



ASTRONOMÍA: CIENCIA INTERDISCIPLINARIA

Dr. Astrónomo Jorge L. Meléndez Moreno*



Cometa Halley en 1986. La teoría de la gravitación de Newton fue confirmada con el paso del cometa Halley en 1758.

La astronomía es una ciencia interdisciplinaria por excelencia. La madre de todas las ciencias, tiene relación con diversas áreas del conocimiento humano como, por ejemplo, matemáticas, física, biología, geofísica, meteorología, ingenierías, química, ecología, arqueología, derecho y filosofía.

Desde sus inicios, la astronomía estuvo ligada a las matemáticas para describir cuantitativamente las precisas observaciones astronómicas, descripción que a su vez sirvió de base para prever el movimiento de los astros. En la época moderna hay una influencia recíproca entre la astronomía y las demás ciencias naturales, particularmente con la física. Así tenemos como ejemplo el desarrollo de la teoría de la gravitación universal de Newton, donde se interpreta el movimiento de los planetas como consecuencia de una ley física universal. Una importante confirmación de esta teoría fue la previsión del paso del cometa en el año de 1758 hecha por E. Halley en 1703.

La física es importante para la astronomía, ya que la interpretación de los fenómenos astronómicos requiere conocimientos de física. A su vez, la astronomía es importante para la física, pues algunas regiones del universo presentan condiciones extremas de densidad y temperatura, las cuales no pueden ser obtenidas en laboratorios en la Tierra.

La importancia que posee la investigación en astronomía para la física se expresa en el hecho de que el Premio Nobel de Física haya sido otorgado, en varias ocasiones, en reconocimiento a investigaciones realizadas en astronomía o relevantes para esta disciplina: en 1907 ese premio fue concedido a A. A. Michelson, por su diseño de instrumentos ópticos y los experimentos realizados con estos. Michelson diseñó un interferómetro con el cual se realizaron las primeras mediciones de diámetros (angulares) de estrellas. El creador de la Teoría Ge-

neral de la Relatividad, Albert Einstein, recibió el premio Nobel en 1921. El físico austriaco V. F. Hess recibió el premio en 1936 por el descubrimiento de los rayos cósmicos; mientras que otro investigador de rayos cósmicos, A. H. Compton, quien descubrió lo que ahora se conoce como efecto Compton –la interacción de un fotón con una partícula, tal que la partícula gana una energía adicional y el fotón es dispersado con menor energía– compartió el Premio Nobel en 1927 con C. Wilson. En 1967, H. A. Bethe recibió el Nobel por sus contribuciones a la teoría de las reacciones nucleares, particularmente por sus descubrimientos en relación a la generación de energía en las estrellas. M. Ryle y A. Hewish recibieron el Nobel en 1974 por su descubrimiento de los pulsares. En 1978, A. A. Penzias y R. W. Wilson recibieron el premio por el descubrimiento de la radiación cósmica de fondo, reliquia del Big Bang. El premio de 1983 fue compartido por S. Chandrasekhar –por sus aportes a la estructura y evolución de las estrellas– y por W. H. Fowler –por sus investigaciones sobre reacciones nucleares relevantes para la formación de los elementos químicos. En 1993, el premio fue concedido nuevamente por un trabajo sobre pulsares, a R. Hulse y J. Taylor, gracias a sus observaciones sobre pulsares binarios y sus implicaciones para la teoría de gravitación.

A continuación, mostraremos la relación de la astronomía con varios campos de la física y posteriormente con otras áreas del conocimiento.

FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR. La mayor parte de la información astronómica la recibimos en forma de luz. El análisis de la radiación electromagnética que recibimos de los objetos astronómicos constituye una tarea fundamental de la astronomía, es por ello que la espectroscopía es de vital importancia para varias áreas de las ciencias astronómicas. Para interpretar los espectros es necesario conocer parámetros atómicos y moleculares, tales como las probabilidades de transición. Hay muchas líneas de espectros estelares que aún no tienen datos medidos en laboratorio y en muchos casos existen una estrecha colaboración entre astrónomos y físicos atómicos y moleculares (de laboratorio y teóricos) con la finalidad de obtener los datos necesarios para analizar espectros estelares. En algunos casos es posible emplear espectros estelares para obtener los datos atómicos y moleculares, es decir, es posible usar a las estrellas en reemplazo de laboratorios en la Tierra.

FÍSICA DE PLASMAS. La mayor parte de materia visible en el universo se encuentra en estado de plasma. Existe estrecha colaboración entre físicos de plasma y astrónomos en problemas como: actividad solar, reconexión magnética, núcleos activos de galaxias, formación de chorros (jets) astrofísicos, aceleración de partículas de la radiación cósmica. Cuando se iniciaron los trabajos de investigación en torno a la fusión nuclear controlada como fuente

de energía, toda una serie de astrofísicos famosos participó en esta labor. En el marco de la investigación de la fusión, han sido descubiertos y estudiados muchos efectos del plasma que tienen importancia para la astrofísica. Por otro lado, la observación de plasmas astrofísicos ofrece la posibilidad de probar teorías en condiciones extremas que son difíciles de ser obtenidas en laboratorio.

HIDRODINÁMICA. Son muchos los problemas en los cuales la hidrodinámica es importante en astronomía, tales como los procesos de formación estelar, física de discos de acreción, vientos estelares, explosiones supernova, granulación en atmósferas estelares. El reciente uso de modelos de atmósferas hidrodinámicas está revolucionando el área de composición química de estrellas.

FÍSICA NUCLEAR. La estructura interna y evolución de las estrellas, cuestión íntimamente ligada con el origen de los elementos químicos, requiere el conocimiento de las tasas de reacción nuclear, las cuales tienen que ser medidas en laboratorio o calculadas teóricamente. Al final de sus vidas, muchas estrellas terminan como objetos compactos (enanas blancas, estrellas de neutrones), donde la densidad es mucho mayor que la encontrada bajo condiciones terrestres, difíciles de obtener en laboratorios en la Tierra.

FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEMENTALES. La física de partículas elementales es de fundamental importancia para estudiar los primeros instantes del universo y también en otros campos de la astronomía, tal como, la solución al problema de los neutrinos solares.

TEORÍA GENERAL DE LA RELATIVIDAD. La teoría general de la relatividad tiene amplia aplicación en Astronomía, como ejemplos podemos citar la cosmología, la teoría de lentes gravitacionales, la estructura de objetos compactos y la generación de ondas gravitacionales.

La relación de la astronomía con otras ciencias.

MATEMÁTICAS. Las teorías astrofísicas tienen con frecuencia una matemática muy compleja, en especial en temas tales como caos en órbitas del sistema solar y la teoría de las supercuerdas aplicada a la cosmología. Además, la solución de ciertos problemas es sólo posible con cálculos numéricos extremadamente complejos.

COMPUTACIÓN. En varias áreas de la astronomía se hace uso de intensos cálculos numéricos que requieren una gran capacidad de procesamiento, tales como la simulación de explosiones supernovas, formación de galaxias, cálculo de atmósferas estelares hidrodinámicas en 3D. Para ello se usa supercomputadores, workstations o clusters de PCs para procesamiento en paralelo.

QUÍMICA. En los últimos 30 años se ha descubierto en el espacio interestelar un gran número de moléculas. Una comprensión de las nubes moleculares interestelares exige una teoría de cómo se forman estas moléculas, cuestión difícil de analizar pues las moléculas que se originan en el espacio interestelar no pueden ser simuladas completamente en el laboratorio. El análisis de espectros moleculares en laboratorio es también de suma importancia para la interpretación de los espectros de estrellas muy frías, enanas marrones y planetas. La futura detección de señales de vida en planetas extrasolares sería posible empleando transiciones moleculares en la región infrarroja del espectro.

GEOCIENCIAS. La estructura y el origen de los planetas y sus satélites presenta problemas similares a los estudiados por la geofísica y meteorología. Es especial, la exploración espacial ha hecho posible nuevas medidas que son interpretadas con el apoyo de investigadores del área de geociencias. Es también importante señalar que el Sol tiene una influencia directa sobre el clima en la Tierra, y hay una



Observatorio Gemini-Sur, en Chile. En Astronomía se usa tecnología de punta, la que contrasta con los remotos lugares elegidos para instalar los telescopios. Los sitios son seleccionados con técnicas de sensoramiento remoto (satélites) y con trabajos de campo para determinar las condiciones atmosféricas y geofísicas del lugar.



Región de Formación Estelar. Nuevas estrellas están formándose continuamente en nuestra Galaxia, muchas de ellas podrían tener planetas y albergar alguna clase de vida.

rama de la astronomía dedicada al estudio de clima espacial, tomando en cuenta las relaciones Sol-Tierra.

TECNOLOGÍA. El revolucionario desarrollo de la astronomía en los últimos 40 años no sería concebible sin el vertiginoso desarrollo tecnológico que se ha producido. Actualmente, los astrónomos emplean gigantescos telescopios, varios de ellos con un diámetro del espejo de 8 a 10 metros, además de sofisticadas técnicas y detectores, tales como la interferometría VLB, la interferometría speckle, la óptica activa y adaptativa, detectores para casi todo el espectro electromagnético, esto es en ondas de radio, infrarrojo, óptico, ultravioleta, rayos-X y rayos-gamma, además de detectores de neutrinos y de ondas gravitacionales. Muchos astrónomos dominan varias de estas técnicas o por lo menos tienen conocimiento de las posibilidades que estas técnicas ofrecen para sus investigaciones.

BIOLOGÍA. La astrobiología es una rama de la astronomía en creciente desarrollo, especialmente después que comenzaron a descubrirse planetas fuera del sistema solar en la década pasada. La búsqueda de alguna forma de vida en otros planetas (o satélites) de nuestro sistema solar es posible con el envío de misiones espaciales, tales como las enviadas a Marte. Además, el estudio de la posibilidad de vida en planetas extrasolares es un importante campo de investigación.

ECOLOGÍA. Existen gran preocupación de los astrónomos por la conservación de los cielos, es así como astrónomos en diversas partes del mundo promueven una iluminación ecológicamente correcta, la cual ahorre energía y no cause polución luminosa que disminuya nuestra capacidad de estudiar los objetos más débiles del cielo. También los astrónomos promueven la conservación del espectro electromagnético en la región de ondas de radio, para que sea posible estudiar los astros en frecuencias importantes para el conocimiento astronómico.

ARQUEOLOGÍA. La astronomía es probablemente la más antigua de las ciencias y muchos restos arqueológicos indican que en diversas partes del mundo se estudiaron los astros con bastante dedicación, construyendo edificaciones especiales para este fin. En el Perú, la tradición astronómica se remonta a civilizaciones pre-incas, las cuales observaron diversos astros y regiones de polvo interestelar en nuestra galaxia. Además del carácter religioso, sus conocimientos astronómicos eran aplicados a la agricultura. Para estudiar estos asuntos son necesarios conocimientos de astronomía y arqueología. La rama de la astronomía que se dedica a estos estudios es llamada de arqueoastronomía.

DERECHO. Desde hace ya varios años que la disciplina del derecho aeroespacial se ha desarrollado planteándose principalmente el problema del uso del espacio. También es posible plantear problemas como el derecho que tienen las naciones sobre la colonización de otras partes del sistema solar, explotación de recursos naturales de otros planetas, satélites y asteroides.

FISIOLOGÍA Y RELIGIÓN. Las implicaciones que trae la astronomía para la Filosofía y la Religión son muy profundas. Los grandes descubrimientos de Hubble y la teoría del Big Bang sobre el origen del Universo causaron profundo impacto en estas áreas del conocimiento humano. Además, el descubrimiento de planetas fuera del sistema solar reaviva el debate sobre si realmente estamos solos en el universo o si apenas somos uno entre miles de millones de planetas que albergan vida. ¿Existe vida inteligente en otras partes del universo? Si algún día llegamos a entablar contacto con civilizaciones extraterrestres la concepción que tenemos del planeta en que vivimos ciertamente cambiará.

COOPERACIÓN INTERDISCIPLINARIA

¿Cómo se puede promover una mayor cooperación entre diversas disciplinas?. Aquí hemos mostrado que la astronomía es una ciencia interdisciplinaria por excelencia, pero para una mayor cooperación es necesario que en las diversas áreas del conocimiento se impartan nociones básicas de astronomía. Así por ejemplo, sería importante que los físicos lleven un curso obligatorio de astronomía. Lo inverso ya se da, pues los astrónomos normalmente llevan formación de físicos y se especializan en el post-grado. Además, sería interesante que exista dentro de un programa de estudios generales de la UNMSM (y de otras universidades) un curso de astronomía, donde sea posible dar una visión global del universo físico y promover la cooperación entre las diversas disciplinas del conocimiento humano, formando profesionales abiertos a las contribuciones que traen diferentes áreas del saber.

Este artículo se ha basado en gran parte en la publicación "La Astronomía – una Ciencia Interdisciplinaria" del Prof. Dr. W. H. Kegel, revista UNIVERSITAS, Vol. XXV, #1, 1987.

* Jorge Meléndez, 31, es Físico (UNMSM) y Astrónomo (Maestría en Astrofísica en el INPE y Doctorado en Astronomía en la Universidad de Sao Paulo). Ha realizado un Postdoctorado en la USP y ha sido astrónomo visitante del Kitt Peak National Observatory (Estados Unidos) y del European Southern Observatory (Chile). Desde abril del 2002 se encuentra en Perú realizando trabajos de investigación en el Seminario Permanente de Astronomía y Ciencias Espaciales de la UNMSM, en colaboración con astrónomos de Brasil, Estados Unidos y Francia.