



Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE)

Centro de Investigación de Galicia

Memoria anual 2022

Xullo 2023



Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE)

igfae.usc.es

Índice

• Resumen ejecutivo	3
• Actividad científica de las áreas de investigación	5
○ SA1 – THE STANDARD MODEL TO THE LIMITS	5
○ SA2_ COSMIC PARTICLES AND FUNDAMENTAL PHYSICS	10
○ SA3_ NUCLEAR PHYSICS FROM THE LAB TO IMPROVE PEOPLE´S HEALTH	18
• Personal	26
• Gestión y financiación	27
○ Nuevos proyectos 2022	27
○ Proyectos y actividades 2022	28
▪ Programa IGNITE	28
▪ Línea de investigación experimental y laboratorios.	29
▪ Programa de visitantes y estancias de investigadores/as IGFAE	30
▪ Sistema de monitorización y vigilancia competitiva	31
▪ Acreditación "Unidad de excelencia - María de Maeztu"	31
○ Resumen de la distribución de gasto durante la anualidad 2022	31
• Producción Científica	34
• Investigación e Innovación Responsable (RRI)	34
• Valorización y Transferencia	36
• Carrera Científica	38
○ Talleres, cursos y congresos organizados por el IGFAE	38
• Divulgación y promoción de la cultura científica	41
○ Outreach	41
○ Género y diversidad	45
○ Programación ArtLAB	47
○ Programación EduLab	48
• Anexo 1. Nuevos proyectos	49
• Anexo 2 Publicaciones 2022	50
• Anexo 3. Impacto en medios	93

Resumen ejecutivo

Cabe destacar que este último año de financiación de la Xunta de Galicia ha supuesto la consolidación de los siguientes logros:

- Una excelente atracción de talento científico, especialmente en junior staff (R3) una de las prioridades marcadas en nuestra estrategia, pero también la internacionalización en las categorías de postdoc e investigador predoctoral.
- El éxito en convocatorias competitivas de personal, en particular en MSCA (una IF concedida en 2021 y otra en 2022) y en las prestigiosas becas "La Caixa"
- El éxito en convocatorias ERC y otras europeas, superior a la de otros centros de referencia internacional según el análisis de benchmark.
- La renovación y fortalecimiento de la unidad de gestión, incluyendo personal para comunicación y transferencia de tecnología por primera vez.
- La elaboración del proyecto de nueva sede, con el comienzo de las obras en 2021, y que abre una fase completamente nueva en las capacidades del centro
- La elaboración de una serie de documentos "de centro" que lo dotan de una infraestructura lógica de apoyo a temas transversales como la igualdad, las condiciones de trabajo, la carrera científica, la comunicación etc.
- La puesta en marcha de una RRI renovada y estructurada en forma de IGFAELabs
- Un impacto sin paralelo en la historia del IGFAE en medios, especialmente internacionales
- Importantes hitos científicos, como la finalización del upgrade del LHCb, donde el IGFAE tiene un papel esencial; la consolidación de la línea de ondas gravitacionales, con algunos de los mejores resultados científicos de los últimos años; La explotación de datos de Pier Auger; la entrada en la colaboración DUNE; la consolidación del proyecto NEXT gracias, en parte, a las demostraciones de eficiencia llevadas a cabo en el IGFAE; la finalización de R3B y su puesta en marcha, y muchos otros.

Como otros años se han puesto en marcha **acciones para promover y acompañar las solicitudes en programas europeos ERC y MCSA**. Como resultado, se consiguió un contrato Marie Skłodowska-Curie Postdoctoral Fellowship, después de que en las últimas tres convocatorias se incrementasen significativamente el número de solicitudes. La labor de captación llevada a cabo en los últimos años permitió también que se presentasen, cuatro solicitudes ERC en el mismo año, de las cuales una de ellas consiguió pasar a segunda fase, aunque no consiguió ser financiada.

En el apartado de la **agenda científica del IGFAE** los resultados son plenamente satisfactorios, cumpliéndose los compromisos con las distintas colaboraciones internacionales y publicaciones de relevancia que se detallan en el texto. Queremos destacar aquí que en 2022 llegaron a su fin los proyectos IGNITE lanzados con la cofinanciación de la convocatoria María de Maeztu 2020 y se ha lanzado una nueva línea de investigación ligada al IGNITE 2021.

El **Scientific Advisory Board (SAB) del IGFAE se reunió presencialmente el 4 y 5 de octubre**, Cuatro de los siete miembros del SAB acudieron a la reunión; Barbara Erasmus, Paolo Giubellino, Gabriela Gonzalez e Giulia Zanderighi en la que se llevó a cabo una presentación de las actividades del IGFAE en su conjunto y de los cinco programas científicos no evaluados en 2021 (SA1_STRI, SA2_AUGE, SA2_GRWA, SA3_NUCL, SA3_LACC). Esta dinámica de evaluación de programas en años alternos se mantendrá en el futuro para aprovechar las visitas del SAB de manera más eficiente.

A continuación, presentamos un informe detallado de estas actividades

Santiago de Compostela – xullo 2023 – Carlos A. Salgado – director del IGFAE

Actividad científica de las áreas de investigación

SA1 – THE STANDARD MODEL TO THE LIMITS

Nuestro instituto trabaja activamente en el estudio del Modelo Estándar (SM) de la Física de Partículas, la mejor teoría de la que disponemos actualmente para describir la realidad microscópica. Nuestra actividad investigadora juega un papel fundamental en este campo tan amplio, incluyendo la búsqueda de nueva física más allá del SM en el experimento LHCb (SA1_LHCb), el estudio de la materia en Cromodinámica Cuántica (QCD) en condiciones extremas (SA1_HQCD) y la investigación en teoría de cuerdas tanto desde un punto de vista formal como aplicado (SA1_STRI).

SA1_LHCb: Beyond the Standard Model with LHCb

El experimento LHCb completó su toma de datos de modo muy satisfactorio en 2018, y el periodo de instalación de la fase I de su actualización comenzó en 2019. La flexibilidad inherente al nuevo *trigger* permitirá extender el programa de física del experimento a áreas importantes más allá de la física de sabor.

Investigadores del IGFAE trabajan en la actualización del sub-detector de vértice de LHCb (VELO, Vertex Locator), y el trigger de nivel más alto (HLT). La instalación del nuevo VELO finalizó en mayo de este año 2022 con la instalación de la segunda mitad del detector en la caverna. Se han fabricado todos los módulos de detección, y finalizado todos los sistemas auxiliares.

El grupo ha comenzado ya el desarrollo I+D+i en detectores altamente resistentes a la radiación y con medida temporal para la fase 2 de la mejora del experimento (4D tracking ~2030). Las tecnologías de base son, detectores 3D y detectores I-LGAD pixelados.

Hitos 2021 - 2022

.2019-2022. VELO DAQ and firmware coordinator (Edgar Lemos).

2019-2022 LHCb Spanish link in the LHCb Finance board and deputy of the LHCb RRB (Abraham Gallas).

2019-present LHCb VELO Project Collaboration chair (Abraham Gallas).

2021-2023 VELO ECS commissioning & Calibration coordinator (Antonio Fernández).

Una de las características principales de la actualización de LHCb es el trigger implementado completamente en software. La posibilidad de un trigger del nivel más alto basado en GPUs en vez de en CPUs puede mejorar significativamente la potencia de cálculo por euro de la farm para todas las fases de la actualización. El IGFAE contribuye al desarrollo de los algoritmos de clusterización e identificación de muones y trazas del VELO, usando GPUs. El trabajo en un trigger de identificación de desintegración de partículas con extrañeza progresa adecuadamente. La implementación completa de un trigger de primer nivel para la actualización del detector LHCb se ha completado. Allen es el primer trigger completo de alta capacidad propuesto para un experimento de física de altas energías.

Desde 2018, las tareas de reconstrucción y trigger de LHCb se organizan en un grupo de trabajo análogo al de los subdetectores, llamado Real Time Analysis (RTA). El IGFAE participa en la parte española del RTA.

El año 2022 ha sido exitoso para la producción de resultados físicos de LHCb, con más de 600 artículos publicados desde el comienzo de la colaboración. En la base de datos SCOPUS, más del 86 % de los artículos publicados, lo han sido en revistas del primer decil.

Las líneas principales de análisis en el IGFAE son: la medida de observables sensibles a la violación de la universalidad leptónica en desintegraciones de hadrones con quarks b, la medida de observables que violan CP en desintegraciones de Bs, el estudio de desintegraciones muy poco frecuentes de mesones con quarks b y s, y la medida de observables en colisiones protón-plomo.

Las siguientes publicaciones de LHCb durante 2022 se encuentran entre las más relevantes:

[Test of lepton universality in beauty-quark decays](#)

Aaij R. et al. Adeva B., Rodriguez P.B., Garcia O.B., Rodriguez A.B., Vidal A.C., Chobanova V., Vidal X.C., Dalseno J., Maronas L.D., Prieto A.F., Torreira A.G., Plana B.G., Gioventù A., Castro J.L., Santos D.M., Parkinson C.J., Casasus M.P., Prouve C.

Nat. Phys. 18 (2022) 277

DOI: 10.1103/PhysRevD.105.012010

[Measurement of the W boson mass](#)

Aaij R. et al. Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro

J., Lopez Solino S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

J. High Energy Phys. 2022 (2022) 36

DOI: 10.1007/JHEP01(2022)036

[More indications for lepton nonuniversality in \$b \rightarrow s\ell^+\ell^-\$](#)

Hurth T., Mahmoudi F., Martínez Santos D., Neshatpour S.

Phys Lett Sect B Nucl Elem Part High-Energy Phys 824 (2022) 136838

DOI: 10.1016/j.physletb.2021.136838

[Measurement of the \$B_{s0} \rightarrow \mu^+\mu^-\$ decay properties and search for the \$B_0 \rightarrow \mu^+\mu^-\$ and \$B_{s0} \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma\$ decays](#)

Aaij R. et al. Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Martinez Santos D., Mombächer T., Parkinson C.J., Plo Casasus M., Prouve C.

Phy. Rev. D 105 (2022) 12010

DOI: 10.1103/PhysRevD.105.012010

Una muestra de la creciente colaboración entre el grupo de fenomenología y el de LHCb han salido a delante los siguientes artículos además de dos tesis que se están codirigiendo actualmente en este marco.

[Prospects for quarkonium studies at the high-luminosity LHC](#)

Chapon É. et al. Ferreiro E.G.

Progr Part Nucl Phys 122 (2022) 103906

DOI: 10.1016/j.pnpnp.2021.103906

[Towards quarkonium formation time determination](#)

Ferreiro E.G., Fleuret F., Maurice E.

Progr Part Nucl Phys 122 (2022) 103906

DOI: 10.1140/epjc/s10052-022-10152-z

En cuanto a gestión científica, los investigadores del IGFAE ocupan puestos relevantes, como la dirección de diferentes grupos de LHCb: Xavier Cid Vidal coordina el de Dark Matter y Jeremy Dalseno el de B-meson decays. Abraham Gallas Torreira es director del VELO project en la colaboración.

SA1_HQCD: Hot and dense QCD in the LHC era and beyond

El estudio de la materia de QCD a altas temperaturas y densidades constituye el área de interés fundamental del grupo de fenomenología del IGFAE. A condiciones extremas de temperatura y presión, la materia se encuentra formando un plasma de quarks y de gluones (QGP) que originalmente formaría nuestro universo tras el Big Bang. Tratamos de caracterizar este estado desarrollando actividades de investigación en diferentes líneas: colisiones de iones pesados, QCD a alta energía y modelos efectivos como el modelo de Skyrme.

A continuación, pasamos a detallar algunos de los resultados obtenidos.

Mediante el uso de las llamadas **pruebas duras**, como el quarkonio o los jets, se puede caracterizar el QGP. Algunos de los artículos relacionados son:

[Prospects for quarkonium studies at the high-luminosity LHC](#)

Chapon É. et al. Ferreiro E.G.

Progr Part Nucl Phys 122 (2022) 103906

DOI: 10.1016/j.pnpnp.2021.103906

[Towards quarkonium formation time determination](#)

Ferreiro E.G., Fleuret F., Maurice E.

Progr Part Nucl Phys 122 (2022) 103906

DOI: 10.1140/epjc/s10052-022-10152-z

El uso de jets para el estudio de los primeros instantes de las colisiones nucleares del LHC constituye el eje central de la ERC Advanced Grant "Yoctosecond Imaging of QCD collectivity using jet observables (YoctoLHC)" otorgada a Carlos Salgado. Algunos artículos relevantes son

[Jet broadening in dense inhomogeneous matter,](#)

J. Barata, A.V. Sadofyev and C.A. Salgado,

Phys. Rev. D **105** (2022) no.11, 114010

DOI: 10.1103/PhysRevD.105.114010

Jet broadening in flowing matter: Resummation,

C. Andres, F. Dominguez, A.V. Sadofyev and C.A. Salgado,

Phys. Rev. D **106** (2022) no.7, 074023

DOI: 10.1103/PhysRevD.106.074023

Hemos continuado nuestro estudio de los estados iniciales a través del Color Glass Condensate en:

- [Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report](#). Nucl. Phys. A 1026 (2022) 122447
- [Signatures of gluon saturation from structure-function measurements](#). Eur. Phys. J. C 82 (2022) 40
- [Diffractive longitudinal structure function at the Electron Ion Collider](#). Phys. Rev. D 105 (2022) 74006
- [An experiment for electron-hadron scattering at the LHC](#). Eur. Phys. J. C 82 (2022) 40

Nuestro grupo está implicado en la elaboración de casos físicos para los experimentos futuros. Néstor Armesto es miembro del comité del LHeC y Elena G. Ferreiro es miembro de la comisión del Electron Ion Collider. Finalmente, la aplicación del modelo de Skyrme y sus soluciones solitónicas aparecen detalladas en:

- [Dense matter equation of state and phase transitions from a generalized Skyrme model](#).
Phy. Rev. D 105 (2022) 74019
DOI 10.1103/PhysRevD.105.074019
- [Relativistic moduli space for kink collisions](#)
Phy. Rev. D 105 (2022) 65012
DOI 10.1103/PhysRevD.105.065012

La aplicación del modelo Skyrme para ondas gravitacionales posibilita una relación entre SA_1 y SA_2.

Como hemos mencionado, los miembros de este grupo han mantenido importantes roles institucionales este año 2022, como la función de Elena G. Ferreiro como presidenta del Governing Board del consorcio Strong2020, donde Carlos Salgado es miembro del Executive Board y Néstor Armesto leader de una de las acciones o

Working Packages, así como la ERC Advanced Grant "Yoctosecond Imaging of QCD collectivity using jet observables (YoctoLHC)" dirigida por Carlos Salgado.

SA1_STR1: String theory and related fields

Por último, el grupo de teoría del IGFAE ha desarrollado su investigación en áreas formales como la Teoría de Cuerdas, que relaciona la Relatividad General y la Mecánica Cuántica. Tres líneas fundamentales son: Métodos holográficos, correspondencia AdS/CFT y gravedad cuántica. La correspondencia AdS/CFT, también denominada dualidad holográfica, es una bisagra que se sitúa en el vértice entre la gravedad cuántica y las teorías de las interacciones gauge.

Por el lado de las teorías cuánticas de campos fuertemente acopladas, gracias a la correspondencia AdS/CFT se pueden reformular modelos para estos sistemas físicos cuánticos en términos de una teoría de gravedad clásica con materia en una variedad auxiliar de dimensión mayor.

Poniendo el énfasis en la gravedad cuántica, el uso de holografía permite, mediante modelos de mecánica cuántica como el denominado SYK escudriñar propiedades cuánticas de la gravitación como la evaporación de agujeros negros.

Alguna publicación relacionada:

- [Holographic superconductivity in Einsteinian Cubic Gravity \(2022\)](#).
J. High Energy Phys. 2022 (2022) 188
DOI 10.1007/JHEP05(2022)188

SA2_COSMIC PARTICLES AND FUNDAMENTAL PHYSICS

Los **neutrinos**, son las partículas elementales más abundantes del universo y que se encuentran en el foco de atención de diversas investigaciones sobre cuestiones fundamentales acerca de la naturaleza de la materia y la evolución del universo. En 2022 el IGFAE ha participado activamente en dos experimentos dedicados a la Física de Neutrinos: NEXT (España), DUNE (E.E.U.U.), iniciando además el estudio de las posibilidades de participación en un tercero: Hyper-Kamiokande (Japón).

Participación en el experimento de doble beta NEXT:

NEXT es una colaboración internacional compuesta principalmente por instituciones españolas: IFIC (Valencia), DIPC (Donosti) e IGFAE (Santiago) y de E.E.U.U.: FermiLab

(Chicago, Illinois), Univ. of Texas at Arlington y U. Harvard (Massachusetts). El objetivo principal es la construcción del detector NEXT-100 en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) en España, para la búsqueda de la desintegración doble beta sin neutrinos del núcleo de Xenón 136. En caso de esta desintegración fuese descubierta, demostraría que el neutrino es su propia antipartícula, lo que supondría un cambio paradigmático en nuestra comprensión de la Física de Partículas y Cosmología de Universo.

El grupo IGFAE-NEXT ha participado en la preparación y estimación de las capacidades del detector NEXT-100, cuya construcción está casi finalizada y que se espera pueda comenzar a tomar datos en el LSC en este mismo año 2022. El grupo NEXT del IGFAE también ha participado en 2022 en el análisis de datos de prototipos más pequeños como DEMO++, instalado en IFIC (Valencia), y NEXT-White ubicado en el LSC, así como en desarrollos para incrementar el volumen de detección de NEXT-100 (NEXT-HD) y sus capacidades de detección de la desintegración doble beta sin neutrinos (NEXT-Bold).

J. A. Hernando, profesor titular e investigador del IGFAE, es miembro del "steering committee" del experimento NEXT, M. Kekic, postdoc del grupo, ha sido la directora técnica del software de la colaboración. J. Renner, igualmente postdoc, ha dirigido la toma de datos del prototipo DEMO++, en el IFIC de Valencia. G. Díaz, es el principal autor de la implementación por simulación del detector NEXT-100 y participa en el análisis de los datos del detector DEMO++, así como en la estimación del rendimiento del detector NEXT-100. El grupo consta además de dos estudiantes C. Hervés, que participa en los estudios de calibración de NEXT-100, y M. Pérez, que junto con M. Kekic, ha desarrollado redes neuronales para mejorar la capacidad de identificación de la señal en NEXT IM. Kekic et al. *Demonstration of background rejection using deep convolutional neural networks in NEXT experiment*, JHEP 01 (2021) 189].

Un resultado importante en el contexto del experimento NEXT-White ha sido la observación por primera vez de un proceso de emisión de radiación, postulado hace más de 50 años, denominado "bremmstrahlung neutro" en el gas Xenón [C.O. Henriques et al. *Neutral Bremsstrahlung emission in xenon unveiled*, Phys. Rev. X 12, 021005 (2022)]. Este proceso ocurre cuando los electrones que transitan por un medio interactúan con el campo dipolar de los átomos neutros, en contraste con la radiación bremsstrahlung debida a la interacción con los núcleos cargados.

Participación en el experimento de neutrinos Hyper-Kamiokande

Hyper-Kamiokande (HK) es el siguiente gran detector de neutrinos que se construye en la mina de Kamioka en Japón, y que sucede a los exitosos Super-Kamiokande y Kamiokande, con los que se descubrieron las oscilaciones de neutrinos atmosféricos, por los cuales, el director del experimento (Takaaki Kajita recibió el premio Nobel en 2015 por este descubrimiento). El grupo de neutrinos IGFAE participa en HK desde 2021 gracias a un acuerdo bilateral Japón-España, junto con otras instituciones españolas, UAM (Madrid), IFAE (Barcelona), UPV (Valencia), DIPC (Donosti), bajo la dirección del LSC (Canfranc).

J. Renner dirige la contribución del IGFAE con el diseño y construcción de una fuente externa de calibración de los sensores PMTs, que para su validación se va a instalar en el prototipo de HK, denominado WCTE, en el CERN (Ginebra). Dicha fuente será construida por la industria española, se valida su funcionamiento en el instituto antes de hacerla operacional el WCTE en el CERN. El grupo plantea en el futuro contribuciones en el WCTE y HK en el desarrollo de algoritmos de reconstrucción e identificación de partículas y de aplicaciones de redes neuronales.

Participación en el experimento de neutrinos DUNE:

Las actividades del IGFAE en 2022 en relación con el futuro detector de neutrinos DUNE en E.E.U.U. se han centrado principalmente en el emplazamiento del llamado Detector Cercano (ND o Near Detector) de DUNE como parte del sistema ND-GAr (Gaseous Argon). En concreto en 2022 se ha trabajado intensamente en la posibilidad de implementar por primera vez la detección de centelleo primario ('TO') en un detector Time-Projection-Chamber gaseoso operado en un haz de neutrinos. La aparición de esta nueva dirección tecnológica, que el IGFAE está explorando de manera pionera, es el resultado por una parte de la disponibilidad de haces de neutrinos ultra-intensos como los provenientes del acelerador Fermilab en E.E.U.U. que permiten la operación en fase gaseosa, y por otra de los grandes progresos realizados en el desarrollo de fotosensores basados en silicio, todo ello unido a los avances en la comprensión en detalle, en parte gracias a las actividades del IGFAE en 2022, del transporte de electrones y los procesos de centelleo en gases de alta presión. El desarrollo de ND-GAr junto con la disponibilidad de una señal 'TO' en el TPC, ofrece una oportunidad genuina para el estudio sin precedentes de las interacciones neutrino-núcleo a umbrales de energía inferiores a las energías nucleares típicas (unos pocos MeV), que representan una aportación crítica para la evaluación comparativa de los modelos de los generadores de neutrinos, así como para el estudio de los procesos de física más allá del Modelo Estándar (BSM). Este

tipo de procesos habitualmente implican i) umbrales de detección bajos, ii) seguimiento e identificación precisa de las partículas secundarias producidas y iii) grandes volúmenes de detección.

Reforzado por el apoyo explícito del DOE de E.E.U.U. a una nueva fase de I+D para mejorar las prestaciones del Complejo de Detectores Cercanos de DUNE, las actividades del IGFAE ofrecen una oportunidad evidente de liderazgo tecnológico en física de partículas para España. Al haberse iniciado el I+D en IGFAE con anterioridad (hace dos años), el centro queda así en una posición estratégica de liderazgo natural. De hecho, Diego González coordina las reuniones tri-semanales del proyecto ('DUNE-TUNE') además de haber sido invitado como ponente en distintas conferencias sobre TPCs designado por la colaboración DUNE. DGD también está en la actualidad implicado en el proceso Snowmass de definición de las prioridades científicas en E.E.U.U. [A. Abed Abud, ..., D. Gonzalez-Diaz, ... et al. *A Gaseous Argon-Based Near Detector to Enhance the Physics Capabilities of DUNE*, *arXiv: 2203.06100* - contribución a Snowmass process 2021].

En el IGFAE existe un laboratorio de detectores gaseosos de unos 50 metros cuadrados recién establecido para estas investigaciones. Además, el grupo del IGFAE cuenta con el apoyo total de la comunidad DUNE española, de hecho, la última reunión anual de DUNE-España se organizó en Santiago el 22 y 23 de Septiembre de 2022 con 35 participantes inscritos. El grupo DUNE del IGFAE cuenta además con el apoyo de varios socios internacionales (Weizmann, Liverpool, Aveiro, Fermilab, CERN-GDD y Varsovia-Astrocent).

Astronomía de Multimensajeros con los Observatorios LIGO y Pierre Auger:

La **Astronomía de Multimensajeros** consiste en la observación y estudio del universo con diferentes tipos de radiación (ondas electromagnéticas y ondas gravitacionales) y partículas (neutrinos, fotones y rayos cósmicos). El IGFAE ha seguido contribuyendo en el 2022 muy activamente al desarrollo de este tipo de Astronomía, a través de su participación en el Observatorio de Rayos Cósmicos Pierre Auger (Argentina) y en los interferómetros de Ondas Gravitacionales LIGO (EE.UU.) y Virgo (Italia).

Participación en el Observatorio de rayos cósmicos y neutrinos Pierre Auger.

El Observatorio Pierre Auger cerca de la localidad de Malargüe, Mendoza (Argentina) es el detector de rayos cósmicos de ultra-alta energía (UHECR) más grande y preciso

del mundo. El grupo de Astrofísica de Partículas del IGFAE ha estado involucrado en la construcción y operación de este Observatorio desde sus comienzos en 2002, liderando la participación española.

El grupo del IGFAE ha contribuído en 2022 de manera muy importante al artículo que describe los resultados de la fase 1 de toma de datos (entre 2008 y 2020) del Observatorio Pierre Auger en lo que respecta a la determinación de las direcciones de llegada de los rayos cósmicos de ultra-alta energía (*Arrival Directions of Cosmic Rays above 32 EeV from Phase One of the Pierre Auger Observatory*. A. Aab et al. - The Pierre Auger Collaboration - *Astrophysical Journal* 935 (2022) 170. DOI: 10.3847/1538-4357/ac7d4e). Este es uno de los observables principales en la determinación del origen de las partículas más energéticas del Universo. En este trabajo ha sido crucial la reconstrucción de cascadas inclinadas que llegan a la Tierra con alto ángulo con respecto a la vertical al suelo, actividad que es responsabilidad directa del grupo Auger del IGFAE.

Como resultado de esta actividad, también en 2022 el grupo del IGFAE ha participado directamente en la creación del catálogo de los 100 eventos de rayos cósmicos más energéticos detectados en el Observatorio Pierre Auger, que ilustra la calidad de los datos recogidos en el Observatorio. El investigador Felix Riehn ha sido el responsable de la selección y reconstrucción de los eventos inclinados más energéticos del catálogo, mientras que Jaime Álvarez ha participado en el comité editorial de este trabajo (*A Catalog of the Highest-Energy Cosmic Rays recorded during Phase I of Operation of the Pierre Auger Observatory*. A. Aab et al. - The Pierre Auger Collaboration - *Astrophysical Journal Supplement Series* 264, 2 (2023)). El catálogo está además disponible *online* en <https://opendata.auger.org/catalog>

En 2022 el Grupo de Astrofísica de Partículas del IGFAE se ha visto ampliado con la incorporación de dos investigadores postdoctorales, Felix Riehn (Marie Curie fellow) y M. Gottowik (investigador postdoctoral contratado a proyecto del Ministerio de Ciencia e Innovación) así como tres nuevos estudiantes de doctorado, Miguel Martins (PhD INPHINIT, La Caixa), Sergio Cabana y Yago Lema (becarios predoctoral Xunta de Galicia), que, unidos a la incorporación de un investigador Ramón y Cajal (Lorenzo Cazón) y un estudiante de doctorado FPI (Juan Ammerman), en 2021 han reforzado las actividades del grupo en lo que respecta a la detección e interpretación de cascadas inclinadas en el Observatorio Pierre Auger así como a las actividades de radio detección de partículas cósmicas (ver abajo). Ya desde el año 2015 se sabe que el número de muones en las cascadas de partículas iniciadas por rayos

cósmicos y en particular en las cascadas inclinadas, es significativamente mayor que el que predicen los modelos de interacción hadrónica. En 2022 el grupo ha contribuido a profundizar en la interpretación de este déficit de muones y su relación con la física hadrónica explorada en el LHC en sinergia con los programas científicos SA1-HQCD y SA1-LHCB del IGFAE (The Muon Puzzle in cosmic-ray induced showers and its connection with the LHC. J. Albrecht, L. Cazón, ..., *Astrophys. Space Sci.* 367 (2022) 3, 27).

En lo que respecta a Astronomía de Multimensajeros, en 2022 el IGFAE ha analizado los datos de Auger para buscar neutrinos y fotones en coincidencia con los eventos candidatos a ondas gravitacionales (GW) detectados en las tomas de datos O1, O2, O3a y O3b de los interferómetros LIGO y Virgo GW, en clara sinergia con el GRWA en SA2. Estos resultados se están preparando en dos publicaciones que serán enviadas antes del final de 2022. Además, se ha ideado un nuevo procedimiento de búsqueda de cascadas ascendentes utilizando el Detector de Fluorescencia para buscar eventos compatibles con los llamados eventos anómalos de ANITA con el objetivo de realizar otras dos publicaciones previstas para 2023. Todas estas investigaciones son responsabilidad directa de dos miembros del IGFAE, E. Zas como coordinador de la tarea de Multi-Mensajeros y J. Álvarez como coordinador de la tarea de Partículas Neutras dentro de la Colaboración experimental internacional Pierre Auger.

Desarrollos de radiodetección para futuros experimentos de neutrinos.

En 2022 el grupo de Astrofísica de Partículas del IGFAE ha continuado su participación en el desarrollo de varios experimentos de enorme exposición para la detección de neutrinos de ultra-alta energía mediante la llamada técnica de radio. Esta técnica consistente en la observación de ondas electromagnéticas de frecuencias MHz – GHz generados en las cascadas de partículas iniciadas por neutrinos bien en la atmósfera o en medios transparentes y densos como el hielo de la Antártida. Un ejemplo es el experimento Beamforming Elevated Array for Cosmic Neutrinos (BEACON), cuyo prototipo constituido por una red de 4 antenas, se ha ubicado en la estación de investigación de White Mountain, en Bishop (California, EE.UU.) a 3,8 km de altitud. Entre los datos recolectados se identificó un candidato a rayo cósmico, lo que demuestra el potencial de esta técnica para la detección de partículas de muy alta energía ID. Southall, ..., J. Alvarez-Muniz, ..., E. Zas et al. *Design and Initial Performance of the Prototype for the BEACON Instrument for Detection of*

Ultrahigh Energy Particles, Nucl. Instr. & Meth. in Phys. Research A 1048, 167889 (2023)].

En 2022 el grupo ha publicado una recopilación de los trabajos de simulación realizados por el grupo IGFAE durante casi tres décadas [J. Alvarez-Muñiz, E. Zas. Progress in the Simulation and Modeling of Coherent Radio Pulses from Ultra High-Energy Cosmic Particles. Universe 8, 297 (2022)] en el que se presentan las aportaciones más relevantes al cálculo de los pulsos de radio, y los programas que se han desarrollado para ello, demostrando la amplia experiencia del grupo del IGFAE en este campo. Parte de esta experiencia se ve reflejada en un nuevo artículo en el que se demuestra que la posibilidad de que los llamados eventos anómalos de ANITA sean consecuencia de una fuente puntual y transitoria de neutrinos está fuertemente desfavorecida [R. Prechelt,... J. Alvarez-Muniz,... E. Zas et al. Analysis of a Tau Neutrino Origin for the Near- Horizon Air Shower Events Observed by the Fourth Flight of the Antarctic Impulsive Transient Antenna (ANITA). Phys. Rev. D 105, 042001 (2022)].

Participación en análisis de datos del experimento de ondas gravitacionales LIGO

El grupo de Astronomía con Ondas Gravitacionales del IGFAE liderado por T. Dent y J. Calderón-Bustillo es miembro de la colaboración LIGO desde 2018. El grupo ha desarrollado, mantiene y constantemente actualiza el software de búsqueda de ondas gravitacionales denominado "PyCBC" entre los datos de los interferómetros LIGO en EE.UU. y Virgo en Italia para la detección de ondas gravitacionales. Desde Abril de 2020 los detectores LIGO y Virgo se encuentran en fase de mantenimiento, actualización y mejora y no han tomado datos, de tal manera que el grupo se ha dedicado a la mejora del software de búsqueda de señales procedentes de la fusión de objetos binarios compactos como agujeros negros (BBH) o estrellas de neutrones (BNS), en preparación para la nueva toma de datos O4 que previsiblemente comenzará en Marzo de 2023. Simultáneamente, el grupo ha continuado con análisis e interpretación de datos basados en las tomas de datos O3 y en estudios de las propiedades y mecanismos de formación de los sistemas binarios de agujeros negros.

Después de varios meses de análisis exhaustivo, En 2022 las colaboraciones LIGO y Virgo junto con la recientemente formada colaboración KAGRA han publicado la parte final que faltaba del catálogo de detecciones de ondas gravitacionales [LSC, Virgo and KAGRA, GWTC-3: Compact Binary Coalescences Observed by LIGO and Virgo

During the Second Part of the Third Observing Run", aceptado en Phys.Rev. X 1. Este catálogo contiene eventos que involucran la fusión de una estrella de neutrones y un agujero negro jamás observados anteriormente. En total teniendo en cuenta todos los catálogos publicados se han observado 90 fusiones de objetos binarios compactos.

Entre estos eventos destaca la señal GW190512, detectado originalmente con el software pyCBC Live desarrollado en parte en el IGFAE, y que corresponde a un nuevo tipo de agujero negro de 150 masas solares formado a partir de la fusión de dos agujeros negros más pequeños. Este tipo de agujeros negros de "masa intermedia" representan una especie de "eslabón perdido" entre agujeros negros estelares de menos de 100 masas solares y agujeros negros supermasivos de millones de masas solares. En 2022 se han realizado diversos estudios de este tipo de eventos que constituyen un banco de pruebas perfecto de la teoría de la Relatividad General en el régimen de interacción gravitatoria fuerte.

Ya en 2021 se determinó que la señal del evento GW190521 presentaba evidencias de que la fusión podría haber sido en realidad una colisión de estrellas constituidas por partículas bosónicas de muy baja masa, también llamadas estrellas de Proca, aportando indicios de Física más allá del Modelo Estándar de las interacciones fundamentales. En 2022 se han buscado más eventos de este tipo entre los datos de LIGO y Virgo [J. Calderón Bustillo et al. *Searching for boson-star mergers within LIGO-Virgo intermediate-mass black-hole candidates*, arXiv: 2206.02551 (2022)]. Los primeros estudios realizados en 2021 se han refinado y sofisticado en 2022 para adaptarlos a situaciones más realistas como colisiones entre las dos estrellas que no son necesariamente frontales. Estos estudios necesitan más simulaciones de este tipo de procesos para comparar con los datos y extraer el máximo de información relativa a por ejemplo a las fases de las dos estrellas que son cruciales para la determinación de su naturaleza como estrellas de Proca [N. Sanchis-Gual et al., "Impact of the wave-like nature of Proca stars in their gravitational-wave emission", Phys. Rev. D 106, 124011 (2022). J. Calderón Bustillo et al., "Gravitational-wave parameter inference with the Newman-Penrose scalar", arXiv:2205:15029 (2022).]

Maximizar los resultados científicos en la identificación de eventos de ondas gravitacionales en tiempo real, requiere una estimación rápida de las propiedades de la fuente, para distinguir entre sistema binarios de agujeros negros y los sistemas más raros que contienen estrellas de neutrones. Durante la toma de datos O3, el grupo IGFAE-GW desarrolló un método dentro del software PyCBC Live que utiliza la llamada "masa del chirp" (el parámetro binario que se puede medir con mayor precisión) para clasificar las fuentes entre diferentes categorías, así como para

estimar la distancia a la fuente, en mucho menos de 1 segundo. [V. Villa-Ortega et al., "Rapid source classification and distance estimation for compact binary mergers with PyCBC live," Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 515, 5718-5729 (2022). DOI: 10.1093/mnras/stac2120 (2022)]. Este método se utilizará en la próxima toma de datos O4. En 2022, se ha trabajado intensamente para mejorar y ampliar estas técnicas de inferencia teniendo en cuenta la relación de masas y los espines de los objetos que conforman el sistema binarios, con el objetivo de estimar además las incertidumbres de los parámetros de las fuentes en menos de 1 minuto.

Desarrollos para el experimento de ondas gravitacionales Virgo

En lo referente a las actividades de instrumentación del experimento de ondas gravitacionales Virgo en Italia, ya en 2020 se realizó un estudio de mercado para la adquisición del equipamiento necesario del futuro laboratorio de ondas gravitacionales, a saber, un láser estable y de alta precisión para la caracterización del interferómetro Virgo. No se procedió a su adquisición en 2022 puesto que el IGFAE todavía carece de un espacio acondicionado para su instalación.

SA3_ NUCLEAR PHYSICS FROM THE LAB TO IMPROVE PEOPLE'S HEALTH

La actividad desarrollada en el IGFAE en el área de física nuclear cubre un espectro de actuación muy amplio que va desde la investigación fundamental, en grandes instalaciones internacionales hasta el desarrollo de aplicaciones sociales en el campo de la radiactividad natural y de la física médica. Estas actividades están articuladas entorno a tres ejes: el estudio de la estructura y dinámica de los sistemas nucleares y sus implicaciones astrofísicas y cosmológicas, la explotación del Laboratorio Laser para Aplicaciones y Aceleración de Partículas (L2A2) y la actividad desarrollada alrededor del Laboratorio de Análisis de Radiaciones (LAR)

Desarrollamos a continuación algunos de los principales hitos alcanzados en los diferentes programas de investigación.

SA3_NUCL: The structure of the nuclear many-body systems and its astrophysical and cosmological implication

En este programa de investigación desarrollamos actividades experimentales en instalaciones y colaboraciones internacionales

Experimentos en instalaciones de alta energía. Contribución al experimento R3B/FAIR

Siguiendo la estrategia del IGFAE, desarrollamos un programa científico en la mayor instalación de Física Nuclear del mundo FAIR (<https://fair-center.eu/>). Nuestro programa hace uso de reacciones nucleares inducidas por haces de proyectiles exóticos a energías relativistas a partir de las cuales caracterizamos los mecanismos de reacción y obtenemos información acerca de la estructura y dinámica de los sistemas nucleares lejos de la estabilidad en el experimento R3B. El compromiso del IGFAE con este experimento es muy alto. Dolores Cortina es desde 2017 Spokesperson de este experimento y estamos entre los grupos con mayor inversión (capital humano e instrumentación) en el mismo, financiada por proyectos competitivos del MICIN y financiación estructural de la Xunta de Galicia (GRC).

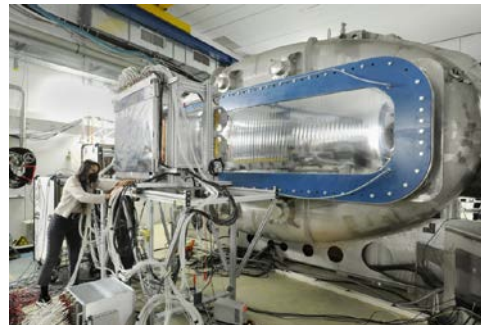
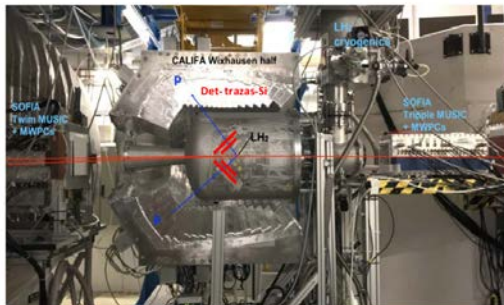


Vista aérea del estado de avance de la obra civil del proyecto FAIR. La construcción de la HEC (High Energy Cave) que albergará el experimento R3B está muy avanzada

La obra civil del complejo de aceleradores, así como la construcción de las áreas experimentales de FAIR, está muy avanzada tal y como se muestra en la Figura 1. La puesta en marcha de este proyecto FAIR se realiza en etapas. La primera (Phase 0), que utiliza el acelerador SIS18 de GSI y sus áreas experimentales mejoradas con instrumentación construida para FAIR se inició en 2020. En 2022 R3B ha desarrollado una importante actividad experimental con una participación muy relevante del equipo del IGFAE.

- Lideramos el primer experimento de fisión S455 inducida por un haz relativista de ^{238}U sobre un blanco de LH_2 en régimen cuasielástico (p,2pf). Este experimento utiliza un complejo sistema de detección (ver Figura 2) en el cual el calorímetro CALIFA diseñado y parcialmente construido en Santiago juega un papel primordial. Este experimento servirá de base para la

determinación de barreras de fisión de núcleos exóticos relevantes para el proceso r de nucleosíntesis estelar. Dos de nuestros estudiantes : AG y GM están a cargo del análisis e interpretación de este experimento.



Sistema de detección utilizado en el experimento S455. Izquierda: Detalle de los detectores en la zona del blanco de reacción. Derecha: Detalle de la rama de detección de fragmentos pesados

Participamos en el experimento S515 dedicado al estudio del término de energía de simetría de la ecuación de estado de la materia nuclear para densidades próximas a la saturación, a partir de la determinación de secciones eficaces de arranque de un neutrón en núcleos pesados ricos en neutrones. Otra de nuestras estudiantes: MF realiza su proyecto de tesis doctoral en este proyecto.

- Participamos en la preparación de la campaña de medidas en R3B (montaje, pruebas de funcionamiento, desarrollo de software) para 2022 dedicadas al estudio de las correlaciones de corto alcance en materia nuclear exótica.
- Participamos en la preparación de Letters of Intent organizada por FAIR para definir la estrategia de la colaboración R3B en los años 2023 – 2025. Una de las propuestas está liderada por el equipo de Santiago y que tiene por objetivo comprender la supresión del canal de arranque de protones en reacciones inducidas por haces ricos en neutrones.

Desde el punto de vista instrumental, nuestro equipo ha centrado su contribución en los detectores que se encuentran en la zona del blanco de R3B.

- Durante mas de 10 años lideramos la construcción de CALIFA. Actualmente lo hacemos en el sector **CEPA** (entre 7 y 24 grados polar). Desarrollamos e una doble solución
 - un detector tipo phoswich CsI/GAGG(*CEPA_GAGG*) leídos con fotosensores de avalancha LAAPD. Los primeros prototipos de GAGG acaban de llegar a nuestro laboratorio e iniciamos un periodo de I+D que comenzó en 2021 y se extenderá hasta finales de 2022.

- en paralelo, y para garantizar la cobertura angular de CALIFA para los experimentos a partir de 2023 hemos iniciado la construcción de una solución basada en cristales de Csl CEPA-Csl. La respuesta de los primeros prototipos de esta solución está siendo probada con un haz de protones en el acelerador alemán COSY Jülich.
- El **Si-Tracker** rodea el blanco de R3B. Es un instrumento fundamental para la determinación de barreras de fisión de isótopos muy ricos en neutrones, o el estudio de las distribuciones de masa y carga de estos fragmentos de fisión en función de la energía de excitación. Trabajamos en una propuesta con dos, o tres capas de detectores de Si altamente pixelados cuyo espesor sea tan delgado como sea posible. El punto de partida, la tecnología desarrollada (y en curso de desarrollo) en otras colaboraciones ALICE, AMBER. Nuestro primer hito, junto con otros equipos de R3B en York y Munich, es la redacción de un CDR (Conceptual Design Report).

Desarrollo de nuevas tecnologías de detección de fotones aplicadas a la imagen médica.

En 2020, tomando como germen el I+D realizado para el detector CALIFA, y tras la concesión de un proyecto **IGNITE**, se abría una nueva línea de investigación para transferir el conocimiento adquirido en el desarrollo de detectores al diseño y construcción de dispositivos de imagen médica, en particular dispositivos PET (Tomografía por emisión de positrones) y SPECT (Tomografía computarizada por emisión de fotón simple). Esta nueva línea se consolidado definitivamente a lo largo del 2022.

- Basándose en la protección industrial obtenida en 2020 bajo un Modelo de Utilidad de la Oficina Nacional de Patentes y Marcas (ES1247974), se ha construido un dispositivo de imagen médica PET y SPECT basado en cristales centelladores GAGG/Csl en configuración phoswich y leídos con APDs. El prototipo funcional de detector PET, consiste en dos cámaras detectoras fijas, opuestas, cada una con 9 canales de detección leídos por APDS, su electrónica de amplificación y todo el sistema de adquisición de datos (ver Figura 3). Los principales elementos estructurales del prototipo han sido también diseñados y mecanizados en nuestros laboratorios, así como el desarrollo completo de una interfaz de "slow control". Hemos validado su funcionamiento y obtenido las primeras imágenes PET reales.

- Las prestaciones técnicas del sistema incluyen una excelente resolución en energía, ~ 7% para g de 511 keV, y sobre todo su capacidad de separación de las señales provenientes de cada uno de los tipos de materiales centelladores, lo que permite evaluar la profundidad de interacción del rayo gamma y consecuentemente una mejora en la calidad final de la imagen.
- Hemos trabajado en la reconstrucción de la imagen con una simulación realista. Hemos desarrollado e implementado dos métodos diferentes:
 - un método analítico basado en Retroproyección Filtrada, más simple de implementar, pero muy sensible a artefactos,
 - y otro método iterativo basado en un desarrollo previo para otro tipo de sistemas.
- El segundo método es más adecuado para reconstruir imagen PET con un prototipo como el nuestro, con dos cámaras opuestas pero estáticas, en donde no se cubre todo el rango de ángulos y proyecciones. Así, con este método hemos conseguido evaluar las capacidades de reconstrucción de imagen del dispositivo, obteniéndose resoluciones espaciales del orden de mm en imagen de objeto real (fuente radioactiva pequeña de ^{22}Na).

Experimentos con haces estables y radiactivos en instalaciones de baja energía

El trabajo realizado continúa las líneas de investigación de estructura y dinámica nuclear en instalaciones de baja energía que se mantienen desde hace un tiempo en el IGFAE. En particular, se centra en el estudio de la estructura de núcleos exóticos en los límites de estabilidad nuclear basado en experimentos realizados en varias instalaciones internacionales y con un uso importante de nuevas tecnologías de blancos activos. B. Fernández-Domínguez lidera esta línea de investigación dentro de la colaboración europea de blancos activos con ACTAR TPC mientras que Yassid Ayyad investigador Ramón y Cajal lidera la contribución del IGFAE dentro de la colaboración americana con AT TPC. También se continúa con las actividades relacionadas con el proceso de fisión: desde el estudio experimental con la campaña en VAMOS/GANIL y la participación en n_TOF/CERN llevada a cabo por Manuel Caamaño Fresco. El IGFAE contribuye también a tareas de evaluación de datos nucleares en la IAEA. Además de estas actividades experimentales, se continúa con el desarrollo de un nuevo detector basado en lectura óptica para experimentos nucleares. Destacamos algunos de las tareas y resultados liderados por el IGFAE.

- Se ha propuesto una carta de intenciones para medir la dispersión de neutrones a baja energía en NFS.
- Se ha equipado la TPC que el grupo desarrolla con una nueva cámara óptica TIMEPIX. Esto permitirá aumentar la sensibilidad del dispositivo experimental. Se ha establecido una nueva colaboración con la Universidad de Nuevo México en EE.UU.
- La colaboración ACTAR TPC de blancos activos ha publicado sus resultados en Nature Communications. Gracias a ACTAR TPC, que permite una visualización completa en 4D, se ha medido la desintegración de un isómero 10^+ a alta energía de excitación en el isótopo de ^{54}Ni .
- En marzo del 2022 se realizó en primer experimento de reacciones de transferencia con ACTAR TPC para el estudio de la interacción spin-órbita en núcleos exóticos liderado por el grupo del IGFAE. Los datos constituyen el corpus de la tesis doctoral de Juan Lois Fuentes (becario predoctoral Xunta de Galicia)
- Se han presentado dos experimentos en GANIL para estudiar la fisión del Torio y de elementos ligeros con VAMOS.
- Para ampliar nuestra campaña de fisión a las instalaciones de LNL (Legnaro, Italia) en colaboración con el grupo de AGATA se ha presentado una propuesta experimental para estudiar estructura de ricos en neutrones cerca del $\text{Ni}78$.
- Contribuidor del White Paper "Nuclear Physics opportunities at the IFMF-DONES facility" de IFMF-DONES (Granada)
- Se ha incorporado un nuevo investigador Ramon y Cajal en el 2021 que ha aportado nuevas líneas de investigación en física nuclear de baja energía y desarrollo de instrumentación asociado.
 - Se ha iniciado una nueva actividad en las colaboraciones SOLARIS de la Facility For Rare Isotope Beams (FRIB) de la Michigan State University (MSU) y ISOLDE Solenoidal Spectrometer (ISS) del CERN.
 - Varias propuestas experimentales en FRIB e ISOLDE aprobadas por los comités de cada instalación. El objetivo es el estudio de resonancias de baja energía y estudio de emparejamiento neutrón-protón dentro del núcleo atómico.
 - Desarrollo de detectores de radiación de para haces de iones pesados intensos y para la localización e identificación de material radioactivo.

SA3_LACC: Explotación del Laboratorio Laser para Aceleración de Partículas y Aplicaciones

El programa científico liderado por el IGFAE en el Laboratorio Láser para aceleración y Aplicaciones (L2A2) tiene como objetivo el desarrollo de tecnologías relacionadas con la aceleración de partículas por láser y su uso en aplicaciones médicas. Trabajamos en dos iniciativas: el uso de fuentes de R-X generadas por interacción láser y su aplicación en técnicas de imagen médica (LaseX) y la producción de radioisótopos por interacción laser para imagen médica (LaserPET) . Describimos a continuación los principales hitos:

LaseX

- Construcción y puesta en marcha de la fuente microfoco generada por láser para la realización del proyecto Retos Colaboración 2019 coordinado por la empresa Sedecal S.L para desarrollar un mamógrafo de alta resolución. (Proyecto de Tesis doctoral AC).
- Primeras irradiaciones de cultivos celulares con electrones generados por la fuente láser de R-X (pulsos láser de baja energía) (ver Figura 5). Se trata de un estudio previo para el desarrollo de estudios de terapia flash con protones (toda la puesta a punto se está realizando con electrones ya que el láser L2A2 no es capaz de suministrar protones). Este proyecto se desarrolla en colaboración con la UPValencia y el IDICHUS USC.

LaserPET:

- Entrega del espejo plasma (diseñado y construido por nuestro equipo) a la instalación internacional ELI-ALPS.
- El proyecto Retos de Investigación 2018 dedicado al estudio del potencial de los pulsos de partículas ultracortos generados por láser para su uso en radioterapia flash está en fase de prueba de fase de concepto en la estación de baja energía a espera que funcione la salida de alta energía para la generación de protones. Dos estudiantes (JP y AB) realizan sus tesis en esta línea de investigación. El desarrollo de ambas tesis está comprometido por las dificultades del láser de L2A2 para suministrar haces de alta energía en régimen multidisparo.
- El desarrollo del proyecto de colaboración con la Universidad de Sevilla y el Centro Nacional de Aceleradores (CAN) para investigar la generación de neutrones por interacción laser se traslada al láser de

HZDR Desde donde se ha realizado en noviembre 2021 un primer experimento de producción de neutrones a partir de protones acelerados por el láser DRACO. En esta misma línea se ha solicitado un experimento al CLPU (Salamanca) para 2022 ante la imposibilidad de realizarlos en el L2A2

- Se han ejecutado las compras para el montaje de una nueva línea de haz para aceleración de partículas financiada por la convocatoria de infraestructuras 2018.
- Se ha incorporado un investigador de la convocatoria La Caixa Junior Leader al IGFAE cuya actividad principal se resume en el desarrollo de un sistema de colimado y focalización de haces de iones acelerados por láser basado en plasma, capaz de operar a alta tasa de repetición; así como su uso para activación de radioisótopos de interés en imagen médica.

A pesar del gran capital material y humano invertido en L2A2 el láser continúa sin operar correctamente a alta energía y por lo tanto la instalación no proporciona haces de protones, función principal para la que se construyó.

Radiactividad natural: aplicaciones a la sociedad

Desde el Laboratorio de Análisis de Radiaciones, partiendo de nuestra experiencia en investigación fundamental, implementamos técnicas para cuantificar la radiación natural, que reviertan en una mejora de nuestra calidad de vida.

Nuestra principal línea de actuación se centra en la detección de Rn, el principal agente de exposición a radiación para los humanos y que además tiene una incidencia particular en nuestra comunidad autónoma.

- Continuamos siendo laboratorio de referencia en la determinación de radón en aire y laboratorio asociado a una spin-off en la que participa la USC para diseñar y guiar acciones de mitigación de elevadas concentraciones de este gas en interiores utilizando un protocolo de medida propio.
- Estamos finalizando un proceso de acreditación de las medidas asociadas a este protocolo según la norma ISO 17025.
- Hemos iniciado el proceso de redacción de una patente para proteger el sensor desarrollado en un proyecto Retos Colaboración 2017, en el que

hemos desarrollado en colaboración con el CNM de Barcelona (monitorización en continuo de Rn en interiores basado en detectores de Si).

- Estamos en la lista provisional de concesión de un proyecto del CSN destinado al estudio de la exhalación de Rn en materiales de construcción.

Realizamos medidas de parámetros radiactivos en aguas de consumo humano para con la Consellería de Sanidad y el CSN

- Contrato para la realización de un estudio estacional de la determinación de los índices alfa y beta total y radón en aguas gallegas.

Hemos establecido un acuerdo de asistencia técnica con la empresa AMS Lab (ams-lab.com), para la determinación de parámetros radiológicos en aguas de consumo humano.

Personal

El número total de personas investigadoras adscritas al IGFAE durante el año 2022 es de 140 miembros, 28 mujeres (20%) y 112 hombres (80%). La distribución del personal científico con adscripción a áreas estratégicas por área estratégica, programa de investigación y género es:

Área Estratégica	PI	Personas		
		m	h	total
SA1 The Standard Model to the Limits	HQCD	2	27	29
	LHCB	8	32	39
	STRI	2	11	13
Total SA1		12	70	82
SA2 Cosmic particles and Fundamental Physics	AUGE	2	8	10
	GRWA	1	4	5
	NEXT	2	14	16
Total SA2		5	26	31
SA3 Nuclear Physics from the Lab to improve people's health	LACC	3	4	7
	NUCL	8	12	20
Total SA3		11	16	27
Total IGFAE		28	112	140

De las 9 personas no adscritas a áreas estratégicas, personal de gestión y administración y personal técnico de servicios comunes, el 33% son mujeres y el 66% hombres.

Gestión y financiación

Nuevos proyectos 2022

Durante este año 2022 se han puesto en marcha, adicionalmente a los ya vigentes, **13 nuevos proyectos** con financiación externa, logrando captar un total de **2.408.433€**.

De los nuevos proyectos incorporados 2 son financiados directamente por las grandes coaliciones internacionales CERN y el laboratorio subterráneo de CANFRANC. Son proyectos de financiación autonómica, 7 de ellos, de financiación estatal a través del plan nacional 9 de los 13 total. Se han celebrado 6 grandes congresos/ reuniones científicas organizadas por el IGFAE que han captado un total de **141.566€**:

- 11ª Ed. [Direct Reactions with Exotic Beams](#) (DREB2020)
- [RD51 Collaboration Meeting](#) and Topical Workshop on New Horizons in Time Projection Chambers.
- DIS2022: [XXIX International Workshop](#) on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects.
- [European Nuclear Physics Conference](#) 2022 (EuNPC 2022).
- [Quantum Information in Spain](#) ICE-8.
- [DIS2022: XXIX International Workshop](#) on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects.

En el **Anexo 1** se incluye el detalle de los proyectos con fecha de concesión durante el año 2022. Se incluyen los importes asociados a la captación de ayudas a personal (**2.060.628€**):

- 7 ayudas predoctorales (821.380€).
- 2 programas INVESTIGO (61.074€).
- 1 ayuda Juan de la Cierva (68.897€).
- 1 Marie Skłodowska Curie (125.713€).
- 2 ayudas postdoctorales (192.000 €).
- 3 ayudas Ramón y Cajal (791.562 €).

Proyectos y actividades 2022

Programa IGNITE

El programa IGNITE+ sirve para apoyar iniciativas emergentes, identificando nuevas oportunidades científicas, especialmente para investigadores jóvenes, es otro pilar de la estrategia de fortalecimiento científico del IGFAE.

Durante el presente año se ha continuado apoyando como estaba previsto, IGNITE+ en la que se ha otorgado financiación a uno de los 9 proyectos presentados y de los dos en curso:

"Coaxial Prompt Gamma-ray Monitoring" de Dr. Antonio Fdez. Prieto sobre la aplicación de la terapia de hadrones al tratamiento del cáncer.

Gracias a esta iniciativa hemos comenzado una nueva línea de investigación aplicada en tratamiento de terapia de protones en colaboración con el Instituto de Física Corpuscular de Valencia (IFIC). El objetivo es construir un detector capaz de localizar la distancia de frenado de los protones en vivo. Dicho detector debe ser compacto, económico y preciso (~1mm). Para conseguir este objetivo, se monitorizarán los rayos gamma generados en el tratamiento de forma coaxial con el haz y justo detrás del paciente. El reto del proyecto consiste en ser capaces de adquirir los 10 millones de cuentas por segundo esperadas en el detector con una resolución energética capaz de reconstruir la energía de cada uno de los pulsos.

El detector utilizado consta de un cristal centellador de $CeBr_3$, acoplado a un tubo fotomultiplicador (PMT) de hamamatsu. La adquisición de datos se realiza a 10 m de cable del detector en una tarjeta que contiene dos Analog to Digital Converters, ADCs, rápidos (3GSPS) y una FPGA para el control y volcado de los datos a disco.

Paralelamente al diseño del detector, es necesario desarrollar una plataforma de simulación recursiva rápida con la que poder comparar la señal adquirida y calcular la distancia de frenado de los protones.

Las tareas realizadas por el IGFAE/USC en 2022 son:

- Diseño, producción y caracterización de un divisor de tensión para el PMT que mantenga una ganancia constante durante todo el tratamiento, algo que es imposible de conseguir con los divisores de voltage comerciales. Se ha producido una primera versión del divisor a finales de 2021 y en la actualidad estamos produciendo una segunda versión.

- Diseño de una placa de circuito impreso (PCB) que adapte la salida del PMT a los niveles admisibles por el ADC. Esta PCB se encuentra en producción actualmente y esperamos verificarla en los próximos meses.
- Diseño de una PCB que aisle eléctricamente la señal de radiofrecuencia del acelerador del detector. Esta PCB se encuentra, al igual que la anterior, en producción y esperamos verificarla en los próximos meses.
- Diseño de un láser modulado de 450nm para la caracterización del PMT y divisor de tensión.
- Modelado del detector utilizando TOPAS (Geant4). Este es un paso previo al diseño de la plataforma de simulación recursiva descrita anteriormente.

Línea de investigación experimental y laboratorios.

Como una de las líneas estratégicas del IGFAE está el fortalecimiento de la actividad experimental, en años anteriores se realizó un esfuerzo importante en material fungible, sobre todo para afrontar la reparación del láser de alta potencia del L2A2 del programa SA3_LACC. Este año el principal apoyo en fungible ha sido para el L2A2 y el Proyecto IGNITE del LHCb,

Por otro lado, se han apoyado muy activamente los viajes para afianzar definitivamente la recuperación de la dimensión presencial en la cooperación internacional que caracterizaba al IGFAE antes de la pandemia.

Laboratorio de Microelectrónica

Gracias al apoyo de este programa se ha llevado a cabo el diseño a medida por TVP y la fabricación de algunas piezas fundamentales para el uso de la cámara de vacío Ø500mm.

Con esta cámara se trabaja en el desarrollo, fabricación y test de hardware (tarjetas de circuito impreso, sensores, cables de datos, etc) para el subdetector VELO del experimento LHCb del CERN. El mencionado VELO trabaja en condiciones de alto vacío, del orden de 10^{-6} mbars. Esta cámara nos permite alcanzar en nuestro laboratorio ese nivel de vacío, y por lo tanto podemos testar, dentro de ella, en condiciones reales de funcionamiento el hardware que desarrollamos para el CERN

Programa de visitantes y estancias de investigadores/as IGFAE

Otra de las grandes líneas de trabajo del IGFAE es facilitar la movilidad internacional de los investigadores del instituto y la acogida con otros centros de investigación de referencia.

Se han cubierto X ayudas solicitadas dentro de una convocatoria interna del IGFAE abierta para todas sus líneas de investigación, se han financiado estancias de nuestros investigadores y asistencia a conferencias, workshops y escuelas de verano en los siguientes centros:

- Estancia en GSI. Colaboración R3B. Study of multi-neutrons correlations in drip-line nuclei. Hector Álvarez, Jose Benlliure e Dolores Cortina.
- Asistencia al International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP). ICHEP 2022. Luilli Bellafronte.
- Workshop on Electronics for Particle Physics (TWEPP) 2022 en el CERN. Antonio Fernández Prieto.
- MICINN/AEI Spanish Research Network RITCE. 8th Conference on Quantum Information in Spain (ICE-7). Javier Mas.
- Estancia no CERN. Experimento HLT dentro do LHCb. Clair Prouve.
- Göttingen University. Hadron Collider Physics Summer School (HASCO) 2022. Clara Landesa e Julio Novoa.
- Asistencia al International Symposium on Multiparticle Dynamics 2022. Jeremy Dalseno.
- Asistencia a Summer School en Euroschool on Exotic Beams. Antía Graña.
- Estancia en CERN, Saturation and Diffraction at the LHC and the EIC, Yair Mulian.
- Asistencia a NuFact 2022, en Salt Lake City, Utah, EEUU. Gonzalo Díaz.
- Estancia de Cristina Cabo en University of New México para el desarrollo de experimento sobre sistemas ópticos relacionados con materia oscura.
- Asistencia de Miguel Fernández Gómez al KAON 2022. Universidad de Osaka.
- Asistencia de Arnau Brossa a la LHCb Week organizado por el Grupo LHCb de Dortmund e la Universidade de Dortmund.
- Estancia de Emilio Xosé en el CERN para el apoyo a las líneas temáticas 1) Análise de decaementos multileptónicos en modelos BSM no detector LHCb, 2) simulación de decaementos exóticos no detector CODEX-b.
- Asistencia de Luigi Bellafronte a HIGGS 2022 organizado por GSI, INFN y otros.
- Estancia de Gonzalo Díaz Fermilab (Chicago).

- Asistencia a Pepe Benlliure GSI/FAIR para la reunión anual de la colaboración NUSTAR.
- Asistencia a Escuela Internacional de Alicia Muñoz a Michigan. Escuela Internacional de verano de Física Nuclear de la Rábida + Euroschool on Exotic Beams.

Sistema de monitorización y vigilancia competitiva

Una actividad especialmente relevante en la programación estratégica y el seguimiento de las actividades del instituto es el sistema de monitorización. Entre los desarrollos realizados, se ha trabajado en el sistema de monitorización de resultados del centro incorporando ítems de información relativos al equipamiento de cara a la nueva sede y la comparativa de facilites en el benchmarking continuo que se realiza con otros centros de referencia.

Acreditación "Unidad de excelencia - María de Maeztu"

Uno de los objetivos prioritarios era renovar la acreditación María de Maeztu en la convocatoria 2021, finalmente la acreditación no fue renovada a pesar de las buenas valoraciones recibidas por los evaluadores. Se ha estado trabajando a nivel de dirección y unidad de gestión con un consultor en la definición de las líneas estratégicas para la nueva propuesta.

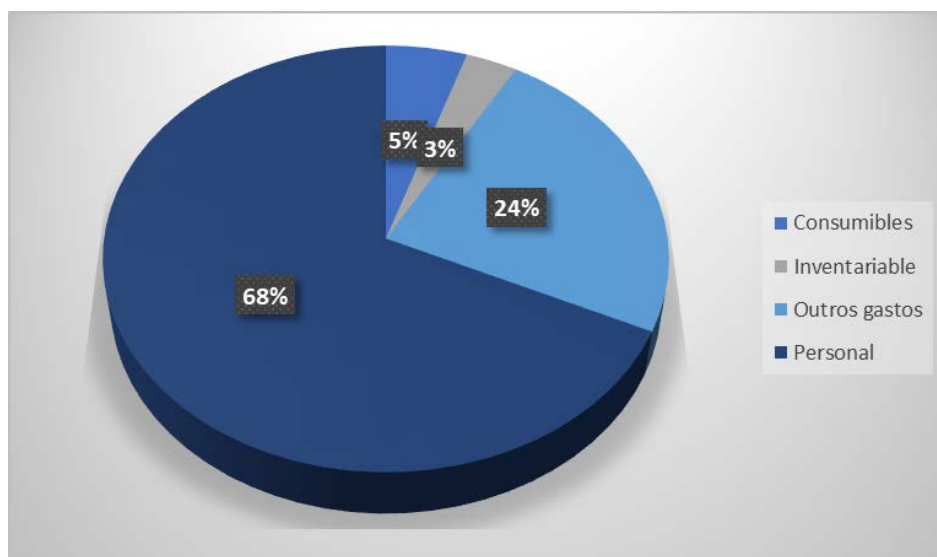
Resumen de la distribución de gasto durante la anualidad 2022

La inversión más importante en el caso del IGFAE sigue siendo igual que en la anualidad anterior, el coste de personal supone el **92% de los fondos FEDER** y el **68% de todo el gasto** realizado en las partidas estructurales de financiación externa. Coincide con el esfuerzo en desarrollar una política fuerte de captación de talento internacional.

En el caso de los fondos propios (Fondos no FEDER) el volumen más importante está en la compra de material fungible (43%) y los gastos de las actividades de divulgación (34%). Este patrón coincide con la apuesta del IGFAE por reforzar la parte experimental y la difusión de la actividad de investigación.

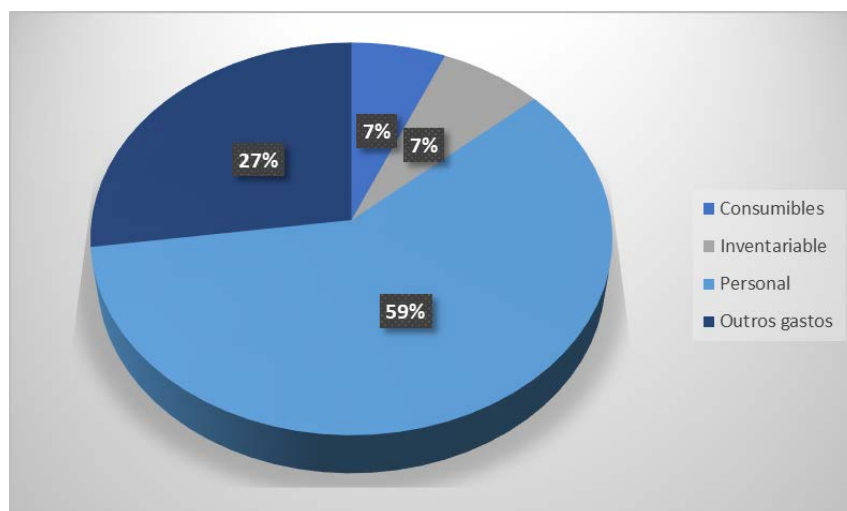
Distribución del gasto de las partidas estructurales de fuentes de financiación externa

Tipoloxía de Gasto	Gasto
Consumibles	69.779,70 €
Instrumental de laboratorio	42.517,84 €
Material de laboratorio: reactivos, gases de laboratorio, outros	17.462,77 €
Material funxible	89,56 €
Outro material funxible	9.709,53 €
Inventariable	44.428,85 €
Equipamento científico de laboratorio	37.232,47 €
Equipamento informático	6.614,79 €
Licenzas Uso Software	241,09 €
Moblaxe e Equipamento	340,50 €
Otros gastos	324.010,04 €
Atencións protocolarias e representativas	263,34 €
Axudas de Custo e Locomoción	179.009,05 €
Facturación interna por servizos doutras unidades	5.940,51 €
Inscricións en Cursos, Conferencias e Congresos	5.958,02 €
Outros Gastos de Investigación	1.493,54 €
Reintegros	89,62 €
Reparación Moblaxe e Equipamento	70,25 €
Retr. Cursos, Conf e Colab Persoal Allee	5.931,58 €
Traballos Encargados ó Exterior	125.254,13 €
Personal	933.378,17 €
Gastos de Persoal	933.378,17 €
Total general	1.371.596,76 €



Distribución del gasto de todas las partidas ejecutadas en el IGFAE

Tipoloxía de gasto	Gasto
Consumibles	223.011,79 €
Instrumental de laboratorio	100.688,16 €
Material de laboratorio: reactivos, gases laboratorio e outros	38.277,72 €
Material funxible	89,56 €
Outro material funxible	83.956,35 €
Inventariable	245.021,04 €
Equipamento científico de laboratorio	146.595,84 €
Equipamento informático	94.286,77 €
Libros e Outras Publicacións	1.695,00 €
Licenzas Uso Software	567,39 €
Moblaxe e Equipamento	1.876,04 €
Persoal	2.060.140,60 €
Gastos de Persoal	2.035.648,60 €
Retribucións Colaboracións PDI	24.492,00 €
Outros gastos	943.767,46 €
Atencións protocolarias e representativas	36.092,34 €
Axudas de Custo e Locomoción	483.646,79 €
Comunicacións	211,46 €
Facturación interna por servizos doutras unidades (USC)	6.410,58 €
Inscripcións en Cursos, Conferencias e Congresos	42.481,63 €
Outros Gastos de funcionamento	78.161,91 €
Outros Gastos de Investigación	131.191,94 €
Reintegros	89,62 €
Reparación Moblaxe e Equipamento	1.460,75 €
Retribucións por cursos, conferencias (persoal alleo)	6.363,48 €
Traballos Encargados ó Exterior	157.656,96 €
Total	3.471.940,89 €



Producción Científica

A fecha de elaboración de este informe se han publicado un total de **157 artículos** cuyo detalle se recoge en el Anexo 2, se espera un incremento en este número de artículos en el tiempo restante de 2022.

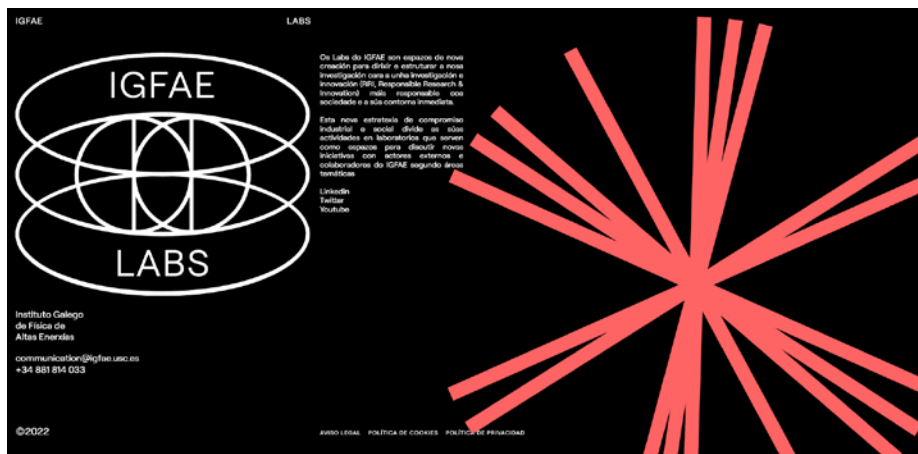
110 artículos se sitúan en el **primer decil** (68%) y 137 en el **primer cuartil** (87%). El índice de impacto (cite score de Scopus) por artículo es de 10.69. La distribución de artículos por programa de investigación:

Área de investigación	Programa de investigación	Nº Artículos	Nº Citas
SA1 The Standard Model to the Limits	SA1_HQCD	29	331
	SA1_LHCB	47	678
	SA1_STRI	15	34
Total de área SA1		91	1043
SA2 Cosmic Particles and Fundamental Physics	SA2_AUGE	10	173
	SA2_GRWA	19	185
	SA2_NEXT	9	14
Total de área SA2		38	372
SA3 Nuclear Physics from the Lab to Improve People's Health	SA3_LACC	7	6
	SA3_NUCL	21	51
Total de área SA3		28	57

Investigación e Innovación Responsable (RRI)

Durante este año 2022 se ha continuado con las actividades programadas de los IGFAE-Labs, que se detallan en el apartado de Divulgación y Promoción de la cultura científica. Además, desde este año cuentan con una web específica que agrupa todas las actividades y reflejan la identidad innovadora de estos labs (<https://igfae.usc.es/labs/>)

Esta web diseñada por Novagarda ha sido recientemente galardonada por los Premios de Laus en la categoría de "Website no transaccional".



Nueva imagen para la website del Programa IGFAE-Labs.

Valorización y Transferencia

El programa de centros nos permitía en junio de 2021 contratar un perfil específico para el ámbito de transferencia y una empresa con experiencia en el acompañamiento de los primeros pasos de la creación de la Unidad de Innovación y Transferencia de Conocimiento en el IGFAE. Esta unidad se ha consolidado en nuestra institución en 2022, diseñando y siguiendo además una hoja de ruta alineada con la estrategia general de Industrial and Social Engagement Strategy.

La persona a cargo de esta unidad sigue completando su formación específica en el campo, y más precisamente realizando los cursos y actividades que conducen a la acreditación RTTP (Registered Technology Transfer Professional), el estándar internacional para acreditar la competencia y experiencia de aquellos profesionales que desarrollen su carrera en el ámbito de la transferencia del conocimiento y la tecnología, en el sector académico o en la industria. También, asistiendo a otras actividades de formación y actualización periódicas como los "Desayunos Formativos" del programa BioINcubaTech, o Los Lunes del CDTI-SOST Bruselas.

Todo esto ha permitido una evolución importante en actividades de transferencia del IGFAE:

- Un pre-screening tecnológico de actividades y desarrollos del centro ha permitido identificar diferentes proyectos e iniciativas con alto potencial de transferencia, sobre las que se está trabajando en la forma más adecuada de transferencia a cada caso particular.
- En colaboración estrecha con la AVTE (area de valorización y transferencia de la USC), se han gestionado registros de propiedad intelectual de investigadores del IGFAE, se están tramitando las aplicaciones de dos patentes y se está trabajando en la creación de una nueva spin-off del IGFAE.
- Un hecho destacable de este año para nuestra unidad de transferencia ha sido ganar el primer premio en el programa de emprendimiento "ARGOS" 2022 de la USC con el desarrollo completo de una novedosa propuesta de mercado nacida y evolucionada íntegramente en el IGFAE.
- La interacción con el entorno social, industrial y empresarial se ha potenciado también, realizando encuentros, visitas, reuniones y actividades con diversas empresas y organismos. Fruto de ello se han identificado sinergias y colaboraciones con el Laboratorio Oficial de Metrología de Galicia, la

Autoridad Portuaria del Puerto de Marín y Ría de Pontevedra o los servicios de Oncología Radioterápica y Radiofísica del CHUS. Se ha solicitado un Doutoramento Industrial del programa de la Xunta de Galicia y se está trabajando con varias empresas en los equivalentes del plan nacional y de las acciones europeas MCSA Doctoral Networks.

- El IGFAE está por primera vez presente en una feria internacional de innovación participando con un stand en SEDEXPO (ver imagen XX), la feria internacional de Seguridad, Defensa y Emergencias, Silleda, del 17 al 19 de noviembre. En ella, se presentan sus innovaciones aplicadas al campo de la seguridad nuclear y defensa de fronteras, y se interacciona todavía más con el entorno socioeconómico.
- La unidad de transferencia del IGFAE también ha colaborado en la búsqueda de socios académicos y no académicos para propuestas de proyectos de innovación. Un ejemplo de ello ha sido el consorcio establecido entre el IGFAE y otras unidades de España, Portugal y Alemania para un importante proyecto de innovación presentado a la convocatoria CaixaResearch Health de Fundación "La Caixa".
- Por último, el responsable de nuestra unidad de transferencia ha sido designado como coordinador del grupo de trabajo "Buenas Prácticas y Formación" de la sección de Knowledge Transfer and Innovation de la alianza SOMMA, a la cual pertenece el IGFAE como acreditado María de Maeztu en 2017.



Carrera Científica

Durante este año el IGFAE, ha ofrecido 6 contratos de iniciación a la investigación para alumnado que cursa el Máster Universitario en Física, con un coste de 5.000 euros por contrato. Se presentaron 10 candidaturas.

Dentro de la oferta formativa también se incluye:

- Programa de Capacitación Académica (**Academic Training Program**).
- International Postdoctoral Training Program.
- Programa **internacional de doctorado y plan de desarrollo profesional (International PHD Program)**. Se lanzó, como el año anterior, un *international call for PhD students* a través de la plataforma Academic Jobs Online, de referencia en Física de Partículas, recibándose un total de 62 solicitudes, identificándose una serie de candidatos que se pusieron en contacto con los grupos del centro.

En relación con los dos primeros puntos, se organizaron tres cursos para doctorandos y postdoctorales. Además, se apoyó la participación de estudiantes en escuelas internacionales, tanto en España como en el extranjero. Como refuerzo y tal y como ya se ha comentado anteriormente se ha prestado apoyo específico a los candidatos del IGFAE que estaban preparando propuestas MSCA IF, ITN y ERC (Starting y Consolidator Grants). En el apartado siguiente de la memoria se proporcionan detalles sobre estas actividades.

Talleres, cursos y congresos organizados por el IGFAE

Qiskit Fall Fest



Workshop de computación cuántica organizado por el IGFAE el 21 de octubre de 2022 para 30 estudiantes de física principalmente, con conferencias y un *quantum challenge*. Se trata de un evento que se celebra en diferentes campus universitarios del mundo a lo largo del año y cuenta con el apoyo de IBM Quantum.

Cartel del workshop

Conferencias



Cartel del congreso.

DIS2022

Santiago acogió del 2 al 6 de mayo el *DIS2022: XXIX International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects*, un congreso organizado por el IGFAE y que reunió a más de 300 personas de 31 países trabajando en los temas más relevantes de la física de altas energías. La diversidad de temas, presentaciones y asistentes ha convertido esta reunión en una de las más importantes del campo.



Cartel del congreso.

ARENA 2022

Del 7 al 10 de junio en Santiago tuvo lugar el *9th International Workshop on Acoustic and Radio EeV Neutrino Detection Activities (ARENA 2022)*, el principal congreso bianual dedicado al estudio y detección de los fenómenos más extremos del universo, al que acudieron alrededor de 70 especialistas de todo el mundo. El programa se dividió en varios workshops sobre diferentes técnicas y detectores para observar neutrinos y rayos cósmicos de ultra alta energía y los desafíos que plantea la astronomía multimensajero.



Cartel del DREB2022.

DREB2022

Del 26 de junio al 2 de julio de 2022 el IGFAE organizó el *11th International Conference on Direct Reaction with Exotic Beams (DREB2022)* en la Facultade de Ciencias da Comunicación de la USC a la que acudieron unos 150 expertos. Las nuevas infraestructuras científicas con haces de iones radiactivos junto con el desarrollo de métodos teóricos avanzados y simulaciones informáticas de alto rendimiento fueron algunas de las cuestiones claves que se abordarán en este foro.



Cartel del EuNPC2022

EuNPC2022

El *European Nuclear Physics Conference* (EuNPC 2022), el mayor congreso de física nuclear del continente europeo, tuvo lugar del 24 al 28 de octubre de 2022 en Santiago con más de 200 participantes de dentro y fuera de la región. Esta quinta edición fue organizada de forma conjunta por la División de Física Nuclear de la Sociedad Europea de Física, el Grupo especializado de Física Nuclear de la Real Sociedad Española de Física y el IGFAE.

Coloquios

En 2022 se han celebrado varios coloquios para un público más general que los seminarios habituales especializados con invitados externos y miembros del IGFAE.



Carteles de los coloquios.

Webinar "How to prepare a ERC call"

Formación compuesta de dos seminarios online para aprender a preparar propuestas para la convocatoria de ayudas *Starting Grant* y *Consolidator Grant* del Consejo Europeo de Investigación (ERC).

Divulgación y promoción de la cultura científica

Outreach

Masterclass de Física de Partículas (*International Masterclass – Hands on*)

Un grupo de 69 estudiantes de 2º de bachillerato y docentes de 27 centros provenientes de toda la comunidad gallega participaron el 4 de marzo de 2022 en la Masterclass Internacional "Física de Partículas coas mans" que organizó el IGFAE en la Facultade de Matemáticas y la Facultade de Óptica de la Universidade de Santiago de Compostela (USC). Después de la exitosa edición virtual de 2021 con motivo de la pandemia, esta masterclass permitió al alumnado conocer in situ cómo es un centro de investigación, aprender sobre Física de Partículas y hacer un ejercicio práctico con datos experimentales que compartieron, como en una colaboración científica real, con estudiantes de algunos de los otros 225 centros de todo el mundo que organizan jornadas similares durante estos días. Como el año pasado, la participación femenina fue récord, con un 46% de alumnas.



. Masterclass de física de partículas 2022.

G- Night', a Noite europea das persoas investigadoras

El IGFAE participou por primeira vez en esta jornada organizada de forma conjunta por toda Galicia el 30 de setembro de 2022 con un taller que tivo lugar de 18.00 a 21:00 horas en el Claustro de Fonseca. Los centenares de asistentes pudieron aprender sobre rayos cósmico utilizando dos tipos de detectores sencillos y portátiles para ver en tiempo real sus huellas, identificar qué tipo de partículas son y sus características.



Taller sobre rayos cósmicos.

Serie de videos en colaboración con "O son das ideas"

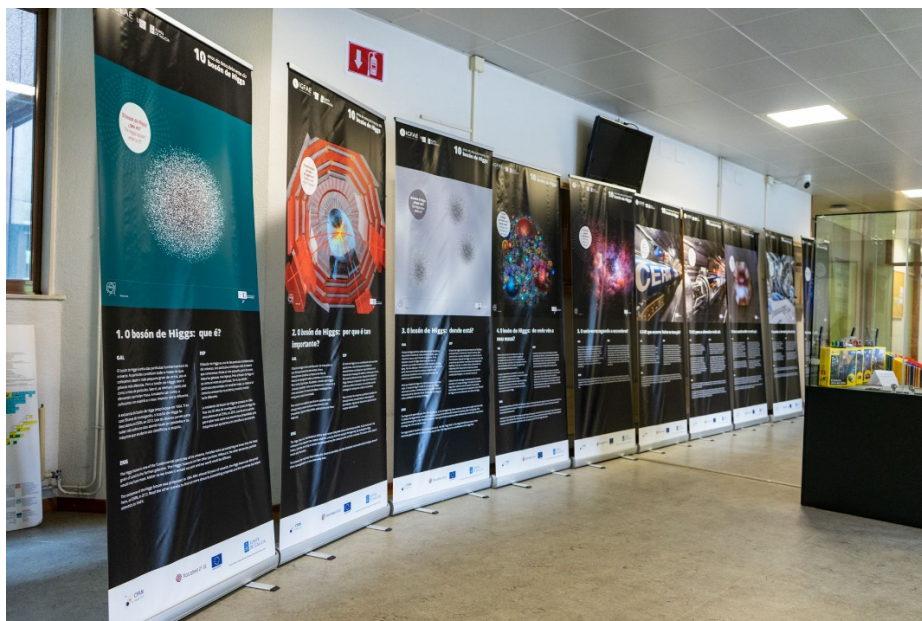
El IGFAE también está realizando "[O amencer do cosmos](#)" una serie de pequeños vídeos divulgativos en colaboración con Darío Lago, alias O son das ideas, físico y youtuber y divulgador gallego. Los vídeos hacen un recorrido por la historia del universo siguiendo un hilo conductor pero que pueden verse de forma independiente. Después de "[Por que a noite é escura?](#)" y "[A luz máis antiga do universo](#)", realizamos "[O forno cósmico](#)" y "[Os primeiros minutos do universo](#)", y el quinto está a punto de ser estrenado.

- 1  **Por que a noite é escura?**
O Son das Ideas
- 2  **A luz máis antiga do universo**
O Son das Ideas
- 3  **O forno cósmico**
O Son das Ideas
- 4  **Os primeiros minutos do universo**
O Son das Ideas

Capturas de los 4 vídeos realizados por el momento en colaboración con O son das ideas.

Exposición "10º aniversario del descubrimiento del bosón de Higgs"

Con motivo de esta efeméride, el IGFAE ha organizado en colaboración con el CPAN y el CERN una exposición portátil compuesta por 10 paneles que se exhibe en la entrada del instituto. En los próximos meses se ofrecerá a los institutos de Galicia con la idea de que vaya itinerando por diferentes centros.



Exposición en la entrada del IGFAE.

V Semana da Ciencia

Del 19 al 24 de noviembre tuvo lugar la V Semana de la Ciencia, el gran evento divulgativo del IGFAE. El programa de este año incluye una nueva edición del Concurso de Comunicación Científica, una NerdNite especial por el 10 aniversario del descubrimiento del bosón de Higgs y una conferencia pública del exdirector general del CERN Rolf Heuer para más de 400 personas en el casco histórico de Santiago.



Carteles del Concurso, V Semana de la Ciencia y Nerdnite.

Ciencia Singular 2022



La Red de Centros Singulares de Investigación (RCSI) de la Universidade de Santiago de Compostela (USC) celebra el sábado 19 de noviembre 'Ciencia Singular' una jornada de divulgación destinada a mostrar a la sociedad la labor de excelencia que realizan los cuatro centros de la red (CiQUS, CiMUS, CiTIUS e IGFAE). Se trata de una jornada dedicada a la divulgación de la ciencia y la tecnología desarrolladas en estos centros de investigación, en un ambiente lúdico y festivo, con el objetivo de ofrecer un enfoque ameno y atractivo para un público de todas las edades y todos los tipos de educación. Esta jornada está fundamentalmente financiada gracias al convenio de la Consellería de cultura, educación e

universidades: "Accións transversais I+D+i. Accións dinamización: xornada de portas abertas e bolsas de verán", pero debido a la envergadura de algunas actividades desarrolladas y su relación con la IV Semana da Ciencia también se ha apoyado económicamente desde este programa.

Género y diversidad

En el marco del trabajo de la Red Europea de [GENERA](#) (Gender Equality Network in the European Research Area), GENERA participó con un póster en el Big Science Business Forum 2022 (<https://www.bsbf2020.org/>), que se celebró a principios de octubre en Granada.

El póster de GENERA fue presentado al premio de Proyectos de Mujeres en la Gran Ciencia recibió el Premio de Reconocimiento en TODAS las tres categorías

1. Avances en la cultura organizativa,
2. Asociaciones de colaboración y
3. Impacto social.

Se pueden encontrar aquí: https://www.bsbf2020.org/WBS_Postersession



Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia – Masterclass

Como cada año, el 11 de febrero, Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, la Red de Centros Singulares de la USC (RCSI) y el IGFAE organizó una masterclass de física de partículas con 40 alumnas de 1º de bachillerato de centros de Galicia para acercar el trabajo de las investigadoras del centro, fomentar vocaciones científicas entre las jóvenes y mostrar referentes científicos femeninos.

Bio-musical científico CHRISTIANE

También el 11 de febrero la Cidade da Cultura acogió la obra de teatro musical *CHRISTIANE. Un bio-musical científico*, que se sumerge en la vida de Christiane Dosne Pasqualini, científica y personalidad fundamental en la investigación de la leucemia. La actividad estuvo organizada por los institutos de investigación de la Universidade de Santiago de Compostela, IGFAE, CIMUS e CIQUS, en colaboración con la Xunta de Galicia a través de la Fundación Cidade da Cultura, con el objetivo de visibilizar referentes femeninos que, con su ejemplo, sirvan de inspiración para niñas y jóvenes y contribuyan a promover la ciencia como carrera profesional. Asistieron 160 estudiantes de instituto de Galicia.



Escena de la obra Christiane.

Proyecto Meitner: Recordando a Lise Meitner

El IGFAE organizó en Santiago de Compostela esta obra teatral que pretende recuperar la memoria de Lise Meitner, codescubridora de la fisión nuclear e ignorada

por el comité del Premio Nobel, y hacer justicia con el lugar que ocupa en la historia de la ciencia. Se celebró una primera función el 24 de octubre a las 21:00 h para público general y un segundo pase el 25 a las 10:00 h, destinado exclusivamente a centros de secundaria y que se complementó con un coloquio posterior con físicas y artistas del espectáculo. En total acudieron más de 550 personas.

Esta obra de teatro científico se celebró en el marco del congreso European Nuclear Physics Conference 2022 (EuNPC 2022) organizado por el IGFAE entre el 24 y el 28 de octubre. Es una iniciativa impulsada por el Instituto de Física Corpuscular (IFIC) del CSIC y la Universitat de València con la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología del Ministerio de Ciencia e Innovación y el Instituto Valenciano de Cultura, la Fundación General CSIC y la Unitat de Igualtat de la Universitat de València, cuya producción artística corre a cargo de la compañía teatral CRIT.

Programación ArtLAB

Durante el año 2022 se han llevado a cabo las siguientes actividades en el marco del espacio ArtLab:

Ciclo "Transfronteirizas, conversas de arte e ciencia"

["Transfronteirizas, conversas de arte e ciencia"](#) es un ciclo de diálogos virtuales emitidos en Youtube en el que invitamos a figuras del ámbito cultural a explorar las intersecciones entre el arte y la ciencia con nuestro personal investigador, buscando un enfoque interdisciplinar. Esta iniciativa, creado en mayo de 2020 se inserta dentro del programa ArtLAB, que pretende tender puentes y fomentar la participación entre la sociedad y la comunidad investigadora a través de distintas expresiones artísticas. En 2022 se han celebrado tres diálogos: la cantante y escritora Estíbaliz Espinosa y el físico teórico Gastón Giribet en coloquio híbrido; el físico forense Rodolfo Pregliasco y la investigadora en ciencia sociales y escritora Flavia Costa.

En la actualidad, el ciclo cuenta con más de 35.000 visualizaciones, 20.000 interacciones, hasta 170 espectadores simultáneos y 1200 suscriptores conseguidos desde mayo de 2020, cuando se creó.

Programación EduLab

Durante el año 2022 se han llevado a cabo las siguientes actividades en el marco del espacio EduLab:

Proyecto MEDRA: Minipix para Estudio e Detección de Radiación nas Aulas

MEDRA es una nueva iniciativa promovida por el laboratorio educativo del IGFAE, EduLab, para el curso académico 2022/2023 cuyo objetivo es que el alumnado de secundaria de 10 centros educativos gallegos tenga su primera experiencia investigadora en física de partículas. Para ello se utilizarán Minipix, unos detectores híbridos desarrollados por el CERN que funcionan como una cámara, fotografiando las huellas que dejan las partículas provenientes del cosmos o de una fuente radiactiva al atravesar el sensor. Estas huellas indican qué tipo de partícula es, su energía, la carga eléctrica, su origen y su trayectoria.

El IGFAE prestará un Minipix durante 7-10 días a 10 centros para realizar un experimento, que será propuesto por ellos o asignado por el IGFAE, para la adquisición y análisis de datos. Después, tendrán que redactar un artículo científico con los resultados obtenidos y enviarlo a una revista científica del ámbito educativo para su publicación. Al final del curso, el IGFAE organizará una jornada en la que alumnado y profesorado presentarán el trabajo que han realizado, a modo de congreso científico.

El proyecto está en su fase inicial de formación al profesorado previo al préstamo de los detectores en cada centro.



. Detector Minipix.

Anexo 1. Nuevos proyectos

Ref.	Título			
2022-SG043-1	Medida de radón e outros parámetros radioactivos en mostras ambientais			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Cortina Gil, Dolores	Xunta de Galicia	01/01/2021	31/12/2025	5.250 €
Ref.	Título			
2022-AD067	Convenio de Colaboración entre a Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidades para o reforzo dos Centros de Investigación do Sistema Universitario de Galicia (CIGUS) - IGFAE			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Salgado López, Carlos A.	Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidades	05/09/2022	31/12/2023	795.092.13 €
Ref.	Título			
2022-CP106	Convenio entre el Consorcio Laboratorio Subterráneo de Canfranc, el Donostia International Physics Center, la Universitat de Girona, la Universidad de Oviedo, la Universitat Politècnica de València y la Universidad de Santiago de Compostela, para la actividad de los grupos de investigación en el detector de neutrinos HKK y para la construcción del detector de neutrinos HKK			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Hernando Morata, José Á.	Consorcio para el equipamiento y explotación del Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC)	01/01/2021	31/12/2025	200.000 €
Ref.	Título			
TU403A 2021/074	EuNPC 2022 – European Nuclear Physics Conference 5th Edition			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Cortina Gil, Dolores	Axencia de Turismo de Galicia	01/11/2021	31/12/2022	23.138 €
Ref.	Título			
ED431C 2022/30	CONSOLIDACIÓN 2022 GRC GI-1490 - Grupo de Física de Altas Enerxias - GAES			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Saborido Silva, Juan	Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidades	01/01/2022	20/11/2025	400.000 €
Ref.	Título			
ED431F 2022/13	CONSOLIDACIÓN 2022 - PROXECTOS DE EXCELENCIA - Desarrollo de espectrometros solenoidales de última generación para el estudio de núcleos exóticos			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Ayyad Limonge, Francesc Yassid	Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidades	01/01/2022	20/11/2026	115.000 €
Ref.	Título			
ED431F 2022/15	CONSOLIDACIÓN 2022 - PROXECTOS DE EXCELENCIA - Resolviendo el enigma de los rayos cósmicos de más alta energía con muones			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Cazón Boado, Lorenzo	Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidades	01/01/2022	20/11/2026	115.000 €
Ref.	Título			
2022-RC001	DIS2022 - 29th Workshop on Deep-Inelastic Scattering (DIS) and Related Subjects			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Armesto Pérez, Néstor	European Organizatoin for Nuclear Research (CERN)	02/05/2022	06/05/2023	118.428,09 €
Ref.	Título			
PID2021-125475NB-C55	Calibración e NEXT-100 y simulaciones de NEXT-HD			

IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Hernando Morata	AEI	1/09/2022	31/08/2025	181.500€
Ref.	Título			
PID2021-125995NA-I00	Estudios de acoplamiento nuclear cerca de la línea de goteo con haces de iones radioactivos			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Yassid Ayyad	AEI	1/09/2022	31/08/2026	117.370 €
Ref.	Título			
PID2021-125771NB-C21	R3B early phase experiments @FAIR			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Dolores Cortina	AEI	01/09/2022	31/08/2025	398.090 €
Ref.	Título			
PID2021-125028OB-C21	Física de neutrinos en la frontera tecnológica de 5MeV/1ns			
IP	Financiador	Inicio	Fin	Importe
Diego González	AEI	1/09/2022	31/08/2024	54.450

Anexo 2 Publicaciones 2022

Título: Monte Carlo characterization of PETALO, a full-body liquid xenon-based PET detector

Renner J. et al. (27 authors) Autores IGFAE: Renner J.

Referencia: J. Instrum. 17 (2022) P05044

Programa de investigación: SA2_NEXT

DOI 10.1088/1748-0221/17/05/P05044

Título: Centrality determination in heavy-ion collisions with the LHCb detector

Aaij R. et al. (966 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Rodriguez P.B., Garcia O.B., Rodriguez A.B., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Martinez Santos D., Parkinson C.J., Plo Casaus M., Prouve C.

Referencia: J. Instrum. 17 (2022) P05009

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1088/1748-0221/17/05/P05009

Título: Identification of charm jets at LHCb

Aaij R. et al. (1008 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A.,

Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Lopez Solino S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

Referencia: J. Instrum. 17 (2022) P02028

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1088/1748-0221/17/02/P02028

Título: Neutral bremsstrahlung in TPCs

Amedo P., González-Díaz D., Jones B.J.P. Autores IGFAE: Amedo P., González-Díaz D.

Referencia: J. Instrum. 17 (2022) C02017

Programa de investigación: SA2_NEXT

DOI 10.1088/1748-0221/17/02/C02017

Título: Experimental Setup for Irradiation of Cell Cultures at L2A2

Torralba A. et al. (12 authors) Autores IGFAE: Peñas J., Llerena J.J., Contreras-Martínez R., Benlliure J., Vega A., Aguado-Barrera M.E.

Referencia: Quantum. Beam. Sci. 6 (2022) 10

Programa de investigación: SA3_LACC

DOI 10.3390/qubs6010010

Título: Proton 3D tracking and emission time from a short-lived isomer with ACTAR TPC

Giovinazzo J. et al. (26 authors) Autores IGFAE: Alvarez-Pol H., Camaaño-Fresco M., Fernández-Domínguez B., Lois-Fuentes J.

Referencia: Nucl Instrum Methods Phys Res Sect A 1042 (2022) 167447

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1016/j.nima.2022.167447

Título: Microchannel cooling for the LHCb VELO Upgrade I

de Aguiar Francisco O.A. et al. (65 authors) Autores IGFAE: Gallas Torreira A., Lemos Cid E.

Referencia: Nucl Instrum Methods Phys Res Sect A 1039 (2022) 166874

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1016/j.nima.2022.166874

Título: The dynamics of ions on phased radio-frequency carpets in high pressure gases and application for barium tagging in xenon gas time projection chambers

Jones B.J.P. et al. (109 authors) Autores IGFAE: Azevedo C.D.R., Díaz G., Ferreira A.L., González-Díaz D., Morata J.A.H., Kekic M., Palmeiro B., Renner J., Veloso J.F.C.A.

Referencia: Nucl Instrum Methods Phys Res Sect A 1039 (2022) 167000

Programa de investigación: SA2_NEXT

DOI 10.1016/j.nima.2022.167000

Título: A dead-time-free data acquisition system for prompt gamma-ray measurements during proton therapy treatments

Hueso-González F., Casaña Copado J.V., Fernández Prieto A., Gallas Torreira A., Lemos Cid E., Ros García A., Vázquez Regueiro P., Llosá G. Autores IGFAE: Fernández Prieto A., Gallas Torreira A., Lemos Cid E., Vázquez Regueiro P.

Referencia: Nucl Instrum Methods Phys Res Sect A 1033 (2022) 166701

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1016/j.nima.2022.166701

Título: Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report

Abdul Khalek R. et al. (413 authors) Autores IGFAE: Armesto N., Kuleshov S.

Referencia: Nucl. Phys. A 1026 (2022) 122447

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1016/j.nuclphysa.2022.122447

Título: Progress in the Simulation and Modelling of Coherent Radio Pulses from Ultra High-Energy Cosmic Particles

Alvarez-Muñiz J., Zas E. Autores IGFAE: Alvarez-Muñiz J., Zas E.

Referencia: Universe 8 (2022) 297

Programa de investigación: SA2_AUGE

DOI 10.3390/universe8060297

Título: Hermitian matrix definiteness from quantum phase estimation

Gómez A., Mas J. Autores IGFAE: Gómez A., Mas J.

Referencia: Quantum Inf. Process. 21 (2022) 213

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1007/s11128-022-03542-5

Título: Revisiting the Limits of Atmospheric Temperature Retrieval From Cosmic-Ray Measurements

Riádigos I., González-Díaz D., Pérez-Muñuzuri V. Autores IGFAE: Riádigos I., González-Díaz D., Pérez-Muñuzuri V.

Referencia: Earth Space Sci. 9 (2022) e2021EA001982

Programa de investigación: SA2_NEXT

DOI 10.1029/2021EA001982

Título: High accuracy, high resolution $^{235}\text{U}(n,f)$ cross section from n_{TOF} (CERN) from 18 meV to 10 keV

Mastromarco M. et al. (122 authors) Autores IGFAE: Caamaño M., Durán I., Fernández-Domínguez B., Leal-Cidoncha E.

Referencia: Eur. Phys. J. A 58 (2022) 147

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1140/epja/s10050-022-00779-7

Título: Rescaling the isospin triangle argument for constraining $\phi_2(\alpha)$: Consolidating Belle II and a potential path forward for LHCb

Dalseno J. Autores IGFAE: Dalseno J.

Referencia: Eur. Phys. J. Plus 137 (2022) 806

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1140/epjp/s13360-022-03008-8

Título: High-energy and ultra-high-energy neutrinos: A Snowmass white paper

Ackermann M. et al. (152 authors) Autores IGFAE: Alvarez-Muñiz J., Zas E.

Referencia: J. High Energy Astrophys. 36 (2022) 55

Programa de investigación: SA2_AUGE

DOI 10.1016/j.jheap.2022.08.001

Título: Influence of proton and neutron deformed shells on the asymmetric fission of thorium isotopes

Chatillon A. et al. (35 authors) Autores IGFAE: Alvarez-Pol H., Ayyad Y., Benlliure J., Caamaño M., Cortina-Gil D., Fernández-Domínguez B., Paradela C., Rodríguez-Sánchez J.L., Vargas J.

Referencia: Phys. Rev. C 106 (2022) 24618

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1103/PhysRevC.106.024618

Título: Systematic study of Δ (1232) resonance excitations using single isobaric charge-exchange reactions induced by medium-mass projectiles of Sn

Rodríguez-Sánchez J.L. et al. (29 authors) Autores IGFAE: Rodríguez-Sánchez J.L., Benlliure J., Vargas J., Alvarez-Pol H., Ayyad Y., Beceiro-Novo S., Caamaño M., Cortina-Gil D., Díaz Fernández P., Paradela C., Pérez-Loureiro D.

Referencia: Phys. Rev. C 106 (2022) 14618

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1103/PhysRevC.106.014618

Título: Measurement of the Xe 136 two-neutrino double- β -decay half-life via direct background subtraction in NEXT

Novella P. et al. (109 authors) Autores IGFAE: Azevedo C.D.R., Díaz G., Ferreira A.L., González-Díaz D., Hernando Morata J.A., Kekic M., Palmeiro B., Renner J., Veloso J.F.C.A.

Referencia: Phys. Rev. C 105 (2022) 55501

Programa de investigación: SA2_NEXT

DOI 10.1103/PhysRevC.105.055501

Título: J/ψ photoproduction in Pb-Pb peripheral collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5$ TeV

Aaij R. et al. (953 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Martinez Santos D., Parkinson C.J., Plo Casasus M., Prouve C.

Referencia: Phys. Rev. C 105 (2022) L032201

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevC.105.L032201

Título: Zr 92 (n, γ) and (n, tot) measurements at the GELINA and n -TOF facilities

Tagliente G. et al. (118 authors) Autores IGFAE: Durán I., Leal-Cidoncha E., Paradelo C., Robles M., Tarrío D.

Referencia: Phys. Rev. C 105 (2022) 25805

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1103/PhysRevC.105.025805

Título: Constraints on the dipole photon strength for the odd uranium isotopes

Moreno-Soto J. et al. (132 authors) Autores IGFAE: Caamaño M., Durán I., Fernández-Domínguez B.

Referencia: Phys. Rev. C 105 (2022) 24618

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1103/PhysRevC.105.024618

Título: Hypernuclei formation in spallation reactions by coupling the Liège intranuclear cascade model to the deexcitation code ABLA

Rodríguez-Sánchez J.L., Cugnon J., David J.-C., Hirtz J., Kelić-Heil A., Leray S.
Autores IGFAE: Rodríguez-Sánchez J.L.

Referencia: Phys. Rev. C 105 (2022) 14623

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1103/PhysRevC.105.014623

Título: Isotopic cross sections of fragmentation residues produced by light projectiles on carbon near

Boillos J.M. et al. (100 authors) Autores IGFAE: Boillos J.M., Cortina-Gil D., Benlliure J., Rodríguez-Sánchez J.L., Alvarez-Pol H., Beceiro-Novo S., Caamaño M., Díaz Fernández P.

Referencia: Phys. Rev. C 105 (2022) 14611

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1103/PhysRevC.105.014611

Título: First joint observation by the underground gravitational-wave detector KAGRA with GEO 600

Abbott R. et al. (1669 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: Prog. Theor. Exp. Phys. 2022 (2022) 063F01

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1093/ptep/ptac073

Título: A Comparison of CPU and GPU Implementations for the LHCb Experiment Run 3 Trigger

Aaij R. et al. (160 authors) Autores IGFAE: Rodriguez A.B., Chobanova V., Vidal X.C., Santos D.M., Prouve C., Gomez R.V.

Referencia: Comput. Softw. Big Sci. 6 (2022) 1

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/s41781-021-00070-2

Título: EPPS21: a global QCD analysis of nuclear PDFs

Eskola K.J., Paakkinen P., Paukkunen H., Salgado C.A. Autores IGFAE: Paakkinen P., Salgado C.A.

Referencia: Eur. Phys. J. C 82 (2022) 413

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1140/epjc/s10052-022-10359-0

Título: Time and band-resolved scintillation in time projection chambers based on gaseous xenon

Leardini S., García E.S., Amedo P., Saa-Hernández A., González-Díaz D., Santorelli R., Fernández-Posada D.J., González D. Autores IGFAE: Leardini S., Amedo P., Saa-Hernández A., González-Díaz D., Fernández-Posada D.J., González D.

Referencia: Eur. Phys. J. C 82 (2022) 425

Programa de investigación: SA2_NEXT

DOI 10.1140/epjc/s10052-022-10385-y

Título: Search for massive long-lived particles decaying semileptonically at $\sqrt{s}=13\text{TeV}$

Aaij R. et al. (1011 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Rodriguez P.B., Garcia O.B., Rodriguez A.B., Vidal A.C., Chobanova V., Vidal X.C., Corredoira I., Dalseno J.,

Maronas L.D., Prieto A.F., Torreira A.G., Plana B.G., Gioventù A., Castro J.L., Solino S.L., Santos D.M., Mombächer T.

Referencia: Eur. Phys. J. C 82 (2022) 373

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1140/epjc/s10052-022-10186-3

Título: Proton-PDF uncertainties in extracting nuclear PDFs from W^\pm production in p+Pb collisions

Eskola K.J., Paakkinen P., Paukkunen H., Salgado C.A. Autores IGFAE: Paakkinen P., Salgado C.A.

Referencia: Eur. Phys. J. C 82 (2022) 271

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1140/epjc/s10052-022-10179-2

Título: Towards quarkonium formation time determination

Ferreiro E.G., Fleuret F., Maurice E. Autores IGFAE: Ferreiro E.G.

Referencia: Eur. Phys. J. C 82 (2022) 201

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1140/epjc/s10052-022-10152-z

Título: An experiment for electron-hadron scattering at the LHC

André K.D.J. et al. (26 authors) Autores IGFAE: Armesto N., Ferreiro E.G.

Referencia: Eur. Phys. J. C 82 (2022) 40

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1140/epjc/s10052-021-09967-z

Título: Multi-partonic medium induced cascades in expanding media

Adhya S.P., Salgado C.A., Spousta M., Tywoniuk K. Autores IGFAE: Salgado C.A.

Referencia: Eur. Phys. J. C 82 (2022) 20

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1140/epjc/s10052-021-09950-8

Título: Exploring new possibilities to discover a light pseudo-scalar at LHCb

Buarque Franzosi D., Cacciapaglia G., Cid Vidal X., Ferretti G., Flacke T., Vázquez Sierra C. Autores IGFAE: Cid Vidal X.

Referencia: Eur. Phys. J. C 82 (2022) 3

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1140/epjc/s10052-021-09930-y

Título: QTRAJ 1.0: A Lindblad equation solver for heavy-quarkonium dynamics

Ba Omar H., Escobedo M.Á., Islam A., Strickland M., Thapa S., Vander Griend P., Weber J.H. Autores IGFAE: Escobedo M.Á.

Referencia: Comput Phys Commun 273 (2022) 108266

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1016/j.cpc.2021.108266

Título: Medium induced jet broadening in a quantum computer

Barata J., Du X., Li M., Qian W., Salgado C.A. Autores IGFAE: Li M., Qian W., Salgado C.A.

Referencia: Phy. Rev. D 106 (2022) 74013

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.106.074013

Título: Search for gravitational waves from Scorpius X-1 with a hidden Markov model in O3 LIGO data

Abbott R. et al. (1667 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: Phy. Rev. D 106 (2022) 62002

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1103/PhysRevD.106.062002

Título: Semiclassical spectrum of a Jordanian deformation of $AdS_5 \times S^5$

Borsato R., Driezen S., Nieto García J.M., Wyss L. Autores IGFAE: Borsato R., Driezen S.

Referencia: Phy. Rev. D 106 (2022) 66015

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1103/PhysRevD.106.066015

Título: Search for continuous gravitational wave emission from the Milky Way center in O3 LIGO-Virgo data

Abbott R. et al. (1667 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: Phy. Rev. D 106 (2022) 42003

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1103/PhysRevD.106.042003

Título: Percolation leads to finite-size effects on the transition temperature and center-of-mass energy required for quark-gluon plasma formation

Texca García J.C., Rosales Herrera D., Ramírez J.E., Fernández Téllez A., Pajares C.
Autores IGFAE: Pajares C.

Referencia: Phy. Rev. D 106 (2022) L031503

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.106.L031503

Título: Investigation of K^+K^- pairs in the effective mass region near $2m_K$

Adeva B. et al. (56 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Mariñas C., Plo M., Romero Vidal A., Saborido J.

Referencia: Phy. Rev. D 106 (2022) 32006

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevD.106.032006

Título: All-sky, all-frequency directional search for persistent gravitational waves from Advanced LIGO's and Advanced Virgo's first three observing runs

Abbott R. et al. (1627 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 122001

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1103/PhysRevD.105.122001

Título: Flexible and fast estimation of binary merger population distributions with an adaptive kernel density estimator

Sadiq J., Dent T., Wysocki D. Autores IGFAE: Sadiq J., Dent T.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 123014

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1103/PhysRevD.105.123014

Título: Jet broadening in dense inhomogeneous matter

Barata J., Sadofyev A.V., Salgado C.A. Autores IGFAE: Barata J., Sadofyev A.V., Salgado C.A.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 114010

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.105.114010

Título: Signatures of gluon saturation from structure-function measurements

Armesto N., Lappi T., Mäntysaari H., Paukkunen H., Tevio M. Autores IGFAE: Armesto N.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 114017

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.105.114017

Título: Multistrange hyperon production on nuclear targets

Arakelyan G.H., Merino C., Shabelski Yu.M. Autores IGFAE: Merino C.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 114013

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.105.114013

Título: All-sky search for gravitational wave emission from scalar boson clouds around spinning black holes in LIGO O3 data

Abbott R. et al. (1667 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 102001

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1103/PhysRevD.105.102001

Título: Measurement of the charm mixing parameter γ_{CP^-} - γ_{CP^+} using two-body D^0 meson decays

Aaij R. et al. (1008 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Belin S., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X.,

Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casusus M.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 92013

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevD.105.092013

Título: Search of the early O3 LIGO data for continuous gravitational waves from the Cassiopeia A and Vela Jr. supernova remnants

Abbott R. et al. (1412 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 82005

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1103/PhysRevD.105.082005

Título: Low exposure long-baseline neutrino oscillation sensitivity of the DUNE experiment

Abud A.A. et al. (1157 authors) Autores IGFAE: Amedo P., Morales M.F., Gonzalez-Diaz D., Leardini S.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 72006

Programa de investigación: SA2_NEXT

DOI 10.1103/PhysRevD.105.072006

Título: Observation of the $B^0 \rightarrow D^- K^+ \pi^-$ and $B_s^0 \rightarrow D^- K^+ \pi^+$ decays

Aaij R. et al. (1002 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casusus M.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 72005

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevD.105.072005

Título: Flavorful electroweak precision observables in the Standard Model effective field theory

Dawson S., Giardino P.P. Autores IGFAE: Giardino P.P.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 73006

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.105.073006

Título: Dense matter equation of state and phase transitions from a generalized Skyrme model

Adam C., Martín-Caro A.G., Huidobro M., Vázquez R., Wereszczynski A. Autores IGFAE: Adam C., Martín-Caro A.G., Huidobro M., Vázquez R.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 74019

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.105.074019

Título: Diffractive longitudinal structure function at the Electron Ion Collider

Armesto N., Newman P.R., Słomiński W., Staśto A.M. Autores IGFAE: Armesto N.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 74006

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.105.074006

Título: Constraints on dark photon dark matter using data from LIGO's and Virgo's third observing run

Abbott R. et al. (1627 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 63030

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1103/PhysRevD.105.063030

Título: Relativistic moduli space for kink collisions

Adam C., Manton N.S., Oles K., Romanczukiewicz T., Wereszczynski A. Autores IGFAE: Adam C.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 65012

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.105.065012

Título: Measurement of the photon polarization in $\Lambda b^0 \rightarrow \Lambda \gamma$ decays

Aaij R. et al. (1007 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martinez Santos D., Mombächer T.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) L051104

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevD.105.L051104

Título: Analysis of a tau neutrino origin for the near-horizon air shower events observed by the fourth flight of the Antarctic Impulsive Transient Antenna

Prechelt R. et al. (68 authors) Autores IGFAE: Alvarez-Muñiz J., Zas E.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 42001

Programa de investigación: SA2_AUGE

DOI 10.1103/PhysRevD.105.042001

Título: Light-nuclei gluons from dijet production in proton-oxygen collisions

Paakkinen P. Autores IGFAE: Paakkinen P.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) L031504

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.105.L031504

Título: Search for continuous gravitational waves from 20 accreting millisecond x-ray pulsars in O3 LIGO data

Abbott R. et al. (1634 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 22002

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1103/PhysRevD.105.022002

Título: Measurement of the $B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$ decay properties and search for the $B^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$ and $B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^- \gamma$ decays

Aaij R. et al. (964 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù

A., Lomba Castro J., Martinez Santos D., Mombächer T., Parkinson C.J., Plo Casaus M., Prouve C.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) 12010

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevD.105.012010

Título: Simple model to include initial-state and hot-medium effects in the computation of quarkonium nuclear modification factor

Escobedo M.Á., Ferreiro E.G. Autores IGFAE: Escobedo M.Á., Ferreiro E.G.

Referencia: Phy. Rev. D 105 (2022) A9

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1103/PhysRevD.105.014019

Título: Rapid source classification and distance estimation for compact binary mergers with PyCBC live

Villa-Ortega V., Dent T., Curiel Barroso A. Autores IGFAE: Villa-Ortega V., Dent T., Curiel Barroso A.

Referencia: Mon. Not. R. Astron. Soc. 515 (2022) 5718

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1093/mnras/stac2120

Título: Testing effects of Lorentz invariance violation in the propagation of astroparticles with the Pierre Auger Observatory

Abreu P. et al. (376 authors) Autores IGFAE: Alvarez-Muniz J., Parente G., Zas E.

Referencia: J. Cosmol. Astroparticle Phys. 2022 (2022) 23

Programa de investigación: SA2_AUGE

DOI 10.1088/1475-7516/2022/01/023

Título: Search for intermediate-mass black hole binaries in the third observing run of Advanced LIGO and Advanced Virgo

Abbott R. et al. (1631 authors) Autores IGFAE: Calderón Bustillo J., Dent T.

Referencia: Astron. Astrophys. 659 (2022) A84

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1051/0004-6361/202141452

Título: Thermalization of gluons in spatially homogeneous systems

Barrera Cabodevila S., Salgado C.A., Wu B. Autores IGFAE: Barrera Cabodevila S., Salgado C.A., Wu B.

Referencia: Phys Lett Sect B Nucl Elem Part High-Energy Phys 834 (2022) 137491

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1016/j.physletb.2022.137491

Título: High-spin states in ^{212}Po above the α -decaying (18+) isomer

Zago L. et al. (61 authors) Autores IGFAE: Benlliure J.

Referencia: Phys Lett Sect B Nucl Elem Part High-Energy Phys 834 (2022) 137457

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1016/j.physletb.2022.137457

Título: Mirror symmetry at mass $A = 54$: E4 effective charges near doubly magic ^{56}Ni

Rudolph D. et al. (25 authors) Autores IGFAE: Alvarez-Pol H., Caamaño-Fresco M., Fernández-Domínguez B., Lois-Fuentes J.

Referencia: Phys Lett Sect B Nucl Elem Part High-Energy Phys 830 (2022) 137144

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1016/j.physletb.2022.137144

Título: Experimental investigation of ground-state properties of ^7H with transfer reactions

Caamaño M. et al. (21 authors) Autores IGFAE: Caamaño M., Fernández-Domínguez B., Benlliure J., Cortina-Gil D., Pietras B., Ramos D.

Referencia: Phys Lett Sect B Nucl Elem Part High-Energy Phys 829 (2022) 137067

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1016/j.physletb.2022.137067

Título: Neutron-proton pairing in the $N=Z$ radioactive fp -shell nuclei ^{56}Ni and ^{52}Fe probed by pair transfer

Le Crom B. et al. (52 authors) Autores IGFAE: Caamaño M., Fernandez-Dominguez B., Pereira-Lopez X., Ramos D.

Referencia: Phys Lett Sect B Nucl Elem Part High-Energy Phys 829 (2022) 137057

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1016/j.physletb.2022.137057

Título: Unveiling the two-proton halo character of ^{17}Ne : Exclusive measurement of quasi-free proton-knockout reactions

Lehr C. et al. (65 authors) Autores IGFAE: Álvarez-Pol H., Beceiro-Novo S., Cortina-Gil D., Díaz Fernández P., Rodríguez-Tajes C.

Referencia: Phys Lett Sect B Nucl Elem Part High-Energy Phys 827 (2022) 136957

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1016/j.physletb.2022.136957

Título: Flavored anisotropic black holes

Garbayo A., Hoyos C., Jokela N., Penín J.M., Ramallo A.V. Autores IGFAE: Garbayo A., Ramallo A.V.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 61

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1007/JHEP10(2022)061

Título: New AdS₃/CFT₂ pairs in massive IIA with (0, 4) and (4, 4) supersymmetries

Lozano Y., Macpherson N.T., Petri N., Risco C. Autores IGFAE: Macpherson N.T.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 130

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1007/JHEP09(2022)130

Título: Heavy quarkonium dynamics at next-to-leading order in the binding energy over temperature

Brambilla N., Escobedo M.Á., Islam A., Strickland M., Tiwari A., Vairo A., Vander Griend P. Autores IGFAE: Escobedo M.Á.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 303

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1007/JHEP08(2022)303

Título: On Type IIA AdS3 solutions and massive GK geometries

Couzens C., Macpherson N.T., Passias A. Autores IGFAE: Macpherson N.T.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 95

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1007/JHEP08(2022)095

Título: Study of coherent J/ψ production in lead-lead collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5$ TeV

Aaij R. et al. (958 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Martinez Santos D., Parkinson C.J., Plo Casasus M., Prouve C.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 117

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP07(2022)117

Título: Constraints on the CKM angle γ from $B^\pm \rightarrow Dh^\pm$ decays using $D \rightarrow h^\pm h'^\mp \pi^0$ final states

Aaij R. et al. (1011 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Vidal X.C., Corredoira Instituto Galego de Física de Altas Enerxías (IGFAE), Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Lopez Solino S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 99

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP07(2022)099

Título: Precision measurement of forward Z boson production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV

Aaij R. et al. (1012 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A.,

Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martínez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 26

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP07(2022)026

Título: Gluon fusion production at NLO: merging the transverse momentum and the high-energy expansions

Bellafronte L., Degrassi G., Giardino P.P., Gröber R., Vitti M. Autores IGFAE: Bellafronte L., Giardino P.P.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 69

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1007/JHEP07(2022)069

Título: Higher-derivative holography with a chemical potential

Cano P.A., Murcia Á.J., Sánchez A.R., Zhang X. Autores IGFAE: Sánchez A.R.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 10

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1007/JHEP07(2022)010

Título: Search for the decay $B^0 \rightarrow \varphi \mu^+ \mu^-$

Aaij R. et al. (1003 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martínez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 67

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP05(2022)067

Título: Observation of the doubly charmed baryon decay $\Xi_{cc}^{++} \rightarrow \Xi_{cc}^+ \pi^+$

Aaij R. et al. (1008 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Belin S., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A.,

Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 38

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP05(2022)038

Título: Holographic superconductivity in Einsteinian Cubic Gravity

Edelstein J.D., Grandi N., Sánchez A.R. Autores IGFAE: Edelstein J.D., Sánchez A.R.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 188

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1007/JHEP05(2022)188

Título: Study of charmonium and charmonium-like contributions in $B^+ \rightarrow J/\psi\eta K^+$ decays

Aaij R. et al. (1008 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 46

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP04(2022)046

Título: AdS₃×S² in IIB with small N = (4, 0) supersymmetry

Macpherson N.T., Ramirez A. Autores IGFAE: Macpherson N.T.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 143

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1007/JHEP04(2022)143

Título: Homogeneous Yang-Baxter deformations as undeformed yet twisted models

Borsato R., Driezen S., Miramontes J.L. Autores IGFAE: Borsato R., Driezen S., Miramontes J.L.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 53

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1007/JHEP04(2022)053

Título: Observation of $\Lambda b^0 \rightarrow D + p\pi^-$ and $\Lambda b^0 \rightarrow D^{*+} p\pi^-$ decays

Aaij R. et al. (1010 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 153

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP03(2022)153

Título: Searches for rare B_s^0 and B^0 decays into four muons

Aaij R. et al. (1011 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 109

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP03(2022)109

Título: $N = (1, 1)$ supersymmetric AdS3 in 10 dimensions

Macpherson N.T., Tomasiello A. Autores IGFAE: Macpherson N.T.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 112

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1007/JHEP03(2022)112

Título: Measurement of prompt charged-particle production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV

Aaij R. et al. (968 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù

A., Lomba Castro J., Martinez Santos D., Mombächer T., Parkinson C.J., Plo Casarus M., Prouve C.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 166

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP01(2022)166

Título: Measurement of $\chi_{c1}(3872)$ production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ and 13 TeV

Aaij R. et al. (1011 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Lopez Solino S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casarus M.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 131

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP01(2022)131

Título: Study of B_c^+ decays to charmonia and three light hadrons

Aaij R. et al. (1010 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Lopez Solino S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casarus M.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 65

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP01(2022)065

Título: Search for the radiative $\Xi_b^- \rightarrow \Xi^- \gamma$ decay

Aaij R. et al. (998 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Lopez Solino S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casarus M., Prouve C.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 69

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP01(2022)069

Título: Measurement of the W boson mass

Aaij R. et al. (1011 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Lopez Solino S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

Referencia: J. High Energy Phys. 2022 (2022) 36

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1007/JHEP01(2022)036

Título: Arrival Directions of Cosmic Rays above 32 EeV from Phase One of the Pierre Auger Observatory

Abreu P. et al. (374 authors) Autores IGFAE: Alvarez-Muñiz J., Ammerman Yebra J., Cazon L., Parente G., Zas E.

Referencia: Astrophys. J. 935 (2022) 170

Programa de investigación: SA2_AUGE

DOI 10.3847/1538-4357/ac7d4e

Título: Search for Spatial Correlations of Neutrinos with Ultra-high-energy Cosmic Rays

Albert A. et al. (1042 authors) Autores IGFAE: Alvarez-Muñiz J., Cazon L.

Referencia: Astrophys. J. 934 (2022) 164

Programa de investigación: SA2_AUGE

DOI 10.3847/1538-4357/ac6def

Título: Searches for Gravitational Waves from Known Pulsars at Two Harmonics in the Second and Third LIGO-Virgo Observing Runs

Abbott R. et al. (1696 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: Astrophys. J. 935 (2022) 1

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.3847/1538-4357/ac6acf

Título: A Search for Photons with Energies above 2×10^{17} eV Using Hybrid Data from the Low-Energy Extensions of the Pierre Auger Observatory

Abreu P. et al. (375 authors) Autores IGFAE: Alvarez-Muñiz J., Yebra J.A., Cazon L., Parente G., Zas E.

Referencia: *Astrophys. J.* 933 (2022) 125

Programa de investigación: SA2_AUGE

DOI 10.3847/1538-4357/ac7393

Título: Narrowband Searches for Continuous and Long-duration Transient Gravitational Waves from Known Pulsars in the LIGO-Virgo Third Observing Run

Abbott R. et al. (1659 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: *Astrophys. J.* 932 (2022) 133

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.3847/1538-4357/ac6ad0

Título: Search for Gravitational Waves Associated with Gamma-Ray Bursts Detected by Fermi and Swift during the LIGO-Virgo Run O3b

Abbott R. et al. (1635 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: *Astrophys. J.* 928 (2022) 186

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.3847/1538-4357/ac532b

Título: Quenching of Single-Particle Strength in A=15 Nuclei

Kay B.P. et al. (20 authors) Autores IGFAE: Ayyad Y.

Referencia: *Phys Rev Lett* 129 (2022) 152501

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1103/PhysRevLett.129.152501

Título: Proton Distribution Radii of O 16-24: Signatures of New Shell Closures and Neutron Skin

Kaur S. et al. (41 authors) Autores IGFAE: Ayyad Y., Cortina-Gil D., Mostazo M., Vargas J.

Referencia: *Phys Rev Lett* 129 (2022) 142502

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1103/PhysRevLett.129.142502

Título: First Measurement of the $Z \rightarrow \mu^+\mu^-$ Angular Coefficients in the Forward Region of pp Collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV

Aaij R. et al. (1029 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Belin S., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martinez Santos D., Mombächer T.

Referencia: Phys Rev Lett 129 (2022) 91801

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevLett.129.091801

Título: Search for Subsolar-Mass Binaries in the First Half of Advanced LIGO's and Advanced Virgo's Third Observing Run

Abbott R. et al. (1417 authors) Autores IGFAE: Bustillo J.C., Dent T.

Referencia: Phys Rev Lett 129 (2022) 61803

Programa de investigación: SA2_GRWA

DOI 10.1103/PhysRevLett.129.061104

Título: Universal Feature of Charged Entanglement Entropy

Bueno P., Cano P.A., Murcia Á., Sánchez A.R. Autores IGFAE: Sánchez A.R.

Referencia: Phys Rev Lett 129 (2022) 21601

Programa de investigación: SA1_STRI

DOI 10.1103/PhysRevLett.129.021601

Título: Evidence of a Near-Threshold Resonance in B_{11} Relevant to the β^- -Delayed Proton Emission of Be_{11}

Ayyad Y. et al. (30 authors) Autores IGFAE: Ayyad Y., Alvarez-Pol H., Caamaño M., Fernández-Domínguez B.

Referencia: Phys Rev Lett 129 (2022) 12501

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1103/PhysRevLett.129.012501

Título: Angular Analysis of $D^0 \rightarrow p^+p^-\mu^+\mu^-$ and $D^0 \rightarrow k^+K^-\mu^+\mu^-$ Decays and Search for CP Violation

Aaij R. et al. (1017 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., López Soliño S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casasus M.

Referencia: Phys Rev Lett 128 (2022) 221801

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevLett.128.221801

Título: Tests of Lepton Universality Using $B^0 \rightarrow K^0 S^0 \ell^+ \ell^-$ and $B^+ \rightarrow k^+ \ell^+ \ell^-$ Decays

Aaij R. et al. (1010 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Rodriguez B.P., Boente Garcia O., Rodriguez B.A., Vidal C.A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Maronas D.L., Prieto F.A., Torreira G.A., Plana G.B., Gioventù A., Castro L.J., Soliño L.S., Santos M.D., Mombächer T., Castro P.A., Casasus P.M.

Referencia: Phys Rev Lett 128 (2022) 191802

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevLett.128.191802

Título: Observation of the Decay $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda c^+ \tau^- \nu^- \tau$

Aaij R. et al. (1008 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Rodriguez P.B., Garcia O.B., Rodriguez A.B., Vidal A.C., Chobanova V., Vidal X.C., Corredoira I., Dalseno J., Maronas L.D., Prieto A.F., Torreira A.G., Plana B.G., Gioventù A., Castro J.L., Soliño S.L., Santos D.M., Mombächer T., Castro A.P., Casasus M.P.

Referencia: Phys Rev Lett 128 (2022) 191803

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevLett.128.191803

Título: Constraining the $P_{30}(\rho, \gamma) S_{31}$ Reaction Rate in ONE Novae via the Weak, Low-Energy, β^- -Delayed Proton Decay of Cl_{31}

Budner T. et al. (23 authors) Autores IGFAE: Ayyad Y.

Referencia: Phys Rev Lett 128 (2022) 182701

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1103/PhysRevLett.128.182701

Título: Observation of Two New Excited Ξ_b^0 States Decaying to $\Lambda_b^0 K-\pi^+$

Aaij R. et al. (1008 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A.

Referencia: Phys Rev Lett 128 (2022) 162001

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevLett.128.162001

Título: Measurement of the Nuclear Modification Factor and Prompt Charged Particle Production in p-Pb and pp Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5$ TeV

Aaij R. et al. (973 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Lopez Solino S., Martinez Santos D., Mombächer T., Parkinson C.J.

Referencia: Phys Rev Lett 128 (2022) e142004

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevLett.128.142004

Título: Study of Z Bosons Produced in Association with Charm in the Forward Region

Aaij R. et al. (1008 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Rodriguez P.B., Garcia O.B., Rodriguez A.B., Vidal A.C., Chobanova V., Vidal X.C., Corredoira I., Dalseno J., Maronas L.D., Prieto A.F., Torreira A.G., Plana B.G., Gioventù A., Castro J.L., Solino S.L., Santos D.M., Mombächer T., Castro A.P., Casaus M.P.

Referencia: Phys Rev Lett 128 (2022) 82001

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevLett.128.082001

Título: Evidence for a New Structure in the $J/\psi p$ and $J/\psi p^-$ Systems in $B_s^0 \rightarrow J/\psi p p^-$ Decays

Aaij R. et al. (999 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Lopez Solino S., Martinez Santos D., Mombächer T., Pereiro Castro A., Plo Casusus M., Prouve C.

Referencia: Phys Rev Lett 128 (2022) 62001

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1103/PhysRevLett.128.062001

Título: Study of the doubly charmed tetraquark T_{cc}^+

Aaij R. et al. (1005 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Rodriguez P.B., Garcia O.B., Rodriguez A.B., Vidal A.C., Chobanova V., Vidal X.C., Corredoira I., Dalseno J., Maronas L.D., Prieto A.F., Torreira A.G., Plana B.G., Gioventù A., Castro J.L., Solino S.L., Santos D.M., Mombächer T., Castro A.P., Casusus M.P.

Referencia: Nat. Commun. 13 (2022) 3351

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1038/s41467-022-30206-w

Título: More indications for lepton nonuniversality in $b \rightarrow s\ell^+\ell^-$

Hurth T., Mahmoudi F., Martínez Santos D., Neshatpour S. Autores IGFAE: Martínez Santos D.

Referencia: Phys Lett Sect B Nucl Elem Part High-Energy Phys 824 (2022) 136838

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1016/j.physletb.2021.136838

Título: Neutron-proton pair transfer reactions and corresponding Weisskopf-type units

Lay J.A., Ayyad Y., Macchiavelli A.O. Autores IGFAE: Ayyad Y.

Referencia: Phys Lett Sect B Nucl Elem Part High-Energy Phys 824 (2022) 136789

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1016/j.physletb.2021.136789

Título: Quantum gravity phenomenology at the dawn of the multi-messenger era—
A review

Addazi A. et al. (162 authors) Autores IGFAE: Alvarez-Muniz J., Gamboa J., Méndez F.

Referencia: Progr Part Nucl Phys 125 (2022) 103948

Programa de investigación: SA2_AUGE

DOI 10.1016/j.pnpnp.2022.103948

Título: Prospects for quarkonium studies at the high-luminosity LHC

Chapon É. et al. (51 authors) Autores IGFAE: Ferreiro E.G.

Referencia: Progr Part Nucl Phys 122 (2022) 103906

Programa de investigación: SA1_HQCD

DOI 10.1016/j.pnpnp.2021.103906

Título: Neutral Bremsstrahlung Emission in Xenon Unveiled

Henriques C.A.O. et al. (94 authors) Autores IGFAE: Amedo P., González-Díaz D., Azevedo C.D.R., Saa Hernandez A., Díaz G., Ferreira A.L., Hernando Morata J.A., Kekic M., Martínez-Lema G., Palmeiro B., Renner J., Veloso J.F.C.A.

Referencia: Phys. Rev. X 12 (2022) 21005

Programa de investigación: SA2_NEXT

DOI 10.1103/PhysRevX.12.021005

Título: Observation of an exotic narrow doubly charmed tetraquark

Aaij R. et al. (1005 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Baladron Rodriguez P., Boente Garcia O., Brea Rodriguez A., Casais Vidal A., Chobanova V., Cid Vidal X., Corredoira I., Dalseno J., Dieste Maronas L., Fernandez Prieto A., Gallas Torreira A., Garcia Plana B., Gioventù A., Lomba Castro J., Lopez Solino S., Martinez Santos D., Mombächer T., Periero Castro A., Plo Casasus M., Prouve C.

Referencia: Nat. Phys. 18 (2022) 751

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1038/s41567-022-01614-y

Título: Test of lepton universality in beauty-quark decays

Aaij R. et al. (957 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Rodriguez P.B., Garcia O.B., Rodriguez A.B., Vidal A.C., Chobanova V., Vidal X.C., Dalseno J., Maronas L.D., Prieto

A.F., Torreira A.G., Plana B.G., Gioventù A., Castro J.L., Santos D.M., Parkinson C.J., Casasus M.P., Prouve C.

Referencia: Nat. Phys. 18 (2022) 277

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1038/s41567-021-01478-8

Título: Precise determination of the $B_s^0 - B_s^-$ oscillation frequency

Aaij R. et al. (957 authors) Autores IGFAE: Adeva B., Rodriguez P.B., Garcia O.B., Rodriguez A.B., Vidal A.C., Chobanova V., Vidal X.C., Dalseno J., Maronas L.D., Prieto A.F., Torreira A.G., Plana B.G., Gioventù A., Castro J.L., Santos D.M., Parkinson C.J., Casasus M.P., Prouve C.

Referencia: Nat. Phys. 18 (2022)

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1038/s41567-021-01394-x

Título: Simple and statistically sound recommendations for analysing physical theories

Abdussalam S.S. et al. (75 authors) Autores IGFAE: Santos D.M.

Referencia: Rep. Prog. Phys. 85 (2022) 52201

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1088/1361-6633/ac60ac

Título: Unleashing the full power of LHCb to probe stealth new physics

Borsato M. et al. (41 authors) Autores IGFAE: Cid Vidal X., Brea Rodríguez A., Casais Vidal A.

Referencia: Rep. Prog. Phys. 85 (2022) 24201

Programa de investigación: SA1_LHCB

DOI 10.1088/1361-6633/ac4649

Título: Observation of a correlated free four-neutron system

Duer M. et al. (91 authors) Autores IGFAE: Cortina-Gil D., Fernández-Domínguez B.

Referencia: Nature 606 (2022) 678

Programa de investigación: SA3_NUCL

DOI 10.1038/s41586-022-04827-6

Anexo 3. Impacto en medios

FECHA	MEDIO DE COMUNICACIÓN	TITULAR
27/12/2022	E-distrito	Estes foron os dez fitos da ciencia galega en 2022
26/12/2022	Gciencia	Estes foron os dez fitos da ciencia galega en 2022
15/12/2022	La Voz de Galicia	Fusión nuclear, la revolución energética que puede tardar 40 años
14/12/2022	Gciencia	Héctor Álvarez, especialista en física nuclear: "A nova fusión é un progreso histórico"
13/12/2022	Radio Galega	A Crónica 14H do día 13/12/2022 (minuto 31:25)
05/12/2022	La voz de Galicia	Fue el mejor físico joven europeo y ahora bate el récord de precisión en un experimento
25/11/2022	El Correo Gallego	Heuer revela en Santiago los secretos del Gran Colisionador
24/11/2022	Agencia EFE	Gran Colisionador de Hadrones podrá lograr nueva información sobre el Big Bang
24/11/2022	El Ideal Gallego	El instante posterior al Big Bang: un misterio cuya resolución no está tan lejana
24/11/2022	Gciencia	O exdirector do CERN: "Somos tres partículas en distintas combinacions. Todo é física"
23/11/2022	Galicia digital	O ex director do CERN Rolf Heuer conmemora na USC o X aniversario do descubrimento do bosón de Higgs

23/11/2022	Infoeventos	Nerdnite: 10 anos do Bosón de Higgs
23/11/2022	21Noticias	O exdirector do CERN Rolf Heuer visita Santiago convidado polo IGFAE para conmemorar os 10 anos do descubrimento do bosón de Higgs
15/11/2022	Código Cero	O CiTIUS loce proxectos de Intelixencia Artificial na nova edición da xornada Ciencia Singular
09/11/2022	Vigo hoy	Rueda destaca la apuesta de la Xunta por la investigación gallega para que se consolide como referente en la élite del conocimiento
09/11/2022	Economíaengalicia	Las universidades gallegas reciben 17,4 millones de euros para acciones de I+D+i
08/11/2022	Galicia press	La Xunta invertirá 4,8 millones de euros para nuevos espacios en el Instituto Galego de Física de Altas Enerxía
08/11/2022	El Correo Gallego	El Instituto de Física de Altas Enerxías tendrá nueva sede y unas metas más ambiciosas
08/11/2022	La voz de Galicia	El Instituto Galego de Física de Altas Enerxías contará con una nueva sede en Santiago para potenciar su expansión internacional
20/10/2022	The conversation	Lo que Stephen Hawking no supo de los agujeros negros
20/10/2022	La Voz de Galicia	¿Qué fue de Diego Martínez Santos, de Foz, elegido en 2013 Mejor Físico Joven de Europa?
29/09/2022	La Voz de Galicia	Diego Martínez, o mellor investigador de Europa no 2013: «A mellor época foi a de estudante»
07/10/2022	21Noticias	El IGFAE trae a Santiago la obra de teatro científico "Recordando a Lise Meitner"
12/10/2022	La voz de Galicia	Teatro científico con la obra «Recordando a Lise Meitner»

10/10/2022	Galicia Digital	O IGFAE trae a Santiago a obra de teatro científico 'Recordando a Lise Meitner'
23/10/2022	La voz de Galicia	Actividades infantiles y visitas para celebrar el Día da Biblioteca
21/10/2022	La voz de Galicia	65 investigadores de la USC, en el 2 % de los más citados del mundo
02/09/2022	Gciencia	USC participa na construción dun telescopio de neutrinos xigante en Xapón
23/07/2022	La Voz de Galicia	La USC premia dos proxectos de emprendimento: Rema y Peral Project
22/07/2022	21Noticias	Un novo tipo de escáner industrial por tomografía de neutróns, o proxecto do IGFAE premiado no programa de emprendemento Argos da USC
22/07/2022	Economíaengalicia	Un escáner industrial, premiado en el programa de emprendimento Argos de la USC
12/07/2022	Gciencia	"A foto do James Webb é un instante sublime do nunca visto"
12/07/2022	La Opinión de A Coruña	Dos científicas gallegas participan en el descubrimiento del primer tetra neutrón
12/07/2022	Faro de Vigo	Dos científicas gallegas participan en el hallazgo del primer tetra neutrón
12/07/2022	La Voz de Galicia	Dos investigadoras gallegas participan en el hallazgo de un nuevo estado de la naturaleza
12/07/2022	El Correo Gallego	Dos profesoras de la USC participan en el hallazgo del 'tetra neutrón'
11/07/2022	Quincemil	Dos investigadoras de la USC participan en la observación de un nuevo estado de la materia
11/07/2022	Galiciapress	Dos investigadoras de la USC participan en la primera observación del 'tetra neutrón', un nuevo estado de la materia
11/07/2022	Gciencia	"O novo estado da materia abre un desafío para a comunidade científica nuclear"

11/07/2022	Enfoques	Dos investigadoras de la USC participan en la observación de un nuevo estado de la materia, el "tetra neutrón"
11/07/2022	Gciencia	Científicas galegas participan no descubrimento dun novo estado exótico da materia
11/07/2022	CPAN	Dos investigadoras españolas participan en el descubrimiento de un nuevo estado exótico de la materia: el tetra neutrón
11/07/2022	Galicia Confidencial	Dúas investigadoras da USC participan na primeira observación do 'tetra neu
11/07/2022	The world news	Dos investigadores gallegos han descubierto un nuevo estado de la materia, el "tetra neutrón".
11/07/2022	La región	Dos investigadoras de Galicia dan con el "tetra neutrón", un nuevo estado de la materia
11/07/2022	Europapress (Galicia)	Dos investigadoras de la USC participan en la primera observación del 'tetra neutrón', un nuevo estado de la materia
11/07/2022	La Vanguardia (Galicia)	Dos investigadoras de la USC participan en la primera observación del 'tetra neutrón', un nuevo estado de la materia
07/07/2022	COPE (La tarde)	Escucha La Tarde (07/07/2022) - 18h a 19h
04/07/2022	La Voz de Galicia	Investigadores gallegos: «Participar no descubrimento do bosón de Higgs foi algo espectacular»
30/06/2022	Galicia Confidencial	Científicos galegos participan nun experimento sobre o equilibrio entre materia e antimateria no universo
30/06/2022	Galiciapress	Investigadores gallegos participan en un experimento en el CERN sobre el equilibrio entre materia y antimateria
30/06/2022	Quincemil	Tres investigadores de la USC ayudan a poner en marcha el Gran Colisionador del CERN

30/06/2022	21Noticias	Investigadores del IGFAE instalan el detector VELO en el Gran Colisionador de Hadrones del CERN
02/06/2022	Galicia Digital	Os fenómenos máis extremos do universo e os experimentos para estudalos, a debate no ARENA 2022
02/06/2022	21Noticias	Los fenómenos más extremos del universo y los experimentos para estudiarlos, a debate en el congreso ARENA 2022 organizado por el IGFAE
26/05/2022	La Voz de Galicia	Carlos Pajares resalta el impacto de la naturaleza ante la Real Academia Galega de Ciencias
25/05/2022	Código Cero	O profesor Carlos Pajares ingresa como académico na RAGC
25/05/2022	Gciencia	A Academia de Ciencias incorpora o físico Carlos Pajares como membro de honra
25/05/2022	La voz de Galicia	Carlos Pajares Vales: «Faltoume por cumprir o soño de converter a Galicia nun Silicon Valley»
24/05/2022	El Correo Gallego	Ingresa na RAGC como académico de honra o profesor Carlos Pajares
24/05/2022	Diario Lusogalaico	Pajares ingresa en la RAGC
19/05/2022	Blace trends	First observation at the LHC of the 'dead cone', a key phenomenon in particle physics
18/05/2022	Gciencia	Investigadores da USC resollen un enigma clave na procura de materia escura
18/05/2022	El Correo Gallego	O IGFAE resolve un enigma na procura de materia que non interacciona co campo electromagnético
16/05/2022	Galicia Confidencial	Investigadores da USC participan nunha investigación clave na procura da materia escura

11/05/2022	Galicia Digital	Astronomía, buracos negros e poesía no primeiro 'Transfronteirizas' presencial con Estibaliz Espinosa e Gastón Giribet
11/05/2022	21Noticias	Astronomía, buracos negros e poesía no primeiro 'Transfronteirizas' presencial con Estibaliz Espinosa e Gastón Giribet
10/05/2022	CPAN	La conferencia DIS2022 reúne a más de 300 participantes en Santiago de Compostela
04/05/2022	La voz de Galicia	La USC reformará el Monte da Condesa para ampliar el Instituto de Altas Enerxías
28/04/2022	21Noticias	La física de altas energías invade Compostela la próxima semana
23/03/2022	Xornal USC	'A USC Camiña' amosa a oferta académica, de servizos e I+D en Lugo
23/03/2022	Proxector	Audiovisuais en galego para a docencia
23/03/2022	ULL	El alumnado de Física de la ULL celebra la decimocuarta edición de su congreso anual
18/03/2022	Diario Hoy	El diálogo de Alejandro Dolina con José Edelstein
05/03/2022	21Noticias	Física de partículas "feita" coas mans de estudantes de toda Galicia na Masterclass do IGFAE
20/02/2022	Ibercampus	Logran ver el 'cono muerto', esencial en la fuerza nuclear fuerte de la física de partículas
20/02/2022	Revista Persea	FÍSICA EN LA SALUD Y EN LA ENFERMEDAD
10/02/2022	Aulas Galegas	Sopa de letras de científicas galegas
10/02/2022	La Opinión de A Coruña	Christiane. Un bio-musical científico
04/02/2022	Compostela 24h	Volve a masterclass do IGFAE para rapazas polo Día Internacional da Muller e a Nena na Ciencia

26/01/2022	Código Cero	A USC e o Concello de Santiago volven celebrar o Día das Mulleres e as Nenas na Ciencia
26/01/2022	Xornal USC	O programa 'Unha enxeñeira ou científica en cada cole' ábrese a todos os centros galegos de ensino primario
20/01/2022	La Voz de Galicia	Apoyo al joven talento investigador gallego
18/01/2022	Gciencia	A USC incorpora ao investigador Miguel Martins, único bolseiro de La Caixa en Galicia
18/01/2022	Galicia Confidencial	Dous investigadores da Coruña, becados para realizar o doutoramento e posdoutoramento en centros punteiros
18/01/2022	Código Cero	Regresa a clase maxistral do IGFAE polo Día Internacional da Muller e a Nena na Ciencia
17/01/2022	21Noticias	Volve a masterclass do IGFAE para rapazas polo Día Internacional da Muller e a Nena na Ciencia
16/01/2022	La Voz de Galicia	Adrián Casais: un boirense detrás del superordenador del CERN