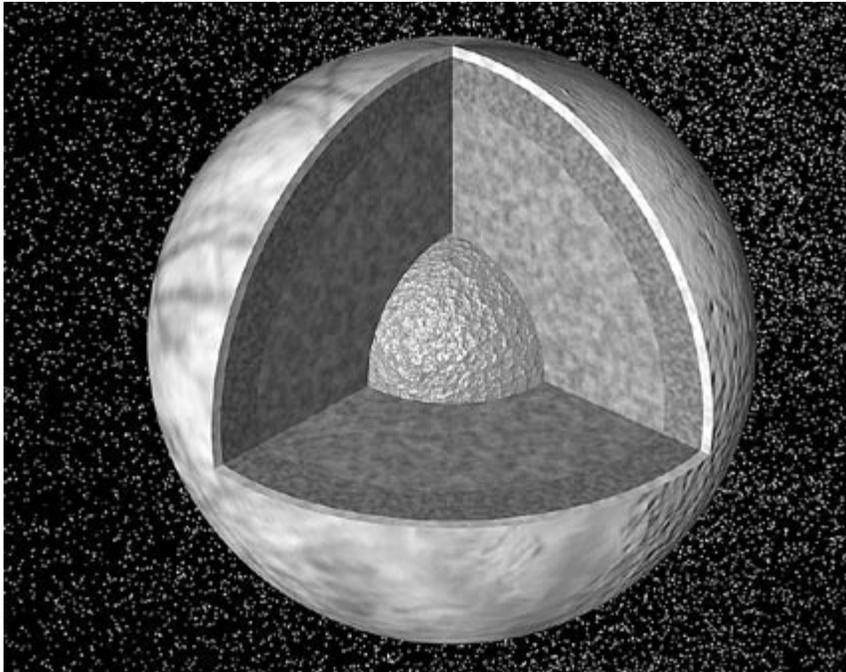


La habitabilidad de los satélites helados del sistema solar



Representación artística del interior del satélite Europa que permite visualizar, de afuera hacia adentro, la helada superficie, el océano de agua líquida salada (azul), el manto (café) y el núcleo (gris) del satélite. Crédito de la imagen: NASA/JPL.

Sandra I. Ramírez Jiménez

El Centro de Investigaciones Químicas (CIQ) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos recibió la visita del Dr. Kevin P. Hand. El Dr. Hand es un astrobiólogo y científico planetario del Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL por sus siglas en Inglés) graduado de la Universidad de Stanford en Estados Unidos. El principal interés científico del Dr. Hand consiste en determinar si podría existir vida en Europa, uno de los satélites del planeta Júpiter. El trabajo pionero del Dr. Hand sobre este cuestionamiento astrobiológico ha sido reconocido ampliamente y galardonado con varios premios, entre los que destacan: "Lew Allen Award for Excellence" (2011), "Kavli Frontiers of Science Scholar" (2007, 2011), "National Geographic Emerging Explorer" (2011). Durante la conferencia impartida en el CIQ el 11 de diciembre del 2011, el Dr. Hand explicó que la búsqueda de vida fuera de la Tierra ha estado asociada con la búsqueda de agua líquida, por estar ésta íntimamente relacionada con todas las formas de vida en nuestro planeta. La exploración del sistema solar ha permitido identificar que los satélites de los planetas gaseosos como Júpiter y Saturno, son objetos muy fríos y cubiertos globalmente de hielo, razón por la cual se les denomina satélites helados. Algunos de los satélites helados pueden estar albergando océanos subterráneos que contienen varias veces el volumen de agua líquida que actualmente se encuentra en los

océanos superficiales terrestres. ¿Cómo puede el agua mantenerse líquida en estos océanos subterráneos? El Dr. Hand explicó que esto es posible gracias a que puede generarse calor por factores como el continuo decaimiento de elementos radiactivos, las fuerzas de marea que operan entre el satélite y su planeta y porque la envoltura de hielo de los satélites puede actuar como un aislante que evita que el calor generado en el interior se escape. De entre estos satélites helados, Europa es el que tiene quizá, el mayor potencial de habitabilidad para la vida como la conocemos, especialmente para la vida microbiana que es la más abundante y ha sido la más persistente en la Tierra. El Dr. Hand continuó describiendo las características del satélite Europa, mencionando que el espesor de su cubierta de hielo (entre 5 y 15 km de profundidad) representa un reto tecnológico para las misiones de exploración directa ya que no es fácil perforar una cubierta de estas características en un lugar tan alejado de la Tierra. A pesar de ello, en Europa se satisfacen las tres condiciones que se imponen al hablar de habitabilidad: la existencia de agua líquida, la presencia de los elementos químicos necesarios para la vida, así como de una fuente que proporcione energía que pueda ser utilizada metabólicamente. El agua líquida se encuentra en el océano de 100 km de profundidad, protegido por la cubierta de hielo y resulta ser que sus características físicas no son tan extremas como pu-

diera pensarse. Debido a su alto contenido de sales, particularmente de sulfato de magnesio ($MgSO_4$), la temperatura del agua del océano no es tan baja y se ha calculado que puede variar entre 0 y -20 grados centígrados. Se conocen organismos que pueden vivir en este intervalo de temperaturas, los organismos psicrófilos o amantes de lo frío. Por otro lado, a pesar de las grandes profundidades del océano, la presión en el fondo del mismo no se incrementa de la misma manera que en los océanos terrestres en donde, por cada 10 metros de profundidad, la presión se incrementa en una atmósfera. En la Fosa de las Marianas, el lugar más profundo del océano terrestre, a 11 km de profundidad con presiones de aproximadamente 11 MPa (me-

gascales) existen comunidades microbianas variadas y muy activas. Se estima que el suelo oceánico de Europa, a pesar de ser mucho más profundo, tendría valores de presión similares a los de la Fosa de las Marianas debido a que la fuerza de atracción gravitacional en el satélite es de sólo una séptima parte de la terrestre, por este motivo la presión del océano de Europa no puede ser tan alta.

También explicó el Dr. Kevin Hand que Europa está formado de rocas que son ricas en los elementos químicos esenciales para la vida: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre. La química de este satélite está dominada por los cambios que puede tener el azufre en un ambiente acuoso como las reacciones de intercambio de electrones (reacciones de óxido-reducción) con otros elementos y pueden entonces existir moléculas como sulfuro de hidrógeno (H_2S), dióxido de azufre (SO_2), sulfato de magnesio hidratado ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$), así como azufre elemental (S). Todas estas moléculas pueden aportar energía química utilizable por algún organismo vivo al romper y formar enlaces diferentes entre ellas.

El Dr. Kevin Hand también comentó que los ambientes de baja temperatura, oscuros y con escasa disponibilidad de nutrientes, no son exclusivos de escenarios extraterrestres. Aquí en la Tierra se sabe de lugares que podrían ser análogos al océano de Europa, como los lagos de la Antártida, entre los que destaca el Lago Vostok. El Lago Vostok se encuentra a una profundidad de 1,000 metros debajo del hielo de la Antártida y contiene unos 5,400 km³ de agua que no ha estado en contacto con la superficie terrestre. Esta agua se mantiene líquida por el calor emitido desde el interior de la Tierra (energía geotérmica). El agua, que se congela justamente por encima de las paredes exter-

nas del lago, alberga consorcios microbianos con densidades celulares de hasta 460 células por mililitro de agua, es decir, la vida puede desarrollarse en esas condiciones.

El descubrimiento de ecosistemas microbianos en lugares como el Lago Vostok junto con el actual conocimiento de la geoquímica del satélite Europa, permiten proponer que el océano de agua líquida de Europa reúne las condiciones para albergar vida microbiana como la conocida en la Tierra. Al mismo tiempo, enfatizó el Dr. Hand, es necesario contar con un mayor entendimiento de la diversidad filogenética y metabólica de la vida terrestre en estos lugares extremos para que este conocimiento pueda guiar la búsqueda de organismos similares en el océano extraterrestre de Europa o en algún otro océano de agua de los satélites helados del sistema solar. Aún cuando no sea posible encontrar vida en Europa o en algún otro lugar que cumpla con las condiciones de habitabilidad, este tipo de investigaciones permiten mejorar el conocimiento de los factores y circunstancias que condujeron al surgimiento de la vida en nuestro planeta. Si llega a encontrarse algún tipo de vida en el océano de Europa, puede entonces iniciarse una detallada comparación de las condiciones que permitieron el surgimiento de la vida en ambos mundos. Un descubrimiento de este tipo tendría un enorme impacto en la ciencia y en la sociedad ya que tendríamos un mundo distinto con el cual mejorar nuestro entendimiento sobre cómo surge la vida, cómo interactúa entre ella y con su medio y cómo evoluciona al paso del tiempo.

De esta manera, concluyó el Dr. Kevin P. Hand su conferencia, invitando además a los estudiantes que asistieron a integrarse a proyectos de investigación relacionados con la Astrobiología.



El Dr. Kevin Hand (al centro, de saco) con estudiantes, al término de su conferencia en la UAEM.