

Cooperación científico/tecnológica latinoamericana en áreas de impacto social: las iniciativas del Centro Latinoamericano de Física (CLAF)

*Conferencia marco: CILAC 2016, “Transformando nuestra región:
Ciencias, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sostenible en
América Latina y el Caribe” 6-9 de septiembre de 2016, LATU,
Montevideo, Uruguay*



Este documento es el resultado del primer encuentro de Ciencia para América Latina y el Caribe, CILAC 2016: “Transformando nuestra región: Ciencias, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe”, llevado a cabo los días 6-9 de septiembre de 2016 en Montevideo, Uruguay.

En las seis ponencias en dos sesiones dedicadas al Centro Latinoamericano de Física, se vio expresada la diversidad y el alcance de las actividades académicas, científicas y tecnológicas apoyadas por el CLAF. Se encontró un hilo conductor, más allá del carácter regional de las iniciativas presentadas. Al terminar el evento, se decidió plasmar en un documento algunos de los aspectos de las ponencias, a fin de resaltar el impacto que está teniendo el CLAF para la Física en la región, y su potencial para participar de la remodelación del panorama científico en América Latina y el Caribe.

Centro Latinoamericano de Física: un camino para el desarrollo científico

Contribución del Prof. Dr. Carlos Trallero Giner, Centro Latinoamericano de Física, Rio de Janeiro, Brasil

(trallerocarlos@gmail.com)

RESUMEN

El Centro Latinoamericano de Física viene contribuyendo desde hace más de 50 años a la promoción de la ciencia y el intercambio científico entre los pueblos de América Latina. El Foro es un marco propicio para el impulso necesario de la actividad científico - profesional, la educación y la comunicación de los profesionales de la ciencia que de una forma u otra intervienen en la producción y promoción del quehacer científico. En el contexto actual de América Latina se hace necesario mejorar las estructuras vinculadas a la ciencia y a la producción del conocimiento científico. Es imperioso aumentar la eficiencia científica, la cooperación entre todos los factores y el aprovechamiento al máximo de los recursos de que disponemos, mediante el uso más racional de las instalaciones y personal calificado. El CILAC y el CLAF apuntan al análisis de estos factores y a la colaboración multidisciplinaria. Los gobiernos, centros de investigación y profesionales de América Latina, necesitamos aprender a emplear con tenacidad las posibilidades creadas por la UNESCO y buscar los medios para una mayor y mejor integración. Este centro tiene en principio la potencialidad y la capacidad de organizar, dirigir y crear ciencia capaz de escudriñar tanto los secretos del universo en que vivimos como enfrentar los grandes desafíos técnicos/científicos que nos presenta la conservación del medio ambiente, la producción de energía y los problemas de la salud humana. Al igual de la enorme importancia de la educación en el marco de nuestra sociedad.

CLAF centro creado por la UNESCO

El Centro Latinoamericano de Física viene desde hace más de 50 años apoyando esta importante iniciativa. Consideramos este Foro un marco propicio para el impulso necesario en el desarrollo de la actividad científico - profesional, la educación y la comunicación entre los centros que de una forma u otra intervienen en la producción y promoción del quehacer científico para una población de más de 620 millones de habitantes.

El CILAC es un espacio de debate con el objetivo de construir una plataforma que permita definir posiciones comunes en la región en relación con la ciencia y la técnica. Recordemos que la base del CILAC son los objetivos de la UNESCO para un Desarrollo Sostenible en el 2030.



Centro Intergubernamental

Argentina	Bolivia	Brasil
Chile	Colombia	Costa Rica
Cuba	Ecuador	México
Paraguay	Perú	Uruguay
Venezuela		

Si observamos el contexto actual de América Latina nos percatamos la necesidad de mejorar las estructuras vinculadas a la ciencia y a la producción del conocimiento científico. A nuestro entender es imperioso, en el actual contexto que vive América Latina, el mejorar la eficiencia e nuestras investigaciones en todos los órdenes al igual que la cooperación entre los factores vinculados a la ciencia, y poder así plantear metas más elevadas y ambiciosas. En

este sentido se debe mejorar la explotación de nuestras instalaciones, equipos, personal calificado, etc. Todo lo anterior es totalmente valido para los países de la región que cuentan con mayor o menor desarrollo. Si tomamos como sistema de referencia la evolución y dinámica que presenta el así llamado Mundo Desarrollado nos percatamos de la enorme brecha que separa la América Latina, Centro América y el Caribe de los países con un mayor histórico científico-técnico. Quisiera hacer notar que las inversiones no sólo tratan de la construcción de nuevas estructuras, sino de que además, continúen operando las instalaciones ya existentes conjuntamente con la actualización de las mismas. En este sentido hay mucho que hacer en todo Latinoamérica y el Caribe. (ver PhysicsToday/May-2016).

Papel de la UNESCO y el CILAC

El CILAC apunta al análisis de estos factores y a la colaboración multidisciplinaria. El principal mensaje que deseamos transmitir es insistir que los gobiernos, centros de investigación e investigadores de América Latina, todos, necesitamos aprender a emplear con tenacidad las posibilidades creadas por la UNESCO, buscando todas las condiciones necesarias para una mayor integración de los recursos humanos y económicos y poder hacer frente a los retos de un desarrollo sostenible en la región.

Qué es el CLAF?

Respuesta: Es un organismo intergubernamental de América Latina y el Caribe creado por la UNESCO para promover el desarrollo de la física y su conexión multidisciplinaria en toda la región.

Qué significa?

El CLAF puede y debe coordinar mediante sus gobiernos y representantes acciones comunes para el desarrollo de la sociedad. Algunos de los ejemplos que hoy existen y se expondrán a continuación muestran las potencialidades de un organismo de este porte. Los panelistas son líderes en sus respectivas ramas del saber, que mostraran la potencialidad y la capacidad de organizar, dirigir e impulsar el quehacer científico-técnico. Debemos también señalar la enorme importancia que tiene la educación y la divulgación de la ciencia en el marco de nuestra sociedad, esta es una batalla intensa que viene siendo el pilar de las futuras conquistas.¹

¹ *Más información sobre el CLAF se puede encontrar: www.claffisica.org.br*

La importancia de la física para la sociedad

Contribución de la Dra. Karen Hallberg, Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro, CONICET, CNEA, Bariloche, Argentina

[\(karenhallberg@gmail.com\)](mailto:karenhallberg@gmail.com)

En marzo de 1999 la 23a Asamblea General de la International Union for Pure and Applied Physics, IUPAP, emitió una declaración enfatizando la importancia de la física, - el estudio de la materia, la energía y sus interacciones- como emprendimiento internacional que juega un papel clave en el progreso futuro de la humanidad.

Resumía, así, las siguientes características de la física:

- “- es una emocionante aventura intelectual que inspira a los jóvenes y amplía las fronteras de nuestro conocimiento sobre la naturaleza,
- genera conocimientos fundamentales necesarios para los futuros avances tecnológicos que seguirán impulsando los motores económicos del mundo.
- contribuye a la infraestructura tecnológica y proporciona personal capacitado para aprovechar los avances y descubrimientos científicos.
- es un elemento importante en la educación de los químicos, los ingenieros y los informáticos, así como los profesionales de las otras ciencias físicas y biomédicas.
- extiende y mejora nuestra comprensión de otras disciplinas, como la tierra, las ciencias agrícolas, químicas, biológicas y ambientales, además de la astrofísica y la cosmología - temas de importancia sustancial para todos los pueblos del mundo.
- mejora nuestra calidad de vida proporcionando la comprensión básica necesaria para desarrollar nuevos instrumentos y técnicas para aplicaciones médicas, tales como tomografía computarizada, resonancia magnética, tomografía por emisión de positrones, imágenes por ultrasonido y cirugía con láser.”

En un taller organizado por la UNESCO sobre “El futuro de la física y la sociedad” llevado a cabo en Debrecen, Hungría, en 1999, cuya finalidad era enviar recomendaciones a la Conferencia Mundial sobre Ciencia (Budapest, junio 1999), se concluyó, entre otras recomendaciones, que la física es importante por sí misma y como parte de nuestra cultura, como elemento clave en una ciencia cada vez más unificada y como un contribuyente esencial a la solución de problemas sociales. La contribución de la física a todos los aspectos de la vida, materiales y no materiales, será esencial para el futuro previsible. Asimismo, la física continuará subyacente a toda la ciencia y tecnología. Es esencial para analizar y resolver problemas urgentes relacionados con la salud, ambientales y energéticos, entre otros. En cuanto a su papel educativo,

juega un papel fundamental en todos los niveles de educación. Por ejemplo, en educación básica, resulta importante para enseñar a los niños en edad preescolar y de educación primaria habilidades de razonamiento. En educación media, se requiere cada vez más conocimientos de física para un cabal aprendizaje de otras ramas de la ciencia. Y en educación superior, la física se está reconociendo como una educación de gran valor para muchas carreras fuera de la física como la economía, y la medicina. En términos generales, la física establece los estándares del pensamiento racional frente a la irracionalidad y sostiene la primacía de la observación y la evidencia.

Sin embargo, aún subsisten algunos problemas, por ejemplo, que la forma de enseñanza actual no resulta ni interesante ni estimulante para los jóvenes, hay importantes diferencias de género y falencias graves en el acceso equitativo a la educación de sectores más vulnerables de la sociedad. Existe, también, una confusión por el público que está genuinamente interesado por los avances científicos pero que al mismo tiempo está acosado por información errónea o engañosa y adaptada a los intereses individuales por los buscadores formando burbujas informativas viciosas. En esta era de las comunicaciones, un pueblo sin educación está sometido a la manipulación informativa.

Vivimos en una época en que el conocimiento es una herramienta fundamental para la toma de decisiones y se vuelve imperativo el trabajo en equipo e interdisciplinario en el que la física debería tener un rol predominante. Resulta, por ende, de importancia que los gobiernos busquen asesoramiento tanto de los profesionales relacionados con la física como con otras ciencias para definir las políticas públicas. En un documento recientemente elaborado por la Organización para la Cooperación Económica y para el Desarrollo (OECD) titulado “Asesoramiento científico para la definición de políticas: el rol y la responsabilidad de grupos de expertos y de científicos individuales”² se resalta la importancia creciente de que los gobiernos sean asesorados por comités científico-tecnológicos para la toma de decisiones y la definición de políticas, por ejemplo, en temas de salud pública, energía, ambiente, alimentos, agua, clima, emergencias y predicción de desastres naturales.

Las conclusiones y propuestas arriba mencionadas requieren de acciones concretas, decididas y urgentes. Implican un desafío necesario para las instituciones como CLAF y UNESCO.

² “*Scientific Advice for Policy Making: The Role and Responsibility of Expert Bodies and Individual Scientists*”, OECD (2015), <http://dx.doi.org/10.1787/5js3311jcpwb-en>

La experiencia de las Olimpiadas de la Física como estímulo e integración

*Contribución del Dr. Víctor Romero Rochín, Instituto de Física, UNAM, México
(romero@fisica.unam.mx)*

El laboratorio subterráneo ANDES en América Latina

*Contribución del Dr. Xavier Bertou, Centro Atómico Bariloche, CNEA, CONICET, Argentina
(bertou@cab.cnea.gov.ar)*

Resumen ejecutivo

Una manera de promover el desarrollo científico tecnológico de los países de la región es ubicando en la región proyectos y centros de investigación de relevancia internacional. Una iniciativa concreta en esta área apoyada por el CLAF desde 2014 es la iniciativa de construcción del laboratorio subterráneo ANDES. El laboratorio, por construirse en el túnel Agua Negra entre San Juan (Argentina) y Coquimbo (Chile), ofrecerá desde el interior de los Andes una visión única de nuestro entorno y del Universo. Albergará experimentos de vanguardia en física del neutrino, búsqueda de la materia oscura, geofísica, biología, impacto ambiental, gracias a su ambiente libre de radiación. Será manejado por un consorcio internacional, funcionando de manera semejante al CERN europeo. A continuación se detallan los avances logrados en la conformación de una comunidad latinoamericana empujando el proyecto, las razones detrás del gran interés de la comunidad científica internacional en la construcción del laboratorio ANDES, así como algunos de los estudios únicos que se pueden desarrollar más de 1500m bajo la superficie terrestre, tanto en física básica como aplicada.

Un observatorio subterráneo para física básica de vanguardia

Puede parecer paradójico construir un observatorio apuntando a desvelar los misterios del Universo en cavernas situadas a más de 1500m bajo la superficie terrestre. Sin embargo, los laboratorios subterráneos son instrumentos complementarios de los observatorios de superficie, usualmente ubicados en altas montañas o incluso en el espacio. En un laboratorio subterráneo, uno se encuentra protegido del exterior y en particular de la radiación cósmica, la cual, si bien no tiene un impacto mayor sobre el ser humano, resulta perjudicial a muchas de las más precisas mediciones en física básica. Un laboratorio subterráneo, por ser un ambiente libre de radiación ionizante, abre una ventana nueva de observación del Universo a través de los neutrinos y de la materia oscura.

El neutrino es, de las partículas conocidas por los físicos, la partícula menos entendida. Postulado en 1930 por Pauli para salvar la conservación de la energía en decaimientos radiactivos, fue observado por primera vez en 1956 por Reines y Cowan. Más de 50 años más tarde, seguimos encontrando nuevas propiedades sin explicar a los neutrinos, como el hecho de que oscilan entre diferentes sabores, o sea que un neutrino puede “transformarse” en otro neutrino mientras va viajando. Cuatro premios Nobel fueron relacionados directamente al neutrino, en

1988, 1995, 2002 y 2015, y sin embargo queda mucho para entender de esa fantasmagórica partícula.

La materia oscura es aún más sorprendente, ya que muchas observaciones astrofísicas dan por sentado su existencia, pero no se pudo detectar directamente aún. Sabemos que hay 6 veces más materia oscura que materia de la que conocemos, pero ahí se termina todo nuestro conocimiento en el tema. Sin duda, empezar a entender lo que constituye el 85% de la materia del Universo cambiará drásticamente la visión que tenemos hoy de la física básica.

Investigación aplicada en múltiples áreas

El ámbito único de un laboratorio subterráneo permite abordar temas tan variados como temas de geociencias, biología, física de materiales, climatología, medio ambiente, microelectrónica y más.

Se pueden mencionar estudios de equilibrio térmico de la Tierra y su neutrinoografía con los geoneutrinos, estudios de terremotos lentos, a bajas frecuencias; impacto de la radiación cósmica sobre mutaciones o envejecimiento celular, o estudios de vida en ambiente extremos; observación en vivo de procesos de fitorremediación, o estudios de evolución de especies y de daño ambiental; o incluso medición de tasa de errores de microchips.

Midiendo sedimentos, se estudiaron en laboratorios subterráneos la evolución de las poblaciones de sardinas y anchoas en las costas de Perú, datos importantes a la hora de desarrollar modelos sobre el posible impacto del hombre y del calentamiento global en la actividad pesquera. Se observó con mediciones similares el impacto del uso de la nafta sin plomo en la contaminación de los lagos alpinos.

Tal vez la medición más sorprendente fue observar trazas de Cesio en botellas de vino francés de supuestamente 100 años de edad. Esa medición permitió determinar que las botellas eran posteriores a los primeros ensayos nucleares. Se trataba por lo tanto simplemente de un fraude.

El laboratorio ANDES: una oportunidad para la región

Los estudios mencionados en los párrafos anteriores se hicieron en la docena de laboratorios subterráneos en actividad en el mundo, todos situados en el hemisferio norte. La próxima construcción de un túnel entre Argentina y Chile, el túnel Agua Negra, con un punto de máxima cobertura de roca de 1750m, abre la oportunidad de construir allí un laboratorio único para el hemisferio sur.

El túnel Agua Negra, entre Coquimbo (Chile) y San Juan (Argentina) está financiado por el BID. Su construcción se iniciará en el 2018, y durará 8 años. La propuesta de un conjunto de científicos de America Latina es construir en su seno un laboratorio de 60000 m³ de volumen, en el punto más profundo del túnel, a la frontera entre los dos países.

El laboratorio cuenta con el apoyo de un número importante de entidades, instituciones, tanto nacionales como internacionales, y de numerosos científicos de renombre, incluyendo premios nobeles de física. Grupos de Argentina, Brasil, Chile y México han manifestado su voluntad en llevar a cabo la construcción y la operación del laboratorio. Se planea manejar el laboratorio desde un consorcio internacional, de estructura similar al CERN europeo, pero con enfoque en actividades subterráneas. El primer paso en la elaboración de ese consorcio se efectuó en Enero del 2014 con la creación de la unidad ANDES dentro del CLAF. Esa unidad coordinó el Nuevo Estudio Conceptual del laboratorio del cual salió el diseño elegido.

De mantenerse el esfuerzo de la comunidad científica, tanto latinoamericana como internacional, para la construcción de ANDES, se contará en la segunda mitad de la próxima década con un laboratorio único en la región, motor de investigación y desarrollos tecnológicos de vanguardia, y de formación de recursos humanos de muy alto nivel.³

³ *Más detalles sobre el laboratorio se pueden encontrar en <http://andeslab.org/>*

Colaboración de Latino Americana en Física y Energías Renovables

*Contribución del Dr. Antonio del Rio, Director del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México, IER-UNAM
(arp@ier.unam.mx)*

La propuesta del Colegio Latinoamericano de Física de construir una Unidad de Energías Renovables (UER-CLAF) considera diversos aspectos de la compleja situación que enfrentamos en el mundo y en particular en Latinoamérica. Estos aspectos se originan en cuatro principales hechos: el cambio climático antropogénico, desigual desarrollo tanto de las personas como de las regiones, pobreza extrema de la mayoría de la población latinoamericana, dependencia energética de los combustibles fósiles. Desde el ámbito de la física los estudios que apunten hacia brindar energía sin comprometer la estabilidad de la atmósfera es una de las posibles contribuciones a solucionar la problemática actual.

Tenemos como sociedad una demanda de energía creciente y la necesidad de propiciar un bienestar social. De esta manera, estudios sobre temas de generación, distribución y almacenamiento de la energía utilizando tecnologías que no emitan gases de efecto invernadero, reiteramos, es una de las acciones que la población latinoamericana requiere para conseguir un desarrollo sustentable. Por lo tanto, se requiere de fomentar los estudios sobre fuentes renovables de energía y almacenamiento de energía para contender con las variaciones intrínsecas de estas fuentes.

Hoy en día el mayor consumidor per cápita de energía del mundo son los Estados Unidos, para comparación, Alemania consume del orden de la mitad per cápita; mientras la mayoría de los países latinoamericanos utilizan un tercio del consumo energético per cápita de los Estados Unidos. Claramente para conseguir el bienestar social en los países latinoamericanos se requiere disponer de mayor energía al mismo tiempo que fomentar su uso eficiente.

Es claro que los países latinoamericanos compartimos nichos ambientales similares y también compartimos formas organizacionales y culturales que permiten un flujo de conocimiento y estrategias sobre las diferentes problemáticas que padecemos y por ello apuntar a soluciones análogas.

Actualmente existen en Latinoamérica grupos que trabajan en las diversas áreas de las energías renovables como son la energía eólica, la energía solar, la geotermia, los biocombustibles y la

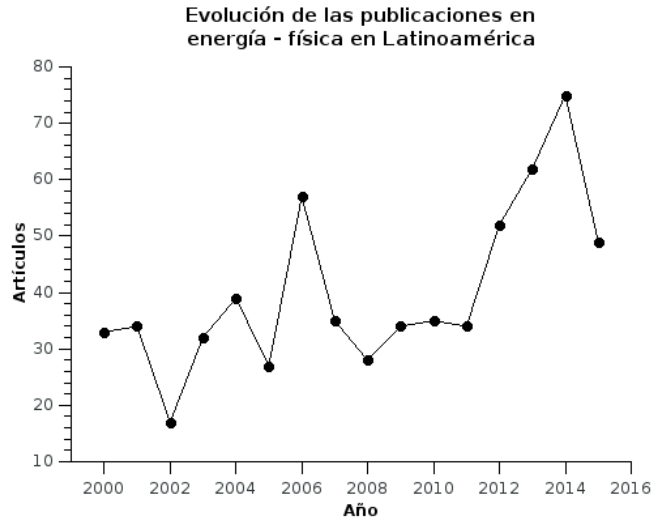
energía oceánica. Sin embargo no hay información disponible para identificarlos y fomentar su interacción.

Una búsqueda de artículos en la base de datos de Web of Science indica que en este milenio (2000-2015) la producción científica en el área de la física de la región latinoamericana ronda los 10,000 artículos con algún autor en la región, de estos aproximadamente 643 abordan la problemática de la energía. En la tabla se puede apreciar la lista de los países que aparecen con más de 10 de estos artículos donde al menos hay un autor de la región. Se observa claramente que hay una concentración muy importante en dos países y que España ocupa el tercer sitio desplazando a todos los demás países de nuestra región.

País	Núm. artículos	País	Núm. artículos
MEXICO	298	BRASIL	211
ESPAÑA	49	COLOMBIA	42
USA	38	ARGENTINA	37
CHILE	26	CUBA	21
FRANCIA	16	ALEMANIA	14
INDIA	14	URUGUAY	12
PORTUGAL	10		

De esta tabla es evidente la necesidad de impulsar el estudio de las energías renovables desde la perspectiva de la física para conseguir impactar en el desarrollo de nuevas tecnologías con la mira de llegar a la innovación tecnológica. Situación similar se aprecia en las instituciones participantes en estos temas destacando 3 instituciones mexicanas y una brasileña.

La evolución del número de publicaciones en la región muestra las oscilaciones características de un conjunto en crecimiento y no consolidado como se muestra en la figura a continuación. Sin embargo parece ser que hay un interés creciente en el tema (el año 2015 no termina). Parece ser el momento de aprovechar la inercia del crecimiento.



De esta manera, el breve análisis de la investigación actual en el tópico de energía desde la perspectiva de la física indica que se tiene verdaderas áreas de oportunidad para desarrollarla. La infraestructura que muestran algunos países de la región puede ser compartida para promover el desarrollo de la misma.

La puesta en marcha y posterior desarrollo de los proyectos de uso y aprovechamiento de las fuentes renovable de energía requieren de un sustento en áreas básicas de la física tales como estado sólido, dinámica de fluidos, transferencia de calor, termodinámica, óptica y física de materiales, entre otras. Sería deseable la incorporación a la UER-CLAF de grupos especialistas en estos temas con un enfoque claro hacia las energías renovables, así como la conformación de actividades que promuevan la movilidad de investigadores, posdoctorantes y estudiantes en general para que participen y colaboren con diversos proyectos.

Así el objetivo de la UER-CLAF es para fomentar la formación de físicos que sean capaces de realizar investigación en problemas relacionados con las fuentes renovables de energía y propiciar la colaboración y uso de la infraestructura disponible para beneficio de la región latinoamericana.

En particular las áreas de interés son: Energía solar, Energía Eólica, Biocombustibles, Geotermia, Energía hidráulica, Energía oceánica; y los tópicos afines de: almacenamiento de energía, efectos termoeléctrico, piezoeléctricos, triboeléctricos, redes inteligentes y el hidrógeno como

combustible. Por supuesto que la UER-CLAF está abierta a otras propuestas dentro del ámbito de la física y su aplicación al uso sustentable de la energía.

La visión del CLAF que se comparte con las Universidades e Instituciones de investigación en física de la región es triple: a) Formar e informar con un enfoque productivo que genere conocimiento y desarrolle tecnología con miras al valor agregado, b) Fomentar el emprendimiento de negocios DE y PARA la sociedad y c) Comunicar los conocimientos generados con responsabilidad social y ética, en particular amalgamar el conocimiento tradicional con el científico es una alternativa sustentable.

UER-CLAF: Conformada en un principio por el Instituto de Energías Renovables de la UNAM y el CICATA-IPN, coordinará los esfuerzos de las diferentes entidades latinoamericanas. Fomenta la creación de grupos de interés, movilidad académica y estudiantil, Talleres en tópicos de Física de materiales, Dinámica de fluidos, Transferencia de calor, Termodinámica de procesos irreversibles y optimización, etc.

Hoy es claro que en algunos países, en tópicos de fuentes renovables de energía, uso racional y eficiente de ella y la transmisión y distribución de energía, tenemos infraestructura para compartir y con ello generar conocimiento y formar personal. La importancia de construir desde el conocimiento alternativas idóneas para las diferentes comunidades de nuestra región y que considere las características específicas tanto ambientales como sociales es manifiesta.

La Física Médica: una disciplina necesaria y vinculada a la salud

Contribución del Dr. Gabriel González Sprinberg, Profesor Titular, Inst.de Física, Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay

(gabriel.gonzalez.sprinberg@gmail.com)

Las estadísticas de cáncer implican un enorme esfuerzo de las sociedades para abordar este tema central de la salud. Este esfuerzo se traduce en la incorporación de equipamiento de calidad para los tratamientos, pero principalmente en la formación de recursos humanos debidamente calificados que puedan dar cuenta de los avances en oncología. Hoy en día contar con equipos de calidad no asegura un nivel adecuado para el tratamiento y diagnóstico de estas enfermedades, sino que es el grupo humano interdisciplinario a cargo los que hacen principalmente la diferencia. Son estos recursos humanos los que hacen posible que los tratamientos se realicen con niveles de calidad verificables, sostenibles y haciendo uso adecuado y óptimo de los equipos. La comprensión de las enfermedades que conocemos como cáncer, así como las estrategias de tratamiento y diagnóstico, evolucionan en forma significativa en el plazo de pocos años. Es así que, por ejemplo, en pocos años los tratamientos convencionales de radioterapia han evolucionado desde bombas de cobalto (que utilizan fuentes radioactivas de cobalto-60) a la utilización de aceleradores lineales de electrones que proveen radiaciones ionizantes con electrones y fotones para los tratamientos. En la imagenología, por otra parte, además de la incorporación de nuevas técnicas para diagnóstico (como por ejemplo la tomografía por emisión de positrones, conocida como PET), es hoy en día necesario poder integrar las diferentes técnicas imagenológicas, sean PET, tomografía, ultrasonido o resonancia magnética, entre otras. Los profesionales a cargo deben tener un entrenamiento y formación superior adecuados para poder hacer uso óptimo de los medios de diagnóstico y tratamiento disponibles.

Esta evolución de la imagenología y de las técnicas radiantes ha resultado en la necesidad de incorporar en el equipo multidisciplinario a cargo de un tratamiento o diagnóstico a físicos con una importante formación de postgrado dirigida hacia las aplicaciones en medicina. Estos profesionales son llamados Físicos Médicos. Esto es una realidad desde hace décadas en los países desarrollados, mientras que en los demás la realidad es muy variable, pero en general muy diferente.

En América Latina no existen países con recursos humanos suficientes y con un número y nivel de equipamientos adecuados para las necesidades de la población, que puedan ofrecer una atención al nivel que es posible hoy en día. Es así que en algunos países existe equipamiento en número suficiente pero con escasez de recursos humanos, en otros escasez de equipamiento pero

se cuenta con un número adecuado de recursos humanos calificados, y finalmente en otros hay una severa escasez de equipos y profesionales.

Esta diversidad de situaciones configura una situación en la que es necesario actuar en forma activa y decidida por parte de los responsables de la salud y de las instituciones educativas. Estas últimas son las que tienen la responsabilidad directa de ofrecer la posibilidad de la formación de recursos humanos de calidad en Física Médica, capaces de ejercer sus funciones en un área que tiene un ritmo de cambio muy importante en plazos muy cortos.

La Física Médica se puede definir como el área de la Física aplicada a la Medicina, principalmente en prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, que hacen uso intenso de los agentes físicos. Es particularmente importante en el área de las imágenes para diagnóstico, tratamientos y equipamientos que hacen uso intenso de radiaciones ionizantes. Las áreas de actuación de un Físico Médico son principalmente la radioterapia, la medicina nuclear, la imagenología en todas sus formas y la protección radiológica. A su vez los Físicos Médicos juegan un papel central en la regulación de las prácticas que hacen uso de los agentes físicos y particularmente en las radiaciones ionizantes.

El Físico Médico clínico es un profesional que se desempeña en el ámbito de la salud, que además de su título universitario de grado ha recibido formación académica y entrenamiento clínico supervisado en Física Médica en centros de salud. A título de ejemplo los físicos médicos en los hospitales son responsables de la planificación de los tratamientos, de la incorporación de nuevas técnicas terapéuticas, de la adquisición de nuevos equipos y sus especificaciones, así como de su instalación y comisionamiento. En general la formación de un Físico Médico clínico implica cuatro años de estudios universitarios hasta la obtención de una Licenciatura en Física, más un posgrado en Física Médica que usualmente es de dos años, más dos o tres años (dependiendo de los países) de una residencia clínica supervisada por Físicos Médicos cualificados. Es así que un Físico Médico clínico implica en total ocho o nueve años de formación universitaria. Estos profesionales son los que pueden asegurar la calidad de los tratamientos y de la imagenología utilizada para el diagnóstico o seguimiento de la enfermedad. Por ejemplo, son los que pueden asegurar el valor y la localización de la radiación entregada en una radioterapia.

Existe un amplio consenso internacional acerca de las características de la formación y de las funciones que un Físico Médico cumple hoy en día en el ámbito de la salud. Por ejemplo, esto está claramente discutido en una publicación de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA)⁴. Por otra parte, diversos estudios (IAEA, OPS) han establecido el número adecuado de

⁴ *"El físico médico: Criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina."*

equipamiento para radioterapia externa, de radio-oncólogos y de físico médicos por millón de habitantes. A título de ejemplo estos estudios muestran que el número adecuado de Físicos Médicos por millón de habitantes en radioterapia debería ser cercano a cuatro, mientras que en Latinoamérica y el Caribe el número de los mismos es cercano a uno. En cambio, los países desarrollados tienen más de cinco físicos médicos por millón de habitantes. En tanto, el número de unidades de radioterapia por millón de habitantes también debería ser al menos de cuatro, mientras que en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe se está muy lejos de este número y es en general menor que uno. Como se dijo antes en algunos de nuestros países el número de unidades de radioterapia no es tan escaso como en otros países de la región, pero sin embargo la escasez de Físicos Médicos configura una situación de gran precariedad. Sumada a la escasez de estos profesionales ocurre que muchos países ni siquiera disponen de programas de posgrado para la formación en Física Médica. Además, el Físico Médico frecuentemente no tiene reconocimiento profesional, no existe una cultura de formación continua, los salarios son bajos motivando pluriempleo, y finalmente esto hace muy difícil la incorporación de las nuevas tecnologías y técnicas que han hecho mejorar la calidad de la radioterapia en las últimas décadas. Esta situación afecta en forma similar a la gran mayoría de la población, que finalmente no tiene acceso a la calidad de los tratamientos disponibles corrientemente en otras regiones.

Instituciones como el CLAF, que tiene una finalidad académica pero que a la vez tiene un carácter gubernamental, pueden jugar un rol central para impulsar soluciones en el área de la Física Médica para los países de la región, y contribuir a la calidad del diagnóstico y terapias en un área central de la salud. Es así que en los últimos tiempos ha apoyado reuniones científicas y la formación de posgrado de estudiantes en Física Médica. Estas acciones contribuyen significativamente a la formación de recursos humanos en forma sustentable. La escala del problema necesita de una gran acción por parte de autoridades gubernamentales y educativas para encontrar soluciones. Estas acciones pueden hacer uso de instrumentos, como el CLAF, que tiene un potencial en su carácter gubernamental y académico para la Física en América Latina y el Caribe.

(Patrocinado por la IAEA y OPS). IAEA HUMAN HEALTH REPORT No.1.

ISBN 978-92-0-311209-3 ISSN 2074-7667 © OIEA, 2010.

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1424_S_web.pdf

Conclusiones

Siendo una de las pocas instituciones gubernamentales científicas que abarcan la región de Latinoamérica y el Caribe, el CLAF ofrece un marco apropiado para impulsar acciones a favor de (entre otras):

- una mejor educación científica de los jóvenes en colaboración con otras organizaciones afines.
- la colaboración en investigación, desarrollo e innovación en Latinoamérica y el Caribe.
- la aplicación de los conocimientos de la física a áreas de desarrollo humano como energías limpias, salud y protección del ambiente.

La intervención del CLAF en la CILAC demostró el interés y la capacidad del centro para participar de los desafíos científico tecnológicos de la región. El impacto que se está teniendo se mantendrá y se intensificará dependiendo de los esfuerzos de sus miembros, de los científicos latinoamericanos, y de los respectivos gobiernos.