

1. Introducción. El sueño de una teoría total

1.1 INTRODUCCIÓN

La Física de Partículas elementales estudia los componentes básicos de nuestro universo y las interacciones que gobiernan su comportamiento. Para algunas personas, eso significa que lo estudia todo, así que sería una buena herramienta para responder a la milenaria pregunta, primero filosófica y ahora científica, sobre “de qué está hecho” y “cómo funciona” el Universo. (Sobre el problema de pasar desde el conocimiento de las piezas al funcionamiento global de un sistema, véase más abajo).

Estos son, según la Física actual, los ingredientes básicos de la materia; partículas elementales de dos tipos, quarks y leptones:

Quarks	Leptones	
u up	e ⁻ electrón	
d down	v _e neutrino del electrón	primera generación
c charm	μ ⁻ muón	
s strange	v _μ neutrino del muón	segunda generación
t top	τ ⁻ tau	
b bottom	v _τ neutrino del tau	tercera generación

(a las que hay que añadir una “antipartícula” para cada partícula, que son copias exactas salvo por sus cargas opuestas)

y éstas son las interacciones entre ellas:

Interacción	actúa sobre	partículas mediadoras
electro-magnética	partículas cargadas	fotones
débil	quarks y leptones	W ⁺ , W ⁻ , Z
de color (fuerte)	quarks y gluones	g (gluones)
gravitatoria	energía y materia	¿gravitones?

Cada interacción está asociada a una o más partículas. El fotón, por ejemplo, es además la partícula que constituye la luz y cualquier otro tipo de radiación electromagnética. El intercambio de estas “partículas mediadoras de las interacciones” es el mecanismo que mantiene unidas a las partículas compuestas (protones, neutrones, átomos, moléculas, ...), explicando las fuerzas entre ellas, aunque una interacción es, como veremos, más que una fuerza.

1.2 UN RESUMEN GRÁFICO DE LAS POSIBILIDADES DEL MODELO ESTÁNDAR Y DEL MÉTODO DE LA FÍSICA DE PARTÍCULAS

No se pretende con las figuras que siguen nada más que ilustrar algunas de las cosas que el modelo estándar puede hacer, como explicar la composición de todas las partículas materiales y la actuación de las “fuerzas” que las mantienen unidas o algunos otros procesos como las desintegraciones.

No hay que olvidar que las analogías -gráficas y escritas- que empleamos sólo son eso, analogías, con sus limitaciones y sus peligros, [de los que ya hay quien bien nos avisa](#) (ver esta [nota para profesores](#)). Por otro lado, qué haríamos sin ellas...



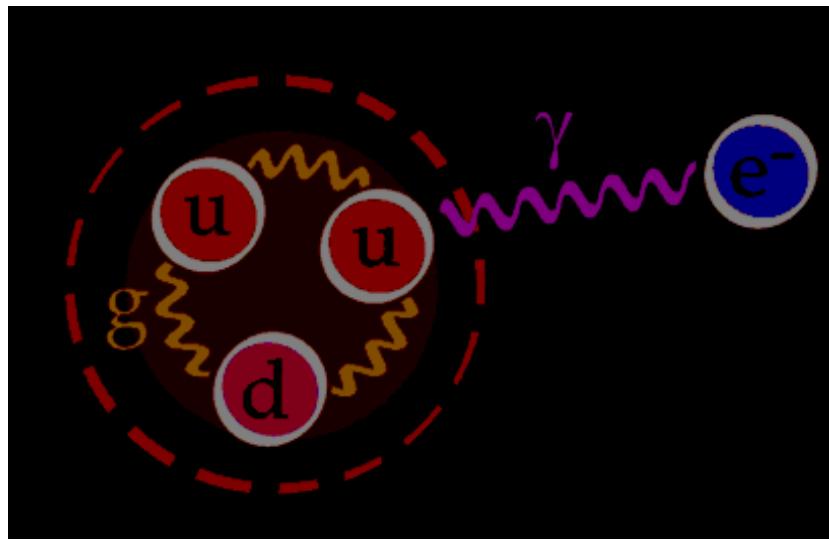
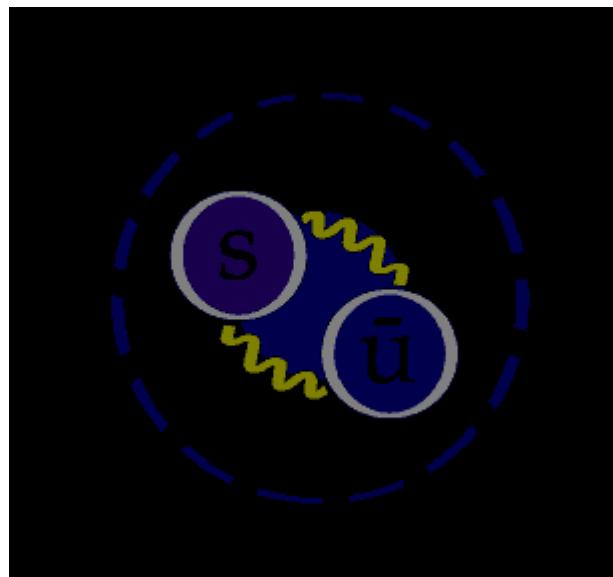


Figura 1.1.1 El protón está compuesto por tres quarks que se mantienen unidos intercambiando constantemente gluones; si además hay un electrón ligado al protón por el intercambio de fotones, el resultado es un átomo de hidrógeno. (¡No está a escala!)

Figura 1.1.2

La partícula llamada K⁻(kaón negativo) está formada por un quark s y un antiquark .



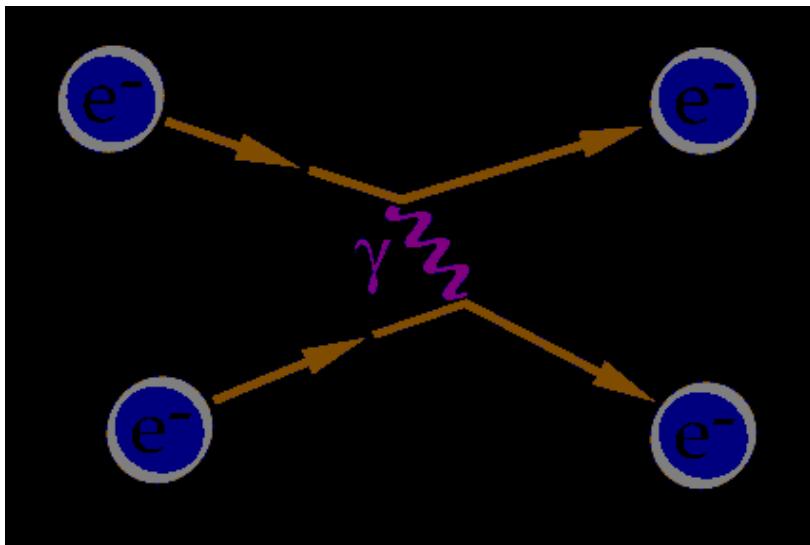
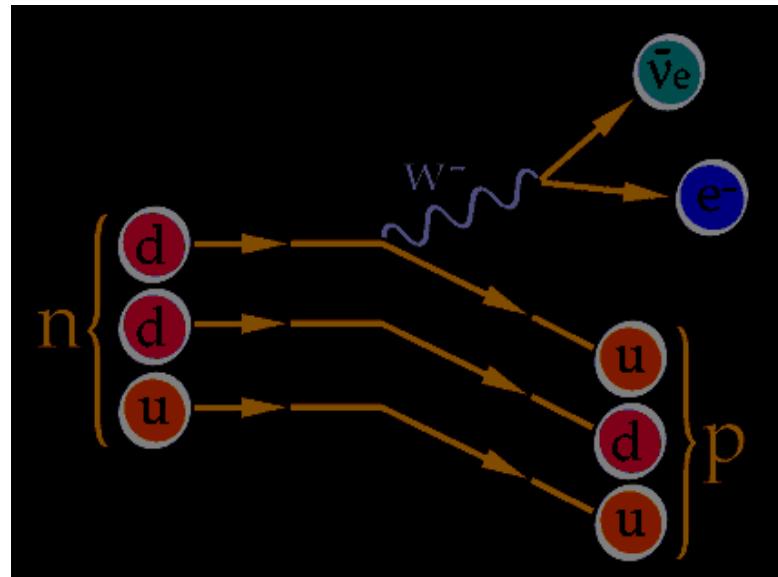


Figura 1.1.3

Este “diagrama de Feynman” representa la interacción electromagnética (la expresión “fuerza” resultaría más familiar) entre dos electrones “mediada” por el intercambio de “fotones virtuales”. Ver capítulo 4 y la nota para profesores sobre imágenes, metáforas y simplificaciones.

Figura 1.1.4

En este proceso llamado desintegración beta y debido a la interacción débil, un neutrón se transforma en un protón, un electrón y un (anti)neutrino electrónico cuando uno de los quarks del neutrón emite una partícula W^- . Aquí queda claro que el término “interacción” es más general que “fuerza”; esta interacción que hace cambiar la identidad de las partículas no podría llamarse fuerza.



Aún queda mucho por hacer, ya que apenas hemos dicho algo sobre los procesos representados (¿cómo es posible que puedan desaparecer unas partículas y aparecer otras?, ¿qué son y qué hacen exactamente las partículas mediadoras?...) pero antes de proseguir, en el capítulo 7, tenemos que desarrollar cierta familiaridad con las partículas y los métodos teóricos y experimentales utilizados para estudiarlas.

Figura 1.1.5

Esta figura trata de resumir los métodos de trabajo de los físicos de partículas. Algunos de ellos hacen experimentos en [aceleradores](#) y [detectores](#), otros se dedican a tratar e interpretar los [datos](#), otros se dedican a construir [modelos](#) y [teorías](#)... En el mundo real, estas distinciones no son claras; no hay experimento sin teoría, los teóricos no pueden ni quieren vivir aislados ni son todos “puros”, etc.

