Editorial
UCSS

LA VIDA EN EL UNIVERSO: SU ORIGEN, SU NATURALEZA, SU SENTIDO.
ACTAS DEL CONGRESO CONCLUSIVO

© Paolo Musso (ed.)

© 2021 Universidad Católica Sedes Sapientiae
Esquina Constelaciones y Sol de Oro s. n. Urb. Sol de Oro
Los Olivos, Lima, Perú
Teléfonos: (51-1) 533-5744/ 533-6234/ 533-0008 anexo 211
Dirección URL: <www.ucss.edu.pe>

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N. 2021-05389
ISBN digital: 978-612-4030-98-7

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

Gran Canciller
Mons. Lino Panizza Richero

Rector
P. Dr. César Buendía Romero

Cuidado de edición
Fondo Editorial UCSS

Diseño y diagramación
Manuel Vejarano Ingar

Publicación electrónica disponible en www.ucss.edu.pe/fondo-editorial.html

Primera edición (virtual): junio, 2021

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin permiso escrito de la Universidad Católica Sedes Sapientiae

Las imágenes aparecidas en estos textos son responsabilidad única de los autores que las emplearon y del editor encargado de estas actas

Esta publicación incorpora resultados obtenidos en el ámbito del proyecto de investigación titulado “Science, Philosophy, and Theology: Capability Building in Latin America”, financiado por la John Templeton Foundation bajo una beca de investigación otorgada por la University of Oxford.

Imagen de carátula: Antenas de ALMA bajo la Vía Láctea. Crédito: ESO/ José Francisco Salgado (josefrancisco.org)

ÍNDICE

PROGRAMA OFICIAL DEL EVENTO.....	9
INTRODUCCIÓN.....	13
AGRADECIMIENTOS.....	25
IDENTIDAD, DISTINCIÓN Y CORRELACIÓN EPISTEMOLÓGICA ENTRE CIENCIA, FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA EN LAS INVESTIGACIONES SOBRE LA VIDA EN EL UNIVERSO	
<i>Ángel Gómez Navarro</i>	29
LA EVOLUCIÓN CÓSMICA Y EL ORIGEN DE LA VIDA: EL MARAVILLOSO Y SORPRENDENTE EQUILIBRIO ENTRE LAS CONDICIONES GLOBALES Y LOCALES	
<i>Ulisses Barros de Almeida</i>	39
LA BÚSQUEDA DE la vida en el universo: la astrobiología	
<i>Julio E. Valdivia-Silva</i>	71
LA BÚSQUEDA DE OTRAS CIVILIZACIONES: EL PROGRAMA SETI	
<i>Claudio Maccone</i>	93
LA INTELIGENCIA EN LA TIERRA: EL ORIGEN DEL ALMA HUMANA	
<i>Jorge Oliva</i>	107
ASPECTOS COMUNES DE LAS DIFERENTES COSMOVISIONES DE LOS PUEBLOS ORIGINARIOS DE NOPOKI	
<i>Didier Dennie Lopez Francis</i>	127
CONSIDERACIONES PEDAGÓGICAS Y FILOSÓFICAS A PARTIR DE LA VIVENCIA INTERCULTURAL EN LA UCSS-NOPOKI	
<i>Guisella Azcona Avalos</i>	145
<i>Wilmer Atachahua Ursua</i>	145
PRESENTACIÓN DEL "MAPA DE CONSTELACIONES DE NOPOKI"	
<i>Carlota Pereyra Rey</i>	161
EL CRISTIANISMO Y LA VIDA FUERA DE LA TIERRA*	
<i>José Gabriel Funes</i>	181
LA COMUNICACIÓN CON OTRAS CIVILIZACIONES COMO EXPERIMENTO MENTAL	
<i>Mariano Asla</i>	195

LA COMUNICACIÓN CON OTRAS CIVILIZACIONES COMO
EXPERIMENTO REAL

Paolo Musso.....215

PROGRAMA OFICIAL DEL EVENTO



UN PROYECTO DE UCSS Y UNIFÉ FINANCIADO POR EL
 "IAN RAMSEY CENTRE FOR SCIENCE AND RELIGION" DE LA UNIVERSIDAD
 DE OXFORD Y LA "JOHN TEMPLETON FOUNDATION"

“La vida en el universo: su origen, su naturaleza, su sentido”

CONGRESO INTERNACIONAL – AUDITORIO UNIFÉ, 28/04/2017

Ponente	Horario	Tema
Inicio	9:00-9:30	Saludos de las Autoridades Académicas
Sesión Mañana (preside Dr. Jorge Oliva)		
Dr. Angel Gómez (Perú)	9:30-10:00	El proyecto “La vida en el universo”
Dr. Ulisses Barres De Almeida (Brasil)	10:00-10:45	Evolución cósmica y origen de la vida: el maravilloso y sorpresivo equilibrio entre condiciones globales y locales
	10:45-11:00	Debate
Dr. Julio Valdivia (Perú)	11:00-11:30	La búsqueda de la vida en el universo: la astrobiología
Dr. Claudio Maccone (Italia)	11:30-12:15	La búsqueda de la inteligencia en el universo: el programa SETI
	12:15-12:30	Debate
	12:30-14:00	Almuerzo
Sesión Tarde (preside Dr. Ángel Gómez)		
Dr. Jorge Oliva (Perú)	14:00-14:30	La inteligencia en la Tierra: el origen del alma humana
Prof. Didier López Francis (Perú)	14:30-15:00	Aspectos comunes de las diferentes cosmovisiones de los pueblos originarios de la UCSS-Nopoki
Mg. Guisella Azcona (Perú) Prof. Wilmer Atachahua (Perú)	15:00-15:30	Consideraciones pedagógicas y filosóficas a partir de la vivencia intercultural en la UCSS-Nopoki
Mg. Carlota Pereyra (Perú)	15:30-15:40	Presentación del “Mapa de las constelaciones de Nopoki”
	15:40-16:00	Debate
Dr. José G. Funes (Argentina)	16:00-16:30	El cristianismo y la vida fuera de la Tierra
Dr. Mariano Asla (Argentina)	16:30-17:00	La comunicación con otras civilizaciones como experimento mental
Dr. Paolo Musso (Italia)	17:00-17:30	La comunicación con otras civilizaciones como intento real
	17:30-17:45	Debate
Dr. Jorge Oliva, Dr. Angel Gómez, Dr. Paolo Musso	17:45-18:00	Conclusiones

Organiza:



Financiado por:



LA VIDA EN EL UNIVERSO. SU ORIGEN, SU NATURALEZA, SU SENTIDO

*EN SU SENTIDO MÁS PROFUNDO
LA BÚSQUEDA DE LA INTELIGENCIA EXTRATERRESTRE
ES UNA BÚSQUEDA DE NOSOTROS MISMOS.*

(Carl Sagan)

INTRODUCCIÓN

EL PROYECTO “LA VIDA EN EL UNIVERSO”

*Paolo Musso**

Università dell'Insubria

Universidad Católica Sedes Sapientiae

Oxford Templeton Fellow to Latin America 2017

paolo.musso@uninsubria.it



* **Paolo Musso** es profesor de Filosofía de la Ciencia en la Università dell'Insubria de Varese (Italia) y profesor visitante de Epistemología en la UCSS de Lima (Perú) desde el 2005. Además, es miembro de la Academia Europea de Ciencias y Artes y del SETI Committee de la International Academy of Astronautics (IAA). En el 2017 ha sido uno de los seis Oxford Templeton Fellows to Latin America, elegido por la University of Oxford para el desarrollo del proyecto *La vida en el universo: su origen, su naturaleza, su sentido* en las universidades UCSS y UNIFÉ de Lima (Perú).

1. Una pregunta antigua como el hombre

La pregunta sobre si estamos solos en el universo es, por supuesto, tan antigua como el hombre mismo. El increíble espectáculo del cielo nocturno todo estrellado, como hoy en día solo podemos admirar en los desiertos, en el medio del océano y en pocos lugares más, antes de la invención de la iluminación eléctrica era una experiencia que todos los seres humanos compartían diariamente y que sin duda alguna les impactaba profundamente, como demuestran los varios mapas estelares que se han descubierto grabados en la piedra o dibujados en las paredes de las cavernas donde vivían, ya desde los tiempos más remotos. No por nada, en todas las culturas del mundo la astronomía fue la primera ciencia en nacer, logrando además alcanzar un buen nivel de precisión incluso miles de años antes de que Galileo definiera por primera vez el método científico moderno.

No sabemos, obviamente, quién fue el primero en preguntarse si acaso aquellas luces lejanas pudieran ser otros soles y si cerca de ellas vivían otros seres parecidos a los humanos, pues todo eso empezó millares de años antes de la invención de las primeras escrituras. Sin embargo, lo cierto es que encontramos dicha pregunta muy temprano, ya en los primeros testimonios del pensamiento filosófico en la Grecia antigua y desde entonces nunca más fue abandonada, como muestra el ensayo de Mariano Asla, pese a que no se sabía casi nada de cómo estaba hecho realmente el universo. Nosotros, los seres humanos contemporáneos, en cambio, nos encontramos en una situación

muy curiosa, pues somos la generación que en toda la historia de la humanidad menos experiencia directa y personal tiene del cosmos y, al mismo tiempo, más conocimientos ha alcanzado acerca de ello. Pero dentro de todos estos conocimientos aún no se encuentra la respuesta a la eterna pregunta: ¿estamos solos?

Sin embargo, nuestra generación tiene también otra ventaja, que al mismo tiempo es también otro problema: somos los primeros hombres que tienen (o están a punto de tener), como muestran los ensayos de Ulises Barres, Julio Valdivia y Claudio Maccone, la capacidad tecnológica para buscar dicha respuesta en la realidad misma a través de una investigación científica, y no solo por medio de la pura reflexión racional. Claro está que esta es una oportunidad sin precedentes, ya que si realmente se encontrara vida fuera de la Tierra, especialmente la vida inteligente, este sería sin duda alguna el descubrimiento más trascendental, más impactante y con las consecuencias más profundas en toda la historia humana. Y exactamente por las mismas razones sería también un problema sin precedentes.

¿Cómo reaccionaríamos? ¿Cómo nos sentiríamos? ¿Qué pensaríamos? Y, sobre todo, ¿qué deberíamos hacer? Nadie tiene una respuesta a dichas interrogantes, precisamente porque se trataría de algo absolutamente nuevo. Sin embargo, la conciencia de la importancia de llegar preparados al momento en que tal descubrimiento realmente se diera, junto a la conciencia de que dicho momento podría ya no estar tan lejos en el tiempo, ha llevado en las últimas décadas a muchos científicos, psicólogos, antropólogos, filósofos, teólogos e incluso artistas a crear en el ámbito de la International Academy of Astronautics un grupo de investigación, el llamado SETI Committee. Gracias a ello,

se empezó a discutir el asunto de una forma interdisciplinaria, como le corresponde por naturaleza, buscando una manera de vislumbrar lo que podría acontecer que no fuese completamente imaginaria, sino que tuviese al menos algo de fundamento en la realidad.

Ahora bien, una de las maneras más comunes y aparentemente más efectivas que se ha encontrado siempre ha sido la de buscar ejemplos de encuentros entre diferentes civilizaciones humanas caracterizadas no solo por diferentes culturas, sino por diferentes niveles de desarrollo tecnológico, como ciertamente ocurriría en el caso de un encuentro con una civilización extraterrestre. Claro está que no se trata de auténticos precedentes (pues, como ya hemos dicho, un evento como ese no tendría precedentes), sino solo de pálidas analogías. Sin embargo, esto es todo lo que tenemos, por lo menos si queremos basarnos en hechos reales y no simplemente intentar imaginar algo que desconocemos completamente.

Lo bueno que tiene dicho método es que ejemplos de este tipo se han efectivamente dado a lo largo de la historia humana y son bastante conocidos, especialmente en el caso del encuentro entre la civilización hispánica y las culturas precolombinas de Latinoamérica, que no por casualidad es el más citado en la literatura que se ocupa de este problema. Lo malo es que dichos ejemplos casi siempre son negativos, acabando generalmente muy mal para la civilización tecnológicamente menos avanzada. Esto termina por alimentar el escepticismo acerca de la posibilidad de una comunicación real entre diferentes culturas, lo cual ya brota por su cuenta en abundancia desde del relativismo hoy

en día dominante en la sociedad y más aún en la filosofía. Y es precisamente de ahí que ha nacido la idea de nuestro proyecto.

2. La experiencia de interculturalidad en la UCSS-Nopoki de Atalaya

A primera vista, uno podría preguntarse, aparentemente con algo de razón, qué tiene que ver el tema de la vida en el universo con dos universidades como la UCSS y la UNIFÉ que no poseen facultades de Astronomía ni de Biología ni, más generalmente, de tipo científico "puro". Y, sin embargo, algo hay.

Este "algo" es en primer lugar la experiencia de relación entre diferentes culturas que se vive en la sede amazónica de la UCSS-Nopoki de Atalaya (Ucayali, Perú), en donde, como explican los ensayos de Didier López, Guisella Azcona y Wilmer Atachahua y la demostración a través de un ejemplo práctico de Carlota Pereyra, los estudiantes y profesores de varios pueblos originarios de la Amazonía peruana trabajan y estudian junto a estudiantes y profesores que pertenecen a nuestra civilización occidental. En poco más de una decena de años ya se han logrado resultados extremadamente positivos, gracias a un modelo muy original y exitoso, hasta el punto que el mismo Papa Francisco en el famoso encuentro de Puerto Maldonado, ha indicado el de Nopoki como un ejemplo a seguir para todos. Así surgió la idea de estudiar, por una vez, un ejemplo de interacción positiva entre la civilización occidental y las amazónicas, para averiguar si acaso de dicha experiencia se podían sacar indicaciones útiles para ayudar a solucionar el difícil problema de una posible

comunicación con una civilización extraterrestre, tal como intento explicar en mi ensayo al final de este libro.

Sin embargo, hay más. En efecto, tanto la UCSS como la UNIFÉ están entre las pocas universidades peruanas que todavía valoran realmente las humanidades, pero sin tener miedo a abrirse al diálogo con la ciencia, como demuestra claramente el hecho de que yo empecé a venir a Lima como profesor visitante ya en 2005 (es decir, 12 años antes del inicio del proyecto de Oxford) dictando cursos de epistemología en la UCSS y sucesivamente también cursos, seminarios y charlas en la propia UNIFÉ, al igual que en muchas otras universidades limeñas. Ahora bien, exactamente esta actitud interdisciplinaria es crucial, como ya se ha dicho antes y como lo explica muy bien el ensayo de Ángel Gómez, para reflexionar adecuadamente acerca del tema de la vida en el universo y de una posible comunicación interestelar, lo cual, además de su valor intrínseco, puede ayudarnos a entendernos mejor a nosotros mismos, como muestran los ensayos de Jorge Oliva y del Padre José Funes, así como, una vez más, el de Mariano Asla y el mío.

Y lo mejor es que funcionó: pese a que al principio a nosotros mismos todo esto nos parecía una locura total y que las becas ofrecidas por la University of Oxford y la John Templeton Foundation solo eran 6 para toda Latinoamérica, al final, inesperadamente, ganamos. Y, sin falsa modestia, es preciso decir que el proyecto fue realmente un éxito completo.

3. Características y logros de *La vida en el universo*

El proyecto *La vida en el universo: su origen, su naturaleza, su sentido* incluía actividades de investigación, enseñanza y divulgación, que tenían que ser desarrolladas por el profesor visitante invitado por las dos universidades promotoras UCSS y UNIFÉ. El fin era tratar el tema de la vida en el contexto cósmico desde varias perspectivas, pero principalmente tres:

1. La búsqueda de la vida (y eventualmente también de la inteligencia) en el espacio, y su sentido filosófico y religioso.
2. La relación entre el origen de la vida y el del universo.
3. El problema de la universalidad de la razón desde el punto de vista de la relación entre distintas culturas, en la Tierra y (eventualmente) también fuera de la Tierra.

A su vez, el estudio de dichas perspectivas se logró a través de cuatro eventos principales:

- a. En primer lugar, un curso de especialización para profesores de universidades y colegios que se desarrolló en tres jornadas seguidas, del 21 al 23 de febrero del 2017, en la sede del Posgrado de la UCSS. En ella brindé una visión panorámica completa acerca de la búsqueda de la vida en el espacio

examinada desde todos los puntos de vista (histórico, tecnológico, biológico, físico, filosófico y teológico).

- b. Una semana de investigación de campo que se desarrolló en Nopoki del 16 al 22 de marzo del 2017, en la que participó un equipo formado por: yo mismo; Guisella Azcona, anteriormente profesora en Nopoki por tres años, lo cual fue clave para crear rápidamente un clima de confianza recíproca; la astrónoma Carlota Pereyra y su hijo Rodolfo, quienes enseñaron a los estudiantes de Nopoki a mirar el cielo a través de un telescopio que habían traído consigo y luego los animaron a crear el "Mapa de Nopoki", un mapa celeste con nuevas constelaciones dibujadas por ellos mismos en base a sus propias tradiciones; y finalmente el camarógrafo de la UCSS, Álvaro Canchari, quien grabó todos los momentos principales, especialmente la muy emotiva charla en la que los sabios de los pueblos Yine y Matsigenka aceptaron contarnos sus cosmovisiones tradicionales.
 - c. Un seminario científico-filosófico para profesores y estudiantes que se desarrolló en el auditorio menor de la UNIFÉ en tres fechas distintas (31 de marzo y 14 y 21 de abril del 2017), donde hablé sobre el origen del universo y su relación con el origen de la vida (el llamado "principio antrópico") a la luz de los más recientes descubrimientos de la misión del satélite Planck.
 - d. Por último, un Congreso Internacional que se celebró en el Auditorio principal de la UNIFÉ el día
-

28 de abril de 2017. En dicho evento se brindó una visión panorámica completa de todos los temas desarrollados en el ámbito del proyecto, gracias a la participación de 12 expertos, 7 peruanos y 5 extranjeros, cuyas ponencias se van a publicar ahora en este libro de Actas.

Cabe resaltar que a los eventos principales que se habían programado desde el principio poco a poco se les sumaron otros, nacidos espontáneamente desde las relaciones que gracias al proyecto se habían ido estableciendo. En primer lugar, el 6 de abril en el Auditorio de la UCSS, hubo una mesa redonda acerca del descubrimiento del sistema de siete exoplanetas de tamaño muy parecido a la Tierra alrededor de la estrella enana roja *Trappist-1*, en la que participaron como ponentes la ya mencionada astrónoma Carlota Pereyra y el astrobiólogo Julio Valdivia. El 12 de abril me pidieron dictar una charla acerca de *La vida en el universo* como clase inaugural del semestre para todo el Posgrado de la Facultad de Letras y Humanidades de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, que fue también la clase inicial del curso de Historia de la Ciencia que sucesivamente dicté para su Doctorado de Filosofía. Luego, el día 26 de abril acompañé a mi amigo Claudio Maccone, Director Técnico de la International Academy of Astronautic (IAA) y actual Presidente del SETI Committee de la misma IAA, a la UTEC para el encuentro con el grupo de jóvenes científicos de la SCAP (Sociedad Científica de Astrobiología del Perú) liderada por Julio Valdivia. El día siguiente, en San Marcos, Claudio dictó dos charlas para los profesores y estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas. El mismo día 27 de

abril, en la noche, se dio el encuentro con el Padre José Funes, ex director de la Specola Vaticana (el observatorio astronómico del Vaticano), quién habló de la relación entre ciencia y fe a partir de su experiencia personal, de nuevo en el Auditorio de la UCSS, lleno como pocas veces se había visto antes. Finalmente, pese a que el proyecto oficialmente ya había terminado, me pidieron a mí y a Claudio dictar dos charlas para el Día Internacional de la Astronomía, la primera el 29 de abril en Surco y la segunda el 6 de mayo en la Plaza de Armas de Lima.

La participación del público siempre fue muy buena en todos los eventos, tanto desde el punto de vista del número como de la satisfacción. Tuvimos también suerte, ya que la NASA anunció el descubrimiento del sistema planetario *Trappist-1* la mañana del día 22 de febrero, exactamente cuando yo estaba empezando a dictar la segunda clase del curso de especialización inicial, así que por varios días todos los medios más importantes del país, empezando por *El Comercio* y el noticiero nacional de *TV Perú*, me pidieron entrevistas. Sin embargo, mucho más que estos, los auténticos logros del proyecto fueron por un lado el notable crecimiento, tanto profesional como personal, que se dio en todos los jóvenes docentes, investigadores, técnicos y administrativos que colaboraron en su realización y, por el otro, el entusiasmo y la toma de conciencia de la importancia de la investigación y de la internacionalización para las universidades peruanas que se engendró en ellos.

Lamentablemente, la realización del libro de las *Actas* se demoró un poco por causas extrínsecas al proyecto. Sin embargo, esto tiene también un aspecto positivo, ya que ahora, en el momento en que por fin se va a publicar, estamos en grado

de decir que el crecimiento y el entusiasmo de que hemos recién hablado no solo no se han perdido, sino que han producido, y siguen produciendo, nuevos frutos.

Para empezar, los resultados del proyecto se presentaron en dos congresos internacionales de extraordinaria importancia por medio de dos ponencias. La primera fue dictada por mí en el congreso final del proyecto de Oxford en Latinoamérica titulado *El lugar de la persona en el cosmos* que se celebró en Santiago de Chile del 25 al 27 de septiembre del 2017. La segunda la dictó el propio Claudio Maccone en el 68th International Congress of Astronautics (IAC) que se celebró en la ciudad de Adelaide, en Australia, del 25 al 29 de septiembre del 2017.

Además, justo por estos días estamos terminando de escribir otra ponencia que quiere profundizar en particular en los resultados de la investigación hecha en Nopoki y que será presentada en el congreso internacional *Life in the Universe 2019. Big History, SETI and the future of humankind* a celebrarse en Milán el 15 y 16 de julio del 2019. Se trata de un evento muy prestigioso, organizado por el SETI Committee y la International Big History Association, cuya próxima edición, programada para el 2021, ya se está planeando organizarla en Lima.

Finalmente, estamos a punto de armar otro proyecto, parecido al de Oxford, pero de alcance mucho más amplio, que se llamará *InCosmiCon* (Intelligence in the Cosmic Context) y será presentado oficialmente durante el 70th International Congress of Astronautics que se celebrará en Washington del 21 al 25 de octubre del 2019.

Me gustaría terminar esta parte introductoria con las palabras de dos personas que, si bien de forma distinta, han sido

figuras imprescindibles en el proyecto. El primero es Claudio Maccone, quien al momento de tomar el taxi para ir al aeropuerto, ya en la puerta del hotel, me dijo: "Una acogida fantástica y una organización perfecta. Gracias por invitarme. Ha sido la mejor semana de mi vida". El segundo es Teófilo Vargas, docente de Cosmología en San Marcos, quien no fue oficialmente parte del proyecto, pero tras escuchar las charlas de Claudio se entusiasmó con la idea y, junto a su colega Víctor Vera, empezó a colaborar con nosotros para la realización del nuevo proyecto, de lo que nació también una profunda amistad. Y este fue su comentario final: "Nadie habría podido siquiera imaginar que algo así pudiese acontecer en una universidad peruana. Sin embargo, salió muy bien, con un nivel de ponentes excelente y una increíble variedad de temas". Ojalá todo pueda salir así de bien en el futuro, permitiéndonos tratar una variedad de temas cada vez más amplia con un nivel cada vez mejor.

Lima, 05 de mayo del 2019

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, es preciso agradecer a la University of Oxford y a la John Templeton Foundation, que han hecho posible todo esto. Un agradecimiento particular, sin embargo, va para Edward Pinsent, director del Ian Ramsey Centre for Science and Religion, la entidad que concretamente impulsó el proyecto de Oxford en Latinoamérica. Pero sobre todo tengo que agradecerle a Ignacio Silva, inventor y responsable del proyecto mismo, quien durante siete años, del 2011 al 2017, cuando este terminó y él tuvo que volver a la Universidad Austral de Buenos Aires, siempre se mantuvo como su auténtica "alma", mostrando una capacidad increíble de animar y valorar a todos y a cada uno, de la cual he aprendido muchísimo: por decirlo con una metáfora futbolística, es uno el que siempre lo deja todo en la cancha, sin ahorrar ni una sola gota de energía.

Luego, quiero agradecer a todas las autoridades académicas de la UCSS y la UNIFÉ, las cuales me respaldaron todas cuando les propuse esta aventura aparentemente loca, en especial al Rector de la UCSS, el Padre César Buendía; al ex Decano de la Facultad de Salud, Luis Solari de la Fuente, a las Decanas de la Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades, profesoras Giuliana Contini y Teresa Briozzo, quienes siempre me apoyaron, no solo respecto al proyecto, sino a todo mi trabajo en la UCSS; y finalmente al Vicerrector Gian Battista Bolis, quien fue el único que creyó desde el primer momento en la posibilidad real de ganar.

Asimismo, les agradezco muchísimo a Jorge Oliva y Ángel Gómez, quienes aceptaron ser los responsables científicos del proyecto, en representación de la UCSS y de la UNIFÉ, respectivamente; a mi gran amigo Guido Maggi, quien me ayudó con sus competencias en el campo económico a calcular correctamente todos los gastos y a escribir en debida forma el presupuesto inicial; a Kristhian Ayala, Silvia Lostaunau y a todos los chicos de la Oficina de Imagen Institucional de la UCSS, que, después de un inicio complicado, se convirtieron en sustentadores entusiastas del proyecto, con realizaciones fantásticas, entre las cuales (y lo digo en serio) la hoja membretada más bella del mundo, cuyo diseño se ha usado también para la cubierta de este libro; a la ex directora del Fondo Editorial de la UCSS Patricia Vilcapuma, al nuevo director, Rauf Neme, y a sus colaboradores, quienes me han ayudado en la realización del libro; y a todos los que en ambas universidades han trabajado, de una manera u otra, a menudo sin que ni siquiera haya conocido sus nombres, para que todo pudiese salir bien.

Finalmente, les agradezco a todos los ponentes del Congreso final y de todos los otros encuentros que he mencionado anteriormente; a los miembros del equipo que me acompañó a Nopoki y a su "miembro oculto", Wilmer Atachahua, quien fue, por tres años, director de Nopoki y, pese a que no pudo venir con nosotros, nos ayudó mucho para establecer buenas relaciones con todos; al nuevo director de la UCSS-Nopoki, profesor Julio César Gonzales Cotrina, y a todos los estudiantes y profesores que han aceptado participar en las varias actividades que se han desarrollado, pero sobre todo en los conversatorios, que han sido y siguen siendo muy útiles para entender correctamente

su experiencia; y a mis amigos queridos César Delgado y Nilda Montes, quienes no solo son los que me presentaron a Carlota y a Julio Valdivia, sino que en varias ocasiones hicieron de su casa la "base de operaciones" para algunas de las reuniones más importantes del proyecto, siempre acompañándolas con lonches y cenas espectaculares.

Sin embargo, el agradecimiento más grande va para mi fantástica amiga Janina Navarro, sin la cual no solo este proyecto nunca habría existido, sino que no habría existido absolutamente nada de todo lo que hemos hecho en la UCSS y en el Perú en estos últimos 10 años.

IDENTIDAD, DISTINCIÓN Y CORRELACIÓN EPISTEMOLÓGICA ENTRE CIENCIA, FILOSOFÍA Y TEOLOGÍA EN LAS INVESTIGACIONES SOBRE LA VIDA EN EL UNIVERSO

*Ángel Gómez Navarro**

Universidad Femenina del Sagrado Corazón

agomez@unife.edu.pe



RESUMEN: La ponencia reflexiona sobre las implicancias epistemológicas y metodológicas en el estudio sobre la posible existencia de vida inteligente en el universo y la necesidad de establecer un marco normativo que ayude a la articulación entre ciencia, filosofía y teología. En tal sentido, se plantea la idea de

* **Ángel Gómez Navarro** es doctor en Ciencias de la Religión por la Pontificia Universidad Gregoriana de Roma, candidato a doctor en Filosofía por la Pontificia Universidad Católica del Perú, egresado del Doctorado en Ciencias Sociales de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, del Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad Privada Champagnat y de la Maestría en Antropología Social y Cultural de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Es docente investigador de la UNIFÉ de Lima (Perú) y trabaja temas de epistemología, ética y filosofía social. En el 2017 fue el responsable científico de la UNIFÉ para el proyecto *La vida en el universo*.

considerar tanto la identidad y la distinción como la correlación epistémica de aquellas disciplinas que muestran al ser humano y la razón en su afán por indagar y conocer la unidad y complejidad de lo real desde contextos histórico-culturales específicos y sin ningún tipo de reduccionismos.

PALABRAS CLAVE: Vida inteligente, epistemología, identidad, distinción, correlación, realidad.

ABSTRACT: The paper reflects on the epistemological and methodological implications of the study of the possible existence of intelligent life in the universe and the need to establish a normative framework that helps to articulate science, philosophy and theology with one another. In this sense, it is suggested the idea of considering both identity and distinction and the epistemic correlation of those disciplines that show the human being and reason in their eagerness to investigate and know the unity and complexity of reality from specific historical-cultural contexts and without any type of reductionism.

KEYWORDS: Intelligent life, epistemology, identity, distinction, correlation, reality.

1. Muchas nuevas preguntas

Actualmente las ciencias particulares vienen investigando las condiciones de posibilidad de la vida fuera de la tierra. Los científicos especialistas lo están haciendo en y desde dos ámbitos complementarios: por un lado, la astrobiología para la vida en general, junto con la física, la astronomía, etc., y por otro,

el programa SETI (Search for Extra-Terrestrial Intelligence) para la vida inteligente. Aunque todavía no hay certezas al respecto, los investigadores señalan que, debido al acelerado avance tecnológico, esto sería posible dentro de algunos años más.

Es en este marco de indagación que tanto filósofos como teólogos han comenzado a interrogarse sobre cuestiones como: ¿Cuál es el concepto de vida que consideran tales ciencias, especialmente, la física y la bioastronomía? ¿Qué relación existe entre las condiciones necesarias para el origen del universo (cosmogénesis), para el origen de la vida (biogénesis) y para el origen del hombre (antropogénesis, principio antrópico)? ¿Tiene esta relación alguna finalidad o teleología o es solo aleatoria? Asimismo, ¿cuáles son las implicancias teológicas ante la posibilidad de encontrar vida inteligente en otras partes del universo, especialmente en relación a la idea cristiana de creación del mundo y del hombre? Y si hay vida inteligente más allá de la tierra, ¿les alcanza la salvación de Cristo? ¿Cómo sería este alcance salvífico? Y si consideramos el sentido de la evolución de la vida en el marco general y más amplio, como es el de la evolución cósmica, tales seres inteligentes ¿estarían exentos del problema del mal? ¿Cómo sería una posible comunicación con otras hipotéticas civilizaciones extraterrestres desde nuestros conceptos o categorías lingüísticas culturales (metafísicos, éticos, artísticos, religiosos), más aún cuando actualmente predomina entre nosotros, tanto el relativismo cultural como el relativismo epistemológico, que cuestionan la tesis de la existencia de una estructura universal básica de la razón?

Para responder a estos cuestionamientos no solo necesitamos interactuar con los especialistas de cada una de las

áreas del saber implicadas, sino también tener claro la identidad, distinción y correlación epistemológica de cada uno de los respectivos saberes.

Pero antes de explicar cómo sería esta correlación para evitar reduccionismos y confusiones, necesitamos también responder a preguntas como las siguientes: ¿Por qué interesan estos temas a los ambientes académicos universitarios católicos? ¿Qué implica investigarlos y qué aportes se pueden hacer desde los respectivos contextos académicos en que se investiga?

2. La complementariedad entre ciencia y fe

Si bien nuestro aporte no será científico ni tecnológico, por ubicarnos en el área de las Humanidades, sí lo será en el nivel hermenéutico-comprehensivo y epistemológico, debido al modo de entender la correlación entre las diversas áreas del saber que indagan sobre las posibilidades e implicancias de la vida en el universo.

No es casual que esta temática investigativa se lleve adelante en nuestras universidades católicas, pues queremos demostrar que el pensamiento cristiano y la teología no se oponen a la filosofía y menos a la ciencia, ya que la fe es una forma de conocimiento que se complementa con el de la filosofía y la ciencia. En efecto, el mismo Papa Juan Pablo II, en 1998 decía en la Introducción de su clásica encíclica *Fides et Ratio* sobre las relaciones entre fe y razón, que estas "son como las dos alas con las cuales el espíritu humano se eleva hacia la contemplación de la verdad. Dios ha puesto en el corazón del hombre el deseo

de conocer la verdad y, en definitiva, de conocerle a Él para que, conociéndolo y amándolo, pueda alcanzar también la plena verdad sobre sí mismo”.

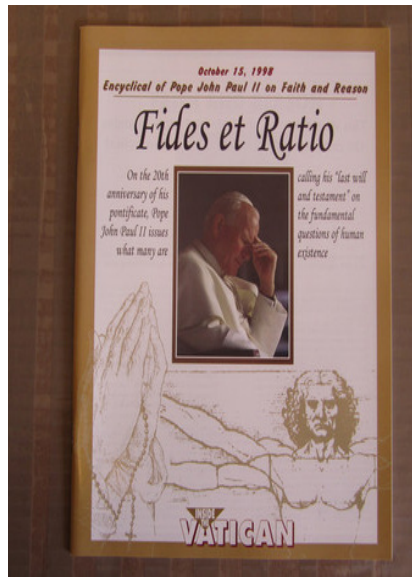


Figura 1. Carátula de la Encíclica *Fides et Ratio* del Papa San Juan Pablo II (14 de septiembre de 1998).

De este modo, buscamos derribar el mito de la supuesta oposición entre fe y ciencia o fe y razón o que la teología rechaza la evolución o las cuestiones científicas. Más bien, buscamos afianzar esa relación de complementariedad, pero con espíritu crítico y desde nuestras respectivas epistemologías y metodologías de investigación.

Asimismo, queremos mostrar la importancia de la convergencia sobre “la realidad”, la falibilidad y probabilidad, como categorías epistemológicas, en la construcción de aquellos conocimientos científicos que tienen pretensión de validez intersubjetiva y, por ende, de verdad total. Aunque la

ciencia ha logrado verdades y certezas en diversas áreas, aún sabemos que en otras solo tiene probabilidades. Pero debemos tener en cuenta que es a partir de estas probabilidades que se construyen nuevos conocimientos que nos llevan a la verdad de los fenómenos que no siempre son claramente observables.

Por otro lado, es necesario promover un espacio de estudio sobre la cosmología y la astrobiología en diálogo crítico con la filosofía y la teología, pero dentro de un marco no cientificista, pues este cientificismo, que no es realmente científico, de hecho es reduccionista, pues solo considera como conocimiento válido lo cuantificable o matematizable, desconociendo otras epistemologías e impidiendo desarrollar no solo otros métodos sino también un pensamiento integrador, holista y abierto a otras dimensiones de la misma realidad.

La convicción que nos sostiene es que no podemos establecer relaciones auténticas con nosotros mismos, con los demás, y con nuestro entorno, incluso con Dios mismo, si no sabemos relacionarnos entre las diversas áreas del saber científico, filosófico y teológico. Y también con el cosmos que nos acoge, pues este cosmos natural es una materia viviente no solo porque está en movimiento y en expansión con una energía y leyes que la regulan, sino también porque hace posible que estemos aquí, situados en él. Cada uno de nosotros es como un microcosmos que habita en el macrocosmos del universo.

No hemos sido arrojados a este mundo para sufrir o padecer la "nada", es decir, el sin sentido de lo que existe, todo lo contrario: estamos aquí como un yo personal único, libre, relacional y autoconsciente que es capaz de reconocer el sentido último de nuestra existencia cósmico-histórica y para abrimos a

la trascendencia asumiendo la vida material y espiritual que el universo creado nos ofrece como don y responsabilidad.

3. Hacia un saber realmente interdisciplinario y no reduccionista

Conocer el universo cósmico no es complicado sino complejo por las diversas incertidumbres que aún debemos afrontar: por ejemplo, el hecho de saber si hay vida inteligente más allá de nuestro planeta y si lograremos tener la tecnología apropiada para obtener dicho conocimiento en el tiempo previsto, o por la difundida idea de que se están agotando las posibilidades de vida futura en esta parte del universo ante el irracional consumismo y el incremento del calentamiento global.

Conocer y valorar el universo cósmico por sí mismo es el gran desafío de nuestra inteligencia humana y encontrar vida inteligente más allá de nuestra frontera planetaria mucho más. Sin embargo, creemos que un aporte podría estar en la posibilidad de plantear argumentos interdisciplinarios para sustentar y fortalecer no solo dicha posibilidad, sino también para afianzar la conciencia ecológica de nuestro tiempo.

Asimismo, necesitamos despertar y afianzar la conciencia sobre la importancia de restablecer la unidad y armonía perdida entre el hombre y la naturaleza, entre el hombre y su universo cósmico y entre el hombre y el saber. Por eso auguramos que la relación interdisciplinaria entre ciencia, filosofía y teología, referida al estudio sobre la vida en el universo y sus posibilidades, pueda ser manifestación de esa unidad de lo real

que necesitamos reconocer en su gran complejidad, diversidad y complementariedad para el bien del saber en particular y de la humanidad en general.

Retomando la idea de la identidad, distinción y correlación epistemológica en los aportes de la ciencia, la filosofía y la teología, sostenemos que esto adquiere mayor relevancia ante el asedio del reduccionismo, cuya pretensión consiste en explicar la totalidad de la realidad de la vida, ya sea solo desde la ciencia, o desde la filosofía o teología, desconociendo la complejidad de la realidad y su dimensión inmanente y trascendente.

En efecto, uno de los actuales desafíos que se debe tener en consideración es el reduccionismo cientificista que asume con radicalidad un "naturalismo ontológico". El cual no es aceptable, pues solo lo sería si considera como material solo la realidad física que quiere estudiar, pero sería inaceptable cuando la explicación causal que produce, dentro de lo experimentado y experimentable, pretenda ser extrapolada o "metida de contrabando" en la dimensión trascendente, que escapa a lo experimentable pero que, sin embargo, es también constitutiva de dicha realidad.

Al pretender explicar la totalidad de lo real solo desde un área del saber, como la ciencia o la filosofía, esto sí que termina afectando seriamente la unidad y complejidad de lo real, y se desfavorece una comprensión holista, integrable e integradora sobre el significado y sentido de la vida y del cosmos, precisamente, al no tener en consideración sus diversos aspectos, niveles o esferas que constituyen la multidimensionalidad de lo real.

Si queremos afrontar el desafío del reduccionismo naturalista, necesitamos distinguir y correlacionar los diversos

niveles epistemológicos implicados (de determinación e indeterminación) que proporcionan aquellos conocimientos complementarios que nos permiten abrir y ampliar horizontes de comprensión sobre la unidad y complejidad de la vida en particular y del cosmos en general.

Por ello, es necesario promover un diálogo abierto e integrador, pero también crítico y orientador, especialmente entre científicos, filósofos y teólogos evitando invadir indebidamente las respectivas áreas del saber, ya que los conocimientos unilaterales que se producen no son suficientes para comprender la profundidad y grandeza de la vida en el universo.

En suma, cuando la ciencia considera lo real como lo observable y experimentable mediante instrumentos objetivos, con el propósito de explicar aquello que está supeditado a los mecanismos de las leyes naturales, es porque está investigando la dimensión física de la realidad. La filosofía, por su parte, no solo puede someter a una revisión crítica los conocimientos científicos contruidos sobre datos empíricos, sino que también puede establecer una comprensión holista considerando aspectos no necesariamente observables ni experimentables, pero buscando mostrar el sentido, la unidad y la complejidad de la realidad total. La teología aporta cuando comprende que tales dimensiones están estrechamente interrelacionadas con la experiencia religiosa de Dios creador que es la fuente y sentido último de todo lo que existe, y que la vida humana y natural se reconoce en ellas como gratuidad y responsabilidad. De este modo, cada disciplina mantiene su identidad sin mezcla, confusión o yuxtaposición y aporta a la comprensión de todo lo real posible.

LA EVOLUCIÓN CÓSMICA Y EL ORIGEN DE LA VIDA: EL MARAVILLOSO Y SORPRENDENTE EQUILIBRIO ENTRE LAS CONDICIONES GLOBALES Y LOCALES

*Ulisses Barres de Almeida**

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

ulisses@cbpf.br



RESUMEN: El problema del origen de la vida es una de las cuestiones más apasionantes y maravillosas que la ciencia pueda plantear, porque es una cuestión totalmente personal y a la vez de alcance universal. La historia de la evolución cósmica, como describiremos brevemente a lo largo de esta charla, es una historia de diferenciación y complejidad. Cuando miramos a nuestro alrededor hoy en día, vemos una diversidad extrema, pero en su inicio, el cosmos fue todo lo contrario. El desarrollo de

* **Ulisses Barres de Almeida** es investigador en el Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas de Rio de Janeiro (Brasil) y editor de *Euresis Journal*. Trabaja con astrofísica de alta energía y es responsable del Consorcio del *Cherenkov Telescope Array* (CTA) en Rio de Janeiro. Para la traducción al español de este artículo se agradece a la Dra. Guiomar Ruiz.

la historia del universo es una sucesión de eventos por medio de los cuales nuevos elementos han aparecido y se han combinado para aumentar su complejidad, hasta llegar a lo que vemos ahora, en la Tierra y en el universo local que nos rodea.

Palabras clave: Evolución cósmica, origen de la vida, emergencia, cosmología, astrobiología, rayos cósmicos

ABSTRACT: The problem of the origin of life is one of the most fascinating and wonderful questions that science can raise, because it is a totally personal and at the same time universal issue. The history of cosmic evolution, as we will describe briefly throughout this talk, is a story of differentiation and complexity. When we look around today, we see extreme diversity, but in the beginning, the cosmos was just the opposite. The development of the history of the universe is a succession of events through which new elements have appeared and combined to increase its complexity, until reaching what we see now, on Earth and in the local universe that surrounds us.

KEYWORDS: Cosmic evolution, origin of life, emergency, cosmology, astrobiology, cosmic rays.

1. Introducción

Soy un astrofísico de alta energía y trabajo, desde hace ya más de diez años, en la construcción de telescopios de rayos gamma y en la observación de agujeros negros supermasivos mediante este tipo de radiación electromagnética extremadamente energética de rayos cósmicos.

Los rayos cósmicos son partículas elementales tales como protones acelerados a energías extremas alrededor de agujeros negros que se encuentran en el centro de las galaxias, así como en explosiones de estrellas. Y su observación nos proporciona cierta información sobre el comportamiento de estos objetos. Hablaré algo más sobre los rayos cósmicos hacia el final de esta presentación, ya que resultan ser relevantes para la cuestión del origen de la vida.

El problema del origen de la vida es una de las cuestiones más apasionantes y maravillosas que la ciencia pueda plantear, porque es una cuestión totalmente personal y a la vez de alcance universal. Junto a la pregunta acerca del origen de la vida, está presente otro problema, más fundamental, que no puede ser completamente ignorado, aunque sea difícil de responder y no se trate del foco de nuestra exposición. Se trata de la pregunta: "¿Qué es la vida?".

La pregunta acerca de "lo que algo es", es en realidad algo problemática para la ciencia. Debido al modo en el que trabajan tanto el método científico como la inferencia lógico-matemática, la ciencia describe muy bien el "cómo" las cosas funcionan. Si, por ejemplo, se le pregunta a un físico qué es un electrón o qué es la carga eléctrica, o la masa, lo mejor que él puede hacer es mostrar todas las ecuaciones fundamentales donde estas cantidades aparecen y describir cómo se comportan.

En física lo que algo es, y cómo se comporta, coinciden. Los entes fundamentales, como lo son el espacio, el tiempo, la materia, la energía, en física se definen mediante relaciones que son "externas" a ellos, mediante sus propiedades manifiestas (Maxwell, 1991). Sin embargo, su esencia es inescrutable para las

ciencias naturales y buscándola se caería dentro del reino de la metafísica (a menos que se sostenga que dichas propiedades relacionales definen completamente la esencia de los objetos, y que no hay ninguna síntesis detrás de ellos que extrapolen dichas relaciones, pero que sería una afirmación que va más allá de los datos científicos y luego sería metafísica ella también).

En un congreso de este tipo, al preguntarme acerca de la vida, creo que es inevitable preguntarse sobre su "naturaleza". Especialmente porque este punto ha sido tan ricamente tratado por la filosofía y la teología a lo largo de la historia cultural humana, en términos que extrapolan lo accesible al método científico.

2. Vida y emergencia

La historia de la evolución cósmica, como describiremos brevemente a lo largo de esta charla, es una historia de diferenciación y complejidad. Cuando miramos a nuestro alrededor hoy en día, vemos una diversidad extrema, pero, en su inicio, el cosmos fue todo lo contrario. En esos momentos iniciales, en el comienzo mismo de su existencia, hace 13, 820 millones de años, en una época que se denomina como la Época de Planck, los físicos creen que todo estaba "unificado" e indiferenciado (Morrison, 2013). El estado inicial era dominado por los efectos cuánticos de la gravedad, que todavía no son comprendidos.

Desde entonces, el desarrollo de la historia del universo es una sucesión de eventos por medio de los cuales nuevos elementos han aparecido y se han combinado para aumentar su complejidad, hasta llegar a lo que vemos ahora, en la Tierra y en el universo local que nos rodea. Este fenómeno por el cual

surgen nuevas propiedades y elementos en el cosmos se llama "emergencia", y su manifestación es bien conocida en una serie de sistemas dentro de las ciencias naturales.

Los fenómenos emergentes aparecen cuando alguna condición global o alguna propiedad de un sistema cambia de una manera crítica, para permitir que las cosas se combinen o actúen de una manera en la que antes no podían actuar (Corning, 2002). Piensen, por ejemplo, en las moléculas del agua: aisladas o en pequeñas cantidades tienen ciertas propiedades, pero cuando se condensan en grandes cantidades, ya sea en estado líquido o sólido (agua o hielo), generan nuevas propiedades colectivas que antes no tenían y que no podían deducirse directamente de las moléculas individuales por sí solas, de modo que forman realmente algo nuevo.

Se puede considerar de la misma manera también la transición de la mecánica cuántica a la física clásica. Cuando convertimos los sistemas cuánticos en macroscópicos, aumentando considerablemente su escala, sus propiedades físicas cambian: en consecuencia, nuevas leyes de la física aparecen o se manifiestan, las cuales no estaban en el sistema anterior y que nadie podría predecir directamente por inferencia teórica, basándose solo en las leyes precedentes.

Lo mismo ocurrió con el universo como un todo, cuando pasó de medir 10^{-35} m en la Época de Planck a la escala cósmica observada hoy en día, de aproximadamente 4 Gpc, es decir, 10^{29} m. A medida que se expande y se enfría de manera espectacular, las condiciones globales del sistema han ido cambiando y los fenómenos emergentes han ido teniendo lugar. Básicamente,

todas las leyes de la física y las partículas que existen hoy en día son fenómenos emergentes en la evolución cósmica.

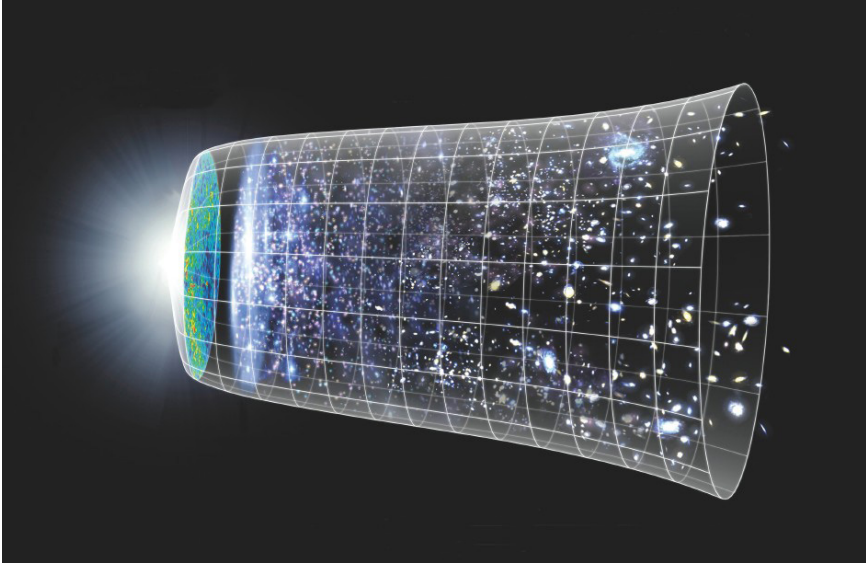


Figura 1. Nacimiento y expansión del universo.

La razón por la que estoy divagando, hablando de todo esto, es porque la vida misma puede ser considerada como un fenómeno emergente en el cosmos (Schimickl, Stefanec & Crailsheim, 2016). Su potencial siempre estuvo allí, en la forma en la que las leyes de la física funcionan en el universo, pero para aparecer tuvo que esperar hasta que por fin estuvo disponible la extrema complejidad química del mundo ARN, o sea, el mundo de las moléculas autorreplicantes que se supone haya existido en la Tierra primitiva (Lazcano & Miller, 1996). Del mismo modo, la conciencia y la inteligencia podrían ser tratadas, por lo menos en cierto sentido, como un fenómeno emergente, que se manifiesta cuando se acumula un cierto grado de complejidad

en la capacidad de procesamiento del cerebro. Esto a su vez abre la cuestión de la inteligencia artificial en toda una nueva forma mientras que las computadoras se vuelven cada vez más complejas y la disponibilidad de información y de conexiones entre los datos aumenta en el mundo virtual de Internet, aunque esto es otro tema que acá no vamos a discutir.

Pero, más específicamente, ¿qué es lo que distingue la vida, al menos en los términos más generales o fundamentales, de otros procesos o fenómenos en el universo? Las primeras consideraciones teóricas detalladas acerca de la naturaleza de la vida, al menos que yo sepa, fueron hechas por el físico cuántico Erwin Schrödinger en la década de 1940 en Dublín. Él enfatizó que el aspecto fundamental de un sistema vivo es su capacidad para mantenerse activamente fuera del equilibrio termodinámico (una propiedad llamada "homeostasis") y utilizar dicha propiedad para la reproducción, lo que supuestamente ya estaba presente en la Tierra primitiva en la capacidad del ARN de replicarse (Schroedinger, 1944).

En todos los sistemas cerrados, y por lo tanto también en el propio universo, la entropía (una medida del desorden) crece con el tiempo, lo que es un hecho muy fundamental, conocido como la segunda ley de la termodinámica. Sin embargo, en los sistemas vivos, la entropía se controla de modo tal que la información sobre la estructura interna y la organización del sistema pueda ser preservada y propagada a través de mecanismos de replicación. Por lo tanto, para el resto de esta presentación nuestra pregunta será cómo la evolución cósmica se ha desarrollado y cuáles han sido las condiciones para el desarrollo de dichos sistemas vivos

(Barrow, 2003). Y el mecanismo fundamental por la vida es la emergencia de la complejidad.

3. Coincidencias cósmicas

La primera evidencia sorprendente que se encuentra al considerar las condiciones para la aparición de la vida en el cosmos es que las propias leyes de la naturaleza, y en particular las constantes físicas que proporcionan la magnitud de cada una de dichas fuerzas y del equilibrio entre ellas, pueden permitir la aparición de la vida solo dentro de un rango muy estrecho de opciones posibles. En verdad, el balance entre los valores de las constantes físicas fundamentales que se necesita para permitir la emergencia de la complejidad es tan delicado que, si fuera diferente, incluso por un pequeño margen, no solo la vida no existiría, sino que tampoco existiría ninguna estructura compleja, ni siquiera la materia misma y todos los elementos de la tabla periódica. Ahora bien, dado que, hasta la fecha, la física teórica carece de cualquier principio o razón que vincule las constantes fundamentales a sus valores reales, esto es bastante asombroso y ha engendrado muchos debates, porque es extremadamente improbable que todo esto pudo ocurrir por casualidad.

La interpretación de este "ajuste fino" o "coincidencia cósmica global" en asociación con la "teleología" (es decir, el hecho de que los fenómenos se expliquen en base al propósito para el que sirven, en lugar de ser la consecuencia de una mera coincidencia casual de causas previamente postuladas) se la conoce bajo el nombre de "Principio Antrópico". Su difusión fue promovida sobre todo por John Barrow, un cosmólogo británico

de Cambridge, ganador, entre otras cosas, del Premio Templeton 2006 (Barrow & Tipler, 1986).

En su libro *Solo seis números* (1999), Sir Martin Rees, otro ganador del Premio Templeton, establece explícitamente cuáles son los elementos de dicho "ajuste fino" de las cantidades fundamentales. La primera es la relación entre la magnitud de la fuerza electromagnética y la de la fuerza de gravedad, que podría afectar la existencia misma del cosmos: en efecto, si la gravedad, que es la más débil de todas las fuerzas, fuera solo un poco más fuerte, atraería todo y ninguna evolución cósmica habría sido posible en absoluto.

La magnitud de la fuerza nuclear fuerte, que une los núcleos atómicos superando la repulsión electromagnética, es otro ejemplo. Si fuese un poco más fuerte, habría fusionado todo el hidrógeno primordial ya al comienzo de la historia cósmica, mientras que en nuestro universo esto es el trabajo que hacen las estrellas, que fusionan elementos ligeros en su núcleo, sintetizando poco a poco los elementos de la tabla periódica a lo largo de su vida. Por lo contrario, si fuera un poco más débil nunca podrían formarse más elementos que el hidrógeno, ya que el núcleo no podría mantenerse unido, por lo que no podría existir ninguna química (McDonald & Mullan, 2009).

Hay otras magnitudes importantes señaladas por Rees. Por ejemplo, la constante cosmológica es un parámetro que aparece en las ecuaciones de la relatividad general que describen el universo y que mide la llamada "densidad de energía del vacío", es decir, la energía presente en el propio espacio-tiempo, si se excluye todo lo demás que está contenido en ello. Físicamente, actúa como una presión, responsable por ejemplo de la actual

expansión acelerada del universo y de su período inicial de inflación en los primeros momentos de la evolución cósmica. El valor de la constante cosmológica es extremadamente pequeño, 10^{-122} , o sea, ¡prácticamente inimaginable! Pero el problema es que si fuera diferente, incluso por un pequeño margen, alejaría al universo en una expansión tan fuerte, que ninguna estructura podría haberse formado, y por lo tanto tampoco la vida (Weinberg, 1989).

Incluso si nos volvemos más específicamente a los pilares fundamentales de la vida, como la abundancia del carbono (el ladrillo de donde se construye la vida) o del oxígeno (que es necesario para el agua), vemos que la cantidad de dichos elementos en el universo depende de propiedades energéticas muy precisas y específicas de cada elemento, sin las cuales la vida tal como la conocemos no podría existir (Rees, 2002). Como probablemente ya saben, la nucleosíntesis primordial, es decir, la producción de elementos químicos que aconteció al comienzo de la evolución cósmica, aproximadamente de 10 a 100 segundos después del Big Bang, produjo básicamente hidrógeno y helio. El resto de los elementos, y en particular el carbono, el oxígeno y el nitrógeno, fueron sintetizados dentro de la sucesiva generación de estrellas (el Sol es una estrella de tercera generación), mientras que los elementos más pesados del hierro se produjeron únicamente en las explosiones estelares (las llamadas supernovas). Esto significa que no solo los elementos químicos son básicamente producidos en las estrellas —salvo pocas excepciones como el litio, el berilio y el boro, que son producidos por la fisión de los rayos cósmicos— sino que la física

de la nucleosíntesis estelar es fundamental para la vida en todos sus complejos detalles (Fowler, 1984)



Figura 2. Nebulosa del Cangrejo. Está formada por los restos de la explosión de una estrella (supernova), en la cual se formaron los elementos más pesados, que ahora se van difundiendo en el espacio, para formar más tarde planetas capaces de hospedar la vida.

En particular, la sucesión de diferentes generaciones de estrellas es realmente importante porque cuando una estrella explota enriquece el gas interestelar con los nuevos elementos que ha sintetizado. Por lo tanto, las primeras estrellas (que ya han muerto hace mucho tiempo, y por tanto no pueden ser directamente observadas) se formaron únicamente a partir de los elementos de la nucleosíntesis del Big Bang, es decir, hidrógeno y helio. Después de la explosión y muerte de aquellas

primeras estrellas, el material interestelar de que se formaron las de segunda generación constaba de hidrógeno y helio más los elementos producidos al interior de las primeras estrellas. Y sucesivamente se formó el Sol, que es una estrella de tercera generación. En cada paso de la cadena, se ajustó la proporción de elementos que forman la peculiar composición química primordial del Sistema Solar, de la que se formó la vida.

Para darles una idea numérica de los aspectos implicados en este balance, señalo que se ha registrado que una única explosión de una estrella poco masiva (llamada nova), produjo más litio que todo el que está presente en el entero Sistema Solar (Molaro et al., 2016). Luego, en lo que se refiere a la composición química local de la Tierra o del Sistema Solar, pudo haber sido relevantes no solo eventos a la escala cósmica, sino también eventos locales como, justamente, la explosión de una única estrella (digo “pudo” porque tal vez con el tiempo la materia se mezcla en toda la Galaxia).

En todo caso, el argumento de fondo es que, a todos los niveles, las propiedades y la evolución del universo permiten que la vida pueda emerger de una manera muy compleja y delicada.

4. Evolución cósmica

Pero retomemos de nuevo el hilo de la evolución cósmica y sigámoslo más sistemáticamente, para darle algo más de contexto a nuestra discusión. El principio básico de la evolución del cosmos, la teoría del Big Bang, se basa en dos observaciones fundamentales.

La primera evidencia fue obtenida por Edwin Hubble en los años veinte, cuando, observando galaxias lejanas, notó que presentaban una velocidad de retroceso con respecto a nosotros, como si todas se estuvieran alejando (Hubble, 1929). Más que darse cuenta de que las galaxias estaban retrocediendo, las mediciones de Hubble indicaban que se alejaban con una velocidad que era proporcional a su distancia a la Tierra: más distante estaba el objeto, más rápido se alejaba. Esto significaba que no había nada especial en el hecho de que se alejaran de *nosotros*, sino que de hecho todo en el cosmos se alejaba de todo lo demás (en las grandes escalas, por supuesto: el Sistema Solar y la Vía Láctea, por ejemplo, permanecen unidos por la gravedad). En otras palabras, esto significaba que el universo estaba en expansión!

El cambio de paradigma del Big Bang, un punto en el tiempo y el espacio en el que el universo tuvo un comienzo, en contraposición a la idea de un universo eterno, que era la creencia común en aquel entonces, es el resultado de una simple extrapolación de esta evidencia observacional a tiempos pasados, cuando todas las galaxias que ahora se están separando unas de otras se reunirían en un solo punto de origen. Un aspecto interesante de esto es que no existe un centro en el universo actual. En cualquier dirección en la que se mire hacia el cielo, uno está mirando hacia atrás en el tiempo y hacia el centro desde donde viene todo: o sea, hacia el Big Bang (Davies, 2013).

El descubrimiento en 1964 del fondo de microondas por Penzias y Wilson (la cual es una radiación remanente detectada en ondas de radio y que viene isotrópicamente desde todas las direcciones del cielo) fue el punto fuerte que le

dio crédito definitivo a la teoría del Big Bang (Wilson, 1979). En efecto, si el universo tuvo un comienzo desde un único punto de expansión, todo su contenido de materia y energía, condensado en una región tan pequeña, tendría que estar al principio a una temperatura y presión extremadamente altas. Además, la fuerte interacción entre la radiación y la materia pondría todo en un estado muy cerca del equilibrio termodinámico.

Ahora bien, la distribución espectral de la radiación en equilibrio termodinámico sigue una curva muy específica conocida como "radiación de cuerpo negro", que fue calculada de forma precisa por Max Planck en 1900. Y de hecho la distribución espectral de la radiación fósil primordial medida por Penzias y Wilson sigue exactamente esta curva. Es, de hecho, el cuerpo negro más perfecto que conocemos. Hoy en día, esta radiación de cuerpo negro que impregna todo el cosmos tiene una temperatura de $2,7^{\circ}$ K, que es extremadamente baja. Esto se debe a la expansión del universo, que la enfrió, casi del mismo modo que un globo de aire caliente se enfría cuando se expande. Sin embargo, solo un segundo después del Big Bang, la temperatura del universo era de 10.000 millones de grados, mil veces más caliente que el núcleo del Sol.



Figura 3. Arno Penzias y Robert Woodrow Wilson. Los dos físicos estadounidenses fueron quienes, en 1964, con la antena que puede verse de fondo, descubrieron (por casualidad) la radiación fósil del Big Bang.

Hace poco hablábamos de complejidad y diversidad: ahora bien, a tal temperatura había muy poco de eso en el universo. Entonces, todas las fuerzas elementales de la naturaleza ya estaban separadas de la Gran Fuerza Unificada que creemos que haya existido en el Principio. Sin embargo, todo lo que existía era el llamado plasma de quark-gluon, que es lo máximo que podemos llegar a comprender sobre la física del universo primitivo, gracias al LHC en CERN, que por medio de sus colisiones de partículas ha sido capaz de producir y observar el plasma de quark-gluon (Braun-Munzinger & Stachel, 2007).

El problema con las temperaturas demasiado altas como esta es que hay tanta energía libre en el sistema que las cosas no pueden combinarse para formar cosas más complejas. Es como si, tan pronto como una fuerza comenzara a juntar las cosas para formar una nueva partícula, otra partícula viniera y chocara con ella y lo destruyera todo. Por lo tanto, no era posible la complejidad.

La densidad de la materia era también tan alta, que el universo era completamente opaco a la radiación, y esta no era capaz de propagarse sin ser fácilmente absorbida. Esto significa que unos 15 minutos después del Big Bang, cuando el "universo observable" habría encajado dentro del Sistema Solar, la nucleosíntesis primordial ya había acabado y aún no había átomos, solo los núcleos atómicos. Solo cuando el universo se enfrió todavía más y la luz pudo propagarse libremente, fue entonces posible que los electrones se juntaran al núcleo para formar los átomos. Este momento se denomina "era de la recombinación", y fue 300.000 años después del Big Bang (Kolb & Turner, 1990). Es también el punto más lejano que podemos observar en el cosmos mediante la radiación electromagnética, el cual estamos viendo cuando nos fijamos en el fondo cósmico de microondas (solo con neutrinos u ondas gravitacionales se podría ir más lejos). El tamaño visible del universo era entonces de menos de 100 millones de años luz, unas pocas veces más grande que el Grupo Local de galaxias al que pertenece la Vía Láctea.

Fue en algún momento entre aquel entonces y un millón de años después del Big Bang cuando se formaron las primeras estrellas, llamadas "estrellas de población III", compuestas solo

de H y He. Las estrellas de población III ya no existen hoy, puesto que evolucionaron y explotaron muy rápidamente, en menos de 1000 millones de años. Pero algunos objetos muy lejos observados recientemente con los telescopios más poderosos podrían ser ejemplos de las ya extintas estrellas de población III (Scannapieco, Schneider & Ferrara, 2003). Las galaxias y las estructuras más grandes, como los cúmulos de galaxias, habrían iniciado el colapso gravitacional alrededor de ese momento y, de hecho, las observaciones sugieren que la Vía Láctea tiene más de 12.000 millones de años (ESO, 2004).

5. Cosmogonía

El Sol y, por consiguiente, la Tierra y el Sistema Solar, tienen unos 4500 millones de años de edad. Pero, en principio, las condiciones para la formación de sistemas planetarios podrían ya estar en vigor con la segunda generación de estrellas, hace unos 10.000 millones de años. Actualmente se cree que la vida en la Tierra comenzó hace unos 3800 millones de años con las primeras células procariotas, 1000 millones de años después de que se formara la Tierra misma. Esto significa que, en principio, las condiciones generales para la vida podrían haber estado en vigor miles de millones de años antes de que incluso el Sol existiera.

Hay, sin embargo, una advertencia importante que considerar. La metalicidad, es decir, la cantidad de elementos pesados (más pesados que el carbono) presentes en la segunda generación de estrellas es solo el 10% de la del Sol. Hoy en día no está claro cuál es la importancia de este valor para la formación de planetas rocosos (Johnson & Li, 2012). Más difícil aún es juzgar

el impacto de la falta de elementos pesados para la vida. Si queremos ser conservadores, nos quedamos con el escenario donde el universo tuvo que formarse y evolucionar durante casi 10000 millones de años, de la muy específica forma dictada por estas aparentemente "afinadas" leyes de la física, para poder producir todas las condiciones necesarias para que la vida aparezca solo en la tercera generación de estrellas.

6. La parte y el todo

Pero ¿para aparecer dónde? ¿Estas condiciones globales significan que la vida debería existir en todas partes? No necesariamente, incluso si consideramos que los recientes resultados del satélite Kepler muestran que los sistemas planetarios son comunes alrededor de las estrellas en toda la Galaxia¹ y que la existencia de planetas generalmente similares a la Tierra o con condiciones habitables similares es probablemente común. Sin embargo, ¿cómo podría haber vida solo en la Tierra, y no en otras partes, si el universo es tan grande y tan viejo?

Acabamos de ver en nuestro breve relato de la evolución cósmica que para que las estructuras pudieran surgir en el cosmos era necesario que antes el universo se enfriara y que esto se hiciera por la expansión. Dado el tiempo que dichas estructuras, las estrellas y las galaxias, tomaron para formarse a lo largo de billones de años, el tamaño y la extrema vejez del universo no son realmente ninguna "extravagancia", por así decirlo. Cuando se trata de mirar las condiciones para que surja la vida, ambas son en realidad condiciones inevitables: y no para

¹ Para una información completa y actualizada al respecto, véase el NASA Exoplanets Archive (<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>).

que la vida surja en todas partes, sino para que surja al menos en un lugar del cosmos, como aquí en la Tierra.

Esta observación, que puede sonar un poco sutil, es en realidad muy importante. Algunos cosmólogos, como John Barrow, han sugerido que la aptitud para la vida es una de las condiciones que deben tenerse en cuenta al evaluar si un universo simulado por ordenador, por ejemplo, coincide con la realidad o no (Barrow, 2003). Por lo tanto, sugieren que el potencial para la aparición de la vida es un observable importante para probar modelos cosmológicos.

Yo encuentro esta propuesta extremadamente audaz y poderosa. Tal vez, más fascinante que pensar en la posible soledad cósmica de la raza humana es darse cuenta de que las propiedades contraintuitivas del cosmos, como la inmensidad profunda, el vacío extremo y la historia antigua del cosmos, son condiciones fundamentales para nuestra breve existencia. Y en lugar de sentirnos solos, deberíamos entender que esto realmente apunta a la relación profunda que existe entre todo lo que hay en el cosmos y cómo estamos conectados con el todo.

A medida que las galaxias crecen, su gas gradualmente se enrarece, convertido en elementos más pesados a través de la interacción gravitatoria al interior de las estrellas y expelido por la presión de radiación de las mismas estrellas y las explosiones de las supernovas, por lo que las viejas galaxias tienen mucho menos gas que las jóvenes y la formación de estrellas en consecuencia se reduce gradualmente en la historia cósmica, hasta parar completamente. En este sentido, no solo el universo del pasado, sino también el universo del futuro lejano es probablemente estéril para la vida, cuando las últimas estrellas se desvanecen

para siempre. Esto se llama la “muerte térmica” del universo (Krauss & Starkman, 2000).

7. Revolución exoplanetaria

Desde nuestro punto de vista, aquí en la Tierra, la vida es muy común, está en todas partes. Comparte un substrato común de agua y carbono, que es muy específico, pero difícilmente podemos decir que sea escaso, ya que permitió tal diversidad y abundancia. ¿Podría haber otros tipos? Por lo que sé, la posibilidad de que la vida esté por ejemplo basada en el silicio se discutió en el pasado debido a las similitudes químicas entre el carbono y el silicio: ambos pueden formar cadenas moleculares complejas, llamadas polímeros, y oxidar, es decir, unirse al oxígeno.

Sin embargo, como hemos visto, estos mismos bloques de construcción básicos están en todas partes en el cosmos: no solo se observa el carbono, sino que también se han encontrado complejas moléculas orgánicas como azúcares y alcoholes en regiones remotas de la Galaxia, almacenado en las nubes moleculares: los depósitos de materia desde donde se forman las estrellas y, junto a ellas, los sistemas planetarios. Esto significa que la química orgánica compleja no es tan difícil de sintetizar incluso en el medio interestelar (Herst & Van Dishoeck, 2009).

Luego, al considerar la posibilidad de vida en otras partes del cosmos, debemos recurrir a las condiciones astronómicas y astrofísicas locales específicas que jugaron un papel en la vida que se desarrolla aquí en la Tierra. Solo recientemente empezamos a desarrollar la capacidad de observar en detalle otros planetas y sistemas planetarios, para comenzar a buscar

la vida en otros lugares de modo científico y sistemático. Por lo tanto, todavía es muy difícil decir algo acerca de cuán fácil es (y cuánto tiempo puede demorar) que la vida surja, dadas las condiciones básicas disponibles. Los intentos de laboratorio para explorar la cuestión de la abiogénesis (vida desde la no vida) son poco concluyentes, y señalan el hecho de que todavía se nos escapan muchos detalles fundamentales. Sin embargo, lo cierto es que en la Tierra, una vez que el agua estuvo disponible en grandes cantidades, solo tardaron unos cientos de millones de años en aparecer los primeros organismos unicelulares.

De todos modos, la percepción de la disponibilidad de condiciones específicas locales para el surgimiento de la vida está cambiando dramáticamente en los últimos años. Desde el lanzamiento del satélite Kepler y el consiguiente descubrimiento de millares de exoplanetas, el debate sobre la posible existencia de otras incontables "biosferas" en nuestra galaxia ha pasado, en menos de una década, desde la ficción a la ciencia. Y el estudio de otros sistemas planetarios seguramente nos ayudará a comprender mejor la evolución de nuestro propio Sistema Solar. Solo este año, incluso en el último mes, los anuncios del descubrimiento de un sistema planetario múltiple como *Trappist-1* (Gillon et al., 2017) o de una nueva supuesta supertierra alimentan claramente la idea de que los sistemas planetarios con mundos rocosos dentro de la llamada "zona habitable" son comunes. Este es probablemente el cambio más relevante que se ha dado recientemente en el paradigma de la astrofísica con respecto al problema de la existencia de la vida en el cosmos.

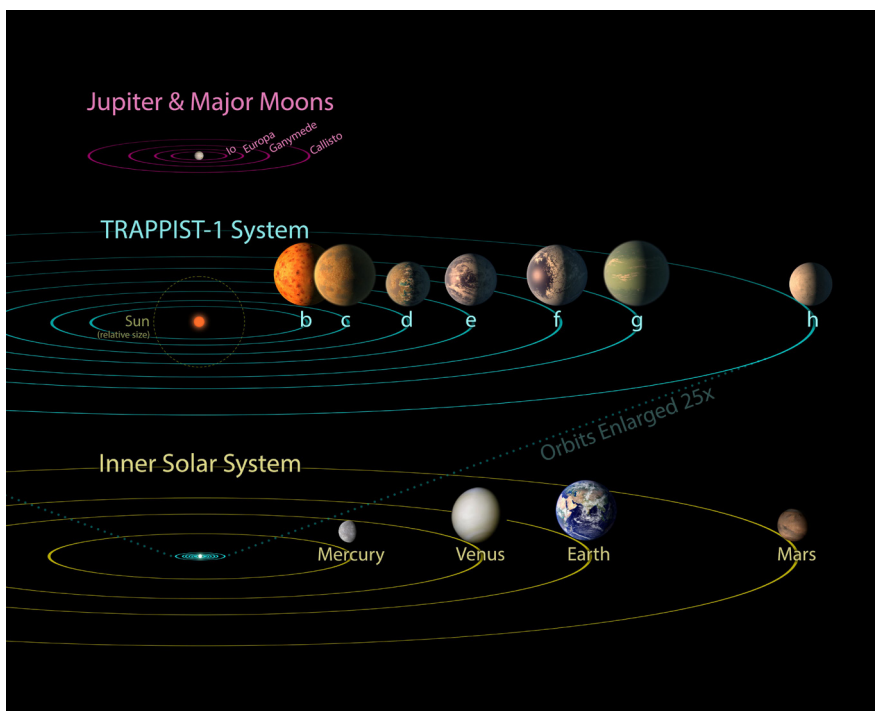


Figura 4. Sistema de 7 exoplanetas alrededor de *Trappist-1*. Su descubrimiento fue anunciado por la NASA el 22 de febrero del 2017. En la imagen es comparado con el Sistema Solar. Esta noticia se dio tan solo un día después del inicio en Lima del proyecto “La vida en el universo”.

Antes de estos descubrimientos, nuestra perspectiva se limitaba al ejemplo muy limitado y particular de nuestro sistema solar. Acerca del cual, sin embargo, algo más se podrá descubrir con las futuras misiones a las lunas de Júpiter y Saturno, Europa y Encelado, que, según la NASA anunció recientemente, albergarían enormes océanos subterráneos de agua líquida, tal vez conteniendo otros elementos presentes en la Tierra primordial cuando surgió la vida. Con esto, incluso la imagen de nuestro vecindario está cambiando.

Acabo de mencionar las zonas habitables. Este es un concepto importante cuando la gente discute las condiciones para la vida en el cosmos. La zona habitable es uno de los principios objetivos formulados al considerar la vida en otros planetas o sistemas planetarios (Lineweaver, Fenner & Gibson, 2004). Básicamente designa cuál es la región alrededor de una estrella en donde la iluminación o la energía recibida de la estrella misma es tal que el planeta puede mantener su temperatura superficial dentro del rango necesario para que el agua exista en el estado líquido en o cerca de su superficie, dado que hay una presión atmosférica suficiente. Otros factores, como la excentricidad de la órbita de un planeta, son importantes para ser considerados en la definición de un planeta habitable: una gran excentricidad puede significar condiciones extremas, y que el planeta sale de la zona habitable durante una parte de su "año".

Además, el concepto de zona habitable puede ser ampliado a partir de esta definición inicial. Acabamos de mencionar Europa y Encelado entre los mejores huéspedes potenciales de la vida en nuestro Sistema Solar, pero estas son lunas. Además, técnicamente, los planetas a los que pertenecen están fuera de la zona habitable. Sin embargo, Júpiter y Saturno son planetas gaseosos gigantes, con una enorme fuerza gravitatoria que puede producir calor geotérmico dentro de sus lunas por las llamadas fuerzas de marea, que a su vez calientan el planeta lo suficiente como para permitir la existencia del agua líquida justo debajo de su superficie. De hecho, mediante el telescopio espacial Hubble se han observado respiraderos térmicos superficiales rompiendo la capa de hielo que cubre la superficie de Europa, lo que indica la posible existencia de actividad geotérmica en su

lecho marino. Lugares de actividad geotérmica en el fondo del mar en la Tierra son lugares donde la vida existe en abundancia, e incluso pueden haber sido algunas de las regiones en que ella se desarrolló por primera vez, dada la disponibilidad de energía y su intensa dinámica y riqueza química: luego, lo mismo podría haber acontecido ahí.

8. Condiciones persistentes

Incluso si todas las condiciones globales y locales están en vigor, para que la vida pueda aparecer y evolucionar durante millones e inclusive miles de millones de años dichas condiciones locales deben mantenerse durante un largo período de tiempo.

Incluso los planetas que podrían considerarse dentro o muy cerca de la zona habitable del Sistema Solar, como Venus y Marte, en la práctica no son habitables en absoluto, al menos hoy en día. Venus, por ejemplo, tiene un efecto invernadero desbocado (más del 90% de la atmósfera es dióxido de carbono) y una muy alta presión atmosférica, factores que, combinados, elevan la temperatura superficial del planeta hasta casi 500 grados (May et al., 2016). El caso de Venus se ve agravado por el hecho de que sus movimientos de rotación y traslación están casi en resonancia, un fenómeno dinámico conocido como acoplamiento de marea. Como resultado, un año venusiano es menos de dos días venusianos, lo que significa que el planeta está mostrando una misma cara al Sol durante un largo tiempo (más de 100 días terrestres continuamente), lo que hace subir aún más su temperatura, destruyendo del todo su "habitabilidad".

Marte, por otro lado, podría haber sido un caso prometedor para que la vida primordial comenzara a desarrollarse. Pero su pequeño tamaño, con un tirón gravitacional de apenas $1/3$ de la Tierra, hizo que en el curso de su existencia Marte perdiera gran parte de su atmósfera por evaporación, incluido su vapor de agua atmosférico, mientras que toda el agua superficial que ha quedado solo se encuentra ahora en forma de hielo polar. Además, debido a su delgada atmósfera, la temperatura superficial en Marte experimenta grandes variaciones y el planeta está mal protegido contra las radiaciones ionizantes, perjudiciales para la vida, como los rayos gamma, que en la Tierra están completamente bloqueados ya a unos 10-15 km por encima del nivel del mar. Marte, de hecho, sería un candidato preferencial para la vida en el Sistema Solar si no fuera por estas condiciones, que en el largo plazo hicieron insostenible cualquier biosfera que pudiera haberse desarrollado en el planeta primitivo (Airo, Hauber & Van Gasselt, 2015).

Todas estas breves consideraciones sirven para mostrar qué diferencia podría existir entre la disponibilidad de condiciones locales generales para la vida y la habitabilidad real de un planeta. Y se podrían añadir otros factores, aún más específicos, relacionados con la evolución de la Tierra y del Sistema Solar.

9. El posible rol de los rayos cósmicos

La acción del campo magnético de la Tierra es otro elemento fundamental, que también actúa como protección contra las radiaciones ionizantes, es decir, los rayos cósmicos, que de otro modo podrían haber alterado el curso de la evolución.

Sin embargo, los rayos cósmicos no solo son perjudiciales. Unos agentes mutacionales, entre los cuales están justamente ellos y la radiación gamma ionizante, son realmente importantes para "ayudar" a la evolución hasta cierto grado, aumentando la tasa de mutación (Rohde & Muller, 2005). Algunos autores, como por ejemplo el ex astrónomo real de Inglaterra, Sir Arnold Wolfendale, están estudiando la correlación entre la aparición de rayos atmosféricos y la incidencia de rayos cósmicos en la atmósfera superior. En un pasado distante, cuando los rayos cósmicos eran más abundantes, podrían haber funcionado como catalizadores de una intensa actividad electromagnética en la atmósfera terrestre, que a su vez podría haber proporcionado la energía libre necesaria para "cocinar" la vida en los océanos de la Tierra primordial (Erlykin & Wolfendale, 2010).

Otros autores también han sugerido que la explosión en la diversidad de la vida que ocurrió en la Era Cámbrica, hace unos 500 millones de años, podría haber sido impulsada por una gran cantidad de rayos gamma y rayos cósmicos presentes en el Sistema Solar (Chen & Ruffini, 2015). Su origen podría haber sido, por ejemplo, una explosión de rayos gamma a unos 1500 años luz y por lo tanto en las cercanías de nuestro sistema solar (el radio de la galaxia es de unos 50 000 años luz). En este sentido, también es interesante especular acerca de los resultados recientes del telescopio de rayos gamma Fermi, y del observatorio terrestre de rayos gamma H.E.S.S. (Abramowski et al., 2016). Ellos sugirieron que el núcleo de nuestra Galaxia pasó por un período de intensa actividad hace unos 500 millones de años, que duró unos 100 millones de años y llenó la galaxia de rayos cósmicos y rayos gamma de alta energía. El período coincide muy de cerca con la

duración de la Era Cámbrica y la conexión entre ambos sin duda merecería alguna investigación. Finalmente, el mismo origen de la vida podría estar muy relacionado con la abundancia de rayos cósmicos en la Galaxia en formas aún más intrincadas: por ejemplo, los estudios de laboratorio sugieren que el boro, que es producido enteramente por la fisión de rayos cósmicos, es necesario para la síntesis del ARN (Rollinde et al., 2008).

10. Una perspectiva futura: los “biomarcadores”

A medida que nos acercamos a una conclusión, recordamos que la emergencia de la vida en la Tierra dependió, como hemos visto, de una serie de condiciones cósmicas globales muy específicas. Sin embargo, dichas condiciones son absolutamente necesarias y perfectamente ajustadas como para permitirnos preguntar razonablemente si el universo es tal como es con el propósito de acoger la vida, aunque de ninguna manera son garantía para que la vida brote realmente, tal como la conocemos.

El hecho de que la vida compleja necesita mucho tiempo para evolucionar, ya que el proceso darwiniano es muy lento, significa que las condiciones específicas adecuadas necesitan estar presentes y sostenidas localmente durante un largo tiempo. Incluso, podría ser importante que acontecimientos cataclísmicos específicos, como un GRB cercano o la actividad del agujero negro supermasivo en el centro de la Galaxia, desempeñen un papel en el momento adecuado, para permitir que la evolución llegue a producir la vida compleja. Traducir todo eso en la posibilidad de que la vida haya surgido en otro lugar o

responder a la pregunta de si la vida es algo común en la Galaxia, solo es un juego probabilístico. Al menos por el momento.

A gran escala, estudios como los realizados por el satélite Kepler han revelado una plétora de nuevos mundos. Este es el primer "escaneo", por así decirlo, y ahora podemos decir que llegamos al punto en el que contamos con masa crítica de datos para poder hacer estudios astrofísicos apropiados de tales sistemas. El próximo gran paso, incluso más allá de estudiar la habitabilidad de dichos sistemas tanto al nivel estadístico como en detalle, será buscar lo que llamamos *biomarkers*, es decir, "biomarcadores" (Segura et al., 2005).

La atmósfera primitiva de la Tierra, en efecto, era muy diferente a lo que es hoy en día: la composición primordial de metano, amoníaco y dióxido de carbono se transformó por la acción de la vida en su composición actual, que tiene grandes concentraciones de nitrógeno y oxígeno. Todavía no disponemos de la tecnología necesaria para medir las líneas de absorción atmosférica y así identificar la composición de la atmósfera de los planetas detectados por Kepler, pero alcanzar el desarrollo tecnológico necesario en la capacidad de resolución de los espectrógrafos astronómicos es solo cuestión de tiempo.

Además, puede ser que antes de esto se encuentren "biomarcadores" más dramáticos, indicativos de la vida inteligente tecnológicamente desarrollada, como los buscados por el programa SETI (Maccone, 2012). Recientemente algunos propusieron incluso que los misteriosos Fast Radio Bursts (FRB) podrían ser justamente señales que llegan desde una civilización muy avanzada que ya hubiese alcanzado la etapa del viaje interestelar (Lingam & Loeb, 2017) y otros que unas

características especiales de una estrella fuesen posiblemente la señal de la existencia de una Esfera de Dyson a su alrededor (Boyajian et al., 2015), aunque hay que reconocer que esta no es la línea de interpretación más ortodoxa adoptada por la comunidad científica con respecto a dichos fenómenos.

11. Conclusión

Al final de todo nuestro recorrido, cabe reconocer que de hecho queda aún por descubrir el lugar que ocupa la emergencia de la vida en la narrativa de la evolución cósmica y, dentro de ella, la de la vida inteligente como la humana. Mientras nos esforzamos en esta dirección, estamos invitados, muy parecidos a Newton frente al "océano de lo misterioso", a asombrarnos y a regocijarnos en esta maravilla, para disfrutar, como dijo Max Planck, de la naturaleza maravillosa y de sus posibilidades, que se despliegan ante nuestros ojos.

Esto es cierto, por supuesto, para todo tipo de conocimientos en las ciencias naturales, pero la cuestión de la vida es especial, porque es la más personal y tal vez también la más fundamental. Yo personalmente creo que, precisamente por eso, la cuestión de la vida en el universo es aquella en la que el método científico muestra sus limitaciones más explícitamente, siendo solo una parte de la historia, solo un elemento parcial del todo. Cuando se trata de la vida —al menos aquí— debemos concedernos alguna libertad adicional, procedente del hecho de que este es el único sistema en el mundo natural donde la evidencia subjetiva (nuestra autopercepción), puede ser tan objetiva y relevante como cualquier otra.

Después de todo, somos nosotros, y no cualquier otra cosa por ahí, quien puede hacerse preguntas y decir: "¡Soy yo!".

Referencias

- Abramowski, A. et al. (2016). Acceleration of petaelectronvolt protons in the Galactic Center. *Nature*, 531, 476-479.
- Airo, A., Hauber, E. & van Gasselt, S. (2015). Habitability on Mars. En Amils, R. et al. (eds.), *Enciclopedia of Astrobiology*. Berlin – Heidelberg, Alemania: Springer.
- Barrow, J.D. & Tipler, F.J. (1986). *The Anthropic Cosmological Principle*. Oxford, Inglaterra: Clarendon Press.
- Barrow, J.D. (2003). Constants and variations: from alpha to omega. En Martins, C. (ed.), *The cosmology of extra dimensions and varying fundamental constants. A JENAM 2002 Workshop, Porto, Portugal, 3-5 September 2002* (pp. 207-222). Dordrecht, Holanda: Springer.
- Barrow, J.D. et al. (Eds.). (2008). *Fitness of the cosmos for life. Biochemistry and fine-tuning*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Boyajian, T.S. et al. (2015). Planet hunters IX. KIC 8462852 - where's the flux? *MNRAS*, 457, 3988-4004.
- Braun-Munzinger, P. & Stachel, J. (2007). The quest for the quark-gluon plasma. *Nature*, 448, 302-309.
- Chen, P. & Ruffini, R. (2015). Did gamma-ray burst induce Cambrian explosion? *Astronomy Report*, 59, 469-473.
- Corning, P.A. (2002). The re-emergence of "emergence": A venerable concept in search of a theory. *Complexity*, 7, 18-30.
- Davies, P. (2013). The nature of the laws of physics and their mysterious bio-friendliness. *Euresis Journal*, 5, 15-36.
- Erlykin, A.D. & Wolfendale, A.W. (2010). Long term time variability of cosmic rays and possible relevance for the development of life on Earth. *Surveys in Geophysics*, 31, 383-398.
- ESO. (2004). *How old is the Milky Way?* Recuperado de <https://www.eso.org/public/italy/news/eso0425/>

- Fowler, W.A. (1984). Experimental and theoretical nuclear astrophysics: the quest for the origin of the elements. *Reviews of Modern Physics*, 56, 149.
- Gillon, M. et al. (2017). Seven temperate terrestrial planets around the nearby ultracool dwarf star TRAPPIST-1. *Nature*, 542, 456-460.
- Herbst, E. & Van Dishoeck, E.F. (2009). Complex organic interstellar molecules. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 47, 427-480.
- Hubble, E. (1929). A relation between distance and radial velocity among extragalactic nebulae. *PNAS*, 15, 168-173.
- Johnson, J.L. & Li, H. (2012). The first planets: the critical metallicity for planet formation. *The Astrophysical Journal*, 751(2), id. 81.
- Kolb, E.W. & Turner, M.S. (1990). *The early universe*. Boulder, Estados Unidos: Westview Press.
- Krauss, L.M. & Starkman, G.D. (2000). Life, the universe and nothing: life and death in an ever-expanding universe. *The Astrophysical Journal*, 531, 22-30.
- Lazcano, A. & Miller, S.L. (1996). The origin and early evolution of life: prebiotic chemistry, the pre-RNA world, and time. *Cell*, 85, 793-798.
- Lineweaver, C.H., Fenner, Y. & Gibson, B.K. (2004). The galactic habitable zone and the age distribution of complex life in the milky way. *Science*, 303, 59-62.
- Lingam, M. & Loeb, A. (2017). Fast radio bursts from extragalactic light sails. *The Astrophysical Journal Letters*, 837, id. L23.
- Maccone, C. (2012). *Mathematical SETI. Statistics, signal processing, space missions*. Berlin – Heidelberg, Alemania: Springer.
- MacDonald, J. & Mullan, D.J. (2009). Big Bang nucleosynthesis: the strong nuclear force meets the weak anthropic principle. *Physical Review D*, 80, id. 043507.
- Maxwell, J. C. (1991). *Matter and motion*. New York, Estados Unidos: Dover Publications.
- May, M.J. et al. (2016). Was Venus the first habitable world of our Solar System? *Geophysical Research Letters*, 43, 8376-8383.
- Molaro, P. et al. (2016). Highly enriched ^7Be in the ejecta of Nova Sagittarius 2015 (V5668 sir) and the Galactic ^7Li origin. *MNRAS*, 463, L117-L121.

- Morrison, M. (2013). Unification in physics. En Batterman R. *The Oxford handbook of philosophy of physics*. New York, Estados Unidos: Oxford University Press, cap. 11.
- Rees, M. (1999). *Just six numbers. The deep forces that shape the universe*. Londres, Inglaterra: Weidenfeld & Nicolson.
- Rees, M. (2002). Numerical coincidences and 'tuning' in cosmology. En Wickramasinghe, C. et al. (eds.), *Fred Hoyle's universe*. Dordrecht, Holanda: Springer, 95-108
- Rollinde, E. et al. (2008). Cosmic-ray production of berilium and boron at high redshift. *The Astrophysical Journal*, 673, 676-685.
- Rohde, R.A. & Muller, R.A. (2005). Cycles in fossil diversity. *Nature*, 434, 208-210.
- Scannapieco, E., Schneider, R. & Ferrara, A. (2003). The detectability of the first stars and their cluster enrichment signatures. *The Astrophysical Journal*, 589, 35-52.
- Schmickl, T., Stefanec, M. & Crailsheim, K. (2016). How a life-like system emerges from a simple particle motion. *Nature Scientific Reports*, 6, id. 37969.
- Schrödinger, E. (1944). *What is life?* Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Segura, A. et al. (2005). Biosignatures from Earth-like planets around M dwarfs. *Astrobiology*, 5, 706-725.
- Weinberg, S. (1989). The cosmological constant problem. *Reviews of Modern Physics*, 61(1), 1-23.
- Wilson, R.W. (1979). The cosmic microwave background radiation. *Reviews of Modern Physics*, 61, 433-446.

LA BÚSQUEDA DE LA VIDA EN EL UNIVERSO: LA ASTROBIOLOGÍA

*Julio E. Valdivia-Silva**

Universidad de Ingeniería y Tecnología

jvaldivias@utec.edu.pe



RESUMEN: La Astrobiología es un campo multidisciplinario que pretende unir esfuerzos de diferentes campos del conocimiento científico con el fin de entender el origen de la vida, la presencia de los seres vivos en el universo y el futuro de la vida. En este contexto, uno de los objetivos es buscar y estudiar los cambios biológicos a todo nivel de complejidad de los organismos vivos, incluidos los humanos, en condiciones extremas en el espacio profundo donde la microgravedad y la radiación son condiciones constantes. En este ensayo se muestran algunos avances en la

* **Julio Valdivia Silva** es doctor en Ciencias Biológicas y en Ciencias Biomédicas, especializado en Medicina Espacial, Astrobiología y el efecto de radiación y microgravedad en los organismos vivos. Fue investigador en NASA Ames Research Center, Escuela de Medicina de Stanford y en el Instituto de Cancerología de Ciudad de México. Actualmente es director del Departamento de Bioingeniería e Ingeniería Química de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (Lima, Perú)..

comprensión de los efectos de la microgravedad a nivel genético y celular con efectos inhibitorios interesantes observados en células de cáncer sometidas a esta condición experimental. Nosotros discutimos resultados preliminares obtenidos en el laboratorio mostrando a la comunidad científica que se puede investigar en estos temas también desde un país donde no existe una Agencia Espacial muy desarrollada.

PALABRAS CLAVE: Astrobiología, investigación en el Perú, microgravedad, cáncer, medicina espacial.

ABSTRACT: Astrobiology is a multidisciplinary field that aims to unite efforts of different fields of scientific knowledge in order to understand the origin of life, the presence of living beings in the universe and the future of life. In this context, one of the objectives is to seek and study biological changes at all levels of complexity of living organisms, including humans, in extreme conditions in deep space where microgravity and radiation are constant conditions. This paper shows some advances in the understanding of the effects of microgravity at the genetic and cellular levels with interesting inhibitory effects observed in cancer cells subjected to this experimental condition. We discuss preliminary results obtained in the laboratory showing the scientific community that you can investigate these issues also in a country where there is not a very developed Space Agency.

KEYWORDS: Astrobiology, research in Peru, microgravity, cancer, space medicine.

1. La Astrobiología y sus metas

La Astrobiología es una estrategia multidisciplinaria que pretende entender tres preguntas básicas en la ciencia: "¿De dónde somos y cuál es nuestro origen?"; "¿Existen organismos vivos fuera del planeta Tierra?"; "¿Hacia dónde nos dirigimos como organismos vivos?".

Debido a que no podemos responder estas preguntas enfocando disciplinas únicas como la Física, la Matemática, la Química, la Geología, la Astronomía, etc., es que todas estas se juntan para poder entender e investigar estas interrogantes de manera más integral (Des Marais et al., 2003). En este contexto, un *astrobiólogo* será aquel que, sin dejar de ser experto en su especialidad, se dedique a integrar diversos campos del conocimiento buscando el apoyo de otros colegas. A su vez, esto generará nuevas teorías e hipótesis que en un principio no se hubieran podido originar. Así, la nueva génesis de conocimiento desde diversos campos y experiencias soporta la moción que esta *multidisciplina* pueda ser considerada como una nueva ciencia multi, trans e interdisciplinaria.

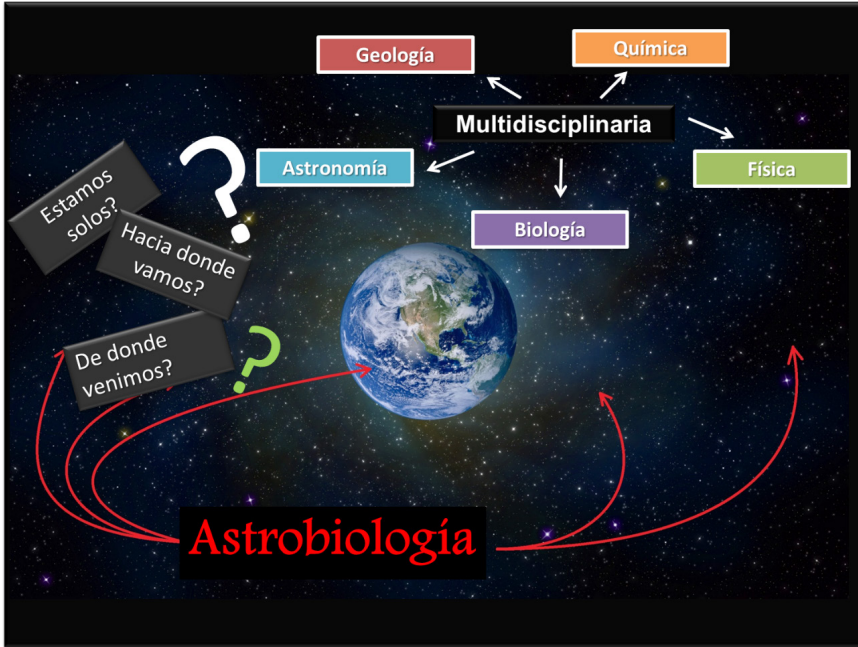


Figura 1. Las preguntas básicas de la Astrobiología y su carácter multidisciplinario.

Desde el punto de vista académico, para una mayor comprensión de los objetivos de la Astrobiología y para que los investigadores puedan ubicar su investigación en un contexto mayor, se ha construido un mapa de ruta donde se contemplan siete grandes metas que, como veremos brevemente a continuación, abarcan desde el entendimiento de nuestro origen hasta la posible adaptación de la vida fuera de nuestro querido planeta Tierra (ver Figura 2 y Figura 3).

Estas siete metas inician con la cacería de planetas similares a la Tierra fuera del Sistema Solar (Jontof-Hutter, Rowe, Lissauer, Fabrycky & Ford, 2015). Para ello, numerosas estrategias de astrofísicos y el uso de radiotelescopios en Tierra o en órbita,

como *Kepler*, buscan constantemente planetas más allá de nuestro Sistema que puedan estar localizados a una distancia "adecuada" a su estrella que le permita ser un candidato potencial para la vida. A dicho intervalo de distancia, que depende del tamaño de la estrella, su tipo y también la masa del planeta, se le denomina *zona habitable estelar*. La zona habitable estelar es una franja estrecha donde un planeta puede presentar agua en estado líquido, buscando que no esté demasiado cerca para evaporar el agua, ni muy lejos de su calor para que esta se encuentre congelada. Aquí remarcamos que el agua líquida es considerada un requisito para la presencia de vida como la conocemos y es esencial que todo planeta candidato la tenga presente para sugerir la existencia de una biósfera (Borucki et al., 2013). En este punto podemos agregar que el agua es importante en estado líquido porque permite la cinética de todas las reacciones químicas y bioquímicas necesarias para la vida, cosa que no se puede lograr si se encuentra en estado gaseoso o congelado.

La segunda meta de la Astrobiología consiste en determinar si hubo vida pasada o presente en nuestro Sistema Solar. Para ello, cuatro importantes blancos de interés con características interesantes son evaluados: el planeta Marte, las lunas de Saturno Titán y Encelado, y la luna de Júpiter llamada Europa. Con respecto a Marte, es un planeta que ha compartido un origen común con la Tierra y, aunque actualmente sea un desierto frío y seco, hubo tiempos en que pudo haber tenido grandes océanos, lagos y ríos como lo demuestra su geomorfología y minerales encontrados que solo pueden ser formados en presencia de agua líquida (Andrews-Hanna & Lewis, 2011; Baucom, 2006; Carr & Head, 2003).

Adicionalmente, Marte tiene escenarios que pueden ser posibles hábitats actuales de microorganismos incluyendo diversas rocas de sales y el subsuelo que brindarían un excelente nicho de mayor protección a condiciones extremas (Alves & Barata, 2012). La luna Titán, por su parte, presenta increíbles escenarios de riachuelos y depósitos de hidrocarburos alrededor del planeta que podrían simular un planeta Tierra de miles de millones de años en el pasado, o un planeta con la posibilidad de albergar microorganismos extremófilos consumidores de esta gran fuente de carbono (Sagan, Thompson & Khare, 1992). La luna Encelado de Saturno, es otro posible candidato debido a que presenta pequeños bolsillos de agua que salen a la superficie como géiseres que han sido evidenciados en numerosas fotografías tomadas por la sonda Cassini (Carolyn, Daiana & Francis, 2014). Esto indicaría la presencia de agua líquida que permanece en ese estado gracias a actividad geotérmica en el interior. De manera similar, la luna Europa de Júpiter ha mostrado poseer un océano interno cubierto por casi 10 km de hielo. Este hielo ha mostrado renovarse constantemente debido a que el agua del interior logra salir a la superficie por momentos gracias a la fuerza de fricción que ejerce el planeta sobre dicha luna (Kivelson et al., 2000).

La tercera meta de la astrobiología, comprende la búsqueda del origen de nuestra molécula de la vida: el ADN (o ácido desoxirribonucleico), que es el código de información presente en todos los seres vivos del planeta. Además, pretende encontrar las condiciones químicas y físicas que permitieron su ensamblaje y posteriormente el origen de sus contenedores: las primeras células (Heinrich, Khare & McKay, 2007; Orgel, 2004).

La cuarta meta busca entender la coevolución de la biósfera (biología, geología y atmósfera) con la aparición o exterminio de los organismos a lo largo de la historia de nuestra Tierra. En este punto, los grandes impactos de asteroides, cometas o meteoritos, además de factores externos que pudieron favorecer o no la aparición y progresión de la vida, son agentes importantes de análisis (Abramov & Mojzsis, 2009).

La quinta meta es el estudio de la adaptabilidad de los organismos a diversos ambientes, buscando los límites de la vida. Aquí se estudian particularmente las bacterias *extremófilas* que han dado gran expectativa tanto para la biotecnología como para extrapolar su posible existencia en planetas o cuerpos celestes del espacio que tienen características "extremas" para la vida. Obviamente es importante recalcar que hablar de "extremo" es un término antropocéntrico, dado que nuestras condiciones como seres humanos son extremas para un extremófilo y viceversa (Morozkina et al., 2010).

La meta seis está relacionada al estudio de la supervivencia de los organismos vivos fuera de nuestro planeta, involucrando desde la Medicina Espacial en los humanos, a todo lo relacionado con los cambios biológicos y bioquímicos que ocurren en células u otros organismos bajo esta condición extrema. Justamente, estudios evaluando los mecanismos fenotípicos (visibles) y genotípicos (a nivel del gen) son los objetivos secundarios de esta gran meta. Las condiciones de microgravedad y radiación están presentes y constantes en cualquier lugar fuera de la Tierra y es por ello que su comprensión requiere de gran interés si se desea algún día colonizar o permanecer largos períodos de tiempo en el espacio o en algún otro planeta (Blaber, Marçal & Burns, 2010).



Figura 2. "Super-papas" que el grupo de Valdivia está cultivando en el suelo del desierto de La Joya, muy parecido a Marte. Se espera que un día puedan crecer en el Planeta Rojo.

Finalmente, la meta siete está relacionada a investigar aquellas firmas físicas o químicas que puedan ser indiscutibles huellas de la vida presente o pasada: los "biomarcadores". Para ello, esta meta está relacionada con el desarrollo de tecnología e ingeniería de instrumentos que permitan detectar dichas huellas. Como es lógico, las misiones espaciales son consideradas parte de este gran objetivo (Hegde, Paulino-Lima, Kent, Kaltenecker & Rothschild, 2015).



Figura 3. Las siete metas de la Astrobiología. Muestran de nuevo ampliamente su carácter multidisciplinario.

Este breve repaso a la Astrobiología en esta sección permite enmarcar y ubicar la investigación en temas de microgravedad dentro del contexto de interés de la investigación espacial.

2. La microgravedad y la radiación

Los efectos de la microgravedad y la radiación son grandes desafíos que hay que vencer, en caso se desee permanecer por largos periodos de tiempo en el espacio, así como el de crear un hábitat sostenible. En el caso de la radiación, al salir de nuestra atmósfera, esta se torna muchísimo más peligrosa debido a la falta de escudos protectores, como la capa de ozono y la

magnetosfera terrestre, que evitan un ingreso masivo de iones y protones altamente cargados con capacidad de romper las cadenas de nuestro ADN. Dos tipos de radiación son las más peligrosas: los *rayos cósmicos*, que son iones pesados altamente energéticos, y las *partículas solares*, que son protones también muy energéticos. Se estima que en un año de permanencia en el espacio un tercio de nuestro ADN sería atacado directamente por iones pesados y entre 6%-12% de la población total de núcleos de neuronas en el cerebro, dependiendo del tamaño y localización, serían golpeados por iones con $Z \geq 15$ aumentando el riesgo de cáncer. Este hecho demuestra el gran peligro de permanencia que se ve empeorado con la ausencia de un escudo artificial lo suficientemente bueno para evitar este bombardeo iónico. De manera importante, los escudos metálicos están prohibidos al respecto debido a que iones pesados como el de hierro pueden fragmentar los átomos del metal ocasionando más iones que a su vez podrían multiplicarse exponencialmente. Este proceso es conocido como radiación secundaria (Morgan & Sowa, 2015; Stein, 2012).

Por otro lado, la microgravedad parece ejercer otros efectos sobre los seres vivos. Aunque fueron descritos efectos generales y no importantes en astronautas desde los primeros vuelos espaciales (Blaber, Marçal & Burns, 2010; Herranz, Manzano, Medina, Serrano & Van Loon, 2007), estudios a nivel genético, desarrollados en diferentes modelos animales como la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster* y células humanas, han llevado a demostrar cambios en la expresión genética que no pueden ser explicados únicamente por la simple ausencia de función. A este respecto, inicialmente los cambios de atrofia muscular o la

baja actividad de los osteoblastos en la resorción ósea fueron atribuidos a procesos mecánicos funcionales, donde la ausencia de “uso” y estimulación mecánica permitía que los sistemas entraran también en ausencia de señales celulares (Fitts, Riley & Widrick, 2001). Estudios posteriores a nivel genético demostraron que estos procesos de atrofia y otros fisiopatológicos en estas condiciones no podían ser explicados simplemente por señales de basopresores o ausencia de función, sino que se debían también a cambios más profundos en la expresión de genes (Leandro et al., 2007; Ma et al., 2014; Unsworth & Lelkes, 1997).

En este punto es importante remarcar que no se debe confundir la definición de gravedad con conceptos de presión atmosférica, del peso o incluso con el valor de su aceleración. La gravedad es una de las cuatro interacciones fundamentales de la materia y aunque hay teorías que intentan describirla y se acercan a una definición, es una de las interrogantes más interesantes de la Física (Penrose, 1976). De la misma manera, los efectos que la variación de la gravedad ejerce sobre los sistemas biológicos son también una gran interrogante, debido a que dichos sistemas siempre estuvieron bajo los efectos de ella (Lineweaver & Egan, 2008).

3. Estudios en el laboratorio de microgravedad

Con el avance de la exploración humana fuera de nuestra atmósfera, diferentes adaptaciones sistémicas a diferentes niveles biológicos en el cuerpo humano son necesarias para poder sobrevivir frente a estas nuevas condiciones (Blaber,

Marçal & Burns, 2010). Por tanto, es necesaria una comprensión de la respuesta del cuerpo humano al ambiente espacial a nivel sistémico, molecular y celular integrativo (Kalb & Solomon, 2007). A pesar de esta necesidad, la mayoría de la investigación biológica en el espacio es limitada a experimentos y observaciones dentro de la Estación Espacial Internacional (ISS) o a experimentos que simulan los procesos físicos de la microgravedad en la Tierra, como son el biorreactor de recipiente rotatorio hueco (*Rotary Well Vessel Bioreactor*) y el Clinostato de 3D (Grimm et al., 2014). Desafortunadamente, los datos de microgravedad simulada deben ser extrapolados adecuadamente a experimentos en gravedad cero reales, por lo que sistemas más eficaces deben ser diseñados (Herranz, 2013).

Una de las razones principales para el escaso conocimiento en este campo es el alto costo de fabricación, diseño y lanzamiento de plataformas experimentales al espacio. Los requerimientos técnicos de sistemas de soporte de vida (cultivos celulares o animales) representan un gran desafío, debido a que el equipo usado para estos propósitos es de gran volumen y, por ende, de mayor costo. Adicionalmente, el manejo del equipo requiere frecuentemente que los astronautas tengan que estar involucrados por la falta de sistemas automatizados.

Por tanto la primera tarea realizada en los laboratorios peruanos fue la de implementar y validar un sistema automatizado de cultivo celular dentro de una máquina simuladora de microgravedad construida totalmente en ambientes de la Universidad cuyo módulo puede fácilmente ser un prototipo para futuros cultivos dentro de la ISS o en pequeños satélites. La máquina simuladora de microgravedad es una máquina de

plataformas giratorias de movimiento aleatorio con tres grados de libertad que se mueven a una velocidad máxima de 2.55 revoluciones por minuto (RPM) y que generan a 10 cm del centro de la plataforma una microgravedad calculada en 1.1×10^{-7} veces la gravedad teórica (Van Loon, 2007). La validación de la máquina se realizó con experimentos que utilizan como modelo de estudio a la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster*, que fue reportada anteriormente por el grupo del Dr. David Laván (Herranz et al., 2010a; Herranz et al., 2007; Leandro et al., 2007). Este sistema evaluó los niveles de expresión genética de un homogenizado de pupas previamente expuestas al sistema simulado y fue comparado a resultados obtenidos en la Estación Espacial Internacional (Herranz et al., 2010a; Marco et al., 1999). De manera evidente, los estudios en el nuevo equipo tuvieron una correlación estadística con los hallazgos previos, ratificando su validación.

Actualmente, en el laboratorio de microgravedad se realizan diversos estudios en el prototipo de la máquina a la que se le añadió un nuevo sistema de incubación celular. Las pupas de la mosca de la fruta, bajo condiciones de microgravedad durante diferentes tiempos de experimento (entre 24 y 72 horas), fueron sometidas a una extracción de su material genético (ARN) para un posterior análisis por microarreglos (transcriptoma). Este tipo de análisis evaluó al mismo tiempo todos los genes que están siendo expresados o no, bajo cierta condición en comparación a un estado control, que serían las pupas en gravedad normal.

Por otro lado, desde los inicios de la exploración espacial hasta el día de hoy se viene desarrollando un gran número de experimentos biológicos con el objetivo futuro de evaluar

nuestras capacidades y debilidades durante una estadia fuera de nuestro planeta. Importantes hallazgos mostraron que las células eucariotas son capaces de detectar y responder a la ausencia de la gravedad mediante la modificación de todo el sistema biológico (Marco et al., 1999). Las células de organismos más complejos, como las de la mosca *Drosophila melanogaster* que ha servido como un buen modelo experimental (Unsworth & Lelkes, 1997), han demostrado cambios genotípicos durante todo el proceso de desarrollo, pero no han mostrado cambios fenotípicos (Herranz y col. 2010b). Por tanto, una hipótesis de que todos los organismos están evolutivamente adaptados a la gravedad de nuestro planeta no parecería tan alejada de la realidad (Marco et al., 1999).

Antecedentes más directos acerca de cambios en la expresión genética de células humanas expuestas a microgravedad son expuestas claramente por el trabajo de Hammond et al. (1999). En este trabajo se comparan los efectos de la microgravedad simulada y la casi ausencia de gravedad en la Estación Espacial Internacional (ISS-STSG0) sobre células renales corticales. Se observaron 1632 genes con diferente expresión en la Estación y 914 genes en el sistema simulado por Clinostato 3D (Hammond y col. 1999). Curiosamente, casi el 90% de genes que alteraron su expresión en el sistema simulado están incluidos en el grupo de genes que cambiaron en la Estación Espacial, corroborando la utilidad del sistema a pesar de tener solamente dos ejes de libertad. El efecto de un eje de libertad adicional en nuestro equipo parece haber mejorado la simulación, sin embargo la adición de más ejes ya no muestra un efecto aditivo.

Por otro lado, diversos trabajos con células tumorales sometidas a microgravedad real y/o simulada, principalmente de carcinoma tiroideo, han demostrado resultados interesantes con respecto a diversos cambios funcionales profundos en comparación a las células sanas de similar origen, lo que indica directamente cambios en la expresión del ARN que se traduce a proteínas (transcriptoma a proteoma: Grimm et al., 2002; Pietsch et al., 2013; Ulbrich et al., 2011; Zhau, Goodwin, Chang, Baker & Chung, 1997). Un efecto muy frecuente es la disminución en la tasa de crecimiento y proliferación de las células tumorales. Los mecanismos para estos resultados son desconocidos, aunque algunos autores sugieren cambios en la actividad mitocondrial (Takeda et al., 2009), activación de programas de muerte celular (Grimm et al., 2002) e inhibición de la expresión atribuida a proteínas de membrana (datos no publicados). Así, la inhibición de blancos específicos encontrados con un análisis genético global en células cancerosas utilizando nuevas tecnologías, como la del ARN de interferencia, podrían dar grandes beneficios en el futuro (Ma et al., 2014; Warnke et al., 2014) y son uno de los objetivos centrales de estos estudios.

De esta manera, se pretende evaluar en células de cáncer de mama monitoreadas en el sistema simulador de microgravedad cuáles son los genes más relevantes dentro del transcriptoma para evidenciar las diferencias de expresión entre las células sometidas a microgravedad y aquellas de control en la Tierra.

Aunque hay algunos artículos recientes que han iniciado el estudio a nivel genético buscando las causas de este efecto inhibitorio en las células cancerosas sometidas a microgravedad, los experimentos iniciales se realizaron en moscas de la fruta las

cuales tenían microtumores abdominales y fueron enviadas a la ISS para estudios del efecto de la radiación en la progresión de la enfermedad. Sorprendentemente, el crecimiento tumoral en estas condiciones disminuyó significativamente y las nuevas generaciones, a pesar de presentar la mutación, no generaron tumores.

Resultados interesantes también vienen de los estudios del Dr. Laván et al. (2010a) que están demostrando la presencia de genes que podrían ser "sensores de gravedad". Estos resultados, que sabemos son altamente controversiales, parecen haber descubierto los genes que son capaces de regular los efectos observados en las células tumorales. De ser comprobado este hecho, y dado que los seres vivos siempre hemos estado bajo la influencia de la gravedad terrestre (o eso pensamos), nuevas evidencias de la teoría de la Panspermia podrían ser planteadas.

Finalmente, son los estudios multidisciplinarios como estos los que generan ahora importantes hallazgos y, más aún, los que permiten realizar investigaciones de alto nivel en países que incluso no tienen un área desarrollada en estos campos. Es importante remarcar que aunque la Astrobiología es relativamente joven en nuestro país, las colaboraciones y las oportunidades de proyectos en esta área pueden abrir la iniciativa de reunir múltiples disciplinas para solucionar retos específicos.

Referencias

- Abramov, O., & Mojzsis, S. J. (2009). Microbial habitability of the Hadean Earth during the late heavy bombardment. *Nature*, *459*, 419-422.
- Andrews-Hanna, J. C., & Lewis, K. W. (2011). Early Mars hydrology: 2. Hydrological evolution in the Noachian and Hesperian epochs. *Journal of Geophysical Research – Planets*, *116*.
- Baucom, M. (2006). Life on Mars? Geological and biological processes observed on Earth provide hunky-dory explanations for methane on Mars. *American Scientist*, *94*, 119-120.
- Blaber, E., Marçal, H., & Burns, B. P. (2010). Bioastronautics: The Influence of Microgravity on Astronaut Health. *Astrobiology*, *10*, 463-473.
- Borucki, W. J., Agol, E., Fressin, F., Kaltenecker, L., Rowe, J., Isaacson, H., Fischer, D., Batalha, N., Lissauer, J. J., Marcy, G. W., Fabrycky, D., Désert, J.-M., Bryson, S. T., Barclay, T., Bastien, F., Boss, A., Brugamyer, E., Buchhave, L. A., Burke, C., Caldwell, D. A., Carter, J., Charbonneau, D., Crepp, J. R., Christensen-Dalsgaard, J., Christiansen, J. L., Ciardi, D., Cochran, W. D., DeVore, E., Doyle, L., Dupree, A. K., Endl, M., Everett, M. E., Ford, E. B., Fortney, J., Gautier, T. N., Geary, J. C., Gould, A., Haas, M., Henze, C., Howard, A. W., Howell, S. B., Huber, D., Jenkins, J. M., Kjeldsen, H., Kolbl, R., Kolodziejczak, J., Latham, D. W., Lee, B. L., Lopez, E., Mullally, F., Orosz, J. A., Prsa, A., Quintana, E. V., Sanchis-Ojeda, R., Sasselov, D., Seader, S., Shporer, A., Steffen, J. H., Still, M., Tenenbaum, P., Thompson, S. E., Torres, G., Twicken, J. D., Welsh, W. F., & Winn, J. N. (2013). Kepler-62: A Five-Planet System with Planets of 1.4 and 1.6 Earth Radii in the Habitable Zone. *Science*, *340*, 587-590.
- Carolyn, P., Daiana, D., & Francis, N. (2014). How the Geysers, Tidal Stresses, and Thermal Emission across the South Polar Terrain of Enceladus are Related. *The Astronomical Journal*, *148*, 45.
- Carr, M.H., & Head, J. W. (2003). Oceans on Mars: An assessment of the observational evidence and possible fate. *Journal of Geophysical Research – Planets*, *108*.
- Des Marais, D. J., Allamandola, L. J., Benner, S. A., Boss, A. P., Deamer, D., Falkowski, P. G., Farmer, J. D., Hedges, S. B., Jakosky, B. M., Knoll, A. H., Liskowsky, D. R., Meadows, V. S., Meyer, M. A., Pilcher, C. B.,

- Nealson, K. H., Spormann, A. M., Trent, J. D., Turner, W. W., Woolf, N. J., & Yorke, H. W. (2003). The NASA Astrobiology Roadmap. *Astrobiology*, 3, 219-235.
- Fitts, R.H., Riley, D.R., & Widrick, J. J. (2001). Functional and structural adaptations of skeletal muscle to microgravity. *Journal of Experimental Biology*, 204, 3201-3208.
- Grimm, D., Bauer, J., Kosmehl, P., Shakibaei, M., Schönberger, J., Pickenhahn, H., Schulze-Tanzil, G., Vetter, R., Eilles, C., Paul, M., & Cogoli, A. (2002). Simulated microgravity alters differentiation and increases apoptosis in human follicular thyroid carcinoma cells. *The FASEB Journal*, 16, 604-606.
- Grimm, D., Wehland, M., Pietsch, J., Aleshcheva, G., Wise, P., Van Loon, J., Ulbrich, C., Magnusson, N., Infanger, M., & Bauer, J. (2014). Growing Tissues in Real and Simulated Microgravity: New Methods for Tissue Engineering. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 20.
- Hammond, T., Lewis, E., Goodwin, T., Linnehan, R.M., Wolf, D., K. P., H., Campbell, W., Benes, E., & Kaysen, J. (1999). Gene expression in space. *Nature Medicine*, 5, 359.
- Hegde, S., Paulino-Lima, I. G., Kent, R., Kaltenecker, L., & Rothschild, L. (2015). Surface biosignatures of exo-Earths: Remote detection of extraterrestrial life. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112, 3886-3891.
- Heinrich, M. N., Khare, B. N., & McKay, C. P. (2007). Prebiotic organic synthesis in early Earth and Mars atmospheres: Laboratory experiments with quantitative determination of products formed in a cold plasma flow reactor. *Icarus*, 191, 765-778.
- Herranz, R., Laván, D. A., Benguría, A., Duque, P., Leandro, L. J., Gasset, G., Medina, F. J., Van Loon, J., & Marco, R. (2007). The 'gene' experiment in the Spanish Soyuz mission to the ISS. effects of the cold transportation step. *Microgravity Science and Technology*, 19, 196-200.
- Herranz, R., Benguría, A., Laván, D. A., López-Vidriero, I., Gasset, G., Javier Medina, F., Van Loon, J.J. W.A., & Marco, R. (2010a). Spaceflight-related suboptimal conditions can accentuate the altered gravity response of *Drosophila* transcriptome. *Molecular Ecology*, 19, 4255-4264.

- Herranz, R., Manzano, A. I., Medina, F. J., Serrano, P., & Van Loon, J.J. W.A. (2010b). Selection of *Drosophila* altered behaviour and aging strains for Microgravity Research. *Journal of Gravitational Physiology* (aceptado para la publicación).
- Herranz, R., Anken, R., Boonstra, J., Braun, M., Christianen, P. C. M., de Geest, M., Hauslage, J., Hilbig, R., Hill, R. J. A., Lebert, M., Medina, F. J., Vagt, N., Ullrich, O., Van Loon, J.J. W.A., & Hemmersbach, R. (2013). Ground-Based Facilities for Simulation of Microgravity: Organism-Specific Recommendations for Their Use, and Recommended Terminology. *Astrobiology*, 13, 1-17.
- Ivo Alves, E., & Teresa Barata, M. (2012). Mars habitability. *Planetary and Space Science*, 72, 1-2.
- Jontof-Hutter, D., Rowe, J. F., Lissauer, J. J., Fabrycky, D. C., & Ford, E. B. (2015). The mass of the Mars-sized exoplanet Kepler-138 b from transit timing. *Nature*, 522, 321-323.
- Kalb, R., & Solomon, D. (2007). Space exploration, Mars, and the nervous system. *Archives of Neurology*, 64, 485-490.
- Kivelson, M. G., Khurana, K. K., Russell, C. T., Volwerk, M., Walker, R. J., & Zimmer, C. (2000). Galileo Magnetometer Measurements: A Stronger Case for a Subsurface Ocean at Europa. *Science*, 289, 1340-1343.
- Leandro, L. J., Szewczyk, N. J., Benguría, A., Herranz, R., Laván, D., Medina, F. J., Gasset, G., Van Loon, J., Conley, C. A., & Marco, R. (2007). Comparative analysis of *Drosophila melanogaster* and *Caenorhabditis elegans* gene expression experiments in the European Soyuz flights to the International Space Station. *Advances in Space Research*, 40, 506-512.
- Lineweaver, C. H., & Egan, C. A. (2008). Life, gravity and the second law of thermodynamics. *Physics of Life Reviews*, 5, 225-242.
- Ma, X., Pietsch, J., Wehland, M., Schulz, H., Saar, K., Hübner, N., Bauer, J., Braun, M., Schwarzwälder, A., Segerer, J., Birlem, M., Horn, A., Hemmersbach, R., Waßer, K., Grosse, J., Infanger, M., & Grimm, D. (2014). Differential gene expression profile and altered cytokine secretion of thyroid cancer cells in space. *The FASEB Journal*, 28, 813-835.

- Marco, R., Díaz, C., Benguría, A., Mateos, J., Mas, J., & de Juan, E. (1999). The role of gravity in the evolutionary emergence of multicellular complexity: Microgravity effects on arthropod development and aging. *Advances in Space Research*, 23, 2075-2082.
- Morgan, W. F., & Sowa, M. B. (2015). Non-targeted effects induced by ionizing radiation: Mechanisms and potential impact on radiation induced health effects. *Cancer Letters*, 356, 17-21.
- Morozkina, E. V., Slutsкая, E. S., Fedorova, T. V., Tugay, T. I., Golubeva, L. I., & Koroleva, O. V. (2010). Extremophilic microorganisms: Biochemical adaptation and biotechnological application (review). *Applied Biochemistry and Microbiology*, 46, 1-14.
- Orgel, L. E. (2004). Prebiotic chemistry and the origin of the RNA world. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 39, 99-123.
- Penrose, R. (1976). The nonlinear graviton. *General Relativity and Gravitation*, 7, 171-176.
- Pietsch, J., Ma, X., Wehland, M., Aleshcheva, G., Schwarzwälder, A., Segerer, J., Birlem, M., Horn, A., Bauer, J., Infanger, M., & Grimm, D. (2013). Spheroid formation of human thyroid cancer cells in an automated culturing system during the Shenzhou-8 Space mission. *Biomaterials*, 34, 7694-7705.
- Sagan, C., Thompson, W. R., & Khare, B. N. (1992). Titan – A laboratory for prebiological organic-chemistry. *Accounts of Chemical Research*, 25, 286-292.
- Stein, T. P. (2012). Weight, muscle and bone loss during space flight: another perspective. *European Journal of Applied Physiology*, 113, 2171-2181.
- Takeda, M., Magaki, T., Okazaki, T., Kawahara, Y., Manabe, T., Yuge, L., & Kurisu, K. (2009). Effects of simulated microgravity on proliferation and chemosensitivity in malignant glioma cells. *Neuroscience Letters*, 463, 54-59.
- Unsworth, B. R., & Lelkes, P. I. (1997). Growing tissues in microgravity. *Nature Medicine*, 4, 901-907.
- Ulbrich, C., Pietsch, J., Grosse, J., Wehland, M., Schulz, H., Saar, K., Hübner, N., Hauslage, J., Hemmersbach, R., Braun, M., Van Loon, J., Vagt, N., Egli, M., Richter, P., Einspanier, R., Sharbati, S., Baltz, T., Infanger, M., & Ma, X. (2011). Differential Gene Regulation under Altered Gravity Conditions in Follicular Thyroid Cancer Cells: Relationship

between the Extracellular Matrix and the Cytoskeleton. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 28, 185-198.

Van Loon, J.J. W.A. (2007). Some history and use of the random positioning machine, RPM, in gravity related research. *Advances in Space Research*, 39, 1161-1165.

Warnke, E., Pietsch, J., Wehland, M., Bauer, J., Infanger, M., Gorog, M., Hemmersbach, R., Braun, M., Ma, X., Sahana, J., & Grimm, D. (2014). Spheroid formation of human thyroid cancer cells under simulated microgravity: a possible role of CTGF and CAV1. *Cell Communication and Signaling*, 12, 32.

Zhau, H., Goodwin, T., Chang, S. M., Baker, T., & Chung, L. K. (1997). Establishment of a three-dimensional human prostate organoid coculture under microgravity-simulated conditions: Evaluation of androgen-induced growth and psa expression. *In Vitro Cell.Dev. Biol.-Animal*, 33, 375-380.

LA BÚSQUEDA DE OTRAS CIVILIZACIONES: EL PROGRAMA SETI

*Claudio Maccone**

International Academy of Astronautics

clmaccon@libero.it



RESUMEN: El programa SETI consiste en la búsqueda de posibles señales de radio de otras civilizaciones. Propuesto originariamente en 1959 por los físicos Giuseppe Cocconi y Philip Morrison y empezado en 1960 por el radioastrónomo Frank Drake, hoy en día el SETI se desarrolla en varios países del mundo. Hasta la fecha, aún no se ha descubierto nada, pero los avances tecnológicos esperados en el futuro próximo deberían otorgarnos la capacidad de descubrir una señal de radio extraterrestre hasta

* **Claudio Maccone** es Director Técnico para la Exploración Científica del Espacio de la International Academy of Astronautics (IAA) y Presidente del SETI Committee de la misma IAA.

una distancia de 1, 000 años luz en un máximo de 20 años. Si esto no ocurriera, significaría que no hay otras civilizaciones o, si las hay, su distancia promedio es mucho mayor de la que se estima actualmente.

PALABRAS CLAVE: SETI, radioastronomía, IAA SETI Committee, Ecuación de Drake, FFT, KLT, SKA, misión Kepler, exoplanetas.

ABSTRACT: The SETI program consists in the search of possible radio signals from other civilizations. Originally proposed in 1959 by the physicists Giuseppe Cocconi and Philip Morrison and started in 1960 by the radio astronomer Frank Drake, nowadays the SETI is developed in several countries of the world. To date, nothing has been discovered yet, but the technological advances expected in the next future should give us the ability to discover an extraterrestrial radio signal up to a distance of 1000 light years in 20 years at most. Shouldn't this happen, it would mean that there are no other civilizations or, if there are, their average distance is much larger than what is currently being estimated.

KEYWORDS: SETI, radio astronomy, IAA SETI Committee, Drake Equation, FFT, KLT, SKA, Kepler mission, exoplanets.

1. Los orígenes

El concepto del SETI (*Search for Extra-Terrestrial Intelligence*, o sea, búsqueda de la inteligencia extraterrestre) nació a mediados del siglo XX gracias al espectacular desarrollo de la radioastronomía, disciplina que había nacido por azar en 1931,

cuando el ingeniero estadounidense Karl Guthe Janski, técnico de los Bell Laboratories, mientras estaba haciendo experimentos con antenas de telecomunicaciones, descubrió que desde el cielo llegaban señales de radio, los que sucesivamente se reconoció que eran producidos por estrellas y galaxias y otros objetos celestes más extraños, como por ejemplo las estrellas de neutrones y además por las mismas nubes de gases interestelares.

Sin embargo, las antenas de entonces no eran lo suficientemente potentes como para permitir una investigación efectiva de dichos objetos. Eso solo se volvió posible después de la Segunda Guerra Mundial, gracias a los avances alcanzados por la tecnología durante ella para fines militares. En pocos años, los radiotelescopios fueron mejorados cada vez más, hasta el punto de que a finales de los Cincuenta ya podían recibir señales producidas por objetos a una distancia de 5000 millones de años luz.

Fue exactamente en aquel entonces que la idea de usar los radiotelescopios para buscar las señales de radio de otras posibles civilizaciones surgió de dos físicos de la Cornell University, el italiano Giuseppe Cocconi y el estadounidense Philip Morrison, que la propusieron por primera vez en un célebre artículo publicado en la prestigiosa revista *Nature* el 19 de septiembre de 1959. Los dos establecieron también la frecuencia a la cual parecería más lógico buscar una posible señal: la de 1420 MHz, que corresponde a una longitud de onda de 21 cm, la cual es la frecuencia del hidrógeno, que, siendo de lejos el elemento más común en el universo (alrededor del 75% de su masa total), debería ser muy bien conocido por quienquiera que

tenga conocimientos científicos suficientes como para construir un radiotelescopio, en cualquier parte del universo que viva. Hoy en día, gracias al progreso tecnológico que lo ha hecho posible, se prefiere observar contemporáneamente el mayor número posible de frecuencias, para no descartar ninguna posibilidad. Sin embargo, ciertamente una señal a la frecuencia del hidrogeno sería todavía considerada más atentamente que cualquier otra. Asimismo, si un día se tomara la decisión de enviar una transmisión desde la Tierra de nuestra iniciativa y no como respuesta a otra señal que se haya entretanto recibido (lo que por el momento no se quiere hacer), casi ciertamente se usaría dicha frecuencia.

Solo pocos meses después de la publicación del artículo de Cocconiy Morrison, el 8 de abril de 1960, un joven radioastrónomo estadounidense, Frank Drake, empezó la primera búsqueda de este tipo, el Project Ozma (así llamado en honor de la homónima princesa protagonista del célebre cuento *El mago de Oz*, muy popular en Estados Unidos), en el Observatorio de Green Bank en West Virginia, en donde el año siguiente se celebró también el primer congreso de la historia dedicado al SETI.



Figura 1. Frank Drake frente al radiotelescopio de Green Bank.

Y fue precisamente al principio de ello, la mañana del 01 de noviembre de 1961, que Drake propuso su famosa ecuación, que todavía se puede admirar grabada en una placa incrustada en la pared del Observatorio y, sobre todo, todavía sigue siendo el punto de referencia principal para toda discusión del problema de la vida en el universo:

$$N = R * f_p n_e f_l f_i f_c L$$

De acuerdo con la fórmula, lo que quiere decir que N (o sea, el número de civilizaciones inteligentes que en un determinado momento están intentando comunicarse una con otra) es igual al producto de:

R^* = número de nuevas estrellas que nacen cada año por galaxia;

f_p = fracción de estrellas que tienen planetas;

n_e = número de planetas por estrellas idóneos para sustentar una ecosfera;

f_l = fracción de planetas idóneos en la que la vida evoluciona realmente;

f_i = fracción de líneas evolucionarias que llegan a la inteligencia;

f_c = fracción de civilizaciones inteligentes que quieren comunicar;

L = longevidad media de una civilización tecnológica.



Figura 2. La Ecuación de Drake grabada en el Observatorio de Green Bank.

2. Los principales programas y el SETI Committee

Con el tiempo, pese a la escasa inclinación de las instituciones por proporcionar fondos para este tipo de investigación, en varios países del mundo (Rusia, Argentina, Francia, Inglaterra, Australia,

Japón y, más recientemente, China y Holanda) se armaron programas SETI, algunos de los cuales continúan todavía, mientras que otros ya terminaron. También en Italia existe un programa SETI, liderado por Stelio Montebugnoli y Jader Monari, que empezó en la Estación Radioastronómica de Medicina, cerca de Bolonia, en 1989 y, tras una larga fase de estudio y preparación, pasó a la fase operativa en 1998, que todavía sigue, convirtiéndolo en uno de los más longevos del mundo. Además, en poco tiempo debería empezar un programa SETI también en el nuevísimo SRT (*Sardinia Radio Telescope*), inaugurado en el 2013 en San Basilio, provincia de Cagliari, que con 64 metros de diámetro es uno de los más grandes y modernos del mundo.

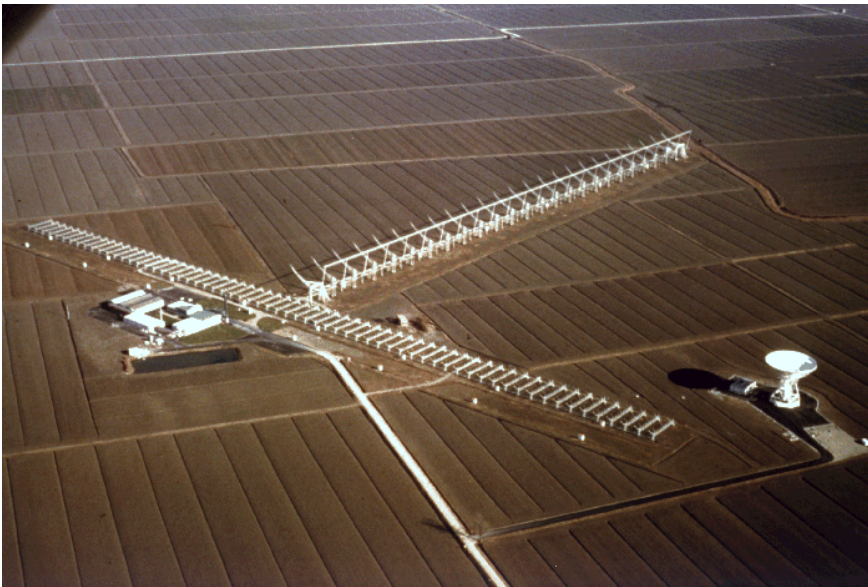


Figura 3. La Estación Radioastronómica de Medicina, sede del SETI italiano.

Sin embargo, es indudable que los programas principales están todos basados en Estados Unidos. Entre los que más destacan, cabe mencionar al menos unos cuantos. Para empezar, el programa SERENDIP (Search for Extra-Terrestrial Radio Emissions from Nearby Developed Intelligent Populations) de la Universidad de Berkeley, empezado en 1979 y todavía activo (el más longevo de la historia), que se basa en el análisis de los datos recogidos por los radiotelescopios de Hat Creek y, desde 1997, también de Arecibo, en Puerto Rico (que con 305 metros de diámetro fue por décadas el más grande del mundo, hasta ser superado en 2016 por el FAST chino, con 500 metros de diámetro).

Pocos años después, el 20 de noviembre de 1984 Frank Drake, junto a sus colegas Jill Tarter, Tom Pierson, John Billingham y otros pocos intrépidos, fundó en Mountain View (California) el SETI Institute (www.seti.org), un centro dedicado exclusivamente a este tipo de investigación, del cual Drake fue presidente desde su fundación hasta el inicio de 2001, cuando dejó el cargo a Seth Shostak. Desde el 2007, el SETI Institute cuenta con un propio radiotelescopio, construido con la técnica del "array", lo que quiere decir que está hecho de muchas pequeñas antenas conectadas por una potente computadora. Se le ha llamado Allen Telescope Array (ATA) en honor de Paul Allen, el cofundador de la Microsoft, quien financió su construcción, aunque al final solo pagó 42 antenas en vez de las 350 prometidas, lo que no le permite tener las prestaciones que se necesitarían. De todos modos, el ATA sigue siendo el único radiotelescopio del mundo que se usa solo para el SETI.

Una fecha histórica pudo ser el 12 de octubre de 1992, que la NASA escogió simbólicamente, siendo el quinto centenario del descubrimiento de América, para lanzar un gran programa SETI, llamado HRMS (*High Resolution Microwave Survey*), liderado por uno de sus mejores científicos, John Rummel, junto a Jill Tarter. Sin embargo, el año siguiente el Senado de Estados Unidos canceló el proyecto, oficialmente por ser demasiado caro, pero en realidad muy probablemente debido a las presiones del fundamentalismo protestante de tendencia creacionista.

De nuevo en Berkeley, en 1999, se empezó también el programa SETI@home, que permite descargar gratuitamente de su sitio (<https://setiathome.berkeley.edu>) un software que cada vez que la computadora se conecta a Internet descarga automáticamente un paquete de datos del radiotelescopio de Arecibo, los analiza y luego envía los resultados a Berkeley. Si acaso entre dichos datos hay una señal extraterrestre, el dueño de la computadora será considerado uno de los descubridores, junto al equipo de los científicos de Berkeley. El método tuvo tanto éxito que fue imitado por varias otras instituciones científicas, incluido el CERN de Ginebra, pero hasta la fecha ninguna ha llegado a tener los millones de seguidores que tiene el SETI@home.

Finalmente, en 2015, el SETI recibió el primer gran financiamiento de su historia, gracias al billonario ruso Yuri Milner, quien otorgó US\$ 100 millones para un programa de 10 años, llamado *Breakthrough Listen* y liderado una vez más por la Universidad de Berkeley, en colaboración con varios científicos estadounidenses, ingleses y australianos. Esto le dio un fuerte impulso a todo el SETI mundial y empujó incluso a la NASA a

reconsiderar su posición y la oportunidad de tener un propio programa SETI.

A pesar de que sean independientes uno de otro, dichos programas siempre tuvieron y siguen teniendo un importante punto de referencia común en el SETI Permanent Committee, que nació en 1966 como un grupo de investigación en el ámbito de la International Academy of Astronautics (IAA), el máximo organismo mundial en el campo de las ciencias del espacio. Sucesivamente, en 1971, el SETI Committee se convirtió en un organismo formal estable, del cual en 2012 tuve el honor de ser elegido presidente.

3. El futuro del SETI: la KLT y el SKA

Hasta la fecha, el SETI aún no ha descubierto nada, lo que puede parecer extraño, pues se encuentra activo desde hace casi 60 años y, al menos en los últimos 30, la búsqueda ha sido hecha por medio de algunos de los mejores radiotelescopios del mundo. Para explicar el misterio han sido propuestas las más variadas hipótesis, de la más obvia pero también más desalentadora, o sea, que estamos solos en el universo, hasta las más fantásticas y raras, pero quizás la verdadera respuesta sea mucho más simple. En efecto, cualquier señal de radio artificial que llegaría del cosmos estaría mezclada a las naturales, que son muchísimas y a menudo mucho más fuertes. Por lo tanto, se necesita un algoritmo que sea capaz de reconocer la hipotética señal inteligente de este "ruido de fondo" producido por las causas naturales.

Sin embargo, tradicionalmente para el SETI se usa la clásica Transformada de Fourier (FFT, *Fast Fourier Transform*), que sí es extremadamente sensible, pero solo está en grado de "ver" una señal formada por una única frecuencia (la que en lenguaje técnico se llama señal monocromática o radio portante). Esta aparecería como una línea recta un poco inclinada sobre un fondo de puntitos luminosos parecidos a la "nieve" que se ve sintonizando la televisión en un canal que en aquel momento no está transmitiendo nada, la inclinación siendo debida al efecto Doppler, que es el signo característico de que la señal no es terrestre, sino que llega del espacio, de una fuente en movimiento con respecto a la Tierra. Ahora bien, una señal de este tipo sería ideal para una transmisión intencional, ya que permite concentrar al máximo la potencia del transmisor y luego alcanzar la máxima distancia con el mínimo gasto, pero que otra civilización nos envíe intencionalmente un mensaje no es muy probable.

Claro está, pues, que la probabilidad de tener éxito sería mucho mayor si estuviéramos en grado de detectar también las transmisiones no intencionales de las otras civilizaciones, es decir, sus programas de radio y televisión. Sin embargo, ellos se hacen en modulación de frecuencia o en modulación digital, así que la señal tiene una forma compleja que la FFT no está en grado de distinguir del ruido de fondo. Por este motivo, hace unos 20 años yo tuve la idea de usar en su vez la KLT, o sea, la Transformada de Karhunen-Loève, que en principio puede hacerlo y en el 2000 fue activada en el radiotelescopio de Medicina.

Lamentablemente, a pesar de que en principio la KLT es más sensible que la FFT, en la práctica es mucho más compleja de manejar y algunos problemas aún no han sido completamente

solucionados, así que con los radiotelescopios que tenemos actualmente podemos descubrir solo señales que lleguen de estrellas muy cercanas. Sin embargo, ya está empezando la construcción del SKA (Square Kilometer Array), el gigantesco radiotelescopio con una superficie de un millón de m², construido también con la técnica del "array", con una multitud de pequeñas antenas de varios tipos y tamaños distribuidas en una área inmensa entre Sudáfrica y Australia, con ramificaciones que se extienden a través de media África por un lado y hasta la Nueva Zelanda por el otro. Su sensibilidad será tan grande, que en principio la KLT aplicada al SKA debería permitirnos captar transmisiones de radio y televisión como las nuestras hasta una distancia de 1000 años luz, lo que significa que se podrá explorar un volumen de espacio de 2000 años luz de diámetro. Pero esto no es todo, ya que dicha esfera estará prácticamente toda al interior de la que se considera la zona habitable galáctica, de la cual podrá por tanto explorar una fracción bastante significativa, alrededor del 1%. por consiguiente, si nuestras teorías al respecto son correctas y si existen realmente otras civilizaciones, al menos una debería encontrarse en su interior.

Luego, considerando los tiempos técnicos que se necesitan para terminar la construcción del SKA, los retrasos que siempre son posibles en una obra tan compleja y calculando unos años más para aprender a explotar de la mejor manera todo su potencial, esto significa que *en un máximo de 20 años podríamos descubrir la primera señal de radio extraterrestre de la historia*. Y si esto ocurriera realmente, significaría no solo que (obviamente) no estamos solos, sino también que casi ciertamente la vida inteligente es muy común en el universo, considerando que una

distancia de 1000 años luz a nosotros parece enorme, pero a la escala cósmica es extremadamente corta.

Si al contrario el SETI no tuviera éxito ni siquiera con el SKA, sería una gran decepción, pero no significaría necesariamente que no existen otras civilizaciones. En efecto, en los últimos años hemos descubierto que los planetas nacen junto a las estrellas, lo que significa que prácticamente todas las estrellas tienen planetas. Además, desde que en 1995 los suizos Michel Mayor y Didier Queloz descubrieron el primer exoplaneta, llamado *51 Pegasi b*, ya hemos descubierto miles de ellos, y justo ahora estamos llegando a tener la capacidad de detectar planetas del tamaño de la Tierra, como por ejemplo los 7 que recientemente se han descubierto alrededor de la enana roja *Trappist-1*, que hasta ahora no se habían descubierto por los límites de nuestra tecnología, pero que probablemente son muchísimos. Por lo tanto, si con el SKA no se descubre nada podría ser solo porque la distancia promedio entre dos civilizaciones es mucho mayor de la que se estima actualmente, así que tendríamos simplemente que buscar a una distancia mayor. Aunque, es cierto, esto no sería para el futuro próximo.

LA INTELIGENCIA EN LA TIERRA: EL ORIGEN DEL ALMA HUMANA

*Jorge Oliva**

Facultad de Teología Pontificia y Civil de Lima

jorge.oliva@ucsanjose.edu.pe



RESUMEN: Una de las cosas que más reconocemos por sentido común es que las cosas se mueven; y el movimiento, como diría Aristóteles, más técnicamente, es el paso de la potencia al acto mientras está en potencia. Pero cuando ahondamos en la reflexión acerca del movimiento, nos percatamos que sería más perfecto hablar de acción o movimiento en aquellos que se mueven por sí (vivientes), que en aquellos que se mueven por otro (como los no vivientes); y si queremos ser más específicos acerca de lo propio y más perfecto de aquellos que se mueven por sí, podríamos

* **Jorge Oliva** actualmente es docente de la Universidad de Piura. Ha sido responsable del Área de Filosofía en la Facultad de Teología Pontificia y Civil de Lima (Perú). En el 2017 fue el responsable científico de la UCSS para el proyecto "La vida en el universo".

decir que esta acción se da en los singulares que dominan sus actos, que como lo menciona Tomás de Aquino en la Suma de Teología (S. Th. I, q.29, art.1), son los de naturaleza racional. Por tal motivo, reflexionar respecto a los singulares de naturaleza racional, y preguntarnos sobre la causa de su forma, que es principios de su ser y obrar, es parte de una pregunta filosófica que busca ahondar en las causas de la naturaleza del ser del hombre; y, más aún, de aquello que le determina y le configura en todo su ser que, como veremos, es el alma humana. Por ello, en esta ponencia trato de responder a las preguntas: "¿Qué es el alma humana y cómo se causa su ser junto al cuerpo?", siguiendo el aporte fundamental del Aquinate.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia, cuerpo, alma humana, Santo Tomás de Aquino, potencia, acto.

ABSTRACT: One of the things we most recognize as common sense is that things move; and movement, as Aristotle would say, more technically, is the passage from potency to act while in potency. But when we delve into the reflection on movement, we realize that it would be more perfect to speak of action or movement in those who move by themselves (living), than in those who move by another (such as the non-living); and if we want to be more specific about what is proper and more perfect about those who move by themselves, we could say that this action occurs in the singular that dominate their actions, which as Thomas Aquinas mentioned in the Sum of Theology (S Th. I, q.29, art.1), are those of a rational nature. For this reason, reflecting on the singular of a rational nature, and asking ourselves about the cause of their form, which is the principles of their being and

acting, is part of a philosophical question that seeks to delve into the causes of the nature of man's being; and, even more, of that which determines and configures him in his entire being which, as we shall see, is the human soul. For this reason, in this presentation I try to answer the questions: "What is the human soul and how is its being caused by the body?", following the fundamental contribution of Aquinate.

KEYWORDS: Intelligence, body, human soul, Saint Thomas Aquinas, potency, act.

1. El origen del alma humana

Quisiera iniciar esta ponencia aclarando que voy a dar por sentadas tres cosas: primero, la teoría hilemórfica de la metafísica aristotélico-tomista; segundo, la veracidad del principio de no contradicción; y tercero, la verdad de la existencia de Dios a partir de las cinco vías tomistas.

Ahora bien, para tratar el tema de la generación u origen del alma humana, debemos definir un concepto que usaremos constantemente en esta ponencia: el concepto de *generación*. Pero aclaremos que no se da un alma humana sin un cuerpo, así como no se da una sustancia compuesta donde la forma sola sea o la materia sola sea: lo que existe es el compuesto, por lo que se define la esencia de la cosa. Teniendo claro ello, entonces podremos definir el concepto de generación: se dice que se genera algo, cuando se da *el paso del no ser al ser* (cf. *De Prin. Nat.*, c.1). Sin embargo, de entre lo generado existe una diferencia entre la generación de una sustancia y un accidente. Y, por

tanto, se dice que se genera un ser substancial cuando la forma sustancial da el ser y el modo de ser a la materia, produciéndose algo *sin más*; y se dice que se genera un ser accidental, cuando la forma accidental le adviene al sujeto, produciéndose así, una generación relativa (cf. *De Prin. Nat.*, c.1).

Sin embargo, la existencia de una cosa es común en todos los entes, ya que se dice que algo *es*, o sea, que existe. Si el existir es algo común en todos los entes naturales, la diferencia no es por el ser, sino por *lo que es*, o sea, por su esencia. La esencia, en todo ente creado menos en Dios donde se identifica la esencia con su ser, define el modo de ser, o sea, lo constituye en aquello que es. Por tal motivo, la diferencia esencial de la cosa se da en la unidad substancial como resultado de la *configuración* de la forma a la materia. Por eso se dice que "el ser se sigue por la forma: pues cada uno tiene el ser según la forma propia; por lo que de ninguna manera puede ser separado de la forma"¹ (*De Anim.*, q.14).

En el caso de la generación del hombre, como substancia compuesta de materia y forma, o sea, con un cuerpo y alma respectivamente, la diferencia esencial con otros seres animados estaría determinada por todo lo que es el compuesto, y en especial por aquello que determina y configura la materia o el cuerpo, o sea, la forma, que en su caso es el alma. Habría que recordar que el alma es aquello que en los vivientes es el principio de vida, pues la manera de existir de los vivientes es el vivir. Ahora bien, el alma racional, principio de vida en el hombre, es aquello que diferencia el tipo de vida de entre los demás vivientes.

¹ "Manifestum est autem quod esse per se consequitur formam: unumquodque enim habet esse secundum propriam formam; unde esse a forma nullo modo separari potest".

Esto es posible de evidenciar por sus operaciones, ya que *todo obrar sigue el ser*. Por tal motivo, observando las operaciones racionales del alma, nos damos cuenta de que sus operaciones racionales superan la materia y no están sujetas a ella. Pues, como dice el Aquinate,

(...) entender es una operación propia del alma [racional], si se considera el principio del cual sale la operación; pues no sale del alma mediante un órgano corporal, como la visión mediante el ojo, pese a que el cuerpo participe en ella por parte del objeto; pues los fantasmas [o sea, las semejanzas sensibles de las cosas], que son los objetos del entendimiento, no pueden existir sin los órganos corpóreos.² (*De Anim.*, q.1, ad. 11)

Sin embargo, mientras que

(...) el conocimiento de los brutos puede ser solamente de cosas materiales y materialmente, por la que necesita de los órganos corporales. Pero por encima de ellos, en lo más alto, están las almas humanas, que son parecidas a las sustancias superiores también en el género del conocimiento, ya que pueden conocer las cosas inmateriales por la vía de la intelección. Sin embargo, son diferentes a aquellas en que el intelecto del alma humana, por su naturaleza [compuesta], debe adquirir su conocimiento inmaterial desde el conocimiento de las

² "Intelligere est propria operatio animae, si consideretur principium a quo egreditur operatio; non enim egreditur ab anima mediante organo corporali, sicut visio mediante oculo, communicat tamen in ea corpus ex parte obiecti; nam phantasmata, quae sunt obiecta intellectus, sine corporeis organis esse non possunt".

cosas materiales, que se alcanza a través de los sentidos.³
(De Anim., q.1)

De lo dicho es posible llegar a concluir tres cosas. Primero, que las operaciones del alma racional no se reducen ni son por la materia, pero hacen uso de ella como su órgano material (o principio material). Segundo, que el hacer uso de ella como instrumento no significa inferioridad de la materia, sino que, por el todo del compuesto, el ser del hombre es también corporal. Tercero, el alma humana no está sujeta a la materia ni a una parte de ella, sino que es en toda la materia como su *principio*.

Así se dice que

(...) aquello que se corrompe propiamente no es ni la forma ni la materia ni el ser mismo, sino el compuesto.⁴ Sin embargo, se dice corruptible el ser del cuerpo, en cuanto el cuerpo por la corrupción deja de tener aquel ser que era común a ello y al alma, el cual permanece en el alma subsistente.⁵ *(De Anim., q.1, ad 14)*

³ "Licet brutorum cognitio sit materialium tantum, et materialiter, unde organis corporalibus indigent. Super has autem ultimo sunt animae humanae, quae similitudinem habent ad superiores substantias etiam in genere cognitionis, quia immaterialia cognoscere possunt intelligendo. In hoc tamen ab eis differunt, quod intellectus animae humanae habent naturam acquirendi cognitionem immaterialem ex cognitione materialium, quae est per sensum".

⁴ Ya que "si el alma es forma del cuerpo, es necesario que haya un ser común del alma y del cuerpo, que es el ser del compuesto. Esto no se impide porque el alma y el cuerpo sean géneros diversos: pues ni el alma ni el cuerpo se hayan en una especie o género sino por reducción, así como las partes se reducen a la especie o al género del todo" *(De Anim., q.1, ad.13: "quod necesse est, si anima est forma corporis, quod animae et corporis sit unum esse commune, quod est esse compositi. Nec hoc impeditur per hoc quod anima et corpus sint diversorum generum: nam neque anima neque corpus sunt in specie vel genere, nisi per reductionem, sicut partes reducuntur ad speciem vel genus totius")*.

⁵ "Ad decimumquartum dicendum quod illud quod proprie corrumpitur, non est forma neque materia, neque ipsum esse, sed compositum. Dicitur autem esse corporis corruptibile, in quantum corpus per corruptionem deficit ab illo esse quod erat sibi et anima commune, quod remanet in anima subsistente".



Figura 1. Santo Tomás de Aquino.

Ahora bien, la forma del ser humano es el alma racional que realiza operaciones inmateriales, y por tanto, no está sujeta a un órgano del cuerpo, como ha mencionado el Aquinate. Por tanto, cuando adviene la muerte al cuerpo, este pierde el ser, que tenían en común, pero el alma no lo pierde: pues el alma es el principio vital que mantiene la unidad integrativa somática, o, como dice santo Tomás, “el alma es el acto del cuerpo natural orgánico,

porque el alma hace que el mismo sea cuerpo orgánico”⁶ (*De Anim.*, q.1, ad. 15). Pero el alma no solo es el principio vital, sino que es la que comunica al cuerpo esta unidad sistémica. Sin embargo, en el momento en el cual el cuerpo, que debería ser en estado propicio para mantener el alma (sustancial), no tiene las condiciones por las cuales el alma pueda permanecer unida a él, entonces el alma racional, que realiza operaciones intelectivas e inmatrimales, retiene el ser, pues sus operaciones no son sujetas a un órgano de la materia.

2. El alma humana en el cuerpo humano

Existe en la actualidad una gran discusión sobre el problema de saber en qué momento se une el alma al cuerpo y en qué momento deja el alma el cuerpo. Pues la presencia del alma racional espiritual en el cuerpo hace a este ser que sea en acto un ser humano, es decir, una persona humana.

Si esta (el alma humana), por ejemplo, no está en todo el cuerpo humano, pues su presencia *racional* depende de la existencia de un cerebro y todo el sistema nervioso, entonces es lógico, en cierto sentido, decir que mientras que estos aún no se han formado o ya se han destruido, aquella aún no es una persona o ya no es una persona. Donceel, por su parte afirma:

Yo no sé cuándo es infundida el alma humana en el cuerpo, pero estoy seguro de que no hay alma humana y, por esto mismo, de que no hay persona humana en las primeras

⁶ “Et hoc modo dicitur anima actus corporis organici physici, quia anima facit ipsum esse corpus organicum”.

semanas de embarazo (...) Lo mínimo que se puede pedir antes de admitir la presencia del alma humana es la disponibilidad de estos órganos: los sentidos, el sistema nervioso, el cerebro y especialmente la corteza cerebral. Puesto que estos órganos no están preparados durante los primeros días del embarazo, estoy seguro de que no hay persona humana sino después de varias semanas. (Sgreccia, 2004, p. 543)

Luego, según esta lógica es posible, primero, el aborto dentro del tiempo de la concepción y la formación del cerebro en el cuerpo, y, segundo, definir la muerte de un paciente solo con la definición de muerte cerebral.⁷

Otra interpretación de la presencia del alma en el cuerpo es aquella que se inicia con

(...) la aparición de la *línea primitiva* que indicaría que las células destinadas a constituir el auténtico embrión [para algunos 14 días después de la fecundación, para otros 7 días] se han diferenciado ya de las células que formarán, en cambio, los tejidos placentorios y protectores. (Sgreccia, 2004, p. 542)

Es decir, "solo cuando los sistemas de soporte se han establecido (sistemas de protección y nutrición), es cuando puede comenzar a desarrollarse el embrión como entidad individual" (Sgreccia, 2004, p. 542).

Por dichas razones, la problemática de la presencia del alma en el cuerpo es un tema muy discutido e investigado, no solo por

⁷ Para profundizar más en este tema, véase Postigo Solana (2004).

aquellos que tienen un gran interés de conocer la verdad de este hecho grandioso, sino por aquellos que, sin miras a reconocer la verdad, la transforman por un interés que suplanta y destierra a la verdad: sea éste un interés político o financiero. Sin embargo, la ciencia verdadera, realmente deseosa de *conocer* la verdad, nos ha ido mostrando muchos hechos y eventos que antes no eran conocidos, y que hoy lo son, por los cuales se sabe que el hecho de la vida es un evento ininterrumpido, continuo y coordinado desde el momento de la fecundación. La ciencia moderna nos brinda luces por las cuales, en diálogo con los principios metafísicos de la naturaleza, nos ha ido mostrando que la realidad es posible conocerla más profundamente cuando todas las ciencias se unen para buscar seriamente la verdad sobre el hombre, en especial sobre el inicio de su vida, o sea, que existe un ser humano desde el momento de la concepción.

Ahora bien, recordemos dos puntos de los principios metafísicos que hemos venido explicando. Primero, cuando se dice que no existe materia sin forma⁸ y cuando se dice que

(...) la materia, en cuanto se entiende constituida en el ser sustancial según la perfección del grado inferior, puede entenderse consiguientemente como sujeta a accidentes, pues la sustancia, según aquel grado inferior de perfección, es preciso que tenga algunos accidentes propios, los cuales necesariamente deben ser inherentes a ella.⁹ (*De Anim.*, q.9)

⁸ "Que la materia pudiera ser sin la forma implicaría contradicción, porque el ser de la materia exige tener un acto: ese acto es la forma" (Gómez Pérez, 2006, p. 91).

⁹ "Materia autem prout intelligitur constituta in esse substantiali secundum perfectionem inferioris gradus, per consequens intelligi potest ut accidentibus subiecta. Nam substantia

Entonces se entiende que le es propio a este ser sustancial, desde el momento de la fecundación, existir no solo con un cuerpo, sino también con un alma racional. En efecto, esto se necesita "para que sea uno solo el ser de todo el compuesto; y también porque, aunque [el alma] pueda subsistir por sí, sin embargo no tiene una especie completa, sino que el cuerpo le adviene para completar la especie"¹⁰ (*De Anim.*, q.1, ad 1). Asimismo, se entiende también que este sujeto se vea obligado a depender de la madre por cierto tiempo, pues lo justifica una disposición accidental propia de toda materia. Así se dice que "el hecho de que este cuerpo sea corruptible, fatigable y tenga otros defectos de este tipo [como el estar sujeto en sus inicios a un desarrollo en el vientre de la madre], se sigue por necesidad de la materia"¹¹ (*De Anim.*, q.8).

Además, es evidente que "cada cual en cuanto es uno, es indiviso en sí y distinto de los otros"¹² (*De Anim.*, q.10) y que ya desde "el momento de la fecundación, los dos gametos de los padres forman una entidad biológica, el cigoto, que lleva en sí un nuevo proyecto-programa individualizado, una nueva vida individual" (Sgreccia, 2004, p. 535). Y de esto deriva que la materia de la cual está hecho el cuerpo humano tiene intrínsecamente un principio que se activa por la forma sustancial y que la hace ser

secundum illum inferiorem gradum perfectionis necesse est quod habeat quaedam accidentia propria quae necesse est ei inesse".

¹⁰ "Ut sit unum esse totius compositi; tum etiam quia etsi possit per se subsistere, non tamen habet speciem completam, sed corpus advenit ei ad completionem specie".

¹¹ "Sed quod hoc corpus sit corruptibile, fatigabile et huiusmodi defectus habeat, consequitur ex necessitate materiae".

¹² "Unumquodque enim in quantum est unum, est in se indivisum et ab aliis distinctum" (*De Anim.*, q.3).

motor único de su desarrollo como un nuevo ser independiente.
En efecto,

(...) el hecho que debe notarse principalmente es que este nuevo programa *no es inerte*, ni 'ejecutado' por los órganos fisiológicos maternos (...). Desde el primer momento de la fecundación entran en acción los sistemas de control del cigoto, los cuales asumen su control completamente, incluso antes de la implantación. (Sgreccia, 2004, p. 538)

Pues la unidad misma del sujeto se manifiesta en su *ser en acto*, durante todo el proceso de su desarrollo, y es de allí que se hable de la independencia del cigoto en cuanto a su *coordinación, continuidad y gradualidad*. Ya que su proceso, es un proceso *en sí mismo* continuo, puesto que "es siempre el mismo individuo el que va adquiriendo su forma definitiva. Si este proceso se interrumpiría, en cualquier momento, se tendría la muerte del individuo" (Sgreccia, 2004, p. 538).

3. El alma humana está en todo el cuerpo y no en una sola parte

Sin embargo, que el alma humana se dé desde el momento de la fecundación, como ser único, es también comprobado por otra razón, y es que el alma humana no está en una específica parte material del cuerpo, sino en todo el cuerpo y en cada una de sus partes, que seguirán formándose en el tiempo de manera continua y por un accidente de la materia, ya que la forma hace *ser en acto* a toda la materia, y por tanto a *todas* sus partes, y *no*,

al revés, solo a una parte de la materia, y por esta sucesivamente a toda la materia.

Pero cuidado: una cosa es que se diga que el alma humana está en todo el cuerpo y en cada una de sus partes, y no es limitada a una parte específica (por ejemplo al cerebro); y otra cosa es que, por estar en todo el cuerpo, se diga que el alma racional está *sujeta* al cuerpo, como lo están las demás almas de los seres animados (plantas y animales). Estos dos temas a tocar en este punto resuelven dos problemas actuales: primero, el problema de la vida y la muerte del hombre, pues hoy en día se está queriendo sujetar la existencia y la pérdida del alma a un órgano del cuerpo humano que es el cerebro; y segundo, que con la muerte del cuerpo se da también la muerte del alma, y por tanto la negación de que el alma retenga el ser después de la muerte del cuerpo.

Esto se demuestra, primero, porque la materia es a la forma como la potencia es al acto (cf. *De Anim.*, q.1, ad.5.), y no a la inversa.

Aunque en uno y en el mismo ente que pasa de la potencia al acto sea anterior, en el tiempo, la potencia al acto, absolutamente hablando el acto es anterior a la potencia, porque lo que está en potencia¹³ no pasa al acto si no es por la acción de un ente en acto. (cf. *S. Th.*, I, q.3, a.1; Gómez Pérez, 2006, p. 80)

¹³ Que en este caso es la materia del cuerpo humano. Hay que recordar aquí que, en la realidad, todo el existir del hombre concreto se da en un mismo acto, pero para comprender la existencia de las sustancias compuestas es mejor reconocer que, en cierto modo, en ellas la forma es primera a la materia en cuanto a perfección. Porque, absolutamente hablando, como dice Santo Tomás, el acto es primero en perfección. De allí que se diga que Dios es *acto puro*, en cuanto que es y tiene toda perfección.

Pero, para que se dé una sustancia compuesta, la materia *no es sino* por la forma que le hace ser en acto, y no al revés. Luego, la prioridad la tiene la forma sobre la materia (cf. Gómez Pérez, 2006, pp. 80, 90, 93), ya que es la forma la que hace ser en acto a toda la materia para la perfección de la única sustancia que es el hombre, pues "es de manifiesto que aquello por lo que vive el cuerpo es el alma" (*De Anim.*, q.1) y además

(...) el alma se une al cuerpo no solo por el bien que es la perfección sustancial, o sea, para que se complete la especie humana, sino también por el bien que es la perfección accidental, o sea, para que se perfeccione en el conocimiento intelectual, que el alma adquiere a través de los sentidos.¹⁴ (*De Anim.*, q.1, ad.7)

De allí que se diga, que toda la materia, y no una parte sola de la materia, es por la forma: pues por la forma se actualiza a toda la materia para el bien de la sustancia, que *es y para que sea* una sustancia compuesta completa.

Luego, si el alma estuviera solamente en una parte como forma, no sería acto del cuerpo orgánico, sino acto de un órgano solamente, por ejemplo del corazón, o de algún otro, y las demás partes serían perfeccionadas por otras formas. Y de este modo el todo no sería una cosa solo por naturaleza, sino solamente por composición. Por tanto, solo

¹⁴ "Anima unitur corpori et propter bonum quod est perfectio substantialis, ut scilicet compleatur species humana; et propter bonum quod est perfectio accidentalis, ut scilicet perficiatur in cognitione intellectiva, quam anima ex sensibus acquirit".

queda que el alma está en todo el cuerpo y en cada parte de ello.¹⁵ (*De Anim.*, q.10)

Sin embargo, como hemos visto recién, santo Tomás llega a decir que además de la perfección sustancial existe una "perfección accidental", o sea, para que la única sustancia que es el hombre "se perfeccione en el conocimiento intelectual, que el alma adquiere a través de los sentidos". Y es que esta relación profunda con la materia (cuerpo humano), como dice Postigo Solana (2004: 963-965),

no es en el orden de la causalidad eficiente, sino en el orden de la causalidad instrumental: "hay que decir que entender es una operación propia del alma, si se considera como principio del cual sale la operación. Pues *no sale del alma mediante un órgano corporal*, como la visión mediante el ojo. No obstante, participa en ella el cuerpo por parte del objeto, pues los fantasmas, que son objeto del entendimiento, no pueden existir sin órganos corpóreos". Introduce el concepto de causalidad instrumental distinguiéndola de aquella eficiente. El cuerpo, y en modo más específico los órganos, constituirían una especie de causas instrumentales, de las cuales el alma se vale, pero que no son causas eficientes, o sea, no son necesarias porque el alma realiza sus acciones (...). De otra parte, la unión del alma con el cuerpo perfecciona "accidentalmente" también el alma, consintiéndole realizar

¹⁵ "Si ergo anima esset in una parte tantum ut forma, non esset actus corporis organici; sed actus unius organi tantum, puta cordis, aut alicuius alterius, et reliquae partes essent perfectae per alias formas. Et sic totum non esset unum quid naturaliter, sed compositione tantum. Relinquitur ergo quod anima sit in toto corpore et in qualibet parte eius".

su operación intelectual, recibiendo los fantasmas de los sentidos (...). [Ahora bien], ¿se puede identificar al hombre con su cerebro? De una perspectiva metafísica de la unidad dual, sería contradictorio afirmar que el alma se encuentra en el cerebro o en alguna otra parte del cuerpo, porque el alma, en cuanto realidad inmaterial (cf. *De Anim.*, q.6.), no tiene partes, no es divisible, y se encuentra en todo el cuerpo. No es el alma la que hace pensar, sino el alma racional (específica del hombre) a darnos la posibilidad, junto a las estructuras cerebrales humanas, del pensar. El alma es por tanto el principio vital que mantiene junto al cuerpo y gracias a la unión sustancial de estos, no solo de la unidad integrativa somática, sino que por el alma se comunica al cuerpo esta unidad. En el momento en el cual el cuerpo, que debería ser en estado propicio para mantener el alma (sustancia), viene imposible (en el caso del ejemplo de la muerte encefálica), o sea, no tiene las condiciones por las cuales el alma pueda permanecer unida a él. O sea, se puede afirmar que la unidad integrativa del cuerpo no la mantiene exclusivamente el cerebro, y que entonces, la pérdida de la *unidad integrativa del cuerpo* no estaría atribuirlo solo y exclusivamente a la muerte cerebral, sino que la muerte cerebral podría constituir un signo de la separación del alma del cuerpo. En realidad, desde el punto de vista filosófico se debería decir que la pérdida de la unidad sería atribuido a la pérdida del alma que mantiene unidas las partes, y que los signos de la pérdida de ésta serían aquellos que la ciencia determina en un prolongado tiempo.

Así, el alma racional no es en un órgano del cuerpo, sino que el alma es el principio vital por el cual se establece la unidad integrativa somática desde los inicios de su formación, la fecundación.

Ahora bien, si la forma sustancial viene a la materia para la perfección de la sustancia y para que se activen todas sus funciones potenciales, entonces esto significa que, para que la sustancia compuesta pueda existir, la materia, por la forma que lo hace en acto, tiene que desarrollar los órganos vitales necesarios para que el cuerpo pueda retener el ser dado por su principio vital (el alma humana racional). En efecto, este desarrollo del cuerpo y de sus órganos son signos concretos de la existencia de un principio vital. Así como la forma sustancial es *principium essendi* de la materia para ser una sustancia compuesta, entonces de la misma manera el *principium essendi* del cuerpo humano es el alma racional por la cual el cuerpo tiene vida y por la cual todas las potencias del cuerpo se activan para su desarrollo corporal.

Es de saber que tanto la forma sustancial como la materia son principios, o sea, todo aquello de donde comienza el movimiento. Y el movimiento que estudiamos, es un movimiento de generación, o sea, pasar a existir en acto. Muchas veces las dificultades actuales respecto a la defensa de la vida humana las encontramos en que se quiere comprender que la presencia del alma racional en el cuerpo humano es como una parte que le llega en un momento posterior a esta materia, como le sucede a las partes de un producto de una fábrica, y por tanto la materializamos y mecanizamos. Este error es la causa de muchos de los errores posteriores actuales: y empezar con "un pequeño

error en el principio se hace grande al final"¹⁶ (*De ente.*, c.1). Es necesario comprender que la unidad de orden establecida en los dos componentes se realiza inmediatamente por el bien de la sustancia actual desde sus inicios. Asimismo, la separación del alma al cuerpo, no resulta de la muerte de un órgano específico, sino de la pérdida de la unidad integrativa somática de la vida por la ausencia del principio vital del cuerpo.

Ahora bien, afirma Elena Postigo en el estudio citado anteriormente:

(...) si queremos hablar de pérdida de la unidad integrativa total y separación del alma del cuerpo, debemos hablar de un nexo metafísico-empírico, o sea, la muerte metafísica, debido a la separación de los dos principios que constituyen el hombre, cuerpo y alma. Pero esta separación se produce en parte porque se llega a un estado crítico de los accidentes que se insertan en la sustancia (alma). (...) El alma abandona el cuerpo, porque depende en parte de la unidad sistémica corpórea y porque constituye un todo con ella. Entonces, en el momento en el cual, por decirlo así, la corporeidad está enferma al punto de descomponerse, el alma es afectada porque ella constituye también la unidad corpórea. La unidad la mantiene el cuerpo unido al alma, pues es el alma el *actus essendi* del cuerpo, el acto de la vitalidad. (Postigo Solana, 2004, p. 966)

¹⁶ "Quia parvus error in principio magnus est in fine".

Referencias

- Gómez Pérez, R. (2006). *Introducción a la Metafísica*. Madrid, España: Rialp.
- Postigo Solana, E. (2004). L'anima in Tommaso D'Aquino, morte cerebrale e problemi in bioetica. En *Atti del Congresso Internazionale su "L'umanesimo cristiano nel III millennio: La prospettiva di Tommaso d'Aquino", 21-25 settembre 2003*, (Vol. 2) (pp. 962-976). Ciudad del Vaticano: Pontifica Academia Sanctae Thomae Aquinatis.
- Santo Tomás de Aquino. *Corpus Thomisticum. Opera omnia online*. Recuperado de <http://www.corpusthomisticum.org>
- Sgreccia, E. (2004). *Manual de bioética. Vol. I: Fundamentos y ética biomédica*. Madrid, España: Biblioteca de Autores Cristianos.

ASPECTOS COMUNES DE LAS DIFERENTES COSMOVISIONES DE LOS PUEBLOS ORIGINARIOS DE NOPOKI

*Didier Dennie Lopez Francis**

Universidad Católica Sedes Sapientiae, Filial Nopoki

didierrrera@outlook.com



RESUMEN: Los pueblos originarios como los que se encuentran en Nopoki son culturas milenarias, con una riqueza lingüística y cultural propia. Durante la conquista y la civilización de estas culturas, por mucho tiempo han sido llamados o denominados indígenas, indios, nativos, etc. Estos vivían de manera dispersa agrupados por clanes familiares guiados por un jefe máximo al que llamaban Curaca. En la organización de algunos pueblos este Curaca tenía sus subjefes, quienes dirigían a una familia en particular. Para los pueblos originarios, el universo creado es

* **Didier Dennie Lopez Francis** es bachiller en Educación Intercultural Bilingüe y docente de lengua Yánesha en el área de Pedagogía Intercultural de la Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades de la UCSS-Nopoki de Atalaya (Perú).

múltiple y generalmente compuesto por tres o cuatro mundos o espacios, según las características de los seres que lo habitan, como: espíritus, seres, abuelos, padres, hermanos, divinidades, deidades, duendes y demonios.

PALABRAS CLAVE: Pueblos originarios, Nopoki, cosmovisiones, divinidades, deidades, espíritus, riqueza lingüística y cultural.

ABSTRACT: The original peoples like those can be found in Nopoki are millenarian cultures, with their own linguistic and cultural richness. During the conquest and civilization of these cultures, they have long been called or named indigenous, indios, natives, etc. They lived in a dispersed way grouped by family clans guided by a supreme chief they called Curaca. In the organization of some towns this Curaca had its sub-heads who guided a particular family. For the original peoples, the created universe is multiple and generally composed of three or four worlds or spaces, according to the characteristics of the beings that inhabit it, such as: spirits, beings, grandparents, parents, brothers, divinities, deities, goblins and demons.

KEYWORDS: Original peoples, Nopoki, worldviews, divinities, deities, spirits, linguistic and cultural richness.

*A Dios por darme la vida y regalarme
la vocación de ser un docente bilingüe.
A mis padres, hermanos y maestros quienes
me han brindado su apoyo incondicional
durante mi formación profesional.*

1. Pueblos originarios presentes en Nopoki

El pueblo originario Yánasha¹ es un pueblo milenario, con una riqueza cultural propia, habitante ancestral del territorio peruano que pertenece a la familia lingüística Arawak. Durante la conquista y civilización de esta cultura (período en que por mucho tiempo han sido llamados o denominados Amuesha, Amaje, Onaje) vivían al igual que los integrantes de otros pueblos, guiados o al mando de un jefe máximo al que llamaban "Kornesha". Este pueblo originario desde sus inicios y épocas muy anteriores, practicaban el trabajo común basado en la solidaridad y la ayuda mutua. Actualmente viven en la cuenca de los ríos Pachitea, Omais, Pescado, Alto Puruz, Cacazú, Bocaz, Pichanaz, Azulis, Palcazú, Quillazú (Oxapampa), Alto Yurinaki, y otras afluentes del Perené, así como Chanchamayo.

El pueblo originario Asháninka pertenece a la familia lingüística Arawak y conoce sus bosques, las características del

¹ Aunque hoy en día en Nopoki están presentes 19 pueblos originarios, en el momento en que se realizó esta investigación solo estaban 7, de los cuales se han considerado aquí solo los 5 que llegaron primeros en la Universidad. Se espera que en el futuro sea posible extender esta investigación también a las cosmovisiones de todos los otros pueblos originarios. Además, no fue posible exponer en detalle la cosmovisión de los Matsigenka porque en aquel período el maestro de dicho pueblo, el profesor Eusebio Chineri, no estaba en Nopoki.

medioambiente que lo rodea y lo que aconteció en su territorio. Como relata Eusebio Laos Ríos:

Nosotros, los Asháninka, creemos que el dios Sol vivo estaba siempre arriba antes que fuera este mundo. Como tiene poder, desprendió una partícula de su corona acá en este espacio y así esta partícula se asentó en las densas tinieblas y poco a poco formó este mundo. (2000, p. 57)

Además, como agregan Weiss, Hvalkof & Veber, para ellos "de hecho el mundo es un lugar incierto, peligroso, y se cree que los poderes humanos son muy limitados. La mortalidad humana lo prueba y el estrato del universo habitado por los seres humanos" (2005, p. 46).

El pueblo originario Matsigenka pertenece a la familia lingüística Arawak. Se encuentra en las zonas de los ríos Urubamba y afluentes, Picha, Camisea, Timpía y Manu, en las Regiones de Cusco y Madre de Dios. Con un total de 11, 279 individuos censados, los Matsigenka constituyen el 3,4 % de la población indígena censada.

El pueblo originario Yine pertenece a la familia Arawak y visualiza distintos espacios en el mundo. Considera la existencia de seres que habitan en ello y que ejercen un rol importante. La noción de territorio trasciende la idea de superficie: en la cosmovisión Yine, se concibe el territorio como una unidad conformada por diferentes espacios que no están separados por límites, sino que son un continuo, como un tejido (cf. Echeverri 2005). Los lugares en los que viven en la actualidad son la cuenca del río Urubamba, Nueva Italia de Rima, Santa Rosa de Sepahua, Miraría, Puija.

El pueblo originario Shipibo-Konibo tiene un origen más complejo, como explican Pedro Mayor y Richard Bodner:

Conforma uno de los grupos indígenas del oriente peruano que pertenecen a la familia lingüística Pano y surge de la confluencia de tres unidades étnicas emparentadas pero en un principio distintas: los Konibo o "Anguilas" (Alto Ucayali), los Shipibo o "Monos pichicos" (Medio Ucayali) y los Shetebo o "Riñahuis" (Bajo Ucayali). Actualmente, los miembros de esta ampliada unidad étnica se autoconsideran, por lo general, Shipibo y la lengua que hablan es conocida en la literatura científica como shipibo-konibo (o shipibo-conibo). Se encuentran en las regiones de Huánuco, Ucayali, Loreto y Madre de Dios, entre los ríos Ucayali, Pachitea, Calleria, Aguaytía, Tamaya y Lago Yarinacocha. (2009, p. 213)

2. Cosmovisiones: semejanzas y diferencias

Toda sociedad humana intenta explicar el mundo que la rodea. Las cosmovisiones son las concepciones que diferentes sociedades han desarrollado no solo sobre su entorno ambiental y el mundo inmediato visible, sino también sobre los espacios que se extienden más allá de lo perceptible a través de los sentidos. Mientras que las concepciones del universo se basan en una única realidad, las cosmovisiones religiosas admiten la existencia de múltiples espacios de realidad con normas propias.

Pese a que cada pueblo tiene su propia cosmovisión, distinta a las otras, se puede decir que todos comparten un esquema

general, según el cual el mundo está dividido en tres espacios (a los que algunos pueblos agregan uno más, así que son cuatro):

- **El Mundo de Arriba**, dividido en tres o cuatro niveles. El primer nivel, en que se encuentran **Dios** (considerado nuestro padre o abuelo), sus espíritus de cuya contienda se produce la creación original de la tierra y el que está en todas partes y es el aliento y la fuerza vital de todo lo que existe. **El segundo nivel**, en que se encuentra la tierra en la que habitan las sombras de los que fueron asesinados o perdieron la vida en la guerra. **El tercer nivel**, que es la tierra de la inmortalidad en la que habitan el primer sol y las divinidades (nuestros padres y nuestras madres) que fueron creadas por Dios antes de retirarse de los asuntos terrenales. **El cuarto nivel**, ubicado sobre todos los cielos, es un espacio vacío presente en la conciencia de las personas y es inalcanzable.
- **Este Mundo**, en el que existen dos mundos paralelos, uno visible y otro invisible. **El primer nivel, el Mundo Invisible**, es ubicado en el interior de las montañas y de las aguas en donde habitan los dioses hermanos de menor poder pero inmortales por el atributo que les fue concedido, quienes son la esencia primordial de las plantas y de los animales que en un principio fueron humanos. **El segundo nivel, el Mundo Visible**, es la tierra en la que las personas nacen, crecen y se desarrollan hasta llegar a la muerte, en el que moran

todas las personas y todos los seres vivos: plantas, aves, animales, etc.

- **El Mundo de Abajo o La tierra del sufrimiento**, donde habitan las sombras de los que en vida no siguieron un camino correcto y los espíritus malignos. Los componen: demonios padres, plantas, animales y humanos creados por el dios maligno y maldecidos por Dios.

3. Cosmovisiones de cada pueblo originario

3.1. Cosmovisión del pueblo originario Yánesha

- **El Mundo de Arriba** está dividido en tres niveles:
 - **El primer nivel** es el cielo (*enet*), en el que habitan Dios (*Ya'to Yos*), su espíritu que representa la creación (*ayexhkataàreth*), su fuerza vital (*pa'thoreñ*) y la destrucción, de cuya contienda se produce la creación original de la tierra y el pueblo Yánesha, también aquí habitan nuestros (abuelos y abuelas).
 - **El segundo nivel** es en el que se encuentra la tierra en la que habitan las sombras de los que fueron asesinados o perdieron la vida en la guerra (*sanrroneshá*).



Figura 1. El sanrroneshá explicado por el Prof. Didier López durante el Congreso.

- **El tercer nivel** es la tierra de los dioses o la tierra de la inmortalidad (*Yomporeshò*), en la que habitan el primer sol y 21 divinidades (nuestros padres y madres) que fueron creadas por *Ya'to* *Yos* antes de retirarse de los asuntos terrenales.
- **Este Mundo** (*añepatsro*) está dividido en dos niveles o mundos paralelos:
 - **El primer nivel, el invisible**, está ubicado en las profundidades de las montañas y al interior de las aguas, en donde habitan 14 dioses hermanos, de menor poder que los anteriores pero inmortales (*mellaño theñnesha*) por el atributo que les fue concedido por el sol (*Yompor Ror*) al momento de su transformación: ellos son la esencia

primordial de las plantas y de los animales que en un principio fueron humanos.

- **El segundo nivel, el visible**, es la tierra, en la que las personas nacen, crecen y se desarrollan hasta llegar a la muerte (*arromñatheñeshá*) en el que moran los Yánesha y todos los seres vivos: plantas, animales, etc.
- **El mundo de abajo** es la tierra del sufrimiento (*koñcheñtso*), donde habitan las sombras de los que en vida no siguieron un camino correcto y los espíritus malignos (*oneñethnesha`*, *jo`nesha*) creados por Llosoper (Lucifer), que son demonios padres, plantas, animales y humanos creados por Llosoper y maldecidos por Dios (*Ya`to Yos*).

3.2. Cosmovisión del pueblo originario Asháninka

Como dicen Mayor & Bodner (2009, p. 134):

Los Asháninka creen que el dios Sol vivo estaba siempre arriba antes de que existiera este mundo. Como tiene poder, desprendió una partícula de su corona que se asentó en las densas tinieblas y poco a poco formó este mundo. De ahí crecieron las plantas y todas las cosas que hemos visto. Luego salieron los Asháninka. Hasta hoy en día esa partícula es finita, como una chispa.

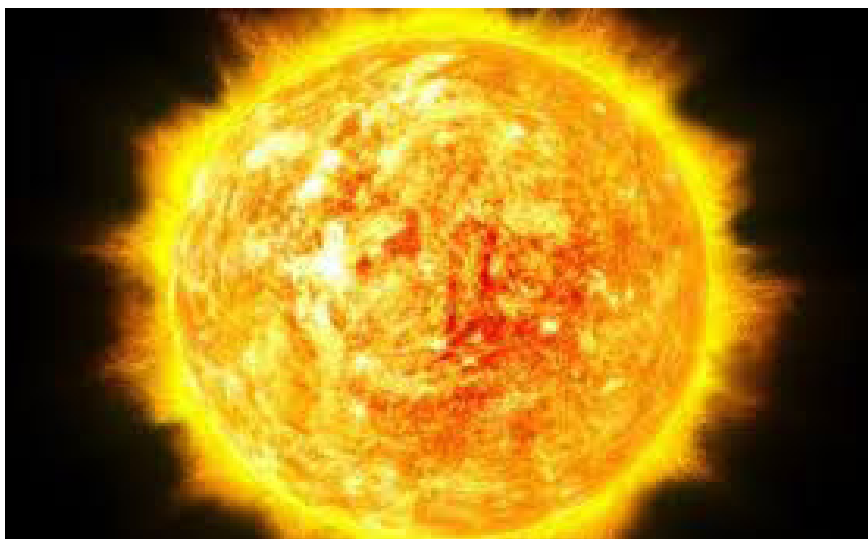


Figura 2. El sol, considerado un dios en la cosmovisión Asháninka.

El mundo asháninka tiene varios espacios, que voy a describir en lo que sigue.

- **Sharinkabeni** (el mundo de abajo): En este existen varios espacios de interacción.
- **Kipatsini** (la tierra del suelo): "Es el espacio de interrelación, donde conviven los seres humanos y todos los seres vivos (...) que anteriormente fueron seres humanos, en el tiempo mítico" (López Flórez & Cuglievan, 2012a, p. 40).
- **Antamini** (el monte): Aquí "se practican diferentes actividades, como *robintsanti* 'caza', *ashimajeita* 'pesca' y *kojantsi* 'recolección'. Allí están los lugares encantados, de adoración, de enfrentamiento y

lugares de entierro. Se debe cumplir algunos rituales, antes de ingresar" (López Flórez & Cuglievan, 2012a, p. 41).

- **Obantsini** (chacra): Aquí "se desarrollan diversas acciones, como; aminero *kipatsi* búsqueda de terreno, *tsatsinkatsi ejati tobantsi* roza y tumba de monte, *tantsi* quema, *pankirentsi* siembra, *pejantsi shentarontsi* cultivo y cuidados y *obitantsi ejati jokarentsi* cosecha y abandono" (López Flórez & Cuglievan, 2012a, p. 41).
- **Nijateni** (agua): Aquí "se encuentra el dueño del agua, *kiatsi kisari* la boa negra, un ser reproductor de peces, *kiatsi kitamari* la boa blanca, y seres consumidores de peces; el hombre, las aves, los animales, los mismos peces y los lugares de reproducción" (López Flórez & Cuglievan, 2012a, p. 41).
- **Jenokiteni** (el mundo de arriba): En este se ubican los dos siguientes espacios.
- **Kamabeni** (tierra de muerte): Es "el espacio del Mal Aire y está regido por el mal *sheripyari* (sacha curandero), que son dos y se denominan *Kariperori* y *Kiritonki*" (López Flórez & Cuglievan, 2012a, p. 41).
- **Janabeni** (tierra de vida): "El espacio del Buen Aire está gobernado por el buen *sheripyari* (curandero verdadero), que también son dos, denominados *sheripyaripero* y *shintsitatsiri*" (López Flórez & Cuglievan, 2012a, p. 41).

3.3. Cosmovisión del pueblo originario Yine

Como dicen López Flórez & Cuglievan (2012b, p. 33):

El territorio yine posee diferentes espacios. Cada uno de estos cumple una función determinada en la vida de las y los miembros del pueblo. El ser más importante en la organización de estos espacios y en la configuración del territorio es el kagonchi (médico transmisor) (...). Él es quien, mediante el consumo del toé, ayahuasca u otro vegetal, llega a estos espacios, los mismos que el pueblo incorpora en su cosmovisión.

La descripción que sigue se basa en una entrevista a la maestra Nimia Acho Ríos, profesora de Prácticas Preprofesionales para el pueblo Yine en Nopoki.

- Espacios de arriba
 - ***Galnachine gogne*** (espacio de las aves): Las aves poseen su propio espacio. Ahí hay tierra y bosques. Según los abuelos Yine, cuando las personas matan a las aves, sus espíritus van al cielo de las aves, mientras que cuando solo son heridas van a curarse a su propio cielo y luego regresan a la tierra.
 - ***Goyakalune gwiyawaka*** (donde viven los dioses): En este espacio hay tierra, pero no hay bosques. Aquí habitan la ayahuasca y el toé, plantas que predicen el futuro. Comunican todo

lo que los Yine, sobre todo el *kagonchi*, quieren y necesitan saber.

- **Goyakalgogne** (cielo de Goyakalu): Aquí vive *Goyakalu*, que es un espíritu sin cuerpo. En un ambiente transparente y lleno de luz, hay un cerco de ponas y es resguardado por otros espíritus para que nadie lo vea, pero él observa todo y lo sabe todo.
 - **Tengogne tengognepotute** (espacio sobre todos los cielos): Es un espacio que nadie habita y donde no pueden llegar los espíritus divinos ni el ser humano, pero está presente en la conciencia del pueblo, pues su existencia es real.
- Espacio de la tierra
 - **Kagonchi gwiyawaka** (lugar de los *kagonchi*): Es un espacio de tierra y bosques ubicado en el centro del mundo, donde el *kagonchi*, consume toé y ayahuasca, medita para curarse y realiza sus ritos.
 - **Yine gwiyawaka** (donde viven las y los Yine): Es el espacio donde habitan el pueblo Yine y todos los seres humanos. Es el suelo, el agua de los ríos y las cochas, los bosques, los cerros y todo lo que observamos.
 - Espacios de abajo

- ***Gipnachine gwiyawaka*** (morada de los difuntos): En este espacio se encuentran las almas de los difuntos. La entrada se ubica en la cabecera de una quebrada donde hay cerros. Ahí, hay un túnel donde van las almas de las personas que mueren.
- ***Mtengatwenu*** (mundo debajo de la tierra): Es un espacio habitado. Según los Yine, el *kagonchi* de la familia Koshichineru entró ahí y encontró un espacio (*mtengatwenu*). Él permaneció varios días ahí, después de que, aunque no querían dejarlo regresar, volvió para reencontrarse con su familia.
- ***Gitokga gogne*** (mundo debajo del agua): Aquí viven los peces, la gran boa, el camarón, la raya y la vaca encantada (madre de los remolinos). También las sirenas y los duendes del agua, en una gran ciudadela.

3.4. Cosmovisión del pueblo originario Shipibo

Como dicen Mayor & Bodner (2009, p. 219):

Quando se creó el mundo shipibo solo había cielo y tierra. Estaban tan cerca que las relaciones entre el hombre y los seres de la naturaleza eran muy fáciles. Un día, lo mellizos *Kesten* y *Kesur (Kessin)* empezaron a lanzar flechas hacia el cielo y lograron formar una escalera para acceder a él. Pero algunos hombres desobedecieron las reglas y *Bari Papa*, el

Padre Sol, les castigó alejando el cielo y dividiendo la tierra en cuatro espacios.

En lo que sigue voy a describir dichos espacios basándome en una entrevista a la maestra Jovita Vásquez Balarezo, profesora de Prácticas Preprofesionales para el pueblo Shipibo en Nopoki (véase también López Flórez, C., & Cuglievan, G., 2012c).

- **El primer espacio:** *Jene Nete* o "mundo de las aguas", es donde habita el poderoso *Bonia*, la boa grande, quien tiene a su servicio a los *jene chaikonibo* ("seres que viven en el agua"). Los *jene chaikonibo* son los Shipibo que viven dentro del agua.
- **El segundo espacio:** *Non Nete*, o "nuestro mundo", es donde habitan los hombres y cuantos seres vivientes existen. También están los poderosos espíritus de las plantas y los animales, el de la lupuna (*yoshirapa*) y la catahua, ambos muy temidos. Aquí se encuentra el espíritu de la ayahuasca, del tabaco, del toé y de otros vegetales.
- **El tercer espacio:** *Panshin Nete*, o "mundo amarillo", es donde viven los espíritus malos, los curanderos o las personas que hacen daño y son dirigidos por *Simpira*, un ser enorme con cuernos y brazos muy largos.
- **El cuarto y último espacio:** *Jakon Nete*, o "espacio maravilloso", es donde está el Sol acompañado por la Luna. Solo las almas seleccionadas llegan a este

mundo, aunque también pueden llegar las de los animales y las plantas.

4. Conclusión

Las cosmovisiones de los pueblos originarios tienen un origen muy particular: se trata de un sinnúmero de hechos reales que acontecieron a lo largo de la historia y se han transmitido de manera oral de generación en generación, conocimientos compartidos durante las fiestas, las ceremonias, la caza, la pesca, en los cuentos y mitos. De esta manera, los conocimientos sobre los espacios y niveles del universo que existen se han dado a conocer y han persistido hasta la actualidad.

Referencias

- Delgado Súmar, H. E. (1986). *Cultura (cosmovisión) y salud entre los Yánesha (Amuesha)*. Ayacucho, Perú: Serie Apuntes de Medicina tradicional N. 49.
- Echeverri, J. Á. (2004). Territorio como cuerpo y territorio como naturaleza, ¿diálogo intercultural? En Surrallés, A. & García Hierro, P. (eds.), *Tierra adentro*. Lima, Perú: IWGIA.
- Lathrap, D. (1970). *The Upper Amazon*. New York, USA: Praeger.
- Laos Ríos, E. (2000). Aliento del sol vivo. En Landolt, G. (ed.), *El ojo verde. Cosmovisiones amazónicas*. Lima, Perú: Programa de Formación de Maestros Bilingües, AIDSESEP, Fundación Telefónica.
- López Flórez, C., & Cuglievan, G. (2012a). *Investigación Aplicada a la Educación Intercultural Bilingüe ASHÁNINKA territorio, historia y cosmovisión*. Lima, Perú: TAGE.

- López Flórez, C., & Cuglievan, G. (2012b). *Investigación Aplicada a la Educación Intercultural Bilingüe YINE territorio, historia y cosmovisión*. Lima, Perú: TAGE.
- López Flórez, C., & Cuglievan, G. (2012c). *Investigación Aplicada a la Educación Intercultural Bilingüe SHIPIBO territorio, historia y cosmovisión*. Lima, Perú: TAGE.
- Mayor, P., & Bodner, R. (2009). *Pueblos indígenas de la amazonia peruana*. Iquitos, Perú: CETA.
- Weiss, G., Hvalkof, S., & Veber, H. (2005). *Guía etnográfica de la Alta Amazonía. Volumen 5*. Lima, Perú: TAGE.

CONSIDERACIONES PEDAGÓGICAS Y FILOSÓFICAS A PARTIR DE LA VIVENCIA INTERCULTURAL EN LA UCSS-NOPOKI

*Guisella Azcona Avalos**

*Wilmer Atachahua Ursua***

Universidad Católica Sedes Sapientiae

gazcona@ucss.edu.pe

watachahua@ucss.edu.pe



* **Guisella Azcona Avalos** es magíster en Educación con Mención en Docencia y Gestión Educativa, licenciada en Educación Secundaria en la especialidad de Filosofía y Religión por la UCSS de Lima (Perú). Además, tiene experiencia de 3 años en Educación Intercultural en calidad de docente en Pedagogía e Investigación en la UCSS-Nopoki de Atalaya. Tras enseñar por unos años en la Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades de la misma UCSS, actualmente es profesora de Investigación Académica en la UTP de Lima (Perú).

** **Wilmer Atachahua Ursua** es profesor de Filosofía y Ética de la Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades de la UCSS de Lima (Perú). Además, tiene experiencia de 3 años en Educación Intercultural en calidad de director general de la UCSS-Nopoki de Atalaya, impartiendo también cursos de Ética y Antropología Religiosa.

RESUMEN: En este ensayo se presentan dos miradas de una misma experiencia. La primera parte quiere dar luces en relación a la experiencia de enseñanza-aprendizaje, presentando los logros y retos que implica la educación en un contexto de real interculturalidad para docentes y estudiantes. Uno de los principales factores de este encuentro es representado por los idiomas originarios, que en la UCSS-Nopoki son: Shipibo, Yanesha, Ashaninka, Asheninka, Matsigenka, Nomatsigenka y Yine. La universidad debe ser consciente de que cada idioma encierra una forma de percepción del mundo, una manera de entender el mundo, una manera de sentir el mundo: valorar esto enriquece a quienes están involucrados en esta experiencia. En la segunda parte se propone una consideración más reflexiva. Se parte con la puesta en cuestión si de verdad la filosofía puede dar un aporte acerca de esta experiencia, considerando que la realidad es mucho más rica que la teoría. Se mencionan algunos ensayos en relación a la interculturalidad y cómo afrontarla. Sin embargo, hay algo que supera y antecede la misma reflexión filosófica y cualquier aporte teórico: esta es la experiencia del encuentro. El dinamismo de este encuentro se convierte en la beta de donde la misma filosofía puede explotar sus propios argumentos.

PALABRAS CLAVE: Interculturalidad, educación, filosofía, Nopoki.

ABSTRACT: In this essay two perspectives of the same experience are presented. The first part wants to shed light on the teaching-learning experience, presenting the achievements and challenges involved in education in a context of real interculturality for teachers and students. One of the main factors of this encounter is represented by the original languages, which in the UCSS-

Nopoki are: Shipibo, Yanesha, Ashaninka, Asheninka, Matsigenka, Nomatsigenka and Yine. The university must be aware that each language contains a form of perception of the world, a way of understanding the world, a way of feeling the world: valuing this enriches those who are involved in this experience. In the second part a more reflexive consideration is proposed. We start by questioning whether philosophy can really give a contribution about this experience, considering that reality is much richer than theory. Some essays are mentioned in relation to interculturality and how to deal with it. However, there is something that goes beyond and precedes the same philosophical reflection and any theoretical contribution: this is the experience of the encounter. The dynamism of this encounter becomes the mine from which the same philosophy can extract its own arguments.

KEYWORDS: Interculturality, education, philosophy, Nopoki.

1. Consideraciones pedagógicas (Guisella Azcona Avalos)

¿Quién es hoy educador? (...) El que está comprometido con su propia vida. No con algunos elementos de su vida, como la profesión, la misma familia o la política, sino, repito, quien está comprometido con su vida. Es decir, el que se pone en juego con la sensibilidad hacia el destino y la sensibilidad hacia los valores que

deriva de su relación con el destino,
en la que se originan y se alimentan
los problemas personales. Ésta
es la condición fundamental para
identificar al educador.

(Luigi Giussani, *Educación es un riesgo*, p.127)

Ser docente de jóvenes de diferentes culturas amazónicas fue el gran desafío que tuve que enfrentar en mi corta experiencia profesional. Sin embargo, después de 3 años puedo afirmar que dicha experiencia me permitió convivir con otras realidades que (aunque espero equivocarme) me parece que el estado peruano aún desconoce. Gracias a los años que viví con los estudiantes de la UCSS-Nopoki pude no solo conocer sus diversas culturas, sino también comunicarme con ellos gracias a un lazo fuerte que, aunque pasen los años, seguirá manteniéndose: la amistad.

Juntos, estudiantes y profesora, descubrimos la importancia de la educación intercultural bilingüe a través del aprendizaje mutuo, llegando a reconocer que, como docentes, debemos ofrecer una educación de calidad partiendo desde la cosmovisión de cada pueblo originario. De esta forma, la educación superior intercultural bilingüe que se imparte en la UCSS-Nopoki desde hace 10 años permite no solo la adquisición de conocimientos pedagógicos y lingüísticos para ofrecer una calidad educativa a los pueblos originarios amazónicos, sino ha logrado que docentes como yo sean conscientes de lo mucho que falta por hacer en la educación peruana en las zonas más alejadas de nuestro país, que no hablan el castellano, sino Shipibo, Yánesha, Asháninka, Ashéninka, Matsigenka, Nomatsigenka, Yine..., y que

el castellano lo aprenden en las escuelas como segunda lengua por necesidad, para que sus voces sean escuchadas. Para que el mundo sepa que existen.



Figura 1. Clase en Nopoki.

Los 5 enfoques (de derecho, democrático, intercultural, pedagógico y del Buen Vivir, tierra y territorio) con los que partimos para dar respuesta a una educación en diversidad, así como los presenta también el MINEDU en el libro *Hacia una educación intercultural bilingüe de calidad* (2013), ayudan a docentes, tanto hispanos como bilingües, a ser conscientes de que educar no es solo en base a la adquisición y almacenamiento de conocimiento: es un aprender constante partiendo desde el punto inicial del educando, desde su origen, esto es, desde su tradición. De esa forma, poco a poco, será capaz de aprender de su entorno, de su realidad, a tal punto que podrá conocer lo que está más allá

de su cultura, conociendo su región, su país, su continente, su mundo... y más allá de las estrellas.

Si el estudiante es capaz de comprender sobre la realidad de su entorno, podrá ser capaz de comprender lo que está más allá de sus ojos. El papel del docente es ser ese puente de acceso entre el estudiante y lo desconocido. Paquay, Altet, Charlier y Perrenoud en el libro *La formación profesional del maestro* (2010) afirman que el papel de un maestro es evolucionar para poder responder, justamente, a estos nuevos desafíos que exige la educación, poder dominar los esquemas de la percepción, análisis, decisión, planificación y evaluación, y que, de esta forma, permita al maestro combinar sus conocimientos en una situación determinada (como, por ejemplo, esta, la de ser un docente intercultural) y las actitudes necesarias a la profesión, como la convicción de que sus estudiantes aprenderán, el respeto hacia el otro, la conciencia de las propias representaciones, el dominio de las emociones, la apertura a la colaboración y el compromiso profesional.

A este punto hemos llegado: una docente "hispana" (que es el apelativo con el cual los estudiantes nos identifican a los docentes de lengua castellana) llega con el fin de enseñar cursos pedagógicos y termina aprendiendo más de lo que imaginaba. Adquirí, así, no solo experiencia laboral, sino también habilidades profesionales que se fueron desarrollando con el paso del tiempo, gracias a la interacción docente-estudiante, la cual enfocaba a cada momento a mis futuros docentes bilingües, siendo este un gran paso que me permitió conocer cada cultura: sus mitos, sus creencias, sus tradiciones, su idioma, sus diseños, su gente... Gracias a los cursos de pedagogía e investigación,

pude descubrir las diversas necesidades que falta cubrir para enriquecer el aprendizaje en las aulas bilingües de la Amazonía peruana.

Por su parte, mis estudiantes entendieron que ser docente no es una tarea fácil, ya que conocer el idioma originario, las numeraciones tanto en idioma como en segunda lengua, la historia del pueblo originario y de tu país, etc., no es suficiente para ser profesor: empezaron a ser conscientes de que hay que tener una idea clara sobre el desarrollo de habilidades profesionales que le permitan, en un futuro ya cercano, convertirse en ese puente de acceso al conocimiento y a lo desconocido por sus futuros estudiantes. Esto se convirtió en una especie de cadena, ya que formar estudiantes que aspiran a ser docentes es un reto, pues te vuelves una especie de modelo a seguir. Con el paso del tiempo, ellos se graduarán y se convertirán en docentes, irán a sus pueblos a enseñar y se convertirán, a su vez, en modelos a seguir de muchos niños y jóvenes de su comunidad. Pensar en ello hace que el trabajo de ser docente intercultural sea, más que una labor, un compromiso.



Figura 2. Algunos alumnos de diferentes pueblos originarios. La convivencia entre diferentes culturas en Nopoki, manifestada entre otras cosas por las vestimentas tradicionales, que tienen un profundo sentido, es posible gracias a las relaciones personales, por las que la diversidad se convierte en mutuo enriquecimiento.

Juntos construimos una historia basada en una relación "enseñanza-aprendizaje" en ambos sentidos. Desde el primer momento que ambas partes se encontraron frente a frente, iniciaron un camino lleno de curiosidad, asombro y constante investigación. La docencia me llevó a poder comunicarme con mis estudiantes. Reconozco que fue difícil al inicio, pero la disposición de estar con ellos y compartir nuestras historias y creencias me llevó, incluso, a promover un curso nuevo que ahora es parte de la malla curricular de la carrera de Educación Intercultural Bilingüe en la UCSS-Nopoki: Didáctica a la EIB. Su aplicación sirve como puente entre los cursos de Didáctica General y las Didácticas específicas (lengua, matemática, ciencias, etc.) con la finalidad que los docentes en formación

puedan ejecutar los diversos métodos aprendidos en Didáctica General y adecuarlos acorde al contexto donde se imparte la educación intercultural bilingüe, partiendo de su cosmovisión, respetando las tradiciones y costumbres de su pueblo originario e, incluso, en su propio idioma. Esta iniciativa fue felicitada por la asesora de la Dirección General de Educación Básica Alternativa, Intercultural Bilingüe y Servicios Educativos en el Ámbito Rural (DIGEIBIRA), la antropóloga y educadora Lucy Trapnell.

Pero, entre otros proyectos realizados, también me enorgullece haber ejecutado la Tutoría Universitaria Intercultural Superior. Con ella realicé el seguimiento de 30 estudiantes, todos ellos de diferentes pueblos originarios, pero que conforman una única promoción de la carrera de EIB. Es un reto profesional, teniendo en cuenta que, en base a esta experiencia, los estudiantes, futuros profesores bilingües, lo toman como referente vivencial para trabajar la Tutoría y Orientación Educacional en sus futuras aulas. Este trabajo destacó por el seguimiento personalizado con cada estudiante, el asesoramiento permanente en las diversas materias que cursaron durante los años que estuvieron en la universidad y el de provocar el interés por la investigación como punto primordial para su formación, para su constante aprendizaje y, de esa forma, poder seguir enseñando. Todo lo que aprendiste en la universidad no es suficiente para ser profesor: es solo el punto inicial del largo recorrido del eterno aprendizaje para ser capaz de enseñar.

Finalmente, puedo afirmar, con la experiencia adquirida durante los tres años que enseñé y aprendí en la UCSS-Nopoki, que ser docente permite comunicarte con el estudiante a través

del corazón, a pesar de ser de dos "mundos" diferentes. Como dice Giussani:

Educación, pues, de lo humano, de lo original que hay en nosotros, que en cada uno se declina de diferentes modos, aunque, sustancial y fundamentalmente, el corazón sea siempre el mismo. En efecto, dentro de la variedad de expresiones, de culturas y de costumbres, el corazón del hombre es uno: mi corazón es como tu corazón, y es el mismo corazón que tienen quienes viven lejos de nosotros, en otros países y continentes. (2006, p. 15)



Figura 3. Don Luigi Giussani. Fue fundador del movimiento de Comunión y Liberación, cuyo pensamiento está en la base de la propuesta cultural de la UCSS.

2. Consideraciones filosóficas (Wilmer Atachahua Ursua)

Comienzo afirmando que el título tentativo de esta presentación podría haber sido: "Aportes de la experiencia de la interculturalidad a la reflexión filosófica".

Una reflexión atenta y sincera sobre la experiencia de compartir espacios de vida y de expresión con personas que pertenecen a otras culturas, que poseen una especial cosmovisión de la realidad entera, así como el conocimiento esencial de su entorno, en tanto capaces de aprovechar al máximo las bondades de su entorno, que para simplificar llamamos "experiencia de la interculturalidad", hizo notar a quien escribe la enorme dificultad de tematizar tal experiencia con la filosofía.



Figura 4. Celebración tradicional en Nopoki. Toda reflexión teórica siempre debe ser reflexión sobre una experiencia.

No siempre la filosofía ha sido capaz de expresar el significado de lo que es "vivir la interculturalidad", puesto que el análisis reflexivo de las experiencias quitan dinamismo, originalidad y hasta, podría decirse, vitalidad a la "experiencia de la interculturalidad". Por tanto, no podría en ningún caso decirse que hay aportes de la filosofía a la "experiencia de la interculturalidad", sino únicamente intentos de comprensión de tal vivencia. Es esto lo que se comparte.

Evidentemente hay intentos expresados en estudios y trabajos que proponen y promueven diferentes tipos de acercamientos a la cultura, a lo tradicional, a lo indígena, lo "originario" (es mejor utilizar esta palabra para hablar de los pueblos amazónicos). En el Perú tenemos, por ejemplo, el aporte de María Heise, Fidel Tubino y Wilfredo Ardito (1994), quienes plantean algunas propuestas de interrelación basadas en el respeto. A decir verdad, dicha preocupación, ya está en las fuentes de la filosofía desde Hegel con la temática de la autoconciencia y el tema del reconocimiento. En el que el "yo" solo es consciente de sí a partir del reconocimiento del *otro*. Antes de *ser uno mismo o el mismo*, este "Yo" debe enfrentarse al encuentro de lo *otro*, y en ese proceso dinámico se comprende que *la identidad no puede surgir sin una otredad*. Conocerse significa, también, ser conocido por otro, es decir, ser reconocido: la autoconciencia solo alcanza su satisfacción en otra autoconciencia. El conocimiento de uno es reconocerse como persona en la persona del otro, en el ámbito del lenguaje, de las relaciones sociales, del trabajo, etc. Por ello, la importancia fundamental en la UCSS-Nopoki es salvaguardar el idioma, la lengua, ya que es el medio por el cual la comprensión del mundo que tiene cada pueblo originario

enriquece la comprensión del mundo de la humanidad. Aquí podemos también citar a Chomsky quien solía afirmar que “el lenguaje sirve para expresar el pensamiento”, que creo que debe ser entendida como la manera peculiar de la comprensión de ese mundo que ya Edmund Husserl daba a conocer con su noción de “Lebenswelt”.

Husserl, el padre de la filosofía fenomenológica, con la noción de Lebenswelt dirigirá su atención al tema fundamental de la intersubjetividad. Es decir, el sujeto solo aparece en relación a otro sujeto, lo que exige que se piense siempre en términos de que el mundo es ese suelo originario en el que la vida cobra sentido solo en relación con otros sujetos, quienes, así como yo, son en primer momento intencionalidad. Hay un interés en el reconocimiento de mi individualidad, por lo tanto hay un interés en el encuentro con otra intencionalidad.

Finalmente podemos también referirnos a un pensador más cercano, Emanuel Levinas, que a partir de su vivencia como judío, quien tuvo que vivir en carne propia la Segunda Guerra Mundial, percibe que el *otro* viene al encuentro desde más allá del concepto. El *otro* supera la totalidad metafísica implantada con el concepto de esencia. La alteridad —la teoría sobre el áter que alterna conmigo— supone dos polos: yo y tú o yo y el ello. Todo desemboca en última instancia en un nosotros siempre complejo y acaso doloroso, que hace honor a la fragilidad de las relaciones humanas.

Mi posición es la siguiente. El encuentro es de personas, son los individuos concretos los que hacen dicho encuentro. En la experiencia en Nopoki, con jóvenes de más de 7 pueblos

originarios,¹ cada encuentro connotaba, en primer lugar, un encuentro de personas; de personas que hablan de su experiencia, de su vida, de sus padres, de la vida de sus padres, y de la vida de la comunidad.

Es en este contexto en el que aparecía el tema del "pueblo al que pertenecían", y entonces surgía la noción de identidad, como modo de dar a conocer la peculiaridad de su pueblo, por tanto, de su cultura. Este reconocimiento de la identidad cultural no quería sustentar las diferencias, quedarse atrapado en ellas: por el contrario, era motivo fundamental de nuestra presencia en cada encuentro. Pero atención: el encuentro era propiciado por lo que aparentemente era lo peculiar de mi ser, no en tanto individuo, sino en el hecho de saberme parte de una "nación" (se utiliza dicho término porque es la utilizada por los mismos jóvenes de quienes hablamos).

En el fondo, pareciera que la diferencia, que tantas veces es motivo para la separación y la exclusión, es, en este caso, al contrario, el *leitmotiv* de tal encuentro. Digámoslo de modo más conciso: en este encuentro "*la peculiaridad*" era más bien la posibilidad de nuestro encuentro. Era la condición de posibilidad de la unidad en la diversidad.

Por tanto, para estos encuentros no se recurría definitivamente a imbricadas y especializadas ideas filosóficas o pensamientos que normalmente escapan a la experiencia concreta del encuentro. Ella surge espontáneamente, a partir del interés y la apertura para escuchar al otro, a ese que no soy

¹ En efecto, el número de pueblos originarios presentes en Nopoki hoy en día, a finales de 2019, en el momento de la publicación de este libro, ha subido hasta 19. Sin embargo, en el texto se ha dejado el número de pueblos originarios presentes en el momento en que se dictó esta ponencia, el 28 de abril del 2017.

yo, pero que a partir del *acontecimiento del encuentro* ha hecho que me ocupe de él, del mismo modo que también el otro ha de ocuparse de mí, en tanto otro para él. Para que sean posibles dichos encuentros no hay otro modo que “ensanchar la razón”.



Figura 5. La necesidad de basarse en la experiencia no le quita valor a la reflexión filosófica, siempre que se base en una concepción “abierta” y no reduccionista de la razón.

Referencias

Parte 1

- Giussani, L. (2006). *Educación es un riesgo*. Lima, Perú: Fondo Editorial UCSS, Encuentro.
- Ministerio de Educación. (2013). *Hacia una educación intercultural bilingüe de calidad. Propuesta pedagógica*. Lima: Corporación Gráfica Navarrete.
- Paquay, L., Altet, M., Charlier, E., & Perrenoud, P. (2010). *La formación profesional del maestro*. México, D. F., México: Fondo de Cultura Económica.

Parte 2

- Giussani, L. (2005). *El sentido religioso*. Lima, Perú: Fondo Editorial UCSS.
- Levinas, E. (2002). *Totalidad e infinito, ensayo sobre la exterioridad*. Salamanca, España: Sígueme.
- Heise, M., Tubino, F., & Ardito, W. (1994). *Interculturalidad, un desafío* (2.a ed.). Lima, Perú: CAAP.
- Husserl, E. (1991). *Crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*. Barcelona, España: Critica.
- Ruiz De La Presa, J. (2007). *Alteridad un recorrido filosófico*. Jalisco, México: Iteso.

PRESENTACIÓN DEL “MAPA DE CONSTELACIONES DE NOPOKI”

*Carlota Pereyra Rey**

Asociación Qespichyq – Programa “Ecovida y universo”

carlota.pereyra.rey@gmail.com



RESUMEN: El “Mapa de Constelaciones de Nopoki” es un mapa astronómico construido por estudiantes de la UCSS-Nopoki de Atalaya, como parte del proyecto “La vida en el universo”. Los estudiantes de Nopoki, quienes pertenecen a siete diferentes pueblos amazónicos, fueron guiados por la autora de este ensayo, partiendo de la premisa de que las constelaciones son el reflejo de la cultura de los pueblos. Los estudiantes se

* **Carlota Pereyra Rey** es directora del programa de divulgación científica “Ecovida y Universo” de la Asociación Qespichyq. Licenciada en Física y diplomada en Gestión Pedagógica. Tiene estudios culminados de Maestría y Doctorado en Recursos Hídricos, así como complementarios en Ingeniería Ambiental y Cuencas.

reunieron en equipos diferenciados por pueblos, dialogando e identificando los elementos más importantes y representativos de sus respectivas culturas, dibujándolos luego en un mapa estelar, con la misma visión con la que se crean las constelaciones astronómicas. Luego, se reunieron todos los mapas y se seleccionaron aquellos elementos que no se superponían para facilitar la visualización del mapa. El producto final es un mapa de constelaciones que muestra elementos importantes de todos los pueblos amazónicos, destacando su valoración por los animales y su profunda su relación con la naturaleza.

PALABRAS CLAVE: Constelaciones, Nopoki, astronomía, etnias, pueblos originarios, cultura, interculturalidad.

ABSTRACT: The "Nopoki Constellation Map" is an astronomical map built by UCSS-Nopoki students from Atalaya, as part of the "Life in the Universe" project. The Nopoki students, who belong to seven different Amazonian peoples, were guided by the author of this essay, based on the premise that the constellations are a reflection of the culture of the peoples. The students met in teams differentiated by towns, dialoguing and identifying the most important and representative elements of their respective cultures, then drawing them on a star map, with the same vision with which astronomical constellations are created. Then, all the maps were collected and those elements that did not overlap were selected to facilitate the visualization of the map. The final product is a constellation map that shows important elements of all the Amazonian peoples, highlighting their appreciation for animals and their deep relationship with nature.

KEYWORDS: Constellations, Nopoki, astronomy, ethnic groups, native peoples, culture, interculturality.

1. Introducción

En el año 2017 viajamos a la sede de la UCSS-Nopoki de Atalaya, para participar en el proyecto de investigación "La vida en el universo", un proyecto financiado por la Universidad de Oxford, que tenía como objetivo identificar aspectos esenciales de la comunicación entre distintas culturas, y analizar su pertinencia para ser adoptados en el supuesto caso de un encuentro entre nuestra civilización y otras extraterrestres: una idea que nace con el Dr. Paolo Musso, bajo la premisa de que la razón debe ser universal.

Como antecedente, Nopoki es un centro de estudios único en su especie en el mundo, ya que alberga estudiantes de distintas etnias amazónicas, quienes, si bien adoptan conocimientos de la cultura occidental para convertirse en profesionales, su estadia y desarrollo en Nopoki también los compromete a guardar su propia lengua, cultura y tradiciones ancestrales. Los jóvenes de Nopoki son pupilos de sabios provenientes de sus propias comunidades, los cuales son docentes en la Universidad. En este contexto se desarrollan armónicamente jóvenes de distintas culturas, quienes construyen su propio proyecto de vida y un proyecto común, sin perder sus propias lenguas, tradiciones y cultura.



Figura 1. Comunidad educativa UCSS-Nopoki.

El encuentro con los jóvenes estudiantes de Nopoki fue sencillo e intenso a la vez, toda vez que más allá de la curiosidad natural por conocer a los visitantes y los instrumentos de observación que llevamos, ellos demostraron un gran interés por sumergirse en una experiencia más profunda y de trascendencia para sus vidas. Identificamos a través desde el diálogo abierto con los estudiantes, las primeras formas supuestas de comunicación entre seres de distintas lenguas y culturas amazónicas. Seguidamente, identificamos a la observación de los astros como una experiencia básica común entre seres humanos de distintos mundos, que debió ser practicado con mayor interés debido a que fue vital para el desarrollo y la propia sobrevivencia de los pueblos, a continuación, en mi rol orientador, confirmé a los estudiantes que la historia universal respalda lo conversado,

incluyendo el hecho de que la astronomía sería la primera ciencia de la humanidad.

Al diálogo inicial le siguió la observación del cielo nocturno donde se ratifica que el cielo es el reflejo de la cultura de los pueblos, ya que estos dibujan en el cielo elementos culturales que están muy presentes en su vida; de manera que las constelaciones se constituyen en un valioso registro con elementos de la cultura e historia de la humanidad. Finalmente, se generó desde los estudiantes de Nopoki un mapa pluricultural de constelaciones celestes que además de ser bello es revelador.

2. Noches de observación y conocimiento del cielo

Llegamos a Atalaya una tarde con lluvia intensa y ya cayendo la noche, nuestro equipo estaba constituido por el CEO del proyecto, el Dr. Paolo Musso; por Guisella Azcona, quien había sido profesora en Nopoki por tres años y facilitó nuestras actividades; por el camarógrafo Álvaro Canchari, quien registró momentos clave de toda la experiencia; y por mi equipo astronómico, constituido por mi compañero e hijo Rodolfo Silva, ingeniero ambiental, soporte clave de los proyectos que desarrollamos en Ecovida y Universo, y quien se encargó de las tareas informáticas y del telescopio; y por supuesto, mi persona. Esa noche descansamos bajo el canto de los seres de la Amazonía y el sonido refrescante de la lluvia.



Figura 2. Equipo Nopoki.

A la mañana siguiente conocimos la amable comunidad educativa de Nopoki e hicimos las coordinaciones para las tareas a desarrollar durante los siguientes días. Al caer la noche el cielo estaba esplendoroso, pero no se podía hacer la observación de inmediato, ya que Nopoki es un centro de estudios ordenado y era hora de la cena. Lo penoso fue que al terminar la cena el cielo se había cubierto totalmente de nubes, ocurrencia común en dicha temporada del año. A pesar de ello, los jóvenes estudiantes se mantuvieron entusiasmados por ver el cielo y conocer cómo funciona un telescopio, así que Rodolfo armó el telescopio mientras yo explicaba su funcionamiento y luego apuntamos a algunos objetos no astronómicos. Allí también les comenté que era frecuente que los astrónomos se llevaran un fiasco, cuando habiendo preparado todos sus materiales para

una rica noche de observación, terminaban contándose historias o desarrollando alguna actividad no observacional, debido a que el cielo se había nublado. Por lo tanto, esto es un hecho que ocurre con cierta frecuencia y que no nos debe quitar el entusiasmo, por el contrario, nos enseña que no somos dueños de la naturaleza, ya que ella toma sus propias decisiones, y es muy valioso aprender a conocerla y adaptarnos a ella, algo que la gente de las ciudades suele olvidar. Como guía de los estudiantes sabía que había captado su atención, así que les pregunté acerca de sus conocimientos sobre el tiempo, particularmente sobre el cielo, es decir si ellos sabían cuando llovería o no; como respuesta recibí más de una versión sobre este punto, lo que me entusiasmó mucho, ya que aparentemente era un indicador más de diversidad cultural, reconociendo en este punto un aspecto importante de sus vidas.

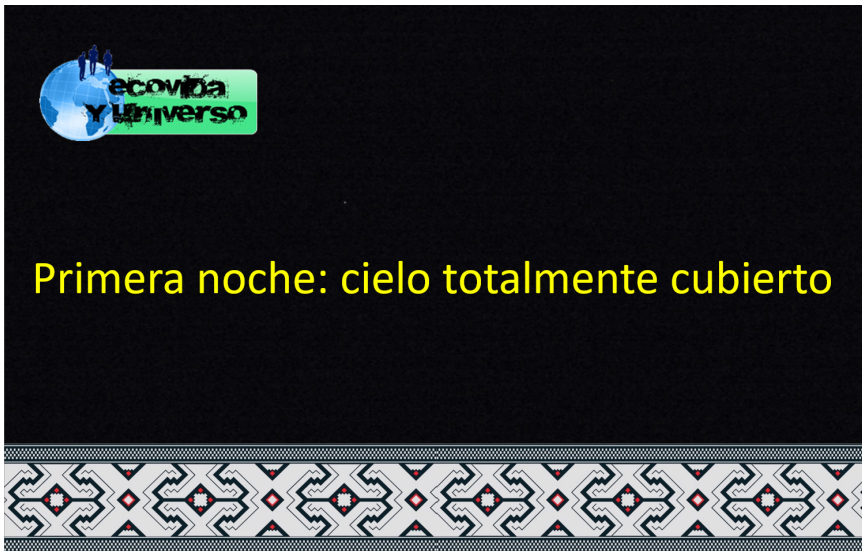


Figura 3. Primera noche con cielo nublado.

Debido a que no se pudo ver el cielo estrellado, y los estudiantes deseaban continuar aprendiendo, aproveché a utilizar las cartas celestes que llevé con la intención de enseñar a leerlas a los participantes del evento observacional. Desarrollé un taller práctico de orientación, utilizando el cuerpo de cada uno como origen de un sistema de referencia, y como puntos del espacio a algunos elementos saltantes de su entorno, marcando las coordenadas geográficas desde la posición del observador, que en este caso era el mismo origen. Así, realizamos varios ejercicios, para ir aprendiendo a ubicar una estrella teniendo como datos la orientación sobre las coordenadas geográficas y la altura de una estrella alzando sus brazos sobre el horizonte (0 grados de altura) hasta el cenit (90 grados de altura). Luego pasamos a observar las cartas celestes, adelantándoles algunas pautas sobre ellas, para facilitar su entendimiento y uso al día siguiente en el que esperábamos poder tener mejor cielo para el desarrollo de nuestra actividad.

El grupo de estudiantes presentes aprendió lo básico de la lectura de cartas celestes, las que guardaban imágenes de las constelaciones astronómicas más importantes del cielo para la ubicación y fecha programadas para estas cartas. Luego pregunté a los participantes si ellos conocían alguna constelación y solo dos mencionaron dos constelaciones populares, pero no propias de su región. Surgieron preguntas diversas desde ellos, que enriquecieron la noche y permitieron que nos conociéramos mejor.

Siendo responsable por que los estudiantes cumplan con asistir debidamente a sus clases al siguiente día, concluí lo que ya se había convertido en un rico espacio de diálogo, lleno de

preguntas y respuestas, algunas de las cuales se fortalecieron el día siguiente. Terminamos la jornada de esa primera noche despidiéndonos con gran satisfacción aun a pesar de que el cielo no estuvo despejado.

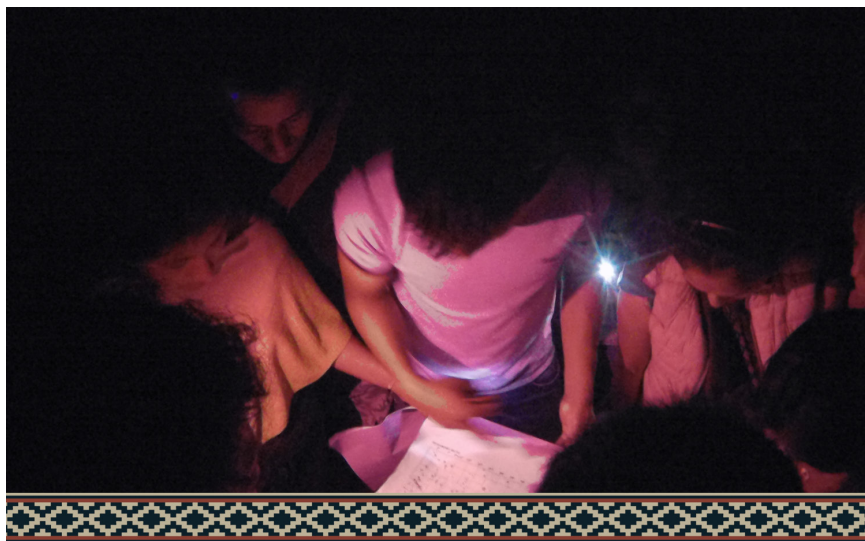


Figura 4. Lectura de cartas celestes.

Al día siguiente nos volvimos a reunir y tuvimos el cielo nocturno despejado, esta vez teníamos a más estudiantes y todos ellos estaban muy motivados. Iniciamos la observación astronómica con el telescopio, fue muy conmovedor ver la fascinación vivida por uno de los participantes al ver los distintos objetos celestes a los que se apuntó dicha noche.

Como la noche anterior ya habíamos desarrollado un taller de ubicación y orientación espacial, y además también hicimos otro taller de lectura de cartas celestes, adoptamos un método cooperativo, donde los estudiantes que habían venido

la noche anterior ayudaron a enseñar a los nuevos estudiantes participantes. En el momento que ya empezaron a leer sus cartas celestes y descubrir que habían tantas y diversas constelaciones, surgieron muchas preguntas y gradualmente la conversación fue llevada, de manera natural, primero a preguntar quién creó las constelaciones existentes, seguidamente intentar imaginarlas, y comentar luego lo que ellos veían en el cielo (otras constelaciones o asterismos creados en ese momento por ellos mismos) y finalmente a la pregunta esperada: ¿podemos crear nuestras propias constelaciones?

Para ese momento ya les había contado que las constelaciones son el reflejo de la cultura de los pueblos, hecho que he concluido a través de los años en mi caminar e intercambio de ideas con gente de diversos pueblos y culturas, y que he ratificado a través de mis lecturas sobre constelaciones de varios pueblos del mundo. Con gran alegría, Rodolfo y yo recibimos esta pregunta y las sucesivas de los estudiantes e inmediatamente con los mismos estudiantes planeamos conversar con el Dr. Paolo, con los profesores y el mismo director de Nopoki, para ver si era posible construir con los mismos estudiantes un mapa de constelaciones que recogiera los elementos culturales que los definieran, y que sería una obra de Nopoki para el mundo.

Esa misma noche, Rodolfo y yo conversamos con el Dr. Paolo, quien se mostró abierto y muy positivo con la actividad propuesta. Inmediatamente después diseñé una metodología para el logro de nuestro objetivo considerando los recursos locales.

3. Segundo día de trabajo y observación

A primera hora en la mañana, procedí a conversar con el director de Nopoki, a quien le gustó mucho la propuesta de construir con los estudiantes un mapa de constelaciones de Nopoki y aceptó de inmediato, llamando al antropólogo y profesor Juan Rubén Ruiz, quien apoyó el proyecto de inmediato seleccionando a los estudiantes para el desarrollo del Mapa de Nopoki esa misma mañana. Por otro lado, solicitamos y tuvimos a disposición una máquina con acceso a Internet para el diseño de los mapas del cielo, es decir, libres de constelaciones y solo con las estrellas más brillantes presentes. Rodolfo se encargó del diseño de manera que se usó un mapa con formato A2, aunque para lograrlo se necesitó pegar varias páginas A4, ya que la impresora era solo para ese formato. Poco después del mediodía ya teníamos los mapas celestes listos para el grupo de jóvenes estudiantes que trabajaría en el Mapa de Nopoki. Se invitó a los estudiantes seleccionados a reunirse en la maloca para explicarles el proyecto. Los estudiantes eran brillantes, llenos de ideas y muy gustosos de compartirlas, de modo que la tarea con ellos se hizo muy sencilla. Primero escucharon una introducción breve sobre la historia e importancia de la astronomía, la generación del concepto de tiempo y de sus escalas (día, mes, año, estaciones). Seguidamente, dialogamos sobre la importancia de observar y conocer el cielo para facilitar la predicción del tiempo y el clima, con lo que el hombre mejoró la producción agrícola y con ello su alimentación, diseñó mejor sus casas y edificios, y preparó con antelación sus prendas de abrigo para la estación. Luego, como

es natural, el hombre siguió buscando en el cielo las respuestas a más incógnitas y también plasmó historias, mitos y leyendas en el cielo, de las que se generaron las constelaciones que hoy conocemos y que son el reflejo de sus pensamientos, de sus costumbres y tradiciones, de los elementos que rigen sus vidas y hasta de los valores de los pueblos. A continuación, correspondía el trabajo de los estudiantes, con cada equipo constituido por miembros de la misma etnia. Organizarlos fue muy rápido, puesto que ya estaban acostumbrados al trabajo en equipo. La primera consigna fue que en diálogo abierto identifiquen los elementos más importantes de sus pueblos respectivos: al inicio recibieron apoyo tanto de Rodolfo como mío, pero luego continuaron solos. La segunda consigna fue conversar sobre los elementos seleccionados y su importancia, dibujarlos y exponer sobre ellos cuando pasáramos por sus mesas. La consigna final era dibujar sobre el mapa del cielo entre cuatro y seis de estos elementos por cada equipo, para lograrlo algunos estudiantes se acercaron al alojamiento para cubrir algunas dudas y enriquecer su trabajo, por lo que salimos nuevamente al campo con el telescopio con el fin de observar el cielo nocturno y proyectar los trazos de las primeras constelaciones propuestas por ellos y así validarlas.

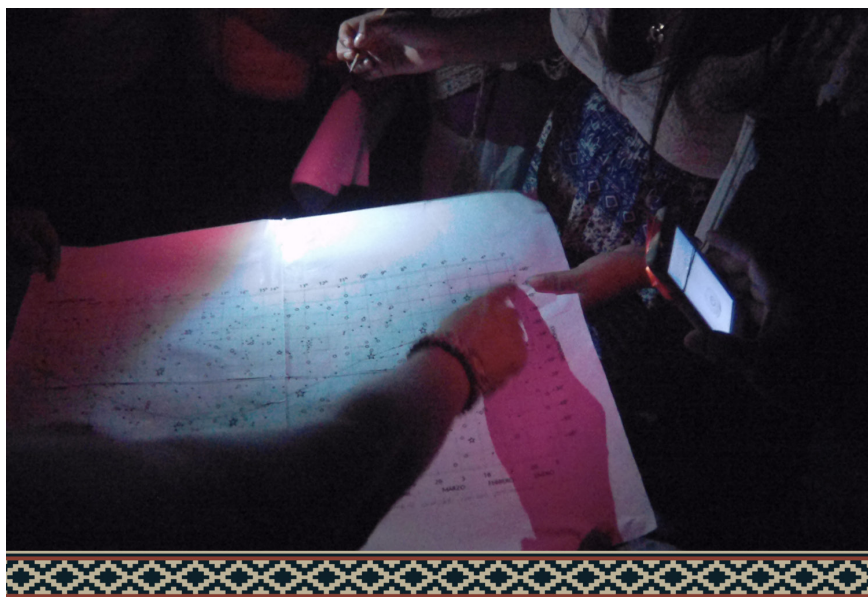


Figura 5. Validación en el campo de las constelaciones Nopoki.

La tarea se extendió hasta la noche siguiente (cuarta noche de observación), y los mapas fueron hermosos, cabe mencionar que los estudiantes incluso dedicaron tiempo adicional a la estética de su trabajo.

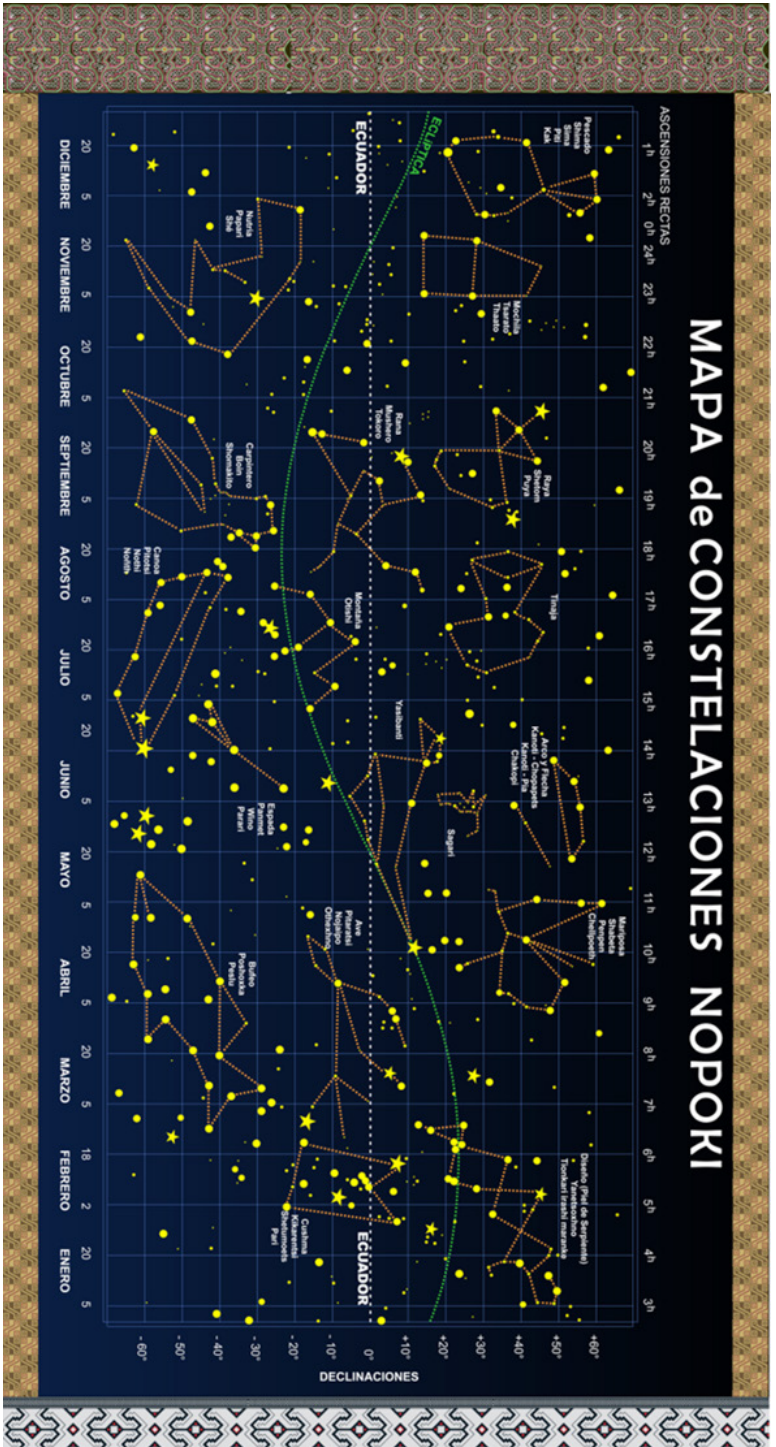


Figura 6. Validación en el campo de las constelaciones Nopoki.

4. Elaboración del Mapa de Constelaciones de Nopoki

Para elaborar el mapa final de constelaciones de Nopoki utilicé los mapas entregados por el representante de cada equipo: recordemos que cada equipo estaba constituido por estudiantes que eran del mismo pueblo amazónico, finalmente fueron 7 los pueblos que participaron: Yanasha, Nomatsigenga, Asháninka, Matsigenka, Yine, Shipibo y Asheninka.

A continuación, y tal como lo expliqué a los estudiantes, yo construiría un mapa único que reflejara la presencia de los pueblos amazónicos que participaron. Para ello, debía elegir dos



LA VIDA EN EL UNIVERSO. SU ORIGEN, SU NATURALEZA, SU SENTIDO

Figura 7. Mapa de constelaciones de Nopoki.

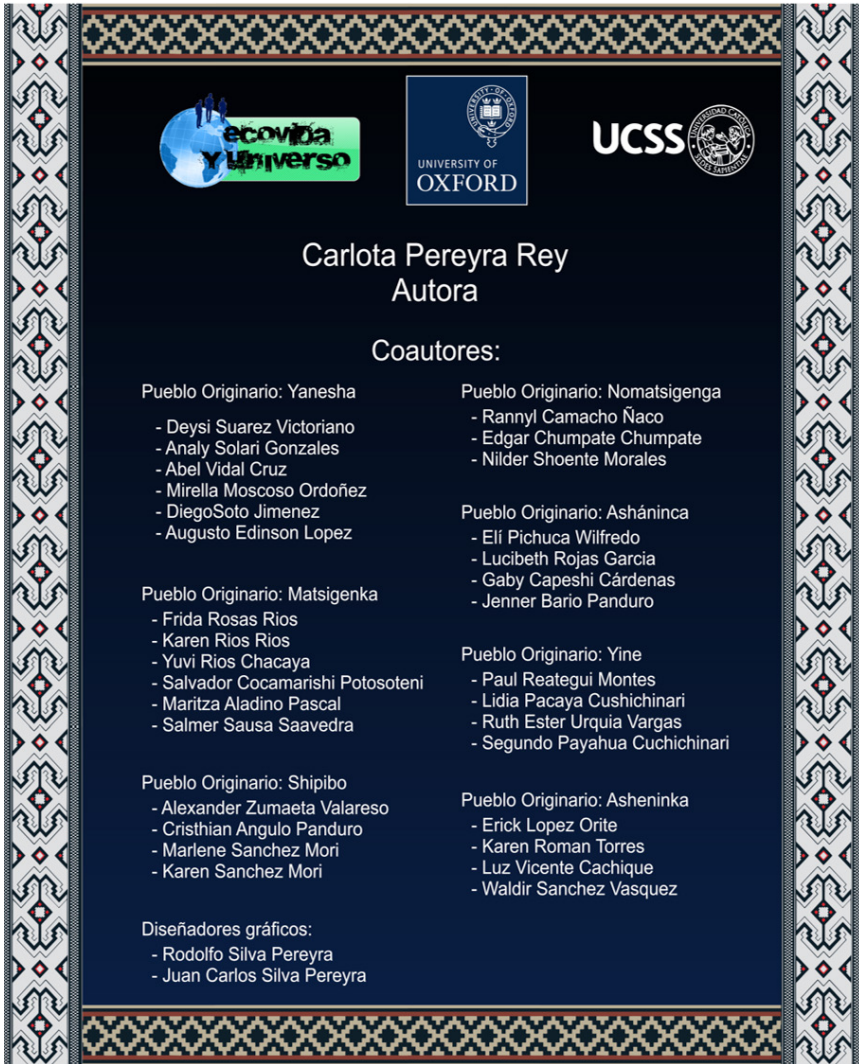


Figura 8. Créditos del Mapa de constelaciones de Nopoki.

5. Algunas reflexiones a modo de conclusión

En la época prehistórica donde mucho era cambiante para el hombre, una de las principales constantes debió ser la observación del cielo, principalmente del Sol y de la Luna, con la que el hombre descubriría que el tiempo y el clima estaban relacionados con la variación de las posiciones de estos astros. Asimismo, con el transcurrir del tiempo, al observar las estrellas, el hombre descubrió que la aparición de ciertas configuraciones estelares le permitía predecir algunos cambios estacionales, estas configuraciones debieron recibir nombres y convertirse en las constelaciones, a las que además se les asoció mitos, leyendas e historias.

Al buscar cuales fueron las constelaciones de los pueblos ancestrales del Perú, podemos hallar que estas son principalmente animales con los cuales el hombre compartía espacios en armonía; este hecho se repite para otros pueblos ancestrales del hemisferio sur, tales como los existentes en África o en Australia. De manera opuesta, las constelaciones más saltantes de los pueblos ancestrales del hemisferio norte son héroes, monstruos y algunos elementos asociados a las batallas. Sin negar que existieron guerras y expresiones de crueldad en todas las sociedades antiguas del mundo, la predilección por el respeto a la naturaleza del hombre del hemisferio sur, en contraposición con la mirada de privilegiar el valor, la capacidad de hacer la guerra y salir victorioso en el hombre del hemisferio norte, tuvo sin duda un desenlace inevitable en el momento en que estos dos mundos se encontraron.

En el caso del mapa de constelaciones de Nopoki los elementos más saltantes también son los animales, pero, aparecen dos elementos que podrían considerarse armas de guerra, el "arco y flecha" y el "machete", sin embargo, debemos precisar que actualmente el primero es utilizado para la caza con fines de alimentación, y el segundo es usado tanto para abrirse camino y desplazarse en el bosque, como para la actividad agrícola.

Para invitar a una mayor reflexión, acompaño una tabla con los conceptos elegidos por los estudiantes para elaborar el mapa de constelaciones de Nopoki. Agradezco a los profesores Didier Dennie López Francis y Juan Rubén Ruiz quienes me orientaron con algunos de los conceptos para elaborar la siguiente tabla que contiene los elementos que se han convertido en las constelaciones de Nopoki:

Español	Ashaninka	Yanesha	Shipibo	Yine	nomatstiguenga
pescado	shima	cac	Piti o yápa	shima	simá
taricaya	shimpiri	shemper	kataori	goknapalo	
mariposa	shabeta	chellpoeth	penpen	katato	ancaro
canoa	pitotsi	noñith	nónti	kanawa	ibito
morral	tsarato	oshakets	pisha	tsapa	iguiane
ave	pitaratsi	othexhno	nojaipo	kamejiru	ibita
rana	mushero	comom	tokoro	tolojru	cbopento
Arco/flecha	piampeni /chakopi	kanot / chopapets	kanoti /pia	Kashritwa/ kashri	piantsi /chocop
nutria	papari	shé	bonsin	yotlotlu	parari
naturaleza	inchafoaki	poetsathma		rixyawaka	óguiro
Espada Parari	jabiri	panmet	wino	kgistakakleru	sabiri
bufeo	koshoshiko	a'coshañ	poshoxka	yopkaje	simániró.
pez raya	tsibeta	shetom	ihuin	mama.lo	onóro.
serpiente	maanki	shechéph	machaco	qimnu	márangue
diseño piel-serpiente		yanetsoxhno	ken	kachkaigalu	
pájaro carpintero	shomakito	coshareto	boin	kokaskonru	congari
túnica	cushma	cushma	cushma	cushma	cushma
tinaja	chomo	patrro	chómo	gashgaji	chomó
montaña, cerro	ochempi	aspenet	manán	magka	oguitojá

Tabla 1. Elaboración propia

Otro aspecto importante a mencionar es la presencia de algunos elementos representativos de coincidencia entre los equipos, es decir, que fueron valorados de manera similar por distintos pueblos: estos elementos coincidentes fueron menos del 10% del total de elementos inicialmente seleccionados, lo que podría ser un indicador de diversidad importante a la hora de tomar decisiones en el sector educativo del Estado peruano, y sin duda para quienes estamos involucrados con el proyecto de "La vida en el universo", ya que ratifica la distinción de este centro de estudios superiores que alberga a estudiantes de diversas etnias, y que viene logrando no solo que se asimilen a una nueva cultura para desarrollarse profesionalmente, sino que a su vez pueden mantener sus propias tradiciones y valores culturales, convivir en respeto y armonía, y construir juntos un futuro común.

Por otro lado, al revisar los diccionarios de las distintas lenguas que participaron, se puede verificar que el vocabulario de las lenguas amazónicas es muy rico en conceptos sobre las especies animales y vegetales. Mientras en la ciudad podemos mencionar una especie de animal y luego mediante una o más frases acompañar una descripción del mismo; en la Amazonía, un nativo podrá con una sola palabra referirse a lo mismo. Este hecho denota el profundo conocimiento y valoración que tiene los nativos amazónicos de su territorio.

Finalmente, puedo destacar en Nopoki la importancia de la comunicación, los grados de libertad dentro de un espacio de horarios ordenados, la valoración de las capacidades de liderazgo y la articulación de distintas culturas que terminan por construir un futuro común a través de este espacio privilegiado

de formación de jóvenes profesionales, que además cultiva los valores espirituales y la religión.

Las posibilidades de contacto con otra civilización crecen cada día con el hallazgo de nuevos exoplanetas habitables cada día más cercanos. Es pertinente que la humanidad se prepare para un posible contacto, en ese sentido la experiencia en Nopoki se constituye en una oportunidad única de exploración ya que es una pequeña sociedad constituida por individuos de diferentes etnias, que comparten territorio y normas de convivencia, para asimilar juntos una nueva cultura y formación profesional que los lleva a compartir una visión de futuro.

Quiero aprovechar la oportunidad de agradecer a toda la organización del proyecto "La vida en el universo" por la magnífica experiencia compartida, en especial a su gestor el Dr. Paolo Musso.

EL CRISTIANISMO Y LA VIDA FUERA DE LA TIERRA*

*José Gabriel Funes***

Universidad Católica de Córdoba

jfunes@ucc.edu.ar



RESUMEN: Contar de forma completa todo el tema del cristianismo y la vida fuera de la Tierra sería demasiado largo. Lo que se hará en este ensayo será solo brindar un ejemplo concreto de investigación sobre el tema: el proyecto "OTHER" (Otros mundos, Tierra, Humanidad y Espacio Remoto). Su punto de partida es la convicción de que en la base de toda religión está nuestra

* El texto que se presenta es una transcripción de la presentación oral que ha sido aprobada por el autor.

** **José Gabriel Funes** es astrónomo, filósofo y teólogo. Desde 2006 hasta 2015 ha sido director de la Specola Vaticana, el observatorio astronómico del Vaticano, sirviendo bajo los papas Juan Pablo II, Benedicto XVI y Francisco. Actualmente es director del grupo de investigación "OTHER" sobre la vida en el universo en el marco de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Católica de Córdoba (Argentina). Es miembro de la Academia Pontificia de las Ciencias.

capacidad de comunicar simbólicamente, que está estrictamente relacionada a la inteligencia, así que también otras especies inteligentes podrían haber cultivado una predisposición religiosa. Luego, hemos intentado agregar a la famosa Ecuación de Drake el nuevo término S, que sería el "factor espiritual", tratando de establecer cuáles son sus características principales y como se podría establecer su presencia en una civilización.

PALABRAS CLAVE: Proyecto OTHER, SETI, Ecuación de Drake, comunicación simbólica, predisposición religiosa, civilizaciones extraterrestres, cristianismo, factor espiritual.

ABSTRACT: Giving a complete account for the whole issue of Christianity and life outside of Earth would be too long. What will be done in this essay will only providing a concrete example of research on this subject: the project "OTHER" (Other worlds, Earth, Humanity and Remote Space). Its starting point is the conviction that the base of any religion is our ability to communicate symbolically, which is strictly related to intelligence, so that other intelligent species could also have cultivated a religious predisposition. Then, we tried to add to the famous Drake Equation a new S term, which would be the "spiritual factor", trying to establish what its main characteristics are and how its presence in a civilization could be established.

KEYWORDS: Project OTHER, SETI, Drake Equation, symbolic communication, religious predisposition, extraterrestrial civilizations, Christianity, spiritual factor.

1. El proyecto “OTHER”

El tema del cristianismo y la vida extraterrestre es muy amplio y contarlo todo sería una historia muy larga. Lo que voy a presentar ahora es solo el trabajo de investigación de un grupo multidisciplinar que hemos comenzado en Córdoba. El grupo se llama “OTHER”, sigla que es igual a la palabra inglesa que significa “Otro” y va así por las palabras “Otros mundos, Tierra, Humanidad y Espacio Remoto”.¹ El objetivo de este grupo es proveer ideas nuevas para responder a una pregunta muy antigua: ¿estamos solos en el universo? Es una pregunta que ya se hacían los griegos desde hace mucho tiempo. En especial, el nombre del grupo refleja también que nuestro interés es tratar la alteridad (hemos visto otras culturas en las presentaciones anteriores) y la diversidad.

¹ Los miembros del grupo son Cecilia Ames (Centro de Investigación en Cultura y Sociedad, CIECS, UNCS y CONICET); Gabriel Bernardello (Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC, CONICET); Martín de los Ríos (estudiante de doctorado, Observatorio Astronómico, UNC, IATE, CONICET-UNC); Gustavo Giovanola (técnico, Observatorio Astronómico, UNC); Marcelo Lares (Observatorio Astronómico, UNC, IATE, CONICET-UNC); Miguel Martiarena (Facultad de Arquitectura, UCC); César Murúa, ICDA (Escuela de Negocios), UCC; Omar Silvestro (técnico, Observatorio Astronómico, UNC).

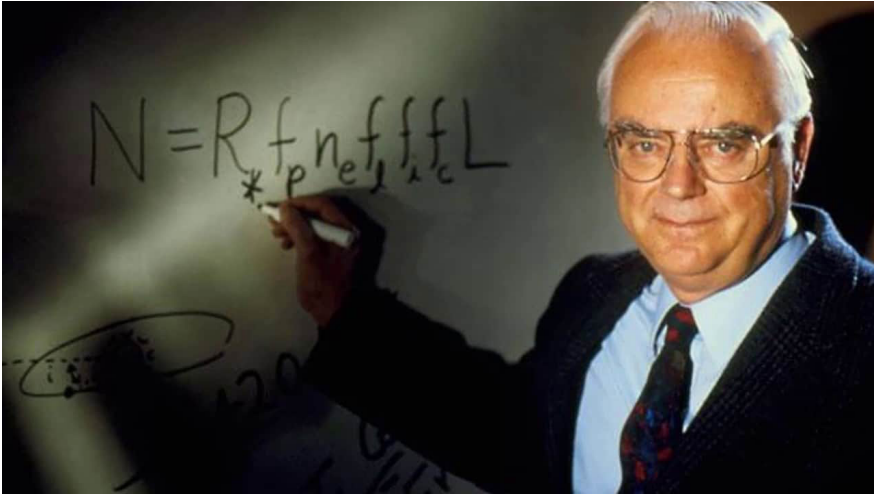


Figura 1. La Ecuación de Drake.

Como han escuchado esta mañana, el doctor Claudio Maccone ya presentó la ecuación de Drake ($N = R^* f_p n_e f_l f_i f_c L$), por lo tanto no voy a repetir. Simplemente quisiera señalar que en ella hay factores biológicos y sociales. Nuestra atención se focaliza en los dos últimos factores. Señalaré que, de lo que puedo entender de este tema, que es inmenso, el punto más difícil es establecer si la vida sobre la Tierra es el único caso de vida en el universo o no, es decir, si la Tierra es un caso raro (hay algunos autores que proponen eso) o si la vida es un imperativo cósmico: esto por el momento no lo sabemos.

De todos modos, una cosa a tener en cuenta es que, hasta la fecha, la vida terrestre es el único caso que tenemos en el universo conocido. El único dato que tenemos sobre el aspecto biológico del origen de la vida es la vida sobre la Tierra. Entonces, es importante entender el origen y la habitabilidad a través del tiempo.

2. Comunicación simbólica y predisposición religiosa

Otro aspecto que me interesa señalar es la relación que hay entre la inteligencia humana y la predisposición religiosa. Esto es el resultado de conversaciones que tuve con el profesor Terrence Deacon, antropólogo y neurocientífico de la Universidad de Berkeley, y de la lectura de un escrito suyo, *¿Qué cosa hace diferente el cerebro humano?* (1997). Por lo que yo he entendido, nuestra especie, el *Homo sapiens*, sería una especie simbólica, porque el cerebro humano está estructurado de modo tal que somos los únicos que podemos comunicar simbólicamente. También hay un trabajo del mismo Deacon junto con Tyrone Cashman, *El rol de la capacidad simbólica en el origen de la religión* (2009), en el cual los dos sostienen que nuestra conciencia religiosa o trascendental se hace posible por nuestro modo de pensar simbólico. Entonces, si esto es así, significa que hay una predisposición religiosa universal. Por esa razón, yo diría que los ET, los extraterrestres, si existieran, podrían haber desarrollado esta capacidad, esta habilidad de comunicar simbólicamente y podrían haber cultivado también una predisposición religiosa.

3. El factor L: esperanza de vida de las civilizaciones y trans-post-humanismo

Asimismo, quiero señalar que en la Ecuación de Drake hay un factor L que tiene que ver con la durabilidad, es decir, con cuánto dura una civilización. Está ahí presente nuestro futuro. Nuestra

civilización es, de nuevo, el único caso que tenemos (quiero decir la civilización en cuanto humana, porque hay distintas civilizaciones: griega, romana, occidental, musulmana, etc.). Pero, de algún modo, la durabilidad de la civilización tiene que ver con nuestro futuro.

También está relacionada con el tema del transhumanismo y del posthumanismo. Esto tiene que ver con la duración de la vida humana a través de la investigación de las células germinales, el tema de la súper inteligencia y del *uploading brain* (o sea, la supuesta posibilidad de transferir la mente de un ser humano en una computadora) y, también, planteamos si todo esto puede o no cambiar nuestra naturaleza. Pero no voy a tratar esto, simplemente me interesa señalar que estos temas que se refieren a nosotros, a quiénes somos, cuál es nuestro futuro, de algún modo, cuando buscamos a los extraterrestres los proyectamos en ellos.

4. La próxima revolución copernicana

Ahora bien, para Sara Seager, astrónoma y experta mundial en exoplanetas, la próxima revolución copernicana va a ser cuando descubramos la vida fuera de la Tierra. Nathalie Cabrol, una francesa bióloga que es directora del Carl Sagan Institute en el SETI Institute, dice que para encontrar ET tenemos que expandir nuestra mente más allá de nuestra mentalidad que está centrada en la Tierra y revalorizar conceptos que nosotros tenemos por dados y que, por tanto, muchas veces no sentimos la necesidad de explicitar. Para lograrlo, en su opinión, tenemos que volvernos

aliens nosotros mismos y entender los distintos modos en los que ellos se podrían manifestar y los ambientes en los cuales podrían comunicar su existencia.

Todo esto tiene que ver con un artículo escrito por ella que habla de la emergencia de la inteligencia. Con respecto a este tema, como Nathalie Cabrol me explicaba, el SETI está en un momento en el que quiere ampliar los criterios de búsqueda, porque no han dado resultados en los más de 50 años que el SETI tiene, y para eso han llamado a la comunidad a enviar propuestas, propuestas breves que denominan *white papers*. Y nosotros, con nuestro grupo, presentamos un *white paper*, que es lo que les voy a presentar ahora a ustedes también.



Figura 2. El SETI Institute de Mountain View (California).

5. La búsqueda espiritual en la investigación SETI

Básicamente, nos preguntamos por lo siguiente. Sabemos que vivimos en un universo que es *bio-friendly*, es decir, que es amigable a la vida, porque, de hecho, existimos: ¿podría ser que este universo, que es amigable a la vida, sea también amigable al espíritu? Entonces, nuestra propuesta consiste en incorporar de algún modo la cuestión espiritual en este nuevo enfoque que se le quiere dar al SETI. Pensamos introducir, entre los factores de la ecuación Drake, el factor espiritual.

Para hacer esto hay que tener en cuenta ser un poco precavidos, porque habría que hacer la distinción (que no voy a hacer aquí, debido a que es compleja) entre lo que es un ser inteligente y un ser espiritual y considerar distintos tipos de racionalidad: no es lo mismo el método científico de las ciencias naturales, que el método filosófico y el método teológico. Son distintos modos de pensar, distintos modos de enfocar un problema, y tenemos que ser conscientes de que cada disciplina aporta a esta diversidad. Luego, hay que tener en cuenta que hay distintos tipos de inteligencia y que la evolución es tanto cósmica como biológica y social.

Sin embargo, el problema consistía en diseñar un experimento para decir, más o menos, dónde hay espiritualidad, que era lo que me pedían. No podemos inventar un termómetro para decir: "Esta criatura mide tanto de espiritualidad". Es así que el riesgo de todo este enfoque puede ser el de matematizar la cuestión, de reducir todo a números. No podemos reducir todo a la perspectiva de la racionalidad científica, hay un aspecto

filosófico, antropológico y social; es complejo. Entonces, nos enfrentamos con el problema de decir qué es espiritual. Por ello, preferimos, más que dar una definición de lo que es espiritual, indicar algunas características de lo que sería un ser espiritual, lo que incluye también la inteligencia:

- Comunicación simbólica.
 - Capacidad de comprender el universo en categorías científicas.
 - Habilidad para inventar tecnología y hacer un uso racional de los recursos naturales.
- Habilidad para formar estructuras sociales a distintas escalas que van desde clanes, tribus, aldeas, ciudades, estados hasta una organización global (en esto está cómo emerge una sociedad).
- Conciencia del pasado, del presente y del futuro con preocupación para las futuras generaciones (según lo que me decía Deacon, esto nos hace diferentes a los animales).
 - Culto a los muertos, la reverencia por los ancestros.
- Habilidad para creer, crear y ser convencido por un mito (un mito del que habría que hablar no en sentido negativo).
 - Deseo de explorar.
- Capacidad de hacer las preguntas del por qué (es decir, básicamente, la capacidad para hacer filosofía).
 - Haber desarrollado un sentido moral.

- Capacidad de desarrollar una relación personal con lo sagrado y un sentido de pertenencia a una comunidad religiosa espiritual que podría ir más allá de nuestra identidad nacional o cultural (los que somos miembros de una religión, por ejemplo el cristianismo, somos cristianos más allá de nuestra pertenencia nacional y de nuestras culturas: es algo transversal, o sea, hay una identidad que es más grande que nuestra identidad local, que nuestra identidad nacional).

6. El factor espiritual (factor S) en la ecuación de Drake

A su vez, uno de los astrónomos del grupo propuso este modo de clasificar las civilizaciones: S+, S-, S-free. En este sentido, buscamos la forma de señalar las características de algunos tipos de civilizaciones desde este punto de vista del factor espiritual que señalamos antes:

- S+ o civilización espiritualmente desarrollada: (a) el respeto por otras civilizaciones que emergen, la apertura a otras ideas y organizaciones, el deseo de compartir una visión cósmica y espiritual; (b) la obtención de un cierto grado de civilización que requiere integración de los grupos y de sus diferencias, manteniendo la diversidad, que alcance acuerdos globales, planetarios en ese sentido. Esta

característica implica un respeto por los derechos individuales, lo que nosotros hoy conocemos como derechos humanos o universales, respeto por los derechos de la minoría y ser cuidadosos con los recursos naturales del planeta, por ejemplo. Una civilización espiritualmente desarrollada también podría tener este deseo de buscar a otras civilizaciones para profundizar su comprensión espiritual y comunicar esa experiencia de lo sagrado y esa cosmovisión espiritual religiosa.

- S- o civilización no desarrollada espiritualmente: (a) la búsqueda de la sobrevivencia a cualquier costo, aun cuando eso signifique conquistar y esclavizar a otras especies; (b) lo opuesto al respeto por las libertades individuales y culturales de los grupos, eso significaría someter a otros pueblos en forma de una dictadura; (c) el desarrollo de un ego absoluto en oposición al altruismo y el chauvinismo en oposición a la apertura hacia la diversidad que determina sistemas de significado y valores. Estas características podrían derivar del miedo a la alteridad, que podría también llevar a fundamentalismos religiosos.
- S-free o civilización independiente de la espiritualidad: (a) la ciencia y la comunicación se verían como el estadio más elevado de la evolución cultural, lo que podría permitir a esas sociedades o a esas civilizaciones superar la crisis de su sobrevivencia y asegurar un futuro feliz y agradable; (b) la ciencia en este tipo de civilización sería la única racionalidad

que daría acceso a una correcta interpretación de la realidad.

7. Trabajo a futuro

Algunas cuestiones que quedan en desarrollo para el futuro serían las siguientes:

- Tenemos que encontrar un modo para cuantificar los tres tipos de civilización y cómo parametrizar este factor S de acuerdo con las características espirituales explicadas antes (características que no son completas y pueden ser ciertamente modificadas).
- Proponemos también crear un modelo humano de las categorías S^+ , S^- , S -free, que tendrían que ser validados en la historia de la humanidad, en distintas civilizaciones, para ver si estas ideas funcionan o no.
- Vamos a considerar algunas hipótesis en un proceso estocástico, aleatorio, para considerar diferentes civilizaciones alienígenas y su impacto en la vecindad galáctica.

8. Conclusiones

Termino diciendo que el proyecto tiene distintas patas, estamos todos iniciando. Una pata del proyecto es la investigación, lo que

más o menos les he presentado. Pensamos, también, realizar encuestas en Córdoba, que es una ciudad universitaria. De algún modo, la educación universitaria hace como un filtro: nos ayuda, nos da algunas categorías para entender inquietudes, algunas cuestiones de la vida. Entonces, pensamos hacer estas encuestas con estudiantes universitarios que empiezan la carrera universitaria, en carreras científicas y en carreras humanistas, al comienzo y al final de la carrera universitaria para ver si hay alguna modificación o no en la comprensión de estos temas. A su vez, se comparará entre Universidad Nacional y Universidad Católica, a fin de ver si hay alguna diferencia. También nos interesa ver cómo la espiritualidad o la religión puede influir o no en este deseo de búsqueda de seres extraterrestres inteligentes y de saber si somos los únicos o no en el universo. Otro aspecto es desarrollar una página web, que todavía no tenemos. Finalmente, tratamos de ampliar la participación en el proyecto, o sea, organizar este tipo de laboratorio multidisciplinar en las escuelas secundarias a nivel de los maestros y a nivel de los alumnos.

Referencias

- Deacon, T. W. (1997). What makes the human brain different? *Annual Review of Anthropology*, 26, 337-357.
- Deacon, T. W., & Casshman, T. (2009). The role of symbolic capacity in the origins of religion. *Journal for the Study of Religion, Nature and Culture*, 3(4), 1-28.

LA COMUNICACIÓN CON OTRAS CIVILIZACIONES COMO EXPERIMENTO MENTAL

*Mariano Asla**

Universidad Austral de Buenos Aires

masla@austral.edu.ar



RESUMEN: El antropomorfismo, o sesgo humano, es al mismo tiempo condición de posibilidad y riesgo permanente para nuestro conocimiento. Al tratarse de un problema inevitable, cualquier intento por minimizarlo resulta valioso. En ese sentido, la inteligencia extraterrestre, tomada como experimento mental, puede constituir un interesante aporte suscitando análisis que puedan conducir a discriminar en nuestra naturaleza racional lo

* **Mariano Asla** es doctor en Filosofía por la Universidad de Navarra, profesor asociado de Ética y Antropología Filosófica en la Universidad Austral de Buenos Aires (Argentina) y vocal del Comité de Ética de la Academia Nacional de Medicina Argentina. Sus actuales áreas de interés tienen que ver con la relación de naturaleza y cultura en el debate sobre el transhumanismo, y con la cuestión del antropomorfismo como condición de posibilidad y riesgo dentro del programa SETI.

que es potencialmente universal de aquello que se desprende de contingencias biológicas, psicológicas o culturales.

PALABRAS CLAVE: Antropomorfismo, inteligencia extraterrestre, universales humanos, naturaleza, cultura, biología, razón.

ABSTRACT: Anthropomorphism, or human bias, is at the same time condition of possibility and permanent risk for our knowledge. Being an inevitable problem, any attempt to minimize it is valuable. In that sense, extraterrestrial intelligence, taken as a mental experiment, can constitute an interesting contribution, provoking analysis which can lead to discriminate in our rational nature what is potentially universal from what emerges from biological, psychological or cultural contingencies.

KEYWORDS: Anthropomorphism, extraterrestrial intelligence, human universals, nature, culture, biology, reason.

1. Introducción

Basta con echar un vistazo al mundo contemporáneo para darse cuenta de que la filosofía no es la forma de conocimiento más reconocida. Esto se debe en parte a la dificultad de tener que competir con los logros espectacularmente prácticos de la ciencia y la tecnología, pero también a un sinnúmero de vicios propios del filósofo académico. El vicio del lenguaje encriptado, el de la discusión fingida y ficticia y el de la falta de profundidad y relevancia, por mencionar solo tres que me vienen a la mente. En este contexto, la figura del filósofo, en el mejor de los casos

cómica, parece condenada a debatirse entre la presentación de doctrinas abstrusas o la reiteración de obviedades. Destino nada envidiable: oscilar entre la perogrullada y el absurdo. Sin embargo, quizás una de las maneras de superar esa triste disyuntiva sea intentar abordajes teóricos nuevos para las cuestiones inevitables, acometer la tarea de clarificar un poco y nunca en forma definitiva los problemas reales y constitutivos de nuestra forma de vivir, de pensar o de relacionarnos. El antropomorfismo es, a mi juicio, uno de estos problemas esenciales que la filosofía por vocación no debería eludir.

Entiendo al antropomorfismo en un sentido amplio, como el sesgo humano, la consciente o inconsciente relación que guarda todo lo que conocemos con nuestra propia naturaleza subjetiva. Definido en estos términos, se advierte que el antropomorfismo es una limitación inherente a nuestro modo de conocimiento pero al mismo tiempo su condición de posibilidad. Así, en nada de lo que conocemos podemos no estar implicados, al menos de tres formas distintas. En el nivel más fundamental, no podría concebirse una relación epistémica sin que se involucre un punto de vista subjetivo. Por más pretensiones de objetividad que abracemos, no es posible, como bien señala Nagel, "una mirada desde ningún lado" (1989). Pero también el contenido de nuestro conocimiento se ve condicionado por capacidades de percibir, entender e interpretar que dependen a su vez de múltiples factores subjetivos, de orden cognitivo, afectivo e histórico-cultural. No hace falta sostener ningún compromiso teórico con el constructivismo, para afirmar como la tradición tomista que "cualquier cosa que es recibida [por un sujeto], es recibida según el modo del que la recibe" (S. Th 1a, q. 75, a. 5; 3a, q. 5). Por último,

el antropomorfismo resulta particularmente relevante cuando lo que está en juego es el conocimiento de otro tipo de subjetividad, ya que en este caso la huella de lo que somos se manifiesta de un modo más evidente. Aquí, el antropomorfismo añade a su carácter de condición de posibilidad el matiz del riesgo, ya que puede ejercer un efecto distorsionante, inclinándonos a interpretar de un modo demasiado humano la realidad, con efectos particularmente graves en los ámbitos de la etología, de la teología y de la inteligencia artificial.

En este contexto, la ficción y, más concretamente, la ficción acerca de la inteligencia extraterrestre puede constituir un interesante recurso para el análisis filosófico, puesto que nos fuerza a intentar discernir los elementos potencialmente universales inherentes a nuestra forma particular de instanciar la racionalidad. Así, tanto la creación de una buena ficción como su consideración crítica nos invitan a trascender el provincialismo terrestre, esa "prisión epistémica", en expresión de Holmes Rolston III (2013, p. 211), en la que estamos encerrados. Trascender esa frontera equivaldría a ponerle un coto razonable al antropomorfismo como riesgo.

2. Un poco de historia

El interés de los hombres por el cielo no es precisamente un invento contemporáneo. Desde que hay registro histórico, los astros han ejercido sobre los hombres un efecto fascinante, avivando la imaginación y la fantasía pero suscitando también hondos cuestionamientos racionales: ¿De qué están hechos?

¿Cuán lejos se encuentran? ¿Comparten nuestra condición corruptible y finita o participan más bien de la naturaleza de los dioses? ¿Están habitados por seres inteligentes como nuestro planeta o son el escenario de una soledad sin nombre? Este último interrogante, que es el que aquí interesa, ha sido objeto de largas discusiones en Occidente. Estas disputas involucraban por supuesto el conocimiento físico y astronómico de cada época pero mostraban también importantes implicancias en el ámbito de la filosofía y de la teología (Dick, 1982; Crowe, 1986).



Figura 1. Steven Dick.

En nuestros días, a pesar de que el clima cultural no pocas veces sigue el compás de una mentalidad racionalista, la vigencia del interés filosófico y teológico por la ETI no ha mermado sino que se ha acrecentado, dando lugar a una profusa bibliografía y

a un interesante debate de ideas en el ámbito académico (Dick, 2001; Musso, 2009; Dunér y col., 2013; Vakoch, 2014; Losch and Krebs, 2015; Losch, 2016; Mix, 2017). Pero a diferencia de otros tiempos, la cuestión de la ETI ha logrado traspasar las fronteras de lo teórico para incorporarse a la agenda científica como una búsqueda práctica. Así, la investigación empírica de la posibilidad de vida extraterrestre se concretó dando origen a una nueva disciplina, la astrobiología, y la búsqueda de señales de vida inteligente se viene desarrollando activamente desde hace años con programas como el SETI (*Search for Extra-Terrestrial Intelligence*) (Dick, 1993; Tarter, 2001). Pero, más allá de la cuestión de si este tipo de empresas compensa los costos, cuestión que tratado en otro contexto (Asla, 2016), mi interés filosófico se concentra aquí en la ETI como experimento mental.

3. La ETI de la fantasía al análisis filosófico

Por el momento, la existencia de la ETI es solo una posibilidad y lo cierto es que no contamos con suficiente evidencia empírica para pronunciarnos categóricamente en un sentido o en otro (Kukla, 2010, pp. 25-43). Por ello, toda especulación acerca de la naturaleza de la ETI se asemeja mucho a un juego de la fantasía, a una ficción. Sin embargo, ni siquiera en ese tipo de juego todo está permitido. No toda ficción es una buena ficción. Una ficción lograda y atractiva debe explorar esa zona difícil entre lo increíble y lo esperable, debe sorprender con lo nuevo, distinto y ajeno, pero al mismo tiempo debe permitir al espectador entender y comprometerse con la trama y sus personajes, lo cual supone la

presencia de elementos familiares. A juicio de Jorge Luis Borges, ese equilibrio obliga al autor a evitar una "libertad irresponsable", una imaginación desbocada y alejada de lo real, pero sin caer tampoco en un afán de verosimilitud que termine entorpeciendo el relato (1955).



Figura 2. Jorge Luis Borges.

Con todo, esta recomendación, que puede ser muy útil en el ámbito retórico, no debe inclinarnos a confundir dos nociones relacionadas pero no idénticas, como son la verdad y la verosimilitud. Hay verdades que cuesta trabajo entender y creer, así como también hay errores y mentiras que parecen no perder

nunca su encanto. Hay formas físicas que nuestra imaginación no se puede representar como la famosa botella de Klein (Parthemore, 2013, p. 73) y hay productos de la imaginación que difícilmente lleguen alguna vez a ver la luz del día. En definitiva, no sería lógico colapsar lo inimaginable con lo inconcebible. Lo inimaginable responde a los límites de una potencia cognitiva sensible, que no puede despegarse totalmente de la materia y de lo espacio-temporal. Es el límite de la imaginación frente a los atributos del Dios trascendente, por ejemplo. Lo inconcebible, por el contrario, se da en el orden ontológico como la contradicción que sencillamente no puede ser. Por eso, cuando Kant especuló sobre la naturaleza de la ETI (y lo hizo en varias de sus obras: véase, Clark 2001; Szendy 2013) anticipó la misma preocupación que Borges, admitiendo con claridad que la mayor dificultad del tema radicaba precisamente en distinguir el límite entre lo verosímil (razonable) y lo arbitrario (Kant, [1755] 1946, p. 179).



Figura 3. Immanuel Kant.

Por otra parte, pensar a ese otro, alejado de nuestro ambiente y de nuestra historia evolutiva y cultural no implica nunca una creación *ex nihilo*, sino una proyección consciente o inconsciente realizada a partir de lo que somos. Pero esa proyección no es totalmente arbitraria. Puede ser razonable, si se realiza a partir de lo que en nuestra naturaleza hay de potencialmente universal (Janovic, 2014, p. 176) o puede ser una proyección aventurada si nuestra atribución se basa en aspectos circunstanciales y contingentes. Para poner un ejemplo sencillo, es razonable postular que criaturas inteligentes y sociables cuenten con alguna forma de lenguaje, pero quizás no lo es suponer que su comunicación se base en la emisión de sonidos. De igual modo, es razonable suponer que cuenten con algún sistema

sensorial y que, aunque este no sea equivalente al nuestro, sirva de base para una potencia cognitiva capaz de lograr un nivel suficiente de abstracción. Una vez más, todo el asunto puede contribuir a depurar la tendencia antropomórfica a la que estamos naturalmente inclinados (Ruse, 2005, p. 212; Antonites, 2013, p. 71; Parthemore, 2013). Por esta razón, como señala con agudeza el científico Alfred Kracher, toda la especulación acerca de la naturaleza de la ETI bien puede interpretarse "como una metáfora para la autorreflexión humana" (2006, p. 329).

La contracara de esta moneda es que, así como solo desde lo que somos podemos concebir al otro, el conocimiento del otro puede ayudar a profundizar en nuestro autoconocimiento. En situaciones ideales, el reconocimiento del carácter específico de algunos seres implica comprenderlos como pertenecientes a un género junto con otras especies. La definición más ajustada es por eso la que recoge de entre lo común lo propio y específico, y a partir de allí establece distinciones. El hombre es el racional, dentro del género de los animales, como el triángulo es, dentro de los polígonos, aquel cuya suma de ángulos internos equivale a dos rectos. Apoyándose en este punto, Kant llegó a afirmar no solo que el conocimiento de otra especie inteligente redundaría en una mejor comprensión del hombre, sino que, de no mediar ese conocimiento, nuestra autocomprensión nunca estaría completa ([1798] 2006, p. 225). La tesis de Kant es, en este punto, una tesis fuerte.

En esta misma línea, ya en nuestros días, el filósofo sueco Joel Parthemore señala que un encuentro semejante de seres inteligentes no podría sino conducir a un enriquecimiento epistémico mutuo.

Los aliens —sean estos los pequeños hombrecitos verdes del Nuevo Marte o los monstruos de ojos saltones de Alfa Centauro— presumiblemente no serán más capaces de explicar su propia consciencia de lo que (por lo menos hasta el día de hoy) nosotros hemos sido capaces de explicar la nuestra. En este punto, podemos esperar razonablemente ayudarlos, como ellos a nosotros, precisamente a causa de aquellas peculiaridades en las que inevitablemente seremos distintos unos de otros. Porque, desde la distancia objetiva que nos confieren nuestras desemejanzas, nosotros podríamos aportarles ideas sobre su naturaleza como ellos podrían aportarnos información sobre la nuestra, que ni ellos ni nosotros podríamos alcanzar por nosotros mismos (Parthemore, 2013, p. 86).

Ahora bien, a mi juicio, tanto la tesis de Kant como la de Parthemore requieren de un supuesto teórico que históricamente estuvo emparentado con el realismo filosófico. Este supuesto implica la conmensurabilidad de las inteligencias o, lo que es equivalente, el reconocimiento de aspectos comunes tanto en el orden del ser como del conocimiento. Entre esos aspectos intelectuales y de conducta se han propuesto: la causalidad (Ruse, 2005, p. 223), la lógica (Antonites, 2014, p. 85), las matemáticas (Sagan, 1983, pp. 217-218; Freudenthal, 1985; Musso, 2011, pp. 490-492), la ciencia (Lamb, 2001, p. 48), las inquietudes metafísicas (Musso, 2009, p. 212), la sociabilidad (Raybeck, 2014, p. 56), el altruismo (Barkow, 2014, pp. 40-41; Lupisella, 2014, p. 103; Vakoch, 2014), la empatía (Janović, 2014, p. 178), etc. Sin este tipo de supuestos, el encuentro mismo con una ETI estaría vedado,

toda vez que, independientemente del número de interacciones, no sería posible en absoluto reconocer a otro ser como racional. Es más, si se extrema esta posición agnóstica, se podría incluso suponer que el universo actual se encuentra repleto de signos de inteligencia que no somos capaces de reconocer y descifrar. Una especie de hipertrofia de la falacia *ad ignorantiam*.



Figura 4. Douglas Vakoch.

Por supuesto, postular una cierta universalidad de la razón no implica necesariamente que el reconocimiento de dicha racionalidad en el otro y la comunicación efectiva sean cuestiones sencillas de resolver (Kukla, 2010, pp. 42-46). Ni siquiera asegura que sean fácticamente posibles. Bien podría suceder que nuestra tecnología no resulte suficiente para encontrar un canal sensorial común para la emisión y recepción de mensajes o que su idioma involucre una gramática que exceda los límites de

nuestra memoria operativa o, simplemente, que no nos alcance el tiempo de interrelación para lograr una traducción coherente. Mi tesis es más débil, solo afirma que en condiciones ideales el entendimiento mutuo entre seres inteligentes no sería, en principio, imposible.

Está claro también que una comunicación efectiva con una ETI nos colocaría frente a una situación sin precedentes, cuyos efectos sobre nuestra forma de entender el mundo son difíciles de prever. La ETI como experimento mental, por el contrario, no puede proporcionar información nueva en un sentido absoluto, porque lo imaginado nunca es algo del todo ajeno al sujeto que imagina ni, por lo tanto, del todo desconocido. Sin embargo, su mayor valor epistémico radica en que puede permitirnos lograr perspectivas nuevas sobre nosotros mismos. El niño que juega con amigos invisibles no crea clones de sí mismo, sino otros niños con los que se parece en algunos aspectos y no en otros. De alguna manera, irreflexivamente, ha tenido que discernir qué puede ser común y qué no lo es necesariamente. Asimismo, cuando aprende a preguntarse qué le diría su mamá si lo estuviera mirando no recibe una información nueva sobre sí mismo, en el sentido de información que no estuviera ya a su alcance, sino que aprende a objetivarse a sí mismo haciéndose capaz de descubrirla. De un modo análogo, la ficción de la ETI puede cumplir esta función facilitadora de la autoobjetivación, no solo en el proceso de intentar imaginarnos cómo podrían ser estas criaturas de otros planetas, sino también y quizás sobre todo al preguntarnos cómo nos verían si nos pudieran ver.

Esta vía epistémica de ida y vuelta desde lo humano hasta la ETI se manifiesta a mi juicio con particular claridad en

la colaboración efectiva que dentro del programa SETI se da entre científicos provenientes de la astronomía y la biología con antropólogos, historiadores, arqueólogos, artistas y filósofos. Esta colaboración se fundamenta en que la búsqueda de señales de vida inteligente requiere evidentemente muchos aspectos técnicos vinculados por ejemplo al electromagnetismo, pero también implica la posibilidad de reconocer a los signos como signos. En este punto, no es posible prescindir de lo que sabemos de la única inteligencia y los únicos lenguajes a los que tenemos acceso (los nuestros), y de la experiencia obtenida a lo largo de la historia con la interpretación de vestigios de civilizaciones perecidas. El programa SETI, si quiere tener probabilidades de éxito, necesita ser un ejemplo de diálogo fructífero entre las ciencias naturales, las ciencias sociales y la filosofía. Un diálogo fructífero a pesar "de" o, quizás mejor, basado "en" sus diferencias metodológicas. Un diálogo que en última instancia redundará, como bien señala Kathryn Denning, en una mejor comprensión de nosotros mismos:

Incluso si nunca sucede en el SETI la detección de un evento, esta investigación todavía nos beneficiaría potenciando nuestro conocimiento de cómo nos representamos a nosotros mismos y cómo medimos los límites de nuestro conocimiento. Este es, posiblemente, el propósito último al abstraer principios sobre el lenguaje, sobre la simbolización y la interpretabilidad; sobre las civilizaciones y lo que las hace desarrollarse de la forma en que lo hacen; y sobre la evolución de la tecnología. (Denning, 2014, p. 98)

Finalmente, se hace evidente que toda la cuestión de la ETI está relacionada con la discusión en torno a los denominados "universales humanos". Con este nombre se denomina a una serie de características que, según el registro histórico, se muestran comunes a todas las culturas y que afloran bajo las perspectivas de la antropología cultural (Kluckhohn, 1953; Fox, 1971; Brown, 1991; Antweiler, 2016), de la psicología (Norenzayan & Hein, 2005) y de la filosofía (Musso, 2011, 2012; Asla, 2016b). Para aquellos que niegan la existencia o la relevancia de estos universales humanos, la tesis de la conmensurabilidad de las inteligencias que el reconocimiento de una ETI exige no sería más que una ingenua ilusión.

4. Conclusión

La ETI ha sido a lo largo de la historia inspiración para la fantasía, materia de discusión para los abordajes sapienciales y hoy, además, objeto de una búsqueda científica concreta. En mi trabajo he querido simplemente subrayar su valor heurístico en el ámbito de la filosofía. En concreto, he argumentado sobre su utilidad como experimento mental, como un instrumento idóneo para intentar discernir en nuestra propia naturaleza racional aquello que es potencialmente universal de lo que es producto de una mera contingencia biológica y cultural. Así entendida, la fantasía suscita interesantes preguntas y análisis que resultan de alta relevancia en los ámbitos de la antropología, la epistemología y la moral.

Referencias

- Antonites, A. (2013). The meaning and challenge of the quest for extraterrestrials. *Studia Historiae Ecclesasticae*, 39, 71-91.
- Antweiler, C. (2016). *Our Common Denominator: Human Universals Revisited*. New York - Oxford, Estados Unidos - Reino Unido: Berghahn.
- Asla, M. (2016a). Cómo naturalizar la ética sin desnaturalizar lo moral: rol de las ciencias particulares en el debate sobre los universales éticos. En Carbonell C., & Flamarique L. (eds.), *De simios, cyborgs y dioses. La naturalización del hombre a debate*. Madrid, España: Biblioteca Nueva.
- Asla, M. (2016b). Xenophilosophy and the knowledge of ourselves. *Science, Religion and Culture*, 3(2), 96-109.
- Borges, J. L. (1955). Introducción a Bradbury, R. En *Crónicas Marcianas*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Minotauro.
- Brown, D. (1991). *Human Universals*. New York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Clark, D. (2001). Kant's Aliens: The Anthropology and Its Others. *CR: The New Centennial Review*, 1(2), 201-289.
- Crowe, M. (1986). *The extraterrestrial life debate 1750-1900: The idea of a plurality of world from Kant to Lowell*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Denning, K. (2014). Learning to Read Interstellar Message Decipherment from Archaeological and Anthropological Perspectives. En Vakoch, D. (ed.), *Archaeology, anthropology, and interstellar communication*. Washington D.C., Estados Unidos: NASA.
- Dick, S. (1982). *Plurality of worlds: The origins of extraterrestrial life debate from Democritus to Kant*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Dick, S. (1993). The Search for Extraterrestrial Intelligence and the NASA High-Resolution Microwave Survey (HRMS): Historical Perspectives. *Space Science Reviews*, 64, 93-139.

- Dick, S. (2001). *Life on other worlds: the 20th-century extraterrestrial life debate*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Dunér, D., Parthemore, J., Persson, E., Holmberg, G. (2013). *The History and Philosophy of Astrobiology: Perspectives of the Extraterrestrial Life and the Human Mind*. Newcastle Upon Tyne, Reino Unido: Cambridge Scholars Publishing.
- Fox, R. (1971). The cultural animal. En Eisenberg, J. & Dillon, W. (eds.), *Man and Beast: Comparative Social Behavior*. Washington D. C., Estados Unidos: Smithsonian Institution Press.
- Janović T. (2013). Other Minds, Empathy, and Interstellar Communication. En Vakoch, D. (ed.), *Extraterrestrial altruism – Evolution and Ethics in the cosmos* (pp. 169-190). Mountain View, Estados Unidos: Springer.
- Kant, I. (1946). *Historia Natural y Teoría General del Cielo: Ensayo sobre la Constitución y el Origen Mecánico del universo, Tratado de acuerdo a los Principios de Newton*. Buenos Aires, Argentina: Lautaro.
- Kant, I. (2006). *Anthropology from a Pragmatic Point of View*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Kluckhohn, C. (1953). Universal categories of culture. En *Anthropology Today: An Encyclopedic Inventory* (pp. 507-523). Chicago, Estados Unidos: University of Chicago Press.
- Kracher, A. (2006). Meta-humans and Metanoia: The moral dimension of extraterrestrials. *Zygon*, 41(2), 329-346.
- Kukla, A. (2010). *Extraterrestrials: A Philosophical Perspective*. Maryland, Estados Unidos: Lexington Books.
- Losch, A. (2016). Astrotheology: On exoplanets, Christian concerns, and human hopes. *Zygon*, 51(2), 405-413.
- Losch, A., & Krebs, A. (2015). Implications for the Discovery of Extraterrestrial Life: A theological Approach. *Theology and Science*, 13(2), 230-244.
- Mix, L. J. (2017). Philosophy and data in astrobiology. *International Journal of Astrobiology*, 17(2), 1-12.
- Musso, P. (2009). Philosophical and religious implications of extraterrestrial intelligent life. En Codignola, L., & Schrogl, K.U. (eds.), *Humans in Outer Space – Interdisciplinary Odysseys* (pp. 210-219). New York - Vienna, Estados Unidos - Austria: Springer.
- Musso, P. (2011). A language based on analogy to communicate cultural concepts in SETI. *Acta Astronautica*, 68, 489-499.

- Musso, P. (2012). The problem of active SETI: An overview. *Acta Astronautica*, 78, 43-54.
- Nagel, T. (1989). *The view from nowhere*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Norenzayan, A., Heine, S.J. (2005). Psychological universals: What are they and how can we know? *Psychological bulletin*, 131(5), 763.
- Parthemore, J. (2013). The Final Frontier as a Metaphor for Mind: Opportunities to Radically Re-conceptualize What it Means to be Human. En Dunér, D. (ed.), *The History and Philosophy of Astrobiology: Perspectives of the Extraterrestrial Life and the Human Mind* (pp. 67-92). Newcastle Upon Tyne, Reino Unido: Cambridge Scholars Publishing.
- Raybeck, D. (2014). Predator-Prey Models and Contact Considerations. En Vakoch, D. (ed.), *Extraterrestrial Altruism – Evolution and Ethics in the cosmos* (pp. 49-63). Mountain View, Estados Unidos: Springer.
- Rolston, H. III (2014). Terrestrial and Extraterrestrial Altruism. En Vakoch, D. (ed.), *Extraterrestrial Altruism – Evolution and Ethics in the cosmos* (pp. 211-222). Mountain View, Estados Unidos: Springer.
- Ruse, M. (2005). Is Rape Wrong in Andromeda? En *The Darwinian Paradigm: Essays on its History, Philosophy, and Religious Implications* (pp. 209-241). London - New York, Reino Unido - Estados Unidos: Routledge.
- Szendy, P. (2013). *Kant in the Land of Extraterrestrials: Cosmopolitical Philosophical Fictions*. New York, Estados Unidos: Fordham University Press.
- Tarter, J. (2001). The search for extraterrestrial intelligence (SETI). *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 39(1), 511-548.
- Tarter, J. (2011). Exoplanets, extremophiles and the search for ETI. En Vakoch, D. (ed.), *Communication with ETI (CETI)* (pp. 3-18). New York, Estados Unidos: Suny Press.
- Tomás de Aquino. (1993). *Suma de Teología*. Madrid: Biblioeca de Autores Cristianos.
- Traphagan, J. (2014). *Extraterrestrial Intelligence and Human Imagination: SETI at the Intersection of Science, Religion, and Culture*. Cham - Heidelberg - New York - London, Alemania - Estados Unidos - Reino Unido: Springer.

Vakoch, D. (2013) *Extraterrestrial Altruism – Evolution and Ethics in the cosmos*. Mountain View, Estados Unidos: Springer.

Vakoch, D. (2014). *Archaeology, Anthropology, and Interstellar Communication*. Washington D. C., Estados Unidos: NASA.

LA COMUNICACIÓN CON OTRAS CIVILIZACIONES COMO EXPERIMENTO REAL

*Paolo Musso**

Università dell'Insubria

Universidad Católica Sedes Sapientiae

Oxford Templeton Fellow to Latin America 2017

paolo.musso@uninsubria.it



RESUMEN: Si un día u otro el SETI tuviese éxito, descubriendo realmente una señal de radio de otra civilización, estaríamos confrontados con el difícil problema de decidir si responder

* **Paolo Musso** es profesor de Filosofía de la Ciencia en la Università dell'Insubria de Varese (Italia) y profesor visitante de Epistemología en la UCSS de Lima (Perú) desde el 2005. Además, es miembro de la Academia Europea de Ciencias y Artes y del SETI Committee de la International Academy of Astronautics (IAA). En el 2017 ha sido uno de los seis Oxford Templeton Fellows to Latin America, elegido por la University of Oxford para el desarrollo del proyecto *La vida en el universo: su origen, su naturaleza, su sentido* en las universidades UCSS y UNIFÉ de Lima (Perú).

y cómo. En las últimas décadas han sido propuestos varios métodos, con los que se podría intentar una comunicación interestelar, todos basados en los conocimientos científicos que supuestamente tendríamos que compartir con nuestros hipotéticos interlocutores extraterrestres. Sin embargo, muchos cuestionan que esto sea realmente posible, más aún si se quiere ir más allá de la ciencia e intentar comunicar también conceptos culturales, aduciendo, entre otras cosas, los ejemplos, casi todos negativos, de encuentros entre civilizaciones terrestres caracterizadas por un diferente nivel tecnológico. Por este motivo hemos decidido estudiar un ejemplo del mismo tipo, pero que, al contrario, ha sido y sigue siendo muy exitoso: el de la UCSS-Nopoki de Atalaya, en la Amazonía peruana. Aquí se presentan los primeros resultados de nuestra investigación.

PALABRAS CLAVE: SETI, comunicación interestelar, mensaje de Arecibo, mensaje de Eupatoria, relativismo, interculturalidad, Nopoki.

ABSTRACT: If one day or another the SETI would succeed, actually discovering a radio signal from another civilization, we would be confronted with the difficult problem of deciding whether and how to respond. In the last decades several methods have been proposed, by which an interstellar communication could be attempted, all based on the scientific knowledge that we should supposedly share with our hypothetical extraterrestrial partners. However, many people question that this is really possible, even more if we want to go beyond science and try

to communicate cultural concepts, by adducing, among other things, the examples, almost all negative, of encounters between terrestrial civilizations characterized by a different technological level. For this reason, we have decided to study an example of the same type, but that, on the contrary, has been, and continues to be, very successful: that of the UCSS-Nopoki of Atalaya, in the Peruvian Amazonia. Here we are going to present the first results of our research.

KEYWORDS: SETI, interstellar communication, Arecibo message, Evpatoria message, relativism, interculturality, Nopoki.

1. Un problema importante y urgente

Si es verdad, como nos ha explicado esta mañana Claudio Maccone, que hay una probabilidad real y no negligible de que el SETI tenga éxito en un futuro relativamente cercano, esto finaliza con plantear un gran problema: si acaso se decidiera responder (lo que no es nada cierto y se debería obviamente evaluar muy cuidadosamente), ¿sería posible no conformarse con una mera señal de "¡Hey, estamos aquí!" (lo que en el argot del SETI se llama un *self-proclaiming message*) y tener una auténtica conversación con seres de los cuáles no sabríamos nada, empezando obviamente por el idioma? Nadie podrá reivindicar que tiene la respuesta correcta hasta el día en que lo intentemos realmente, sin embargo ya se han hecho varias investigaciones a este propósito y es muy interesante discutir brevemente

sus resultados, aunque por el momento sean exclusivamente teóricos.

Ya en el siglo XIX, algunos científicos distinguidos, como Gauss y Von Littrow, propusieron una forma de comunicación consistente en dibujar figuras geométricas gigantes en la superficie de la Tierra, pero que se basaba en la idea (que hoy sabemos errónea) de que otros seres inteligentes podrían vivir en otros planetas del Sistema Solar, especialmente en Marte, de donde supuestamente podrían ver dichas figuras con los telescopios. Otro ejemplo muy célebre es representado por las placas que llevan grabados dibujos acerca de la Tierra que desde 1972 hasta 1977 se han puesto en las sondas espaciales Pioneer 10 y 11 y Voyager 1 y 2 (en el segundo caso se ha agregado también un disco con imágenes, músicas y sonidos). Sin embargo, por más sugestivos y fascinantes que sean, estos mensajes no tienen ninguna posibilidad real de llegar a su destino y luego establecer un contacto con una civilización extraterrestre. Por lo tanto, deben ser considerados esencialmente como *mensajes enviados a nosotros los terrestres* para ayudarnos a acostumbrarnos a la idea de que se puede entrar en contacto con otras civilizaciones: y desde este punto de vista no cabe duda de que han tenido éxito, ya que seguimos hablando de estos incluso hoy en día, después de más de 40 años.

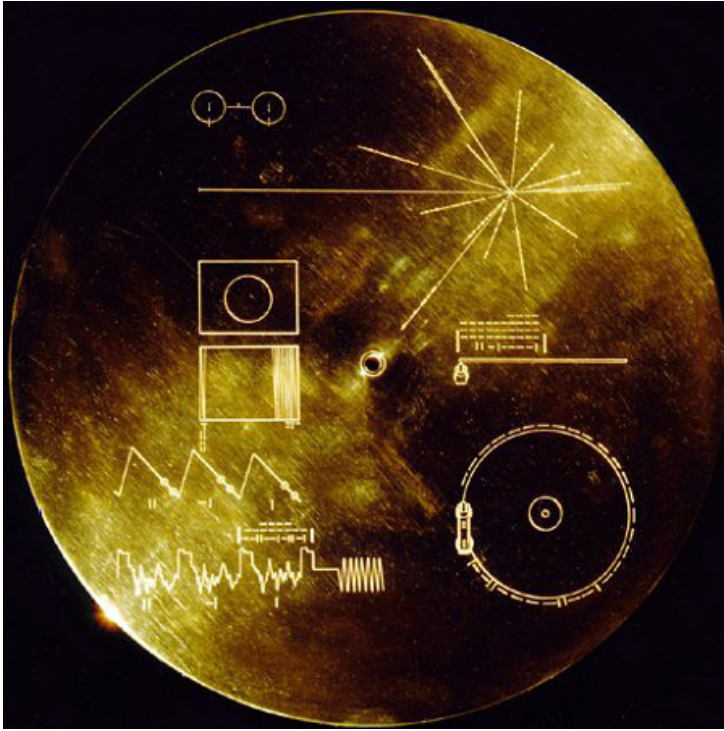


Figura 1. "Disco de oro" de la sonda espacial Voyager.

2. Ingredientes para una llamada cósmica

Los "ingredientes" que se necesitan para realizar una "llamada cósmica" no son muy diferentes a los que se necesitan para las llamadas normales: es solo mucho más difícil conseguirlos. Básicamente, podemos distinguir 5 factores:

1. Un "teléfono" adecuado.
2. El "número de teléfono" correcto.
3. Un "código" para transmitir.

4. Un "lenguaje" para conversar.
5. Un "diccionario" para traducirlo.

Ahora bien, en cuanto al primer punto, ya sabemos que el "teléfono" que se ha decidido usar son los radiotelescopios. Y en cuanto al segundo punto, ya no es muy importante, pues, como ha explicado Claudio Maccone, la estrategia actual es examinar todos los "números de teléfono", o sea, todas las frecuencias contemporáneamente. Quedan los otros tres puntos.

Por lo que se refiere al código, pese a que de vez en cuando se han hecho propuestas distintas, se puede decir que hasta la fecha no existe ninguna alternativa seria al usado por Drake en 1974 para realizar su famoso Mensaje de Arecibo, que él envió, justamente por medio del gigantesco radiotelescopio de Arecibo, hacia el cúmulo globular M13, también llamado Cúmulo de Hércules, a unos 25.000 años luz de distancia. En aquella circunstancia, Drake usó un simple código binario, análogo al de las computadoras, con la única diferencia que, en lugar de ser una serie de 1 y 0, era una serie de impulsos de dos distintos tipos (generados variando ligeramente la frecuencia), que, dispuestos en el orden correcto, formaban una "página digital" que contenía unos números (también escritos en código binario) y algunas imágenes estilizadas. El truco estaba en el hecho de que el número total de impulsos de radio era el producto de dos números primos (en este caso 23×73), así que solo hay dos maneras de disponerlos sin dejar restos: 23 columnas por 73 líneas o 73 columnas por 23 líneas. Y naturalmente es fácil entender cuál de las dos es la correcta (en el caso del Mensaje de Arecibo era la primera).

Este código tiene dos grandes ventajas: su *universalidad* y su *versatilidad*. Por un lado, en efecto, es el más simple que se pueda imaginar. Por el otro, mediante este se puede representar prácticamente cualquier cosa, exactamente como lo hacen las computadoras (aunque, como veremos al final de este párrafo, para que el método de Drake pueda funcionar también en el mundo real se necesitan unas medidas adicionales que él no había considerado). Sin embargo, hay todavía que establecer *qué* representar y, sobre todo, *cómo*. O sea, en otras palabras, hay que escoger el lenguaje.

Si bien en torno al código, como se ha dicho, hay un sustancial acuerdo, acerca del lenguaje, en cambio, hay varios enfoques distintos. El más conocido, sobre todo por haber aparecido en películas como *Contact* e *Independence Day*, es el que se basa en la matemática, en cuanto lenguaje universal necesariamente conocido por cualquier especie inteligente, sobre todo si es tecnológica. También el intento más célebre de construir un lenguaje sistemático para las comunicaciones interestelares, el *Lincos*¹ del matemático alemán naturalizado holandés Hans Freudenthal (1960), era un lenguaje exclusivamente formal, basado en la moderna lógica matemática, aunque no en la matemática en el sentido estricto del término. Y, en efecto, es cierto que en cualquier comunicación de tipo SETI la matemática jugará un papel importante. Sin embargo, esta es útil sobre

¹ *Lincos* es un acrónimo de la expresión latina *Lingua Cosmica*. En efecto, Freudenthal estaba convencido de que el latín fuese "el idioma natural de los sabios" y luego que fuese el único digno de ser usado para un fin como este (aunque en verdad él solo usaba las primeras 3 letras de cada palabra). En todo caso, no importa *cuál* idioma se usa, sino *cómo* se usa (ver abajo en este mismo párrafo). Hoy en día el trabajo de Freudenthal es continuado principalmente (aunque con varios elementos de novedad) por el lógico holandés Alexander Ollongren.

todo para comunicar conceptos abstractos y, justamente, universales, mientras que, si queremos comunicar algo acerca de los aspectos más específicos de la vida en la Tierra, parece inevitable usar imágenes. A este propósito, el punto de inflexión, al cual creo haber aportado algo yo también, fue exactamente al momento del cambio de milenio, durante el *Bioastronomy 99*, el primer congreso de astrobiología en el que he participado, el cual se celebró en 1999 en Kona, la mayor de las islas Hawái.

Pero todo esto no basta, porque todavía tenemos que buscar un método para ayudar a nuestros hipotéticos interlocutores a *interpretar correctamente* lo que decimos. Para las imágenes todo lo que se necesita es una buena definición, lo que afortunadamente no es un problema, pues ya con nuestra actual tecnología podemos enviar un número enorme de bites en pocos segundos. Por los conceptos abstractos la cosa es más difícil. La matemática y la lógica pueden ser muy útiles, porque sus conceptos son universales, o sea, son necesariamente los mismos para cada ser inteligente en todo tiempo y lugar: por tanto, debería ser suficiente mostrar *cómo usamos* nuestros símbolos porque ellos entiendan su sentido. Tampoco debería ser muy difícil comunicar conceptos científicos, pues una comunicación de este tipo implica que nuestros interlocutores conozcan por lo menos toda la ciencia que se necesita para construir un radiotelescopio, que es mucho más de lo que se puede pensar: en efecto, se necesita casi toda la física que conocemos y buena parte de la química. Por ende, tenemos necesariamente que tener muchos conocimientos en común, basándose en los cuales ellos deberían estar en grado de entender correctamente nuestras fórmulas.

3. Hacia una comunicación efectiva

En 1999 los astrónomos canadienses Yvan Dutil y Stéphane Dumas, por medio del radiotelescopio de 70 metros de diámetro de Evpatoria (Ucrania), enviaron un segundo mensaje, mucho más largo y técnicamente mucho mejor que el de Arecibo, hacia algunas estrellas lejanas entre 51,9 y 70,5 años luz. Por sus características técnicas y por su destino, no demasiado lejano de la Tierra, este fue el primer mensaje en la historia que podría realmente ser recibido y entendido por otras civilizaciones (si las hay) y comunicar informaciones reales acerca de nosotros y de nuestro planeta.

Mucho más difícil es comunicar nuestra cultura. De todos modos, en 2001, en Toulouse (Francia), durante el 52º IAC (International Astronautical Congress, es decir, el Congreso Internacional de Astronáutica, organizado cada año por las Agencias Espaciales de todo el mundo), el SETI Institute organizó el primer *International Workshop on Interstellar Message Construction*, o sea, el primer seminario acerca de la construcción de un mensaje interestelar capaz de comunicar no solo la ciencia o la matemática, sino también conceptos de nuestra cultura

Yo también fui invitado, y propuse un método basado en la analogía, que todavía creo puede funcionar, por lo menos para algunos conceptos, especialmente filosóficos y religiosos (Musso, 2019). Desde entonces, otros Workshops han sido organizados por el SETI Institute (véase por ejemplo Vakoch, 2014), pero después de unos años todo se acabó sin haber progresado mucho, básicamente porque, en ausencia de un contacto real,

nadie quiere gastar dinero para estudiar de una manera seria y sistemática algo que podría incluso no servir nunca.

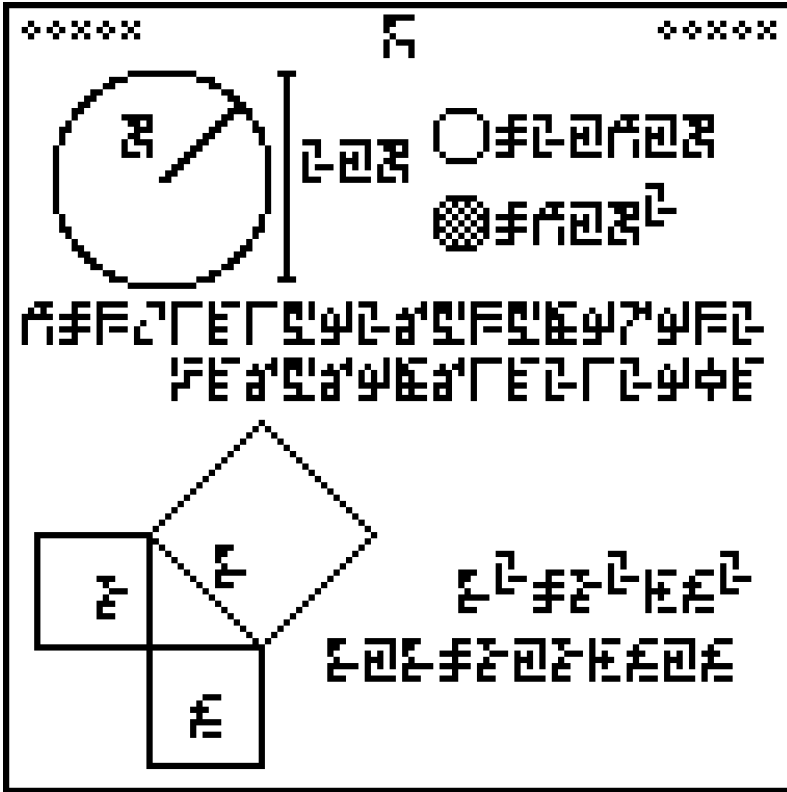


Figura 2. Una página del "mensaje de Euphoria" enviado por Dutil y Dumas.

4. ¿Por qué pensar ya en esto?

En efecto, mientras que frente al real descubrimiento de una señal extraterrestre se podría cuestionar la oportunidad de enviar una respuesta, pero ciertamente no la seriedad del problema,

parece natural, en cambio, tener muchas dudas acerca del empezar ya ahora a trabajar en eso. Sin embargo, hay al menos dos buenas razones para hacerlo:

1. Es el único modo de *evitar el caos* en el momento de un contacto. En efecto, *teóricamente*, la manera de actuar en el caso de que se consiga el contacto es establecida por el SETI Post Detection Protocol (Tarter & Michaud, 1990), aprobado oficialmente en 1996 por la International Academy of Astronautics (IAA) y revisado en el 2010 por el SETI Post-Detection Subcommittee dirigido por Paul Davies y del cual yo también fui miembro, pero actualmente solo se trata de un acuerdo de caballeros sin ninguna fuerza vinculante. De todos modos, el problema es que, mientras descubrir el mensaje es muy difícil, al contrario enviar uno, una vez que se sepa exactamente *dónde*, es muy fácil, ya que concentrando toda la potencia del transmisor en una única frecuencia y una única dirección se pueden alcanzar distancias enormes con un esfuerzo relativamente pequeño. Por tanto, con una fuerte motivación y un objetivo bien definido esto es algo que está al alcance de cualquier gobierno y hasta de muchas organizaciones privadas.
2. Este trabajo puede enseñarnos mucho *sobre nosotros mismos*, incluso si el contacto no aconteciera *nunca*. En efecto, la búsqueda de un modo para comunicar por lo menos algunas ideas culturales es un interesante experimento mental de filosofía de la ciencia y del lenguaje, como recién acaba de mostrarnos Mariano

Asla. Solo para dar un ejemplo, ya se descubrió una sorprendente paradoja: mientras que *en la Tierra* el arte es ciertamente el producto cultural más universal, mucho más fácil para comunicar que las ideas religiosas y filosóficas, en cambio *a la escala cósmica* esto ya no vale, más bien, ivale exactamente lo contrario! La razón es que el arte se basa en las sensaciones, la religión y la filosofía, en cambio, en los conceptos. Por consiguiente, en una misma especie, que tiene el mismo aparato sensorial y las mismas condiciones ambientales, el arte es más universal, pues no necesita el esfuerzo de la comprensión intelectual. Al contrario, se vuelve *menos* universal entre dos especies distintas: en esto caso, en efecto, es mucho más fácil comunicar un producto cultural basado en conceptos abstractos, exactamente por ser independientes del aparato sensorial. Este método parece muy efectivo especialmente en el caso de la comunicación de conceptos de tipo metafísico, como he mostrado en los IAC de Toulouse y Bremen. Y, si lo pensamos bien, esto no es tan extraño, dado que los conceptos metafísicos son los más parecidos a los de la matemática, como ya lo dijo Platón. No obstante, dicho resultado es realmente muy interesante, ya que nos dice que, si bien por razones contingentes, como los condicionamientos culturales y los prejuicios personales, la situación pueda invertirse, sin embargo *por su naturaleza* la razón es más universal que la sensibilidad: y esto tiene muchas profundas

implicancias también para nuestra vida personal y nuestras relaciones con los otros seres humanos aquí en la Tierra, independientemente del hecho de que un día u otro se consiga o no un contacto con otra civilización.

5. La objeción relativista y el ejemplo de Nopoki

Prácticamente todos los científicos consideran correcto lo anterior y por lo tanto opinan que una comunicación de este tipo debería ser posible, al menos en cierta medida. Sin embargo, prácticamente todos los filósofos, antropólogos, psicólogos y artistas lo dudan mucho (véase por ejemplo Arbib, 1979; Tennant, 1993), debido a la influencia del relativismo epistemológico y cultural, que hoy en día es dominante en nuestra sociedad (la ciencia es prácticamente el único ámbito que no ha sido afectado por ello, debido a la extraordinaria efectividad de su método, que de hecho "obliga" a los científicos a creer en la existencia de una realidad objetiva acerca de la cual todos pueden llegar a tener los mismos conocimientos: véase Musso, 2011a).

Además, en ausencia de un contacto real con una civilización extraterrestre, lo único en que podemos basar nuestros razonamientos al respecto son ejemplos de interacción entre civilizaciones terrestres caracterizadas por un nivel de desarrollo tecnológico muy diferente, que generalmente no son muy positivos y parecen confirmar la posición escéptica. Por tanto, es muy interesante la experiencia de investigación de campo que tuvimos hace pocas semanas en la sede de la UCSS-

Nopoki² de Atalaya, en la Amazonía peruana, en el ámbito del proyecto *La vida en el universo: su origen, su naturaleza, su sentido*, desarrollado por mi persona como Fellow de la Universidad de Oxford, junto a las universidades UCSS y UNIFÉ de Lima, del cual el presente Congreso representa el evento conclusivo.

En efecto, desde el 2006 en Nopoki se ha logrado crear una forma de relación intercultural muy exitosa,³ que ha sido posible gracias a un acuerdo con los pueblos originarios amazónicos, cada uno de los cuales ha enviado a Nopoki uno de sus sabios para enseñar a sus jóvenes que van a la Universidad su idioma y su cultura, que a veces incluso ya habían olvidado. Así se ha creado un equilibrio que permite una integración armónica de la ciencia y la tecnología occidental en las culturas tradicionales de los pueblos amazónicos, además de una creciente cooperación entre ellos, que muy a menudo, antes de llegar a Nopoki, ni siquiera conocían de su existencia los unos de los otros.

² "Nopoki" es una palabra del idioma asháninka que significa "he venido" o "estoy aquí", para indicar el compromiso de los estudiantes, que llegan de un territorio grande más o menos como una cuarta parte del Perú.

³ Tan exitosa, en verdad, que sucesivamente al momento en que se ha dictado esta ponencia Nopoki ha sido indicado como un modelo a seguir para todos el 6 de mayo del 2017 por la entonces presidenta del Congreso de la República del Perú, Luz Salgado (1949-viva) y el 19 de febrero del 2018, por el propio Papa Francisco durante el célebre encuentro en Puerto Maldonado con todos los pueblos de la Amazonía.



Figura 3. Conversatorio con los estudiantes de los pueblos originarios de Nopoki.

Por ende, en la UCSS armamos un pequeño grupo de investigación, viajamos a Atalaya y por una semana, del 16 al 22 de marzo del 2017, dialogamos con los estudiantes y profesores de los pueblos originarios de Nopoki. La finalidad era saber si había alguna lección que pudiéramos aprender de su experiencia y aplicarla al caso de una hipotética comunicación con una civilización extraterrestre. Y en efecto, aunque se necesitará profundizar mucho más (lo que queremos hacer en el futuro), ya se han ubicado unas ideas interesantes, que demuestran, en contra del relativismo, que existen aspectos de la razón que no dependen de la cultura, sino que son realmente universales, empezando por el hecho mismo de que el diálogo intercultural es posible, lo que evidentemente implica que algo común en que basarse existe.

Además, se ha visto que en Nopoki, a diferencia de muchos otros casos análogos, dicho diálogo no solo no ha

sido obstaculizado, sino que ha sido incluso *favorecido* por el contacto con una civilización tecnológicamente más avanzada, y que es posible integrar nuestra tecnología en las culturas menos avanzadas no solo sin destruirlas, sino, al contrario, ayudándolas a preservar su identidad e incluso a profundizar más en ella. Algo parecido ha pasado con los sistemas matemáticos modernos, que han sido integrados armónicamente en la cultura de todos los pueblos originarios de Nopoki gracias al trabajo de sus mismos profesores, pese a que antes muchos de ellos ni siquiera sabían contar más allá de pocos números. Asimismo, ya se ha evidenciado la existencia de aspectos (sobre todo los más básicos) comunes a todas las diferentes cosmovisiones de pueblos que a veces ni siquiera se conocían antes de llegar a Nopoki, pese a que este trabajo de comparación recién ha empezado. Y, finalmente, se ha intentado, aunque hasta la fecha solo embrionariamente, extender este trabajo también a la comparación entre las cosmovisiones tradicionales y la cosmovisión moderna basada en la ciencia.

En conclusión, cabe subrayar que todo lo anterior tiene un valor filosófico y antropológico intrínseco, independientemente del hecho de que un día u otro pueda realmente ayudarnos a establecer un diálogo con una civilización extraterrestre, pues ya ahora puede ayudarnos a aprender algo importante, en primer lugar, acerca de nosotros mismos, lo que, por otro lado, representa una característica general de toda investigación acerca de la vida en el universo.



Figura 4. El equipo del proyecto *La vida en el universo* se despide de Nopoki (22 de marzo del 2017).

Referencias

- Arbib, M. A. (1979). Minds and millennia: the psychology of interstellar communication. *Cosmic Search*, 25, 47-48.
- Devito, C.L., & Oeherle, R.T. (1990). A language based on the fundamental facts of science. *Journal of the British Interplanetary Society*, 43, 561-568.
- Dick, S. (1982). *Plurality of worlds: The origins of extraterrestrial life debate from Democritus to Kant*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Drake, F., Sagan, C., & Sagan, L. (1972). Report. A message from Earth. *Science*, 175, 881-884.
- Dutil, Y., & Dumas, S. (1999). Message to ET. *Astronomy Now* (junio1999), 53-54.
- Freudenthal, H. (1960). *Lincos: design of a language for cosmic intercourse (Part I)*. Amsterdam, Países Bajos: North Holland.

- Musso, P. (2009). Philosophical and religious implications of extraterrestrial intelligent life. En Codignola L, & Schogl, K.-W. (eds.), *Humans in Outer Space-Interdisciplinary Odysseys* (pp. 210-219). New York-Viena, Estados Unidos-Austria: Springer.
- Musso, P. (2011). A language based on analogy to communicate cultural concepts in SETI. *Acta Astronautica*, 68, 489-499.
- Musso, P. (2012). The problem of active SETI: An overview. *Acta Astronautica*, 78, 43-54.
- Musso, P. (2019). *La scienza e l'idea di ragione. Scienza, filosofia e religione da Galileo ai buchi neri e oltre (2a edición revisada y ampliada)*. Milán-Udine, Italia: Mimesis.
- Musso, P., & Maccone, C. (2017). La vida en el universo: The Oxford Templeton Visiting Fellowship to Peru about SETI and Bioastronomy. En Mather, N., Schmullius, C., & Arnaud, M. (eds.), *Proceedings of the 68th International Astronautical Congress* (pp. 3137-3142). París, Francia: IAF.
- Tarter, J., & Michaud, M. (eds.) (1990). SETI Post-Detection Protocol. *Acta Astronautica*, 21, 69-154.
- Tennant, N. (1993). The decoding problem: do we need to search for extraterrestrial intelligence in order to search for extraterrestrial intelligence? En Kinsley, S. (ed.), *The Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI) in the Optical Spectrum*. Bellingham, Estados Unidos: SPIE Proceedings, pp. 1-9.
- Vakoch, D. (2014). *Extraterrestrial Altruism: Evolution and Ethics in the cosmos*. Mountain View, Estados Unidos: Springer.

Nuestra generación es la primera en toda la historia humana que tiene una posibilidad real de descubrir si hay otras formas de vida en el universo o si, por el contrario, estamos solos. En particular, hay una buena probabilidad de que, si existen otras civilizaciones tecnológicas, durante los próximos veinte años se descubra alguna señal de ellas.

Esto, obviamente, hace surgir muchas preguntas. ¿Cómo reaccionaríamos? ¿Cómo nos sentiríamos? ¿Qué pensaríamos? Y, sobre todo, ¿deberíamos o no intentar establecer un diálogo? Sin embargo, reflexionar sobre este tema es también una suerte de “experimento mental” que nos plantea de una forma nueva otras preguntas que ya teníamos y no dejarían de ser válidas incluso si nunca llegáramos a descubrir vida fuera de la Tierra. ¿Es la razón universal? ¿Es posible un auténtico diálogo entre culturas muy diferentes? ¿Qué pueden aportar los conocimientos tradicionales como, por ejemplo, los pertenecientes a los pueblos originarios amazónicos? ¿Qué pueden decir sobre todo esto la filosofía, la teología y las ciencias sociales? ¿Cuál sería su correcta relación con las ciencias naturales?

A todas estas preguntas se intenta responder en este libro a través del cual se publican las Actas del congreso final del proyecto *La vida en el universo*, propuesto por la Universidad Católica Sedes Sapientiae y la Universidad del Sagrado Corazón-UNIFÉ con financiación de la Universidad de Oxford y la John Templeton Foundation. Este evento se desarrolló en el 2017 en Lima y en la Amazonía peruana con el apoyo de la Academia Internacional de Astronáutica y la participación de distinguidos investigadores tanto del Perú como de varios países extranjeros.

Paolo Musso

ISBN: 978-612-4030-98-7



UCSS

