

PIERMARÍA ODDONE

y la física de las partículas



El joven Oddone

El siguiente artículo repasa el desarrollo de la física en el siglo XX, con énfasis en la física de partículas, en paralelo a la biografía del destacado científico peruano Piermaría Oddone.

Palabras clave: ciencia, paquetes de ondas, física de partículas, Piermaría Oddone.

El conocimiento científico explotó en el siglo XX. El hombre educado llegó a darse cuenta de que las leyes para la superficie de la Tierra, podían ser las mismas al interior de ella y también al exterior de la misma Tierra, sin importar a qué distancia de ella. Navegantes desde hace miles de años, mineros desde hace muchos siglos, y finalmente buzos, aviadores y astronautas de este siglo XX verificaron la validez de las mismas leyes en todos esos espacios.

Recuerdos de una época

Recuerdo que un día de 1970 Piermaría Oddone, con poco más de 20 años, se asomó a mi laboratorio en el sótano del pabellón central de la Universidad Nacional de Ingeniería en Lima, para preguntarme si me podía ser útil en algo. Yo había terminado mi doctorado en

Víctor La Torre

la Universidad de Maryland en los Estados Unidos y regresado al Perú unos años antes. Piermaría había estudiado la Secundaria en Lima, en el colegio Pestalozzi. Cuando me buscó en mi laboratorio era un candidato doctoral arequipeño que estudiaba Física en la Universidad de Princeton, pasaba breves vacaciones en Lima terminando de revisar su tesis doctoral y oyendo que yo había regresado de los Estados Unidos, decidió visitarme. Iba a regresar a Princeton en unos pocos días para sustentar su tesis. Hablamos primero de nuestras necesidades materiales en el Perú. Ellas eran entonces más grandes que ahora.

Luego comentamos la espectacular confirmación de las previsiones de la ciencia y la técnica para llegar a la Luna. El año anterior el hombre había llegado a ella. Nuestra visión del mundo se había confirmado en varios sentidos. Primero que nada, que de veras existía la Luna en el espacio. Y que de veras jalaba a los astronautas con mucha menor fuerza que en la Tierra porque era más pequeña que ésta. Quien estuviera en la Luna podría dar pasos muchísimo más largos que si estuviera en la Tierra, ya que el peso lunar era menor que el terrestre. Ciertamente que no tenía atmósfera, pero la previsión de los astronautas de llevar su propio oxígeno en un tanque portátil para respirar les había salvado la vida. Ciertamente también es que la presencia humana en la Luna podría comprobarse poniendo en ella un espejo de modo que devolviera un rayo luminoso enviado desde la Tierra perpendicularmente a dicho espejo, como sucedió en efecto cuando se envió un rayo desde un telescopio situado en la Tierra.



Le conté a Piermaría que aquella noche de la llegada a la Luna (20 de julio de 1969) yo había viajado a Río de Janeiro inmediatamente después de verla en la televisión limeña. Iba a una reunión en el Centro Latinoamericano de Física. El avión en que me embarqué en Lima había partido de Ciudad de México y parado a recoger físicos de Centroamérica, Colombia y Lima, asistentes a la misma reunión. Fui entonces el pasajero más interrogado en el año por sus compañeros de vuelo. Uno de mis interrogadores mejicanos, a quien yo conocía solo de referencia, se negó a creerme sin darme razones. Había obtenido un grado en Rusia y quizás por ello no creía lo que yo contaba.

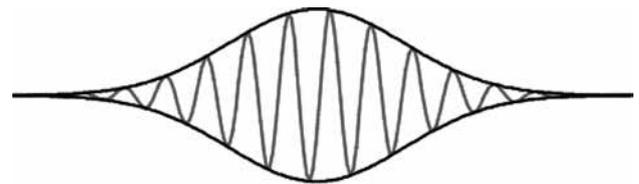
Comenzando una tarea

Volviendo a Piermaría, pasé muchos años antes de volver a verlo. Pero su trayectoria no me fue difícil seguir. Sustentada su tesis en Princeton se fue al Instituto Tecnológico de California, conocido como Caltech, donde aparte de atacar problemas con mayor independencia, enseñaba un curso de Física para Poetas con gran efecto entre los alumnos. Cabe mencionar que en su colegio secundario de Lima un profesor de Matemáticas en vez de exponer él mismo su clase, lo guiaba en la lectura de un texto para que Piermaría mismo lo expusiera mientras el profesor mantenía la disciplina.

Su aventura en la investigación lo empezó a llevar a temas cada vez más complejos. El siglo XX había comenzado con el bosquejo de dos grandes teorías: la de los Cuantos y la de la Relatividad. Que fueran dos ya implicaba un reto. Debían ser una sola para explicar el universo, que es uno solo. Pero así es la cosa. La de los Cuantos se refiere mayormente a las partículas, la Relatividad a las grandes estructuras, pero en varios casos ya se mezclaban coordinadamente gracias al empeño y habilidad de algunos hombres.

Piermaría había ya empezado con las partículas como todos los estudiantes de Física en su posgrado. Al comenzar el siglo XX se descubrió poco a poco la estructura de la materia y sus componentes. La estructura era molecular y las moléculas estaban formadas por átomos. Átomos formados a su vez, por electrones, protones y neutrones. Y emitiendo radiación, que no es materia sino ondas. O mejor dicho, paquetes de ondas (1). Las ondas, por definición ideal, tienen frecuencia y amplitud y ocupan un largo infinito en el espacio. Lo que hay en la realidad del espacio son paquetes de ondas formados por una superposición de ondas de casi la misma frecuencia

básica y de amplitudes tales que cuando estas ondas se superponen, se anulan mutuamente en todo el espacio, menos en una pequeña porción de él, constituyendo así un *paquete* muy pequeño que podría considerarse como una partícula, una partícula sin masa, pero con esa frecuencia básica casi perfectamente definida. El detalle y la complejidad de la descripción de tal paquete es una muestra del lenguaje necesario para caracterizar por consenso un *paquete de ondas*. Esta caracterización que además debe hacerse en lenguaje matemático, alcanzó aceptación unánime solo después de algunos años en el primer cuarto del siglo XX.



1 Paquete de ondas

Gell-Mann y las partículas de la física

En cuanto a los protones y neutrones, que son partículas contenidas en el núcleo de los átomos, se descubrió también que no son simples. No son partículas elementales sino agrupaciones de otras partículas a las que se bautizó con el nombre de *quarks*, que efectivamente son elementales y existen en seis variedades. A cada variedad le corresponde una masa, una carga y un momento angular llamado *spin*. Masa y carga son magnitudes corrientes que aparecen desde los primeros cursos de la Física secundaria. Momento angular es una magnitud asociada ordinariamente con la rotación de los cuerpos estudiadas en la mecánica de la física universitaria, pero este momento angular pertenece a la mecánica cuántica y tiene valores cuantizados. (Estamos usando la letra cursiva para referirnos a partículas o magnitudes nuevas al escribirlas por primera vez, como acabamos de hacer con *quark* y *spin*).

La nueva terminología en el párrafo anterior es parte de la que fue creada en 1963 por Murray Gell-Mann y George Zweig, independientemente, para poner orden dentro del conjunto de cientos de nuevas partículas descubiertas antes y durante los primeros años de la década de 1960, época en la que yo estaba terminando mi doctorado en Física Nuclear de bajas energías usando las nuevas tecnologías inventadas para la exploración espacial en la Universidad de Maryland (Estados Unidos) con beca de la Organización de Estados Americanos (OEA). Mi universidad estaba a quince minutos de ómnibus de la sede de la OEA en

Washington DC, la capital de ese país. Mi supervisor de beca era el doctor Marcelo Alonso, físico cubano y alto funcionario de la OEA, quien se daba tiempo para escribir en inglés, junto con un colega estadounidense, un texto universitario de física en varios tomos, cuyo borrador del primer tomo me encargó revisar. Ya de vuelta en el Perú (1969) leí el tercer tomo donde se relata que la idea de los profesores Gell-Mann y Zweig en 1963, resultó correcta. Alonso cuenta la explicación, clásica entre los físicos, sobre el origen poético de la palabra *quark* (2, Marcelo Alonso – Edward J. Finn : Fundamental University Physics, Vol. III, p 420, Addison-Wesley, 1969).

In the same way that we look at atoms as being composed of certain basic ingredients (electrons, protons, and neutrons) or of nuclei as being composed of protons and neutrons, we may assume that all fundamental particles are composed of certain building blocks or superfundamental particles. Gell-Mann has proposed the name *quark* for these superfundamental particles.* Quarks have certain novel properties, such as fractional charge ($\frac{2}{3}e$ or $\frac{1}{3}e$). But as yet nobody has observed quarks, in spite of the intensive hunt that has been going on. Following another approach, we could consider, for example, all baryons and their resonances to be excited states of a basic baryon (we might use a similar logic for mesons) in the same way that a hydrogen atom may exist in its ground state or in many excited states, each state having its own attributes, such as energy, angular momentum, and parity. But no satisfactory theory along this line has yet been formulated.

In any case, what we call fundamental particles do not seem to be by any means simple entities. For many years physicists have considered a nucleon as being composed of a core—a “bare” nucleon which is unobservable—surrounded by a cloud of pions, in the same way that an atom is a nucleus surrounded by a cloud of electrons. The radial charge distribution of this pion cloud for the proton and the neutron could be as illustrated in Fig. 9-31. For the neutron, the total charge is zero. (Incidentally, this affords a means of distinguishing a neutron from an antineutron, since the antineutron would have the sign of the different layers of charge reversed.) These graphs are similar to those of Fig. 3-13 for the radial

* The word was taken from a rather obscure passage of James Joyce's *Finnegan's Wake*:

Three quarks for Muster Mark!
Sure he hasn't got much of a bark
And sure any he has it's all beside the mark.

Webster's New International Dictionary, 1961, defines “quark” as the harsh cry of the crow, or any sound imitative of this cry.

2 Quark en el verbo de Joyce

Se pensaba que el protón (3) consistía en realidad de tres quarks: dos con spin hacia arriba (*up* o simplemente *u*) y uno con spin hacia abajo (*down* o simplemente *d*), lo que permitiría representar al protón con *uud*, mientras que el neutrón, también hecho de tres quarks, se representaría con *udd*. Protón y neutrón serían partículas de una nueva familia, la de los *hadrones* que incluiría también a otras partículas, los *piones*, que por entonces habían sido ya descubiertas.



3 La estructura del protón

Ahora surge lo inesperado. Para que el protón tenga carga positiva +1 será necesario que $u+2d = 1$. Semejante condición debe aplicarse al neutrón: $2u+d = 0$. Por tanto $d = 2/3$ y $u = -1/3$. Estas ecuaciones

“Su aventura en la investigación lo empezó a llevar a temas cada vez más complejos. El siglo XX había comenzado con el bosquejo de dos grandes teorías: la de los Cuantos y la de la Relatividad. Que fueran dos ya implicaba un reto. Debían ser una sola para explicar el universo, que es uno solo. Pero así es la cosa”.

simultáneas dan por resultado que $d = 2/3$ y $u = -1/3$ con el significado de que las cargas de los quarks no son enteras, sino fraccionarias, que es lo que aparece en la figura mostrando la carga de los quarks *u* y *d* (4). De esta manera aparecen por primera vez en la física cargas eléctricas menores que la del electrón que se toma como 1. Comprobaciones similares de esta tabla fueron realizadas incansablemente con resultado positivo, excepto que el caso del bosón de Higgs no pudo ser comprobado porque este bosón no llegó a ser observado hasta 2012, Y aun cuando lo fue, quedaron indicios de una duda que probablemente no tardará en ser despejada del todo pronto.

	mass → charge → spin →	≈2.3 MeV/c ² 2/3 1/2	≈1.275 GeV/c ² 2/3 1/2	≈173.07 GeV/c ² 2/3 1/2	0 0 1	≈126 GeV/c ² 0 0
		u up	c charm	t top	g gluon	H Higgs bosón
QUARKS		≈4.8 MeV/c ² -1/3 1/2	≈95 MeV/c ² -1/3 1/2	≈4.18 GeV/c ² -1/3 1/2	0 0 1	γ photon
		d down	s strange	b bottom		
		0.511 MeV/c ² -1 1/2	105.7 MeV/c ² -1 1/2	1.777 GeV/c ² -1 1/2	91.2 GeV/c ² 0 1	Z Z boson
		e electron	μ muon	τ tau		
LEPTONS		<2.2 eV/c ² 0 1/2	<0.17 MeV/c ² 0 1/2	<15.5 MeV/c ² 0 1/2	80.4 GeV/c ² ±1 1	W W boson
		ν _e electron neutrino	ν _μ muon neutrino	ν _τ tau neutrino		

4 Las partículas elementales

A los seis años de este descubrimiento defendido por Gell-Mann (5), llegó el Premio Nobel solo para él, pues Zweig se había dedicado a otras cosas. (Curiosamente Gell-Mann y Zweig compartieron espacios en la misma universidad: el Instituto Tecnológico de California (Caltech), donde Gell-Mann era docente y Zweig era discípulo del famoso Richard Feynman, uno de



los grandes físicos del mismo instituto. Sin embargo, como ya se ha dicho, descubrieron lo mismo sin comunicación mutua previa. En cuanto a Gell-Mann, unos años después combinó su carrera en Física con su pasión por la conservación de la Naturaleza. Recorrió, de incógnito dos veces la Amazonía peruana y la describió en su libro *The Quark and the Jaguar*).



5 Murray Gell-Mann en 2007

Una síntesis de vida

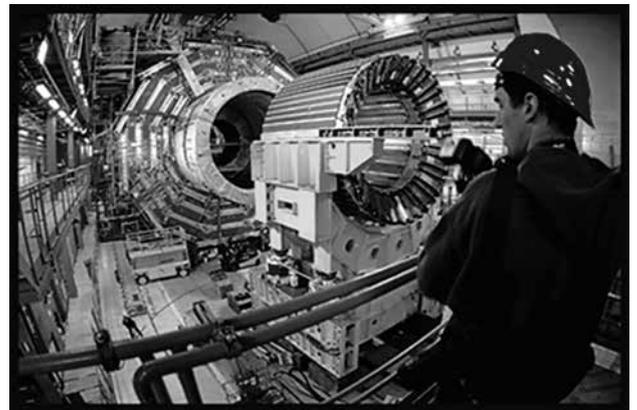
Volvamos ahora al trabajo de Piermaría (6) quien, saliendo de Princeton con su doctorado se fue por breve tiempo a CALTECH para trasladarse luego, en 1972, al Berkeley Lab, nombre abreviado del Lawrence Berkeley National Laboratory. Desde 1972, Oddone trabajó en él. En 1987 fue nombrado Director de la Physics Division del Berkeley Lab. Más tarde se convirtió en el Director Adjunto del Laboratorio para Programas Científicos.

Fue nombrado Director del Laboratorio Nacional del Acelerador Fermi (Fermilab) y tomó posesión de su cargo el 1 de julio de 2005. Oddone recibió el Premio Panofsky 2005 en Física Experimental de Partículas

por la invención de la B-Factory Asimétrica para llevar a cabo mediciones precisas de violación CP en la desintegración de los mesones B. En septiembre de 2012, Oddone anunció su retiro al 1 de julio de 2013, después de ocho años de servicio como Director del Laboratorio.



6 Piermaría Oddone Jona



7 Fermilab - Cámara de burbujas