



## Física puertas afuera (1ª parte)

**Gerardo Melcher E.**  
Exprofesor Departamento de Física

---

*El profesor Gerardo Melcher (¿? – 2007) nació en Lautaro, se graduó en la Universidad de Chile y se dedicó a la enseñanza de la Física en la Facultad de Filosofía y Educación de esa universidad. Obtuvo el título de Dylomphysiker en la Universidad de Munich, Alemania, en donde también siguió cursos de geología y botánica, lo que se reflejó posteriormente en sus escritos y docencia. Trabajó en Educational Service, en Boston, USA, desarrollando materiales para el programa de Física PSSC. Realizó diversos viajes por el extranjero y fue un asiduo visitante de parques nacionales y regiones geográficas por todo el mundo, interesándose principalmente por sus aspectos geológicos, botánicos y arqueológicos. Se interesó mucho por el norte de Chile, escribiendo el libro El norte de Chile, su gente, desierto y volcanes (2004). En el año 1969, junto al profesor Héctor Muñoz M., también del Departamento de Física de la Facultad de Filosofía y Educación de la Universidad de Chile, fueron los autores del texto Física un curso activo, editado por Editorial Universitaria. En la década de los años 60 del siglo XX, fue director de la Revista de Matemáticas y Física del Centro de profesores de Matemáticas y Física de Santiago, de cuyo primer número se extrajo este artículo del profesor Melcher. En el artículo se trata de explicar diversos fenómenos que ocurren en la naturaleza, desde un punto de vista físico. Esta tradición de una Física puertas afuera, fue recogida por otros profesores de este departamento en la década de los 80, realizando viajes de estudio en los que los estudiantes ejecutaban experimentos y mediciones durante el desarrollo del viaje. Después, desde la década de los años 90, se realizaron salidas a terreno con la finalidad de realizar observaciones, mediciones y fotografías astronómicas. Como se puede deducir, en el Departamento de Física hay toda una tradición didáctica en la realización de estos viajes.*

---

Un día, mi hija de 13 años, hojeando uno de los tratados de Física habitualmente desparramados sobre mi escritorio, hizo el siguiente comentario: "Papito tú me has explicado que estudias todo lo que hay en este mundo, pero lo único que veo de este mundo en tus libros son las bolitas".

Para muchos, la Física parece darse sólo en el laboratorio y el "mundo exterior" es usado para pasar los fines de semana. Soy de opinión que es necesario llevar observaciones de este mundo exterior a la sala de clases. Quien recorre el mundo con ojos y oídos abiertos va a descubrir una multitud de fenómenos interesantísimos y cuya explicación puede darse en términos sencillos. Estas observaciones "puertas afuera" bien pueden servir de complemento o aplicación de algún tópico del programa, a primera vista "demasiado científico".

En esta página, con la ayuda de los colegas interesados en la naturaleza, deseamos presentar en cada número de la revistas algunos fenómenos susceptibles de ser observados por cualquiera y que son sencillos de entender. Iniciamos la serie con dos observaciones.

**Un fenómeno que ocurre totalmente al azar.** Cuántas veces hemos buscado un ejemplo de un fenómeno que ocurre totalmente al azar, que no sea sensible a la desnivelación y a desperfectos mecánicos como sucede con la ruleta. He aquí un fenómeno: la caída de las gotas de lluvia. Observando las



Gotas de lluvia en la arena

---

manchas que dejan sobre un pavimento seco cuando recién comienza a llover, es totalmente imposible predecir en qué parte va a caer la próxima gota. Es una analogía perfecta a la desintegración radiactiva, donde nadie puede decir cuál átomo va a decaer en el instante siguiente, si es que decae uno. En el caso de la lluvia sólo podemos decir cuál es la cantidad media de agua que cae en un cierto intervalo de tiempo sobre una cierta área. En el caso de desintegración radiactiva análogamente sólo puede indicarse el promedio de decaimientos que ocurren, por ejemplo, en un minuto teniendo una muestra de tantos gramos.



Salto del Laja

**Observando un salto de agua.** Una caída de agua es sin lugar a dudas un bello espectáculo. El dramatismo es proporcional a los litros que caen por segundo y a la altura de la cascada. Si el agua es abundante y la altura de caída de unos 15 metros, los espectadores al pie de la cascada se resignan a observarla en silencio, porque el estruendo del agua es tan formidable que extingue la voz del más alegador. Se ha preguntado usted alguna vez ¿qué es el ruido de la cascada desde un punto de vista acústico?, ¿cómo es el espectro acústico? – No es un tono ni un sonido musical, es un ruido constante y monótono, una especie de jjjjjjj..... Ha sido posible reproducir este ruido con osciladores como los que se usan para ejecutar música electrónica y para obtenerlo es necesario llenar todo el espectro acústico con infinitos tonos. El espectro de una cascada es por lo tanto un espectro continuo que contiene a todas las frecuen-

cias audibles desde los tonos más bajos ( $18\ 000\ \text{s}^{-1}$ ) hasta los más altos ( $18\ 000\ \text{s}^{-1}$ ). Tiene además otro continuo de frecuencia ultra - acústicas que naturalmente no se escuchan. Usando el lenguaje de la óptica podemos propiamente llamar al ruido de una cascada "ruido blanco" o "sonido blanco", subrayando la estrecha analogía con "luz blanca".

Casi la totalidad del agua de una cascada grande baja en forma de un chorro compacto. Debido a las oscilaciones que se producen en la parte superior aparecen en forma casi periódica "cortinas" de gotitas de agua fáciles de observar a ambos lados del chorro principal. Estos velos están formados por gotas de diversos tamaños y a medida que bajan van cambiando de aspecto. Es muy notoria una clasificación de las gotas de acuerdo con el tamaño. Las gotas más grandes se adelantan en la caída y forman un grueso ribete ondulado o en forma de flecha en la parte inferior de estos velos. Las gotas pequeñas caen más lentamente como una neblina formando el velo. Esta clasificación de las gotas es un lindo ejemplo de caída en medio viscoso. La velocidad límite de las gotas grandes es mayor que la velocidad límite de las gotas pequeñas. Las fuerzas que actúan sobre cada gota son: su peso  $P$  y la fuerza resistiva del medio aire (fuerza de Stokes)  $F_s$ . El peso actúa hacia abajo y  $F_s$  hacia arriba. Ahora, el peso es

$$P = m g = \text{volumen} \cdot \text{densidad} \cdot g = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g ;$$

la fuerza de Stokes  $F_s = 6 \pi \eta R v$  ( $\eta$  = coeficiente de viscosidad del aire,  $R$  = radio de las gotas,  $v$  = velocidad de las gotas). (La expresión para la fuerza de Stokes la recuerdo a través de una muletilla nemotécnica inventada por el colega Rolando Gallardo. Según él,  $F_{\text{stokes}}$  = "seis prietas al revés"). Sigamos en el estudio de las velocidades límites de las gotas. La caída es con velocidad constante, luego la fuerza neta es cero,  $\vec{P} - \vec{F}_s = 0$ , es decir,

$$\frac{4}{3} \pi R^3 \rho g = 6 \pi \eta R v$$

De donde se obtiene que  $v \propto R^2$ . La velocidad límite de las gotas es proporcional a  $R^2$ , lo que explica su clasificación.

Y para terminar, una pregunta sobre un efecto bien conocido, pero cuya explicación no es tan bien conocida: Cuando miramos las estrellas en el cielo nocturno las vemos con rayitos, sin embargo en las fotografías celestes aparecen como punto. ¿Conoce la explicación? (La daremos en el próximo número).