



06/07/2015

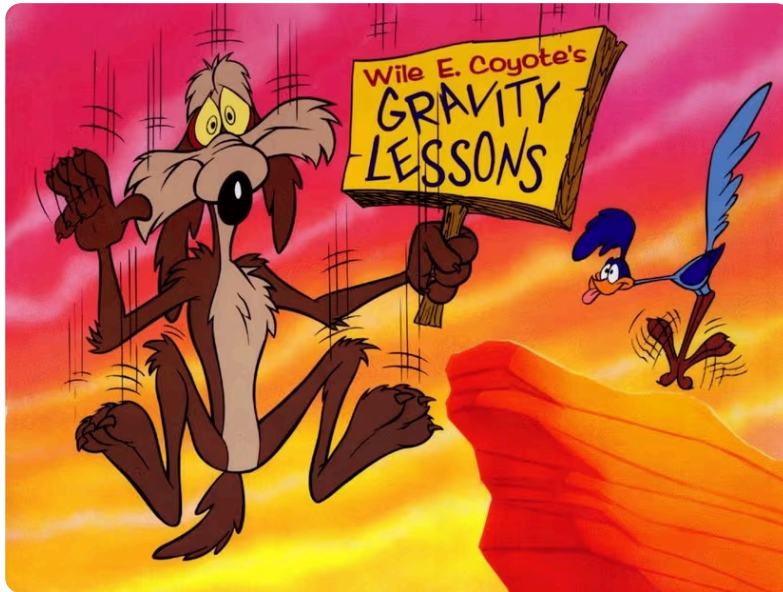
Tirate a un pozo

TXT [PABLO A. GONZÁLEZ](#) IMG [ALFONSO PONCE](#)

¿Cuánto tardo en llegar a China usando solamente un pozo?

Mi primer acercamiento conceptual a la física se dio, seguramente, gracias al Coyote. Abusado constantemente por la gravedad, la inercia, la expansión de gases debido al aumento de temperatura y muchas otras formas de devastación homeostática, Wile (porque se llamaba así ‘*Wile E. Coyote*’) había desarrollado una relación muy particular con la física. Mi disforia de física preferida tiene mucho que ver con la idea de que ‘*si no lo observo, no pasa*’, que le permitía a nuestro hambriento protagonista (porque, claramente, él era el protagonista) sucumbir al influjo gravitatorio de la Tierra solamente después de haber notado que estaba suspendido en el aire. Hemos dejado pasar esto hasta el día de hoy en forma de guiño humorístico, en el que me animo a proponerlo como una intrincadísima

metáfora sobre la relación entre la gravedad y el colapso de la función de onda en términos de la relación entre estados de probabilidad de objetos grandes y su medición puntual. Metáfora que, ahora, a todos nos parece bastante obvia.



Prof. Wiley E. Coyote.

Más allá de la relación de la cuántica con los cánidos, una de las situaciones de dibujo animado que más me gustó siempre es la del **pozo** que atraviesa el planeta. Todos alguna vez pensamos *'Si agarro una pala, un montón de tiempo y me ocupo de despreciar absolutamente cualquier idea realista que tengo sobre la física, hago un pozo que arranque en el obelisco, esquive la megacentral de transporte (?) y aparezca del otro lado, ¿cuánto tardaría en llegar a comprar electrónica barata?'*. O, en términos claro **¿Cuánto tardo en llegar a China si me tiro a un pozo que atraviesa el planeta?**

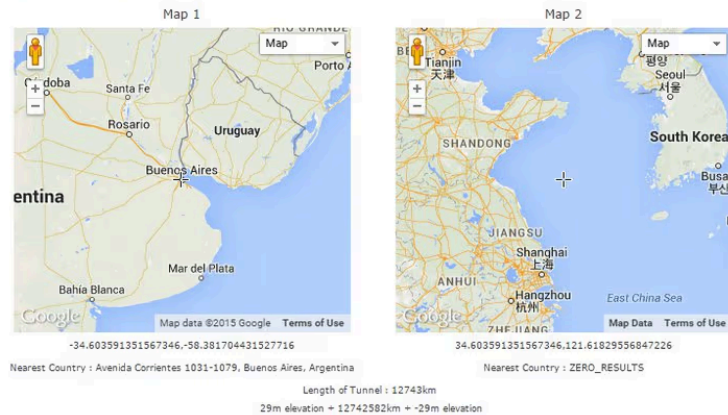
La primera mala noticia es que, aún despreciando el hecho de que atravesar el centro de la Tierra puede más bien ser un embole con toda la jodita esa de la mezcla de hierro y níquel a temperaturas absurdas, del otro lado del Obelisco hay agua. Agua que está a unos kilómetros de la costa de China, pero agua al fin.

Tunnel to the Other Side of the Earth

User Menu NEW ▾

Have you ever wondered which part of the other side of the earth is directly below you? Find out using this map tunnelling tool.

Map Tunnelling Tool



Esto es lo que ves del otro lado de un cartel que dice 'Usted está aquí'.

El tema es que, ya que estoy en el baile, bailo, y decido ignorar ese problemita de la distancia al destino basado solamente en que me re copa que haya un abujero transportador intraterrestre en el obelisco y que la opción **Asunción/Taiwan** (casi que perfectamente válida) no combina con ninguna línea de subte. Habiendo despreciado esto, **voy a tener que empezar a despreciar otras cosas**, empezando por la resistencia del aire.

Por la misma razón que un paracaidista no alcanza velocidades supersónicas al acercarse al suelo, **un hombre desprovisto de paracaídas acelerándose con destino chino en caída libre hacia el centro de la Tierra experimentaría una velocidad que se incrementaría hasta alcanzar la velocidad final en equilibrio con la resistencia del fluido que envuelve su desplazamiento**, en este caso, aire intraterrestre. PERO YO NO NECESITO TU AIRE INTRATERRESTRE PORQUE SI NO LA MATEMÁTICA SE ME PONE RE ÁSPERA. O, bueno, más áspera.

Hecho el pozo y asegurados los lentes de protección del viajero intraterrestre, empiezo a preocuparme por la gravedad. Esta misma gravedad que empuja para abajo cuando estamos en la superficie del planeta va a ir cambiando a medida que nos adentremos en el mismo, porque la fuerza neta que experimentamos tiene que ver con que ahora mismo, todo el planeta nos empuja hacia su centro, pero a **medida que vayamos entrando por el tubo inconcebible, la masa de la**

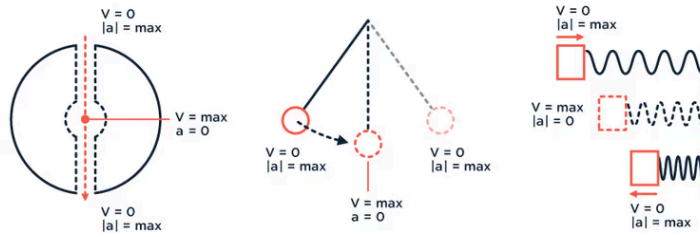
Tierra va a pasar de estar debajo a estar alrededor, tirando para todos lados como un Tupamaro geológico y llegando a un elegante cero cuando pasemos exactamente por el medio. O sea, **vamos a pasar la mitad del viaje acelerando hacia el centro y la otra mitad, también**, con la diferencia que en la primer mitad vamos a ir cada vez más rápido y en la segunda cada vez más lento.

El tema es la matemática de esta jodita, pero la ventaja es que de mi lado tengo a Newton, a Galileo y a un par de nenes más que ya estuvieron boludeando con esta idea así que hay de dónde tomar prestado. Después de jugar un ratito con las ecuaciones de gravedad, la segunda ley de Newton y agrupando un par de constantes todas juntas, toda la matemática se aclara, pero lo más importante es una idea subyacente. Esa que ya nombre y que insiste con que la fuerza con la que estás atraído hacia el centro de la Tierra va a ir disminuyendo a medida que te acercás a la mitad del trayecto, y después va a crecer en contra del movimiento.

Hay un acertijo viejo que pregunta algo así como ‘Hasta dónde podés entrar a un bosque’, y la respuesta es simple: hasta la mitad. **Después de la mitad, empezás a estar saliendo.**

Pero, ¿qué pasaría? ¿Frenaría en el medio? ¿Me tomaría un Fernet en el Centro de la Tierra? NO. Saldría del otro lado, hasta alcanzar una altura EXACTAMENTE igual que la que tenía cuando arranqué, y esto se debe a que toda la mitad del camino la pasé acelerando para abajo, pero toda la segunda mitad la pasé haciendo LO MISMO, PERO AL REVÉS.

¿Qué se acelera hasta un punto medio y después se desacelera hasta frenar y volver a empezar ese ciclo? La clave, como siempre, es no apresurarse, pero todo es siempre para ayer, tengo que terminar de calcular **TIC** esta cosa **TAC** que ya me llevó media hora **TIC** de despejar ecuaciones **TAC**. Después de ir y venir un rato con esta idea queda claro que un péndulo hace exactamente eso y que, si hay Newton, que nos venga a salvar, porque él ya tiene una ecuación recontra simple para representar el movimiento de objetos que se desplazan de esa manera. Mal y pronto, **un hombre que cae por un tubo que pasa por el Obelisco, atraviesa el centro de la Tierra y sale en el mar de China se mueve de manera similar a un péndulo o a un resorte** con una pesita en la punta: armónicamente.



Planeta, Péndulo, Resorte. En ése orden, para los que no pudieron decodificar la representación gráfica.

O sea que la energía del cuerpo en movimiento va a estar cambiando su forma (de potencial gravitatoria a cinética en el caso del turista apresurado y del péndulo, entre potencial como deformación de resorte y cinética en el ejemplo del resorte). No es menor recordar que en ninguno de esos casos la energía se pierde, porque **EN ESTA CASA OBEDECEMOS LAS LEYES DE LA TERMODINÁMICA**. Esto quiere decir que podríamos salir del otro lado del agujero y haber recorrido 12743 Km sin usar absolutamente ningún tipo de esfuerzo (salvo lo de hacer el pozo, blindar las paredes para que no colapsen, armar un tubo al vacío para que no haya rozamiento de aire y refrigerarlo para que soporte la temperatura del núcleo de la Tierra, pero bueh, que de eso se encargue la constructora).

El tema es que todavía sigo sin saber cuánto tiempo me va a llevar, pero eso es fácil comparado con entender el problema (o sea que lo peor ya pasó) y, con solamente usar la ecuación del período, medio que estamos.

Como calcular el período me va a dar el tiempo para ir y volver, me quedo con la mitad de los 84 minutos que me arroja el cálculo. Esto es porque no quiero volver a mi punto de partida sino enterrar la cara en un chao mien, o sea que después de masticar y despejar y despreciar y entender la asombrosa similitud entre un resorte, un péndulo y una persona viajando a gran velocidad, sin rozamiento, por el centro de una Tierra homogénea, la respuesta final para el tiempo que requiere la excursión asiática es de **42 minutos y 12 segundos**, que (irónicamente) es lo mismo que tarda el 107 en salir de Ciudad Universitaria y cruzar nuestra sucursal local del gigante asiático, el Barrio Chino (aunque el 107 jamás alcance los 8 kilómetros y pico por segundo máximos que alcanza nuestro hombre bala).

Menos de una hora del Obelisco a la Muralla, otra que atravesar la Estratota.

Este problema es tan lindo que hasta ha sufrido modificaciones y complejizaciones, nunca con el objetivo realista de hacer túneles descabellados, pero sí con la idea de que algo interesante y loco puede tatuarnos en la cabeza conceptos como entender que **la Tierra siempre tira para abajo, pero que 'abajo' no es igual para mí que para Win Chao, el dueño de una parrilla argentina típica en Taipei**, o para entender que a veces la física nos pone enfrente la noción de que dos cosas que jamás imaginamos relacionadas en el fondo son explicables por modelos similares. Algunas de las manijeadas más fuertes han sido tener en cuenta las diferencias de densidad en la composición de la Tierra, cosa que los geólogos amaron porque dejamos de ver al planeta como una pelota de densidad fija y empezamos a dividirla en capas hechas de cosas diferentes (al que le interese, la respuesta actualizada es de 38 minutos para el viaje Argenchino) y que el resto de los humanos odiamos por la complejización enorme de la matemática que los despreciables geólogos le agregan a no poder despreciar las diferencias de densidad. Lo importante es poder salir del otro lado del túnel limpio, seas un hombre cavando un túnel detrás de un poster de Raquel Welch, un coyote tratando de comer o un biólogo empujando los límites de su conocimiento de física aplicada a los Looney Tunes.

Referencias

Para los más manijas, el despeje matemático está muy claro acá: <http://arxiv.org/pdf/1308.1342.pdf>

<http://www.physicscentral.com/explore/poster-earth.cfm>

<http://scitation.aip.org/content/aapt/journal/ajp/83/3/10.1119/1.4898780>

<http://www.geodatos.net/antipodas>

https://en.wikipedia.org/?title=Simple_harmonic_motion

elgatoylacaja.com/tirate-a-un-pozo



Sumate en 
eglc.ar/bancar