

1 Objetivo y alcance propuesta

Además de reflejar un planteamiento docente con aplicaciones didácticas y actividades, el objetivo es que la propuesta sea realizable y útil en conseguir fomentar en el momento adecuado el conocimiento general pero correcto y aumentar la cultura científica e interés por el campo de la Física de Altas Energías (**HEP** High Energy Physics).

Aporto propuestas generales, ampliables tras ideas de la formación en el CERN, y añado licencia Creative Commons, para compartirlo y pueda ser modificado y ampliado. Cito recursos (R1, R2...), licenciamiento, posible uso, e incluyo en como link las url.

2 Tratamiento contenidos asociables HEP en el aula antes de la Universidad.

Reflexiono sobre cómo se trata (en el currículo) y cómo se puede tratar (en la docencia) la HEP, con los condicionantes que hay en ese contexto (preuniversitario y en Madrid).

Muchas veces en el aula se usan libros como guión, por costumbre / comodidad de alumnos y profesores fundamentalmente en cuanto a actividades de tipo problemas, y **para introducir HEP es esencial ir más allá del currículo oficial y del libro normal**, que de hecho habitualmente no llegan a conceptos más allá de principios del siglo XX.

Para que sea realizable **es esencial no considerar irreal tratar HEP antes de la Universidad**, no pensar que queda fuera de alcance del alumnado ordinario; si que hay que pensar además de la puesta en práctica en el aula, laboratorio o entorno TIC, en orientar y facilitar recursos, sobre todo interactivos, al que quiera ampliar conocimientos.

3 Propuestas generales con recursos asociados

Planteo aquí aspectos sobre los que incidir, propuestas generales (PG) de modo que propuestas concretas para cierto nivel y materia trate una o varias de estas ideas.

3.1 PG1 Visión histórica y dinámica HEP: avances, modificaciones, retos

No mostrar la HEP como algo surgido y “cerrado” en siglo XX, sino que ha tenido hitos

relevantes teóricos y experimentales superados y por superar, retos por resolver. Cito esta frase del currículo, destacando cambiar el “investigadores” (no personal sino instituciones internacionales) y “propiciaron” (no solo pasado, presente y futuro). *“Un correcto desarrollo de los contenidos precisa generar escenarios atractivos y motivadores para los alumnos, introducirlos, desde una **perspectiva histórica**, en diferentes hechos de especial trascendencia científica así como conocer la biografía científica de los **principales investigadores** que propiciaron la evolución y el desarrollo de la Física.”*

R1 Fermilab [Timeline History High-Energy Physics](#)



Dentro de perspectiva histórica citar hitos y fecha aproximada, como el Modelo Estándar (**SM** Standard Model), como se introdujeron nuevos quarks, bosón de Higgs, comentando situación actual en cuanto a descubrimiento y confirmación.

Mostrar retos física, temas no resueltos y que puede surgir “nueva física”. Materia oscura, energía oscura, asimetría entre materia y antimateria que observamos, unificación

- **R2** [\(IFCA\) LHC](#), apartado “Más allá del LHC”
- **R3** [\(IFCA\) El Bosón de Higgs](#), ¿Si se descubre el Higgs podemos apagar el LHC?

3.2 PG2 Divulgación / Cultura general / conceptos sobre HEP

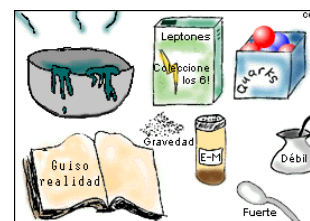
En la práctica docente se suele enseñar más que divulgar; creo que el planteamiento debe ser más divulgativo (poner al alcance del alumno conceptos básicos para que, sin conocer en detalle, no le sean desconocidos y no tenga conceptos erróneos), primero pensando en los alumnos que finalmente no sigan estudiando física, y segundo en los demás, bien por su interés inicial o porque tras la divulgación muestren más interés.

Hay una serie de conceptos básicos que se pueden ir ampliando según el curso: SM,

interacciones fundamentales, partículas (bosones (Higgs), hadrones (quark), antimateria), aceleradores, materia oscura, energía oscura, agujero negro...

• **R4 La aventura de las partículas, tour interactivo SM**

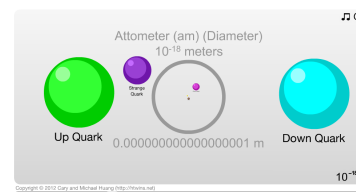
“...debe enfocar su atención hacia los conceptos y procesos, en lugar de memorizar listas de nombres y masas de partículas.”



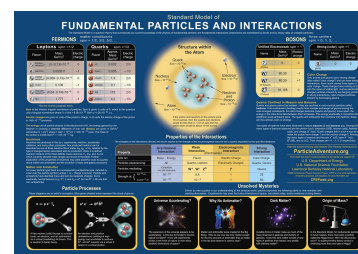
Copyright Particle Data Group

• **R5 Animación interactiva “The Scale of the Universe 2”**

Visión gráfica/cualitativa de grandes y pequeñas escalas; permite introducir quarks



• **R6 Póster con partículas e interacciones.** Sobre él se pueden identificar partículas en átomo, qué es cualitativamente cada cosa, prestar atención a misterios no resueltos (ver R2, R3) y tenerlo en el aula durante el curso.



Copyright Particle Data Group

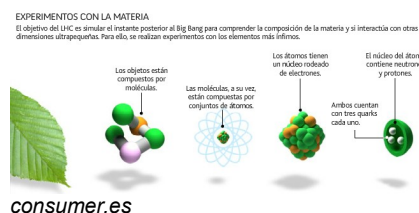
• **R7 Glosario:** debe tener una redacción adecuada al nivel. [LHC](#), apartado “Glosario”

• **R8 Actividades de divulgación fuera del aula:** [IFCA, Educación y divulgación](#) se varían mucho los planteamientos de aproximación: álbum con cromos, juego de mesa, juego de ordenador (ahorcado científico), concurso "También vales para la ciencia"...

• **Videos divulgativos, infografías**

R9 CERN en 3 minutos (CERN Video Productions)

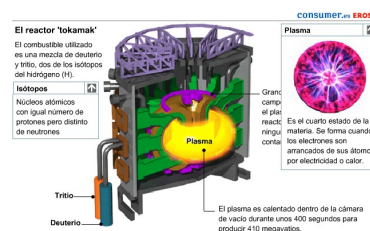
Divulgativo general, comenta aplicaciones.



R10 El gran acelerador de partículas (consumer.es). Experimentos, cómo funciona.

3.3 PG3 Aplicaciones de la HEP. Tecnología

Mostrar como avance científico y experimentos suponen avances en tecnología, útil para todos. Citar WWW, GRID...



· **R11 [Fermilab. Benefits to Society](#)** Aplicaciones por sectores, como medicina

· **R12 [Proyecto ITER](#)** (consumer.es). Fusión frente a fisión, reactor tokamak.

3.4 PG4 Laboratorios / prácticas / actividades interactivas

En ciencia la parte práctica es fundamental, y los alumnos deben interactuar con algo más que conceptos y teoría. El problema es que el laboratorio suele implicar materiales complejos, y es más realista plantear clases magistrales o simulaciones con ordenador.

· **R13 Visualizar partículas en cámara de niebla**

Hacer que los alumnos vean las partículas como reales y a su alrededor, y explicar el fundamento básico. Se puede utilizar una cámara “casera” ([enlace a construcción y referencias](#)) o ver una existente ([enlace a relación de museos que la tienen](#))



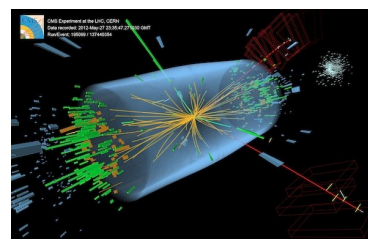
Alberto Izquierdo. cc-by-sa

· **R14 [Ciclotrón interactivo](#)**

Posibilidad de variar datos, visualizar campo y trayectoria. Asociar a aceleradores reales

· **Interpretación y procesado de datos**

Mostrar eventos reales de colisiones, desde lo básico de reconocer la imagen como lo que es, hasta realizar una interpretación acorde al nivel del alumno.



R15 [Clases magistrales internacionales “Hands on particle physics”](#) (español)

Introducción, ejercicios y eventos. Comentar la posibilidad de participación de los alumnos, por ejemplo en [Madrid CIEMAT](#), Cantabria IFCA.

· **R16 Ejercicios de física y química basados en datos reales HEP**

Fomentar la curiosidad por HEP introduciéndola en problemas, no limitarse a ejercicios “clásicos”. Por ejemplo algo equivalente a [“Lift-off”](#) de la ESA pero con datos del CERN.

Un recurso similar es [\(IFCA\) LHC](#) con cinemática, fuerzas, momento, energía ...

4 Propuestas didácticas concretas por nivel y materia

Realizo propuestas para los niveles y materias posibles, citando propuestas generales, recursos, situaciones donde introducir HEP, sin detallar temporalización.

4.1 3º ESO (edad 14 a 15). Currículo Madrid D23/2007

La materia “Física y Química” es obligatoria, puede ser la única formación sobre física que reciban los alumnos (en 2º ESO hay una parte mínima dentro de Ciencias Naturales), y es imprescindible fomentar el interés científico y dar una visión global de conceptos.

Currículo indica “*Estructura atómica: partículas constituyentes*”, por lo que habría que utilizar recursos divulgativos PG2 (R4, R5, R6) mostrando no solo protones y neutrones sino también quarks. Visualizar partículas con R13 además de divulgativo puede enlazar con la teoría cinética sobre gases.

4.2 4º ESO (edad 15 a 16). Currículo Madrid D23/2007

La materia “Física y Química” es opcional, cursarla presupone mayor interés, tiene más disponibilidad horaria. Currículo indica “*La estructura del átomo*” por lo que se puede aprovechar para profundizar en las partículas constituyentes más respecto a lo realizado en 3º ESO sobre conceptos en PG2, usando recursos asociados perspectiva histórica PG1 (R1,R2). El currícullo también menciona “*Contribución del desarrollo tecnocientífico a la resolución de los problemas*” y aunque se asocia a sostenibilidad, se puede utilizar el caso del CERN como ejemplo de colaboración internacional, avances tecnocientíficos y aplicaciones, mostrando aplicaciones para que las conozcan PG3 (R11, R12).

En este curso se introduce la cinemática y la dinámica, que se continua en 1º, y se realizan numerosas actividades, por lo que es especialmente útil R16, con ejercicios sobre vacío, bajas presiones y bajas temperaturas, al ser específico de este curso la presión.

4.3 1º Bachillerato (edad 16 a 17). Currículo Madrid D67/2008

La materia “Física y Química” es opcional, cursarla presupone mayor interés, tiene más disponibilidad horaria. Currículo indica *“Introducción cualitativa al modelo [atómico] cuántico”* y ahí se pueden introducir conceptos más avanzados o con más profundidad que en los cursos anteriores R4, R6, R7.

Se trata dinámica con más profundidad, con la conservación momento lineal, por lo que se pueden tratar los aceleradores y el postulado y descubrimiento del neutrino.

La materia “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” es común y de culturalización científica general, adecuada para introducir conceptos HEP a un nivel mayor que en 3º ESO. Hay bloque “Nuestro lugar en el universo” que permite introducir ideas de cosmología, entrando algo más en detalle si es un grupo de ciencias, siendo el momento adecuado para despertar o confirmar interés en Física de 2º de Bachillerato y estudio universitario asociado. En bloque sobre “aldea global” se puede citar GRID.

4.4 2º Bachillerato (edad 17 a 18). Currículo Madrid D67/2008

La materia “Física” es opcional, cursarla presupone estudio ciencia/tecnología posterior. Currículo tiene un bloque *“Física Moderna”* que trata básicamente relatividad, mecánica cuántica y física nuclear. Se citan elementos muy asociables a HEP *“Variación de la masa con la velocidad y equivalencia entre masa y energía”* y *“Aportaciones de la Física moderna al desarrollo científico y tecnológico”*. Se tratan las interacciones gravitatoria y electromagnética, por lo que se pueden introducir los 4 tipos de interacciones conocidas.

Al tratar la interacción electromagnética se trabajan muchas actividades asociadas al movimiento de cargas dentro del campo, por lo que es un buen momento para introducir los aceleradores básicos, y enlazando con relatividad, necesidad de corrección para velocidades altas. Se pueden usar R11, R12, R13, R14, R15 y R16. Para R15 es necesario una planificación previa (sesiones preparatorias, cambiar orden contenidos)