

NUEVO REFERENTE EN INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINAR: EL CENTRO DE ASTROBIOLOGÍA

La Astrobiología es una nueva ciencia que surge de la necesidad de investigar el origen, presencia e influencia de la vida en el Universo. Hace suyas viejas preguntas; por ejemplo: ¿Cómo surgió la vida sobre la Tierra? ¿Existe o ha existido en otros cuerpos del Sistema Solar? ¿Es la vida un fenómeno poco común o es frecuente su presencia en el Universo? Y genera nuevas preguntas: ¿Existe un nexo de unión entre el origen del Universo y el origen de la vida? ¿Es la vida una consecuencia de la evolución del Universo? ¿Existen principios generales de la evolución de la materia viva?

Las respuestas a estas preguntas no provendrán de ninguna disciplina particular, sino del esfuerzo combinado de muchas de ellas. La interacción de todas esas disciplinas: Física, Geología, Química, Biología, Ingeniería, etc., que surge para dar respuesta a estas cuestiones, se conoce como Astrobiología.

Recientemente ha sido inaugurado el Centro de Astrobiología (CAB), centro eminentemente multidisciplinar que está ubicado en un edificio de 6.000 metros cuadrados, dentro del campus del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), en Torrejón de Ardoz (Madrid). Su director es D. Juan Pérez Mercader. A continuación se lleva a cabo una descripción de las actividades, objetivos y estructura de este centro.

El Centro de Astrobiología cuenta para el desarrollo de sus investigaciones con nueve Laboratorios, que vienen a perfilar el proyecto científico y objetivos del Centro; son los siguientes:

1) *Laboratorio Transdisciplinar*: lugar donde interaccionan los expertos de las diversas áreas para intercambiar conocimientos y diseñar/ejecutar experimentos o construir instrumentos avanzados que requieren el dominio de varias disciplinas. Desde aquí se operan los telescopios robóticos de INTA en un programa de búsqueda de sistemas planetarios extrasolares, los cuales también se usan para hacer tareas de divulgación científica.

2) *Laboratorio de Computación Avanzada, Simulación y Aplicaciones Telemáticas*: la simulación y computación son parte de los nuevos pilares del método científico. Aquí se desarrollan máquinas de cálculo cooperativo para cálculos masivos que simulan la formación de sistemas planetarios, permiten seguir el plegamiento de una proteína o la formación de una atmósfera planetaria.

3) *Laboratorio de Geología Planetaria*: se estudian los efectos de meteoritos o luz ultravioleta en las superficies planetarias y en la Vida. A la vez se investigan procesos que pueden tener lugar en la superficie o en el interior de cuerpos planetarios, como Europa o Marte.

4) *Laboratorio de Evolución Molecular*: en este laboratorio se estudian los procesos bioquímicos que pueden haber estado involucrados en los momentos más tempranos de la Vida. Esto incluye la evolución de ARN in vitro y la de cuasiespecies víricas.

5) *Laboratorio de Evolución Microbiana*: utilizando como sistemas de prueba a especies bacterianas, aquí se investigan las bases genéticas que, por ejemplo, a través de procesos de adaptación posibilitan la emergencia de nuevas especies o modifican sustancialmente a las especies bacterianas.

6) *Laboratorio de Ecología Molecular*: la investigación en este laboratorio está centrada en el estudio de las relaciones entre la actividad metabólica de los microorganismos y el ambiente en que se dan. En él se usan «Chips de ADN» para el análisis de diferencias en la expresión génica.

7) *Laboratorio de Extremofilia*: aquí se estudian las propiedades bioquímicas de seres capaces de vivir en condiciones no comunes (extremas) de la biosfera. En particular el laboratorio está especializado en profundizar en todos los aspectos de la bioquímica de sistemas de bajo pH, como, por ejemplo, es el caso del río Tinto.

8) *Laboratorio de Bioinformática*: aquí se desarrollan nuevas tecnologías y métodos que permiten el análisis eficaz y ordenado de sistemas celulares. Se ha adoptado una perspectiva evolucionista con el objeto de identificar patrones de complejidad y autoorganización en dichos sistemas, y se usan o desarrollan las plataformas informáticas necesarias.

9) *Laboratorio de Robótica y Exploración Planetaria*: para la aplicación del método científico en Astrobiología es necesario explorar el planeta Tierra y otros lugares del Universo. Aquí se diseñan y construyen robots, sistemas de comunicaciones e instrumentos que nos permiten la exploración en búsqueda de vida en los lugares más remotos.

Por otra parte, el CAB cuenta con las siguientes *Unidades de apoyo*:

A) *Unidad de Secuenciación y Genómica*: da apoyo a los laboratorios del Centro de Astrobiología en todo lo relativo a la secuenciación de fragmentos de ADN y la impresión de Chips de ADN o proteínas.

B) *Unidad de Telemicroscopía y Teleoperación*: para la optimización de recursos materiales y humanos es necesario compartirlos. Esto se hace mediante técnicas de teleoperación que usan Internet de Próxima Generación y que son operativos gracias al apoyo de esta unidad que coordina el uso remoto de recursos en el Centro de Astrobiología y en el NASA Astrobiology Institute.

A continuación se describen con algo más de detalle los objetivos y actividades de cada uno de los Laboratorios y Unidades de apoyo.

1. LABORATORIO TRANSDISCIPLINAR

Es el laboratorio donde interaccionan los diferentes grupos de trabajo del Centro de Astrobiología. Está diseñado con tres objetivos básicos:

1. Servir como semillero en la exploración de nuevas ideas o estrategias experimentales que surjan en el CAB y no estén contempladas en los demás laboratorios
2. Lugar en el que los biólogos aprenden geología, los físicos biología, los ingenieros bioquímica y así sucesivamente.
3. Actuar como transmisor del conocimiento a otros científicos y a la sociedad. En toda su actividad científica están presentes las nociones de emergencia, adaptabilidad, autoorganización y evolución.

El Laboratorio Transdisciplinar está estructurado en varios módulos que abarcan diferentes áreas científicas y que, a la vez, integran objetivos de investigación, aprendizaje y comunicación. El objetivo de investigación se encuentra representado en tres módulos: a) *Química Orgánica*, b) *Química Prebiótica y Bioquímica*, c) *Geología y Astronomía*. En el primero se busca contribuir a entender los procesos relacionados con las primeras etapas de la Vida, cuando las moléculas orgánicas presentes en la Tierra primitiva comenzaron a autoorganizarse en estructuras de mayor complejidad que, a posteriori, formarían los componentes básicos de los seres vivos.

En el de Geología se investigan todos aquellos aspectos geológicos que se encuentran relacionados con la emergencia y evolución de vida en la superficie de un planeta. Para ello se aplican

técnicas y métodos de geoquímica, mineralogía, petrología, estratigrafía y cartografía geológica. Desde el módulo de Astronomía se controla la Red de Telescopios Robóticos del CAB que consta de tres telescopios operables remotamente: uno situado en Almería (en el observatorio hispano-alemán de Calar Alto), otro en Calatayud y un tercero en el propio campus del INTA. Con ellos se buscan planetas extrasolares, se estudian estrellas semejantes al Sol tratando de entender las condiciones que hacen habitable un planeta como la Tierra, y se siguen los asteroides que pasan cerca o cruzan la órbita de la Tierra.

Los aspectos formativos están principalmente presentes en los módulos de Microbiología, de Biología Evolutiva y Ecología y en el de Robótica, donde un miembro del CAB puede experimentar con aquellas nuevas técnicas con las que aún no está familiarizado. Asimismo, en el Laboratorio Transdisciplinar se desarrollan proyectos de divulgación, como se hace con el parque de telescopios automáticos portátiles del módulo de Astronomía o el fascinante Red Rover Red Rover, un proyecto creado por The Planetary Society en colaboración con LEGO, en el que alumnos de primaria y secundaria aprenderán matemáticas e ingeniería a medida que diseñan, construyen y prueban un vehículo robotizado en miniatura operable a través de Internet.

Existe además la capacidad de dar los primeros pasos para diseñar instrumental apropiado y así poder acometer nuevos proyectos científicos no abarcables con lo ya existente. De ello se ocupa el Módulo de Instrumentación, donde el científico puede diseñar sensores y detectores gracias a kits de aprendizaje que permiten desarrollar prototipos más avanzados.

2. LABORATORIO DE COMPUTACIÓN AVANZADA, SIMULACIÓN Y APLICACIONES TELEMÁTICAS

La complejidad de los problemas asociados a la investigación en Astrobiología requiere el diseño y la construcción de ordenadores específicos con gran potencia de cálculo, así como del diseño e implementación de algoritmos numéricos de gran rendimiento, tanto en precisión como en rapidez.

Estas dos necesidades anteriores fijan, por tanto, las principales líneas de investigación del laboratorio.

Por ello, y en colaboración con el Laboratorio de Bioinformática, se está diseñando y construyendo un potente ordenador dedicado a la predicción de estructuras tridimensionales de proteínas. Este ordenador se basa en la experiencia que ya se tiene en el laboratorio en la construcción de máquinas avanzadas.

Asimismo, se está realizando una herramienta que permita el uso telemático de estas capacidades de cálculo por parte de investigadores exteriores al CAB haciendo uso de tecnología de GRID. Por otro lado, se trabaja en una aplicación que permite profundizar en los mecanismos que tienen lugar en el interior de los discos protoplanetarios.

En este Laboratorio se desarrolla una línea de trabajo donde se estudian las propiedades emergentes en sistemas biológicos complejos. Se trata de investigar por qué la Vida se ha organizado en la forma que se ve hoy en día y cómo dependen dichas propiedades de las condiciones del entorno y de las interacciones del sistema. Un ejemplo particularmente interesante son las redes neuronales, cuya propiedad emergente es la sincronización de un conjunto de componentes en una frecuencia de oscilación o emisión de impulsos. El laboratorio ha realizado el diseño de la página web del centro y su implementación, de forma que sea compatible con el acceso telemático de los recursos del CAB. Finalmente, el Centro tiene capacidad para Next Generation Internet y en breve contará con un ancho de banda mil veces superior al actual y que se gestiona desde este laboratorio.

3. LABORATORIO DE GEOLOGÍA PLANETARIA

Como vemos en el caso de la Tierra, la Vida necesita de la existencia de un planeta para emerger. Así, en el Laboratorio de Geología Planetaria se profundiza en los diferentes procesos geológicos relacionados con la aparición y evolución de la vida que resultan decisivos en este esfuerzo por elucidar si la vida es consecuencia de la evolución del Universo.

Una característica de la vida es su capacidad de adaptación a los cambios ambientales; cambios que, en ocasiones, han sido producidos por impactos de meteoritos, uno de los campos de estudio de este laboratorio. Tienen una gran importancia en el origen y en la evolución de la vida, en primer lugar, porque es posible que parte de los constituyentes básicos de la Vida vinieran a bordo de ellos y, en segundo lugar, por el papel que han desempeñado los grandes impactos en las extinciones de especies a lo largo de la historia de la Tierra. En este Laboratorio se analizan y estudian en profundidad muestras meteoríticas. Otro punto de interés para el programa de investigación del CAB radica en comprobar que la distribución de impactos responde a una ley de potencias. Con ello esperamos obtener muchas pistas acerca de su distribución en el espacio y en el tiempo.

También es posible que la materia prima a partir de la cual se originó la vida, se encontrara en forma de clatratos, complejos compuestos por un almacén externo de agua y en cuyo interior se halla material orgánico como metano. Una línea de trabajo consiste en el análisis de estos compuestos.

Este Laboratorio dispone de una Cámara de Simulación de Superficies Planetarias, desarrollada y construida en el CAB, donde se ha conseguido obtener compuestos orgánicos a partir de inorgánicos en las mismas condiciones físicas reinantes en zonas del satélite de Júpiter, Europa. Para comprender las condiciones que había en las primeras épocas de la vida en la Tierra, se estudian dos sistemas diferentes: el hidrotermalismo submarino de la Antártida y las chimeneas descubiertas en el golfo de Cádiz. Ambas constituyen un laboratorio natural para investigar cómo se forman, qué productos minerales se generan y qué vida se encuentra asociada a condiciones tan extremas, y compararlas con lo que pudo haber sucedido en Marte o se cree sucede en Europa.

Comprender el efecto de la radiación ultravioleta sobre la vida es el objetivo del Módulo de Interacción de la Radiación Ultravioleta en Ambientes Planetarios. En él se analizan tanto los procesos de daño biológico como la oxidación del medio planetario debido a esta radiación. En él se simula la propagación de la radiación UV en atmósferas como la marciana, en el agua líquida y en el hielo pensando tanto en la Antártida como en Marte y Europa.

Finalmente, desde este Laboratorio se ha llevado a cabo el calibrado hecho por los científicos del CAB y con EADS-CASA como subcontratista, de los sensores UV del módulo de sensores medioambientales del Beagle 2 que volará a Marte en el año 2003 junto con la sonda europea de exploración Mars Express.

4. LABORATORIO DE EVOLUCIÓN MOLECULAR

El Laboratorio de Evolución Molecular tiene como principal objetivo el estudio del origen y evolución temprana de la Vida. Esto conlleva estudiar dos aspectos complementarios: por un lado, los procesos de evolución y autoorganización de las moléculas primigenias en condiciones equivalentes a las prebióticas y, por otro, la evolución de los organismos vivos desde una perspectiva molecular a través de la propia evolución de su material genético.

Una primera vía de aproximación consiste en el estudio directo de la replicación de las moléculas de ácidos nucleicos *in vitro*. Durante este proceso se producen mutaciones cuya frecuencia y distribución pueden ser controladas experimentalmente. El análisis de estas mutaciones es de gran utilidad para determinar cómo pudo haber tenido lugar la evolución de las primeras moléculas de ácidos nucleicos antes de que la vida celular existiese como tal. Se ha observado a nivel molecular cómo procesos replicativos pueden generar deleciones o expansiones en el ADN, denominadas

mutaciones dinámicas, implicadas en la evolución de los genomas. La influencia de procesos relacionados con el origen de la vida como es la presencia de cationes metálicos en el proceso de replicación en condiciones extremas constituye un objeto adicional en este estudio.

Por otro lado, el análisis de sistemas modelo como los virus ARN, caracterizados por una elevada tasa de mutación, elevado tamaño poblacional y corto tiempo de generación, los hacen candidatos ideales para comprender los mecanismos de la evolución a una escala genómica. Gracias a ello se ha podido demostrar la influencia del tamaño de las poblaciones virales en la evolución de mezclas complejas de genomas y se ha descubierto la presencia de memoria molecular en las poblaciones de virus ARN a modo de registro histórico de genomas que fueron seleccionados por la evolución en el pasado.

De forma complementaria, se está trabajando en el estudio de un modelo dinámico de un sistema celular mínimo automantenido, y se proyecta la experimentación in vitro con vesículas y micelas de lípidos con propiedades autorreplicativas. Se trata de establecer y reproducir las propiedades de sistemas celulares muy primitivos para entender el origen de la vida en la Tierra y a su vez poder identificar formaciones similares fuera de nuestro planeta.

5. LABORATORIO DE EVOLUCIÓN MICROBIANA

El Laboratorio de Evolución Molecular tiene como principal objetivo el estudio del origen y evolución temprana de la Vida. Esto conlleva estudiar dos aspectos complementarios: por un lado, los procesos de evolución y autoorganización de las moléculas primigenias en condiciones equivalentes a las prebióticas y, por otro, la evolución de los organismos vivos desde una perspectiva molecular a través de la propia evolución de su material genético.

Una primera vía de aproximación consiste en el estudio directo de la replicación de las moléculas de ácidos nucleicos in vitro. Durante este proceso se producen mutaciones cuya frecuencia y distribución pueden ser controladas experimentalmente. El análisis de estas mutaciones es de gran utilidad para determinar cómo pudo haber tenido lugar la evolución de las primeras moléculas de ácidos nucleicos antes de que la vida celular existiese como tal. Se ha observado a nivel molecular cómo procesos replicativos pueden generar delecciones o expansiones en el ADN, denominadas mutaciones dinámicas, implicadas en la evolución de los genomas. La influencia de procesos relacionados con el origen de la vida como es la presencia de cationes metálicos en el proceso de replicación en condiciones extremas constituye un objeto adicional en este estudio.

Por otro lado, el análisis de sistemas modelo como los virus ARN, caracterizados por una elevada tasa de mutación, elevado tamaño poblacional y corto tiempo de generación, los hacen candidatos ideales para comprender los mecanismos de la evolución a una escala genómica. Gracias a ello se ha podido demostrar la influencia del tamaño de las poblaciones virales en la evolución de mezclas complejas de genomas y se ha descubierto la presencia de memoria molecular en las poblaciones de virus ARN a modo de registro histórico de genomas que fueron seleccionados por la evolución en el pasado.

De forma complementaria, se está trabajando en el estudio de un modelo dinámico de un sistema celular mínimo automantenido, y se proyecta la experimentación in vitro con vesículas y micelas de lípidos con propiedades autorreplicativas. Se trata de establecer y reproducir las propiedades de sistemas celulares muy primitivos para entender el origen de la vida en la Tierra y a su vez poder identificar formaciones similares fuera de nuestro planeta.

6. LABORATORIO DE ECOLOGÍA MOLECULAR

La adaptación de un organismo a un ambiente determinado implica el desarrollo de funciones ligadas al medio físico, como son la obtención de energía y nutrientes. Determinar qué proteínas, ácidos nucleicos, azúcares o enzimas especializadas se requieren para llevar a cabo las funciones

elementales de un ser vivo en un ambiente determinado, es el objetivo del Laboratorio de Ecología Molecular. Aquí se conecta con las bases moleculares del metabolismo para comprender la coevolución planeta-biosfera.

A través del conocimiento de las moléculas implicadas en diferentes funciones celulares, se pueden entender los procesos de adaptabilidad al ambiente, así como la evolución conjunta del medio físico y los microorganismos. Así se puede extraer información sobre la emergencia de nuevos requisitos metabólicos y el aumento de la complejidad en las formas de vida.

Se ha elegido como modelo de estudio una bacteria extremófila, *Leptospirillum ferrooxidans*, representativa de una de las formas de vida más primitivas que se conocen en cuanto a sus necesidades nutricionales: requiere exclusivamente aire y unas pocas sales minerales. Mediante el empleo de la tecnología de microarrays, o chips de ADN y de proteínas, capaces de analizar miles de muestras simultáneamente, se está estudiando la expresión de los genes implicados en el metabolismo particular de este organismo.

La detección de moléculas orgánicas indicativas de actividad biológica a partir de muestras complejas es otro de los objetivos de este laboratorio. En conjunción con el Laboratorio de Robótica y Exploración Planetaria, se está desarrollando un sistema robotizado y por control remoto para la detección de biomarcadores mediante chips de anticuerpos, SOLID (Signs of Life Detector). Este trabajo se hace en paralelo con el del proyecto MASSE (Miniaturized Assay for Solar System Exploration), el cual, en colaboración con otros grupos del Instituto de Astrobiología de la NASA (NAI), pretende desarrollar sistemas basados en estos chips para detectar la presencia de moléculas de origen biológico en diferentes partes del Sistema Solar.

El laboratorio consta, además, de un invernadero de cuatro recintos con control de temperatura y humedad independientes para simular microcosmos o estudiar el papel de los microorganismos en la interacción entre el medio y las plantas.

7. LABORATORIO DE EXTREMOFILIA

El descubrimiento de organismos capaces de desarrollarse en condiciones ambientales extremas, ha permitido, por un lado, demostrar que la vida es robusta y adaptable, y, por otro, ampliar el abanico de posibilidades de existencia de vida, no sólo en nuestro planeta sino en el Sistema Solar y en el Universo.

En el Laboratorio de Extremofilia se están estudiando ecosistemas asociados a ambientes extremos que presentan condiciones análogas a las que se podrían dar en Marte, Europa o Titán, satélites de Júpiter y Saturno, respectivamente. Como sistema modelo se han seleccionado dos hábitat extremos: el de Río Tinto en Huelva y las lagunas hipersalinas de La Mancha.

El primero corresponde a un sistema ácido, con elevadas concentraciones de metales pesados. Sus condiciones extremas corresponden al metabolismo peculiar de organismos capaces de desarrollarse a expensas de sulfuros metálicos, como la pirita, presentes en una elevada concentración en la Faja Pirítica Ibérica. Las investigaciones del CAB han revelado que Río Tinto es un ecosistema con un alto grado de diversidad microbiana. Su estudio permitirá generar modelos de sistemas de vida independientes de la energía solar, desarrollar y probar tecnología para detectar este tipo de vida en otros planetas y entender las bases de la adaptación de los organismos a ambientes tan tóxicos como el debido a las elevadas concentraciones de metales existentes en el río.

En las lagunas hipersalinas de La Mancha viven microorganismos capaces de prosperar en concentraciones muy elevadas de salinidad. La importancia de estas lagunas reside en su interés excepcional como modelo para una futura exploración del océano existente debajo de la gruesa capa de hielo que recubre el satélite joviano Europa. Por esta razón, este laboratorio tiene incluido también en su programa el estudio de organismos halófilos.

8. Laboratorio de Bioinformática

En los últimos años, el estudio de la Biología Molecular ha entrado en una fase de crecimiento espectacular con la aparición de nuevas técnicas experimentales. Éstas permiten la secuenciación masiva de genomas, experimentos a gran escala de doble híbrido en levadura y el análisis simultáneo de la expresión de miles de genes. A esto hay que añadir el crecimiento constante de las bases de datos bibliográficas y la resolución de nuevas estructuras de proteínas dentro de iniciativas de genómica estructural. El manejo y análisis de esta cantidad creciente de datos necesitan de la imprescindible construcción de nuevos sistemas bioinformáticos capaces de dar respuesta a la concepción de la vida como una red amplia de comunicación entre moléculas, sistemas celulares, seres vivos y ecosistemas.

El objetivo primordial del Laboratorio de Bioinformática es el estudio de la complejidad de tales sistemas desde una perspectiva evolucionista mediante el uso y desarrollo de herramientas bioinformáticas capaces de interpretarla. Dentro de este contexto, en colaboración con el Laboratorio de Evolución Molecular, se está analizando el componente genético de replicación común a todas las células bacterianas, con el objeto de elucidar sus requisitos esenciales y analizar procesos evolutivos tales como la conservación de genes, innovación genética y reducción genómica.

El estudio de la reducción genómica en bacterias que viven en medios celulares, muy estables y ricos en nutrientes, ha sido uno de los temas de trabajo más importantes del Laboratorio, a partir de su implicación en la secuenciación de la bacteria endosimbionte *Buchnera aphidicola*, llevada a cabo en el CAB. Mediante estudios comparativos de múltiples organismos, se están investigando los mecanismos evolutivos implicados en procesos de reducción genómica.

Otra componente básica en este Laboratorio, y la que constituye su principal enlace con la Astrobiología, es el estudio de la evolución molecular desde una perspectiva que tiene en cuenta las propiedades termodinámicas y estructurales de las moléculas que evolucionan.

Modelos simples de mecánica estadística permiten ya estimar la relación entre el genotipo (secuencia) y el fenotipo (estabilidad termodinámica) de las proteínas. Por fin, el modelo computacional de termodinámica de proteínas desarrollado por algunos miembros del Laboratorio se ha aplicado al problema de estimar las energías libres de plegamiento de proteínas sencillas, y se está aplicando al estudio de la predicción de la estructura tridimensional de proteínas basándose únicamente en factores energéticos.

9. LABORATORIO DE ROBÓTICA Y EXPLORACIÓN PLANETARIA

La exploración de distintos ambientes planetarios es un objetivo básico de la Astrobiología y, por tanto, del CAB. Este Laboratorio de Robótica y Exploración Planetaria tiene como objetivo principal el diseño de robots e instrumentos destinados a explorar remotamente hábitats extremos de nuestro planeta, como, por ejemplo, el asociado al río Tinto o en los que surjan como consecuencia de futuras misiones planetarias.

El trabajo se enfoca en el desarrollo de técnicas de teleoperación e inteligencia artificial aplicadas a la exploración. Teleoperación para poder dar al operador la mayor información posible; inteligencia artificial para dar al robot o instrumento la suficiente autonomía con la que desarrollar su misión. También en este laboratorio se desarrolla el software necesario para el control de robots e instrumentos operados mediante técnicas de teleoperación, tan básicas tanto en la exploración planetaria como en la operación de un centro de investigación donde hay miembros separados físicamente.

Hoy día se dispone de dos robots diseñados y contruidos íntegramente en el CAB: un submarino teleoperado, Snorkel, desarrollado inicialmente para la exploración de un lago ácido

existente en la cabecera del río Tinto, y un “rover” articulado V3T formado por dos cuerpos de cuatro ruedas cada uno, capaz de moverse en un terreno agreste.

También se ha desarrollado una sonda de exploración sumergible, Tritón, capaz de trabajar en un entorno de aguas ácidas y que se ha utilizado con éxito en la caracterización y toma de muestras de algunas zonas del río Tinto.

En estos momentos se está trabajando en un robot con patas, Ptinto, capaz de explorar entornos muy accidentados.

Como posible instrumental para misiones planetarias, y en colaboración con el Laboratorio de Ecología Molecular, se está diseñando el Signs of Life Detector (SOLID), un instrumento capaz de realizar, automáticamente y de manera simultánea y dinámica, miles de análisis diferentes en busca de biomarcadores, es decir, de huellas de vida.

A continuación se describen los objetivos y actividades de las dos Unidades de apoyo anteriormente mencionadas:

A) Unidad de Secuenciación y Genómica

Esta unidad surge como apoyo a los laboratorios del CAB en las líneas de investigación que requieren secuenciación de fragmentos de ADN, la impresión de chips de ADN o proteínas, o la manipulación de múltiples muestras (librerías genómicas y metagenómicas).

Conocer la secuencia de fragmentos de ADN o de genomas completos de microorganismos permite abordar estudios filogenéticos y evolutivos que ayudan a comprender las bases moleculares que permitieron el desarrollo de la Vida en este planeta y cómo ha evolucionado en su adaptación a los diferentes ambientes.

Una de las líneas de trabajo en las que participa esta unidad consiste en analizar los cambios sufridos a nivel genómico por ciertas bacterias como consecuencia de su adaptación a un sistema de vida intracelular.

Se ha conseguido, por primera vez en España, secuenciar un genoma completo: *Buchnera aphidicola*, una bacteria que vive en simbiosis en el áfido *Baizongia pistaciae*.

Los estudios realizados indican que la característica principal de este organismo es la reducción drástica de su genoma al pasar de ser un ser vivo libre a un modo de vida en simbiosis intracelular.

El estudio de los genes “indispensables” que se mantienen tras un largo período de simbiosis nos aportará información crucial para determinar las necesidades genéticas mínimas de un microorganismo.

B) Unidad de Telemicroscopía y Teleoperación

Como su nombre indica, esta unidad tiene como objetivo dar servicio de microscopía, ya sea óptica o electrónica, a los diferentes laboratorios del Centro. Consta de los siguientes instrumentos:

Microscopio electrónico de barrido (SEM) JEOL JSM-5600L V. Instrumento utilizado para la observación tridimensional de la forma, estructura y textura de una superficie con aumentos y resolución imposibles de alcanzar mediante un microscopio óptico. Así, el microscopio electrónico de barrido ha sido una herramienta fundamental en el estudio de los supuestos fósiles hallados en el meteorito marciano ALH84001.

Microscopio Nikon Eclipse E1000M robotizado. Este microscopio óptico ha sido diseñado para poder ser teleoperado por científicos cuya localización física no está en el CAB, y se hace mediante una conexión a Internet. Es un instrumento válido tanto para tejidos biológicos como muestras geológicas.

Microscopio confocal Zeiss LSM 510. Se trata de un microscopio óptico de alta resolución con una fuente láser que al incidir sobre la muestra produce fluorescencia en un plano elegido de la preparación, por lo que permite la reconstrucción en tres dimensiones de estructuras celulares con una gran resolución y calidad de imagen.

En breve también tendrá microscopía de efecto túnel y de fuerzas atómicas, que serán utilizadas para el estudio y manipulación de ADN, ARN y proteínas.

En resumen, el *Centro de Astrobiología* es una nueva institución en la que se van a desarrollar proyectos científicos de vanguardia y de notable envergadura, en los cuales estará continuamente presente la *convergencia multidisciplinar*.

(Para una mayor información sobre el Centro de Astrobiología, se puede consultar la página web: <http://www.cab.inta.es>)