

RED DE FÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS

I. Plan de Trabajo

1. Impacto de la Red y Líneas generales de actividad

La *Red de Física de Altas Energías* (FAE) es una red creada a partir de seis propuestas seleccionadas en segunda fase de la Convocatoria de CONACYT *Presentación de Ideas para la Realización de Megaproyectos*, planteados a cinco años. Todos estos proyectos propugnan para México el desarrollo de una infraestructura científica y tecnológica de primera línea, la formación de recursos humanos de excelencia y la cooperación científica multidisciplinaria, en torno a problemas de frontera relacionados con la producción y detección de radiación y partículas.

Los grupos que conforman la red de FAE, provenientes de más de 30 instituciones, poseen experiencia amplia en líneas de investigación que están orientadas al desarrollo de física de aceleradores en México, detectores de neutrinos y materia oscura, de detectores de radiación, de fuentes de radiación, de rayos cósmicos, y astronomía de rayos gamma, que constituyen las líneas de investigación iniciales de la red.

Aparte de la importancia científica intrínseca, la física de altas energías ha probado ser un motor para el desarrollo tecnológico de los países involucrados en los experimentos, y ha significado un gran beneficio para otras disciplinas científicas y para la sociedad en su conjunto. Entre algunas de sus características encontramos que: (i) las investigaciones se ubican en la frontera del conocimiento, (ii) generan proyectos de largo plazo que establecen colaboraciones multinacionales e interdisciplinarias (iii) la tecnología requerida es detonante para la aparición de innovaciones y la vinculación de empresas nacionales y grupos de técnicos y científicos.

Existen innumerables ejemplos de beneficios que ha traído la investigación y tecnología de la FAE como lo son *Terapia del cáncer* que usan aceleradores que producen rayos X, protones, neutrones o iones pesados para el diagnóstico y tratamiento, *Instrumentación para diagnóstico* como la tomografía por emisión de positrones (PET), *Fuentes de Luz Sincrotrón* que permiten descifrar la estructura de las moléculas proteínicas, la *World Wide Web* desarrollada en CERN a fin de que equipos numerosos pudieran comunicarse rápida y eficazmente, o *Superconductores* que gracias a los grandes aceleradores de Fermilab y CERN ha vuelto a la producción de magnetos superconductores un proceso industrial efectivo y hoy es utilizado para realizar Imagen por Resonancia Magnética (MRI).

Los aceleradores, además de producir las colisiones para estudiar los componentes más fundamentales de la naturaleza y los primeros momentos del *Big Bang*, también se utilizan en otros muchos y variados campos de la ciencia y tecnología, como Medicina, Física Atómica, Química, Biología e incluso, últimamente, en campos tan inesperados como Ciencias Forenses. Se hace entonces evidente la urgencia de desarrollar esta área en México. Con la red se podrá, por ejemplo, apoyar estancias para captar y formar estudiantes en ciencias básicas y aplicadas así como de ingenierías, fomentar la vinculación con el sector privado y áreas de ingeniería mediante el desarrollo de técnicas de instrumentación y control (de sumo interés a todas las áreas de la red), la creación de un grupo interdisciplinario de medicina de tecnologías de aceleradores, o apoyar el desarrollo de pequeños prototipos distintos componentes de una fuente de luz.

También, para la detección de partículas masivas débilmente interactuantes (WIMPs) se han generado un sinúmero de innovaciones tecnológicas desde técnicas criogénicas hasta el desarrollo de detectores

de alto desempeño. Existen en la actualidad varios experimentos de física de altas energías con una componente mexicana significativa como el *Observatorio Auger* (BUAP, CINVESTAV, UMSNH y UNAM), ALICE y CMS (BUAP, CINVESTAV, UASLP y UNAM), y HAWC (INAOE, UNAM, BUAP, IPN, U. Mich, U de Gto) por lo que la creación de un *Laboratorio Subterráneo Multidisciplinario Mexicano* (que sería único en su tipo en Latinoamérica), se vuelve estratégica. En torno a un proyecto de este tipo se generaría un conjunto de industrias pequeñas y medianas de alta tecnología, con el consiguiente impacto económico, social y regional.

Prácticamente no existe aspecto de nuestra vida cotidiana que no haya sido impactado por detectores de radiación (ionizante o no). Tienen aplicaciones tan diversas como la detección de radiación visible con cámaras digitales, de rayos gama en tomografía por emisión de positrones, de rayos X en tomografía axial, de rayos infrarrojos en procesos industriales, de ondas milimétricas provenientes de núcleos de galaxias, o de energía de ionización de partículas de alta energía, entre otras. Nuevas tecnologías como los multipixel photon counter (MPPC) que se están utilizando o siendo consideradas por su enorme potencial para detectores de neutrinos, el calorímetro del ILC, aerogel-RICH, telescopios Cherenkov atmosféricos, PET, fluorescencia para secuenciar ADN, de ahí la importancia de promover el desarrollo de infraestructura para investigación y producción de detectores.

Grupos con actividades experimentales relacionadas con átomos fríos (CENAM y ICN-UNAM), mediciones de alta precisión (CENAM), tecnología de pulsos láser para espectroscopia así como caracterización, crecimiento y modificación de materiales (CICESE, UAM-I, CECADET-UNAM), coldtrims (ICF-UNAM), se han integrado en la red y podrán beneficiarse, entre otros grupos, del esfuerzo de la UAM-I que busca desarrollar fuentes multiusuario y multipropósito que serían una alternativa de menor costo a los sincrotrones. La red puede apoyar este tipo de iniciativas con complemento de inversión de consolidación de infraestructura, que mantengan y fomenten la colaboración entre grupos.

El laboratorio de Detectores del ICN-UNAM, el cual ha desempeñado un importante papel en el impulso de la física experimental de altas energías en el país, ha contribuido significativamente al desarrollo varios detectores, como es el caso de BATATA y ACORDE. EL apoyo de la red para el fortalecimiento de este Laboratorio para que produzca electrónica de alto nivel sería un detonante tecnológico y de vital importancia para necesidades de los miembros de la red.

La astronomía de rayos gamma nos permite estudiar de manera directa el origen de los rayos cósmicos. Se logró la sede en el país de la propuesta High Altitude Water Cherenkov (HAWC), que es del tipo de arreglos de superficie terrestre. Será capaz de mapear dos tercios del cielo y la sinergia con los observatorios IceCube en la Antártida o el Fermi en órbita, son cruciales en la verificación de fuentes astrofísicas de neutrinos, y su repercusión cubrirá desde aspectos de alta tecnología como de física fundamental, por lo que se torna trascendental el apoyo de la red.

Como antecedentes del impacto de proyectos podemos mencionar el "High Energy Physics in Mexico: Searching for new physics at the LHC-CERN", apoyado por el Conacyt/Banco Mundial con \$1.5 millones de dólares. Gracias a ésto, varios grupos nacionales desarrollan proyectos de investigación en física médica adicionalmente a la investigación en física de altas energías. El Observatorio Auger es otro ejemplo: se requerían 1600 tanques de polietileno rotomoldeado, y la compañía Rotoplas, en estrecha colaboración con científicos e ingenieros del Observatorio, logró ajustar los parámetros de fabricación, su control de procesos y de control de calidad, obteniendo además de los beneficios económicos de fabricar 2/3 de los tanques.

Las líneas generales de actividad tienen por objeto impulsar las relaciones de colaboración de los diversos grupos científicos y tecnológicos, fomentar los mecanismos de comunicación e intercambio de información, diagnosticar necesidades y oportunidades, promover la consolidación de la infraestructura de investigación y apoyar la formación de nuevos recursos humanos. Todas estas acciones están enfocadas a articular los esfuerzos nacionales para lograr sinergia y aumentar la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales, así como potenciar su desarrollo y fortalecimiento.

Las actividades de la red estarán enfocadas a la ejecución de las acciones siguientes:

- 1) Fomentar el intercambio académico entre los integrantes de la red, promoviendo el desarrollo de investigaciones multidisciplinarias y el uso más eficiente de los recursos materiales de las distintas instituciones participantes.
- 2) Apoyar la difusión de los resultados de los diversos grupos que integran la red a través de publicaciones y otros medios escritos y electrónicos de comunicación.
- 3) Colaborar con la SMF, la AMC y otras organizaciones en la promoción de actividades científicas y educativas.
- 4) Acrecentar y mejorar la difusión, intercambio y actualización de la información.
- 5) Promover la organización de simposios, escuelas, talleres y otros tipos de reuniones académicas.
- 6) Organizar actividades que conserven activa la red y la vigoricen.
- 7) Brindar apoyo con pasajes y viáticos para movilidad, por ejemplo, para trabajo de campo, asistencia a congresos, visitas de trabajo, entre otros.
- 8) Identificar la capacidad instalada nacional y determinar sus necesidades.
- 9) Dar difusión amplia de las opciones de financiamiento para proyectos y las distintas convocatorias.
- 10) Ayudar en el registro de propiedad intelectual.
- 11) Establecer programas de becas para estudiantes y otros mecanismos de fomento de formación de recursos humanos.
- 12) Fomentar actividades de divulgación y difusión.

2. Vinculación de grupos e Instituciones Participantes

Adicionalmente a lo mencionado en el punto anterior, las acciones y líneas de investigación apoyadas por la red darán lugar a una serie de proyectos en la frontera del conocimiento, programas de fomento de intercambio y formación de recursos humanos que propiciarán la vinculación de grupos científicos y tecnológicos.

Se promoverá la participación de la industria nacional, privada y estatal, tanto en la etapa inicial de mejora de las capacidades e instalaciones de los diversos laboratorios participantes, así como en la provisión de servicios especializados y la eventual producción de componentes de alta tecnología. Asimismo, en el mediano y largo plazo, la contribución de la red a la formación de recursos humanos de alto nivel (tanto en el ámbito técnico como en el científico) propiciará su inserción y la interrelación de los diversos sectores.

En términos generales, adicionalmente a las contribuciones científicas, la red tendrá un impacto considerable en diversos aspectos sociales, económicos y tecnológicos. Entre las áreas de impacto podemos mencionar la formación de recursos humanos de alto nivel (ámbito técnico y científico), la participación de la industria nacional, privada y estatal, la ampliación de la infraestructura de cómputo a nivel nacional basada en tecnología GRID, la demanda de servicios y productos tecnológicos que favorezca la transferencia tecnológica, el aumento en la notoriedad del país y la inversión de recursos del extranjero a nivel regional y nacional.

La lista inicial de participantes, conformada por más de 150 personas de más de 30 instituciones, ha sido determinada en base a los participantes registrados en los megaproyectos que le dieron origen. Con las acciones de la red se sumarán otros investigadores de los grupos consolidados. Los miembros de la red se encuentran adscritos en las siguientes instituciones:

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico-UNAM, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Centro de Investigaciones en Óptica, Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Zacatenco, Centro de Investigación y Estudios Avanzados Unidad Mérida, Centro Nacional de Metrología, ESFM - Instituto Politécnico Nacional, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Instituto de Astronomía UNAM, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Instituto de Ciencias Nucleares UNAM, Instituto de Ciencias Físicas-UNAM, Instituto de Física UNAM, Instituto de Geofísica UNAM, Instituto de Geología UNAM, Instituto de Física Universidad de Guanajuato, Instituto de Física Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto Mexicano del Petróleo, Servicios Industriales Peñoles S.A. de C.V., Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad Autónoma de Zacatecas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Universidad de Colima, Universidad de la Ciudad de México, Universidad de Guadalajara, Universidad Iberoamericana, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad de Sonora.

3. Acciones específicas de la red

En el marco de las líneas de acción generales planteadas por la red, se han determinado las siguientes acciones específicas para el primer año de funcionamiento de la misma, las cuales resultan de interés para el Comité Técnico-Académico:

- 1) Editar y publicar un documento acerca del estado del arte, retos y perspectivas que sirva como base para la elaboración del proyecto nacional. Con tal propósito, el Comité Técnico-Académico conformará un grupo de trabajo, el cual estará integrado por expertos en la temática, quienes lo auxiliarán en la preparación de dicho documento.
- 2) Con base al catálogo de la SMF y otras fuentes de información, elaborar y mantener actualizado un padrón de investigadores y estudiantes activos en el campo.
- 3) Establecer un programa de becas, que incluya el apoyo a posdocs y estudiantes de posgrado.
- 4) Establecer un programa de intercambio académico de investigadores y estudiantes miembros de la red, promoviendo estancias cortas.
- 5) Organizar un congreso nacional de la red.
- 6) Apoyar la realización de eventos más pequeños. En los casos, que así corresponda se procurará coordinar esfuerzo con las respectivas divisiones de la SMF y otras organizaciones académicas, como la AMC.
- 5) Identificar los laboratorios del país, relacionados con la temática de la red, que se encuentre en funcionamiento o en proceso de instalación. Hacer un diagnóstico de las necesidades comunes y de cada uno en particular, a fin de mejorar la infraestructura con que se cuenta para la realización de los experimentos.
- 6) Apoyar gastos de pasajes y viáticos de sus integrantes, para reuniones, congresos, visitas de trabajo nacionales o internacionales.
- 7) Realizar reuniones bimestrales del comité y dos reuniones anuales de los miembros de la red (la primera se llevaría a cabo junto con el congreso nacional).
- 8) Promover que los desarrollos tecnológicos asociados a la red den lugar a registros de propiedad intelectual.
- 9) Crear un portal de Internet que contenga la información siguiente: directorio, estructura, miembros y grupos de la red; infraestructura; documentos (plan, manual de operación, lineamientos); ligas a

páginas nacionales e internacionales de relevancia en el tema; información de congresos, convocatorias, noticias; foro de discusión. Este portal deberá disponer tanto de una parte pública y otra de acceso restringido.

10) Determinar y cubrir las necesidades de apoyo administrativo para el buen funcionamiento de la red. Apoyar los servicios de consultorías en áreas técnicas y de ingeniería.

11) Apoyar el trabajo de campo en lo relativo, por ejemplo, a la instalación, tomas de datos, diagnósticos, etcétera, de experimentos asociados a la red e investigaciones relacionadas.

12) Elaborar el manual interno de operación.

4. Primeras acciones de la Red

a) Congreso Nacional

Hemos contemplado un congreso para alrededor de 100 a 150 personas con duración de tres días, a realizarse fines de enero o principios de febrero. Como sedes posibles estamos considerando Cancún, Oaxaca, Guanajuato y Cocoyoc. Aquí se hará una presentación formal de la red a la comunidad, y se propiciará un amplio intercambio de ideas a fin de formular las vías de acción para la consecución de los objetivos de la red. Para ello, estableceremos mesas de trabajo relacionadas con las principales líneas de investigación, procurándose que las mismas estén coordinadas por investigadores con un reconocido liderazgo. En el transcurso del congreso se constituirá un grupo de trabajo que estará integrado por expertos en la temática correspondiente, el cual prestará su ayuda y asesoría al Comité en la elaboración de un diagnóstico del estado del arte en el área, que podría incluir miembros de la comunidad internacional. Para garantizar una adecuada participación habrá apoyos parciales para los asistentes, si el presupuesto lo permite.

b) Acciones de Arranque

1. *Estudio Comparativo de Detectores*: Las instalaciones del CIO ofrecen la posibilidad realizar un estudio comparativo de distintos tipos de detectores, como PMTs, fotodiodos de avalancha y MMPC. Los sistemas intensificadores de luz cuentan con amplias aplicaciones, como son la instrumentación de biodiagnóstico, inspección de obleas de semiconductor, criptografía cuántica, conteo de partículas, medicina nuclear, detección de radiación de ionización de partículas de alta energía, entre otras. Este estudio está dirigido a convertirse en una importante referencia para el futuro trabajo instrumental de todos los grupos que estén dentro de la red o, incluso, fuera de ella.

2. *Instalación del Primer Detector Cherenkov del Observatorio HAWC*: El observatorio HAWC es un proyecto conjunto entre México y Estados Unidos, y la instalación del primer detector sería un evento que tendría visibilidad incluso a nivel internacional.

3. *Fabricación e Instalación de BATATA en el Observatorio Auger*: BATATA es un telescopio de muones que, entre otras funciones, servirá como prototipo de una ampliación del Observatorio Auger. Se trata del primer detector fuera del diseño original del OA cuya instalación en el sitio sur del Observatorio ha sido autorizada por la Colaboración Auger. Tanto la idea, como el diseño y la construcción de BATATA son de factura mexicana y en su ejecución toman parte tres instituciones: BUAP, UMSNH y UNAM. El apoyo requerido es para cubrir parte del costo de fabricación, así como los gastos que demande su instalación.

5) Integrantes del Comité de la Red FAE

Investigadores: José Luis, Juan Carlos, Alberto, Gerardo,

Sector Productivo:

Sector Gubernamental:

II. PRESUPUESTO DE LA RED DE FAE

1) Estimación del presupuesto para toda la Red (1 año)

Rubro presupuestal	Porcentaje	Notas
Programa de becarios	10%	2 posdoc + 5 doctorado
Programa intercambio académico	14%	
Eventos y talleres	7%	Incluye 4% del congreso
Acciones de interés del comité	30%	Ver detalle abajo
Acciones de arranque	10%	Ver detalle abajo
Pasajes y viáticos	15%	
Reuniones de la red	2%	Comité y toda la red
Servicios profesionales y apoyo consultivo	5%	
Trabajo de campo	5%	
Edición de publicaciones	1%	
Registro de propiedad intelectual	0.5%	
Portal internet	0.5%	
Total	100.0%	

2) Estimación de gasto Acciones de Interés del Comité Técnico-Académico

Dentro de este rubro están las reuniones del Comité Técnico Académico; la adquisición de equipo para el fortalecimiento de laboratorios que forman parte de la red y que posibiliten el avance de las propuestas de las Líneas de Investigación; becas para posdoctorales y estudiantes de posgrado; viáticos para miembros del Comité Técnico Académico que posibiliten su participación en reuniones académicas nacionales o internacionales, garantizando así la representación de la red en dichas reuniones.

Rubro presupuestal	Porcentaje	Notas
Programa de becarios	9%	3 posdocs + 1 doctorado
Equipo de laboratorio	20%	
Reuniones del Comité	1%	Coordinación y planeación
Total	30.0%	

3) Estimación de gasto para Acciones de Arranque

Acción	Costo estimado
<i>Estudio Comparativo de Detectores</i>	500,000
<i>Instalación del Primer Detector Cherenkov del Observatorio HAWC</i>	150,000
<i>Fabricación e Instalación de BATATA en el Observatorio Auger</i>	350,000