

Inteligencia Artificial

Miguel Cárdenas-Montes

CIEMAT
miguel.cardenas@ciemat.es

3 de Julio 2023

Investigación Básica: Experiencia en IA

Física Experimental de Altas Energías

- Física en el LHC: Hernández Calama, Vázquez Escobar.
- Física de Neutrinos: Crespo Anadón, Álvarez Garrote
- Materia Oscura: Santorelli y Pseudo Fortes

Astrofísica de Partículas

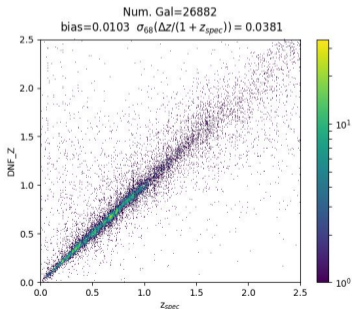
- Rayos Gamma: Hassan Collado y Bernete Medrano.
- Cosmología: Sevilla Noarbe.
- Rayos Cósmicos: Rodríguez García.
- Ondas Gravitacionales: García Abia y Delgado Méndez.

PIC

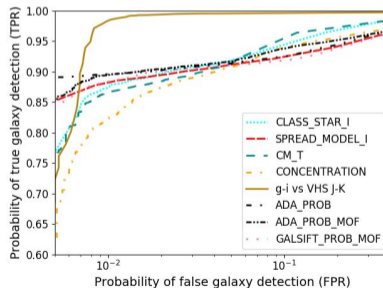
- Imagen Médica: Merino Arevalo
- Física de Partículas y Astrofísica: Eriksen.

IA en física fundamental: cosmología

- Determinación de las distancias a objetos cosmológicos (redshifts)
- Clasificación de objetos astronómicos.



L.Toribio, J.de Vicente et al. (2023)



I.Sevilla-Noarbe et al. (2018)

Astronomía de rayos gamma, CTA

Telescopes

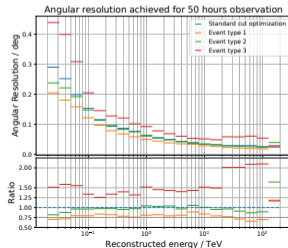
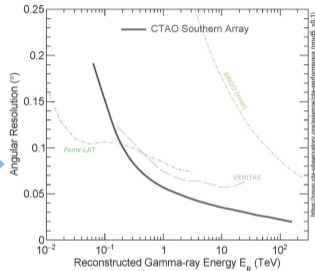
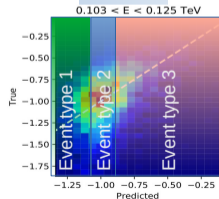


Reconstruction



Performance

By predicting the quality of individual events, we are able to classify data according to their quality, improving CTA resolution $\sim 25\%$



Ondas Gravitacionales

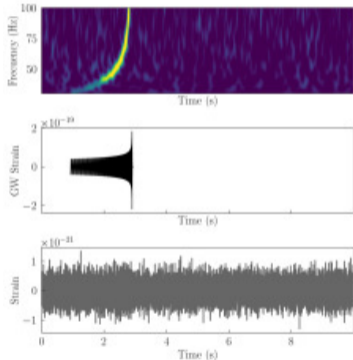
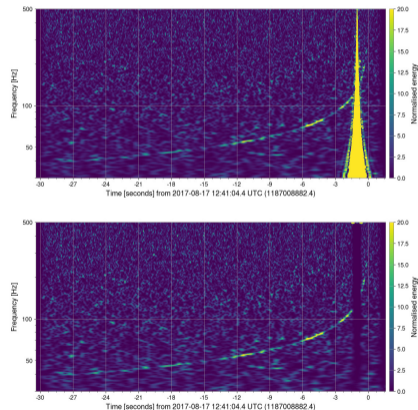
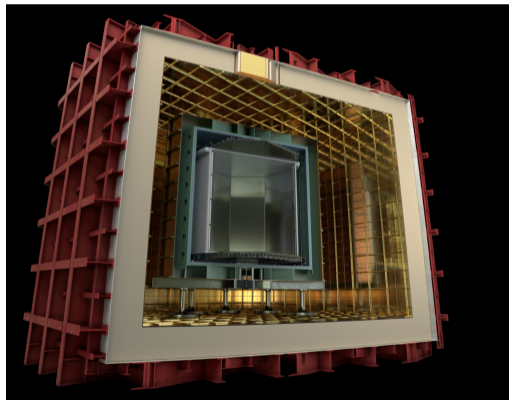


Figura: $10M_{\odot}$ merger ($SNR = 44$).

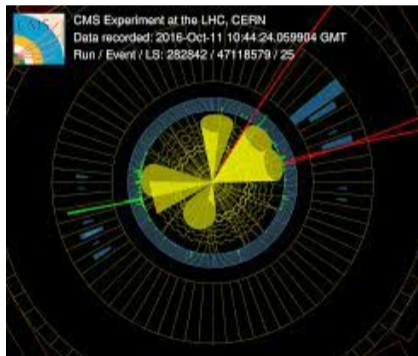


Materia Oscura, DS20k

- Identificación de la posición de la interacción (vértice).
- Debido al tamaño del detector, los algoritmos clásicos de reconstrucción de eventos ya no son suficientes por a la multiplicidad de señales.
- Nuevas técnicas de IA para la reconstrucción de la posición de la interacción son imprescindibles para permitir el funcionamiento de DarkSide-20k y futuros detectores de Materia Oscura a gran escala.



Física en el LHC



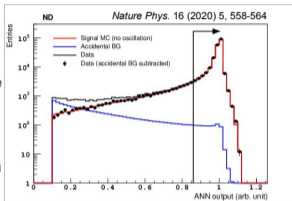
- Red neuronal en la cual no importa el orden de presentación de los jets en los eventos.
- Información separada por jet hasta una cierta profundidad de la red neuronal.
- Función de error personalizada.

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & x \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Experiencia en IA en el Grupo de Neutrinos

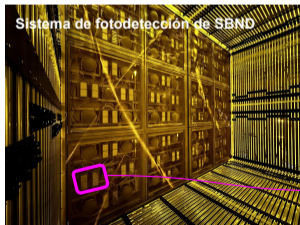
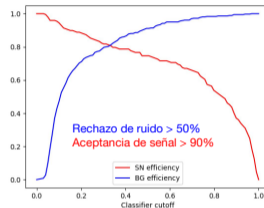
Clasificador señal (neutrino) vs ruido (contaminación radiactiva) para el experimento Double Chooz.

Feed-forward neural network con variables reconstruidas aplicado en la selección de datos.



Clasificador señal (neutrino) vs ruido (contaminación radiactiva) para el experimento DUNE

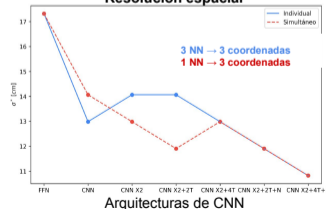
Boosted decision tree (BDT) con variables "crudas" aplicable en la adquisición de datos en tiempo real.



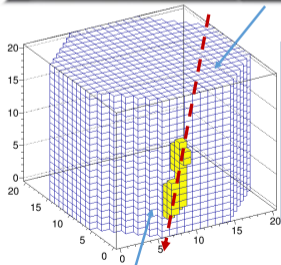
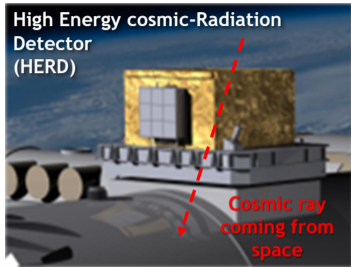
Regresión: reconstrucción espacial de la interacción en SBND usando luz de centelleo.
Prueba de arquitecturas de **convolutional neural networks (CNN)**.



Resolución espacial



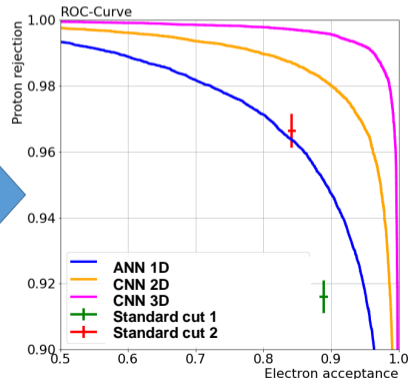
Rayos cósmicos



3D Convolutional Neural Networks have been developed to separate electrons from protons based on the image of their energy deposition in the detector

Real time trigger system:
1 -> fired crystal (0 -> elsewise)

In the analysis of electrons in cosmic rays, we need to achieve an efficient separation of these particles from protons, which are the most abundant particles in cosmic rays.



Medidas de acompañamiento al científico. Formación

Formación: ML, AE

- Series temporales, 1 eds.: 2018.
- Minería de datos, 3 eds.: 2015-2013.
- Algoritmos evolutivos, 3 eds. 2009-2012.

Formación: NN, DL, XAI

- **Curso de redes neuronales, 4 eds.: 2023-2021.**
- Curso de NN: evaluación basado en proyecto semilla de su propia área. Ejemplos en este mismo taller.
- Demanda de soporte tras la finalización del curso.

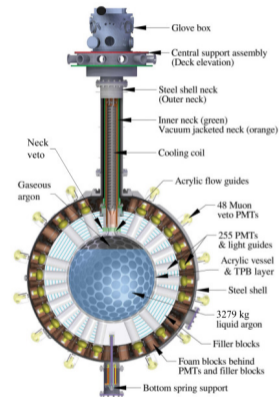
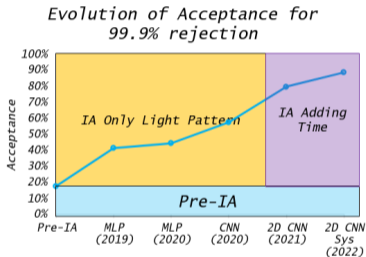
IA

- Para seguir siendo excelentes en **(ponga aquí su dominio científico)** necesitamos IA excelente.
- Hoy, la IA es **imprescindible**.
- Sensorización, Datos: volumen, complejidad, velocidad de generación.

- Demanda de IA de tan alta calidad como la ciencia a la cual se aplica.
- IA además de DL, ML, NN: algoritmos evolutivos, aprendizaje por refuerzo, etc.



XAI (eXplainable Artificial Intelligence)

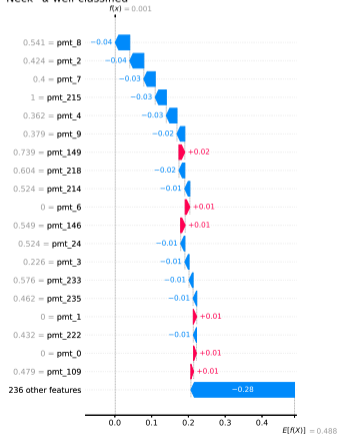


Dept. Investigación Básica.

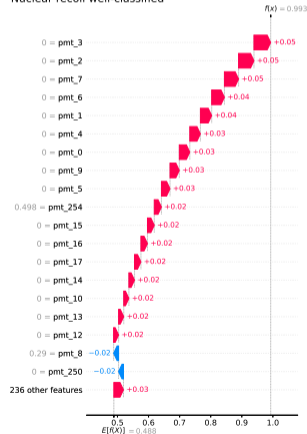
- Experiencias positivas en física de neutrinos, ondas gravitacionales, LHC, Cosmología, CTA, etc.

XAI

DEAP – 3600 Preliminary Simulation
 Neck- α well-classified

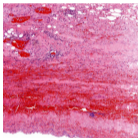


DEAP – 3600 Preliminary Simulation
 Nuclear recoil well-classified



Oncología

Input



+ Omics
data

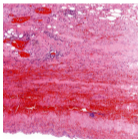
Objetivo científico

Integrar datos de patología molecular con diferentes técnicas ómicas con el fin de identificar patrones que indiquen respuesta predictiva a tratamiento y las razones, tanto en humanos (ovario, vejiga) como en modelos animales.

- "Prediciendo fenotipos moleculares clínicamente relevantes de cáncer de ovario para personalizar el tratamiento" convocatoria de Proyectos de Investigación en Salud.
- Éxito interdepartamental: integración de investigadores en proyecto sin importar el departamento de origen; División de Oncología Molecular y Traslacional + Unidad de Computación Científica.

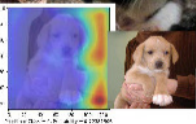
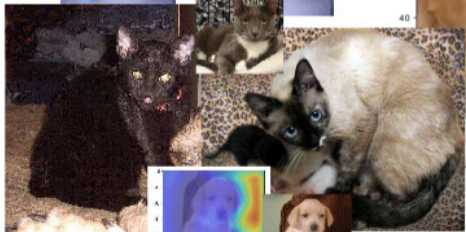
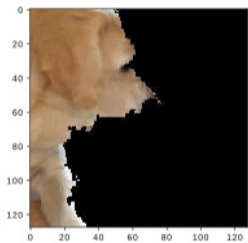
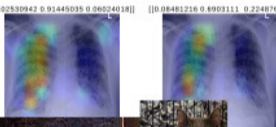
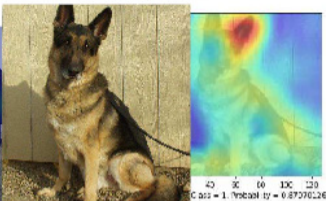
Oncología

Input



Omic
data

- XAI permite inspeccionar las variables informativas sobre las cuales se basa la toma de decisión.
- XAI permite visualizar sesgos.



Resumen

La IA es presente e imprescindible para la excelencia en **(su dominio científico)**.

No tratados

- Algoritmos verdes, huella de carbono
- Etiquetado automático de datos
- Identificación de anómalos
- Propagación de la incertidumbre
- Otras áreas de IA: AE, RL.
- Estrategia Española de I+D+i en IA

Implicación

- Promover proyectos participados por miembros de distintos departamentos. Presupuesto compartido. Contrataciones compartidas.
- Predoctorales entre dos disciplinas (IA+Aplicación).