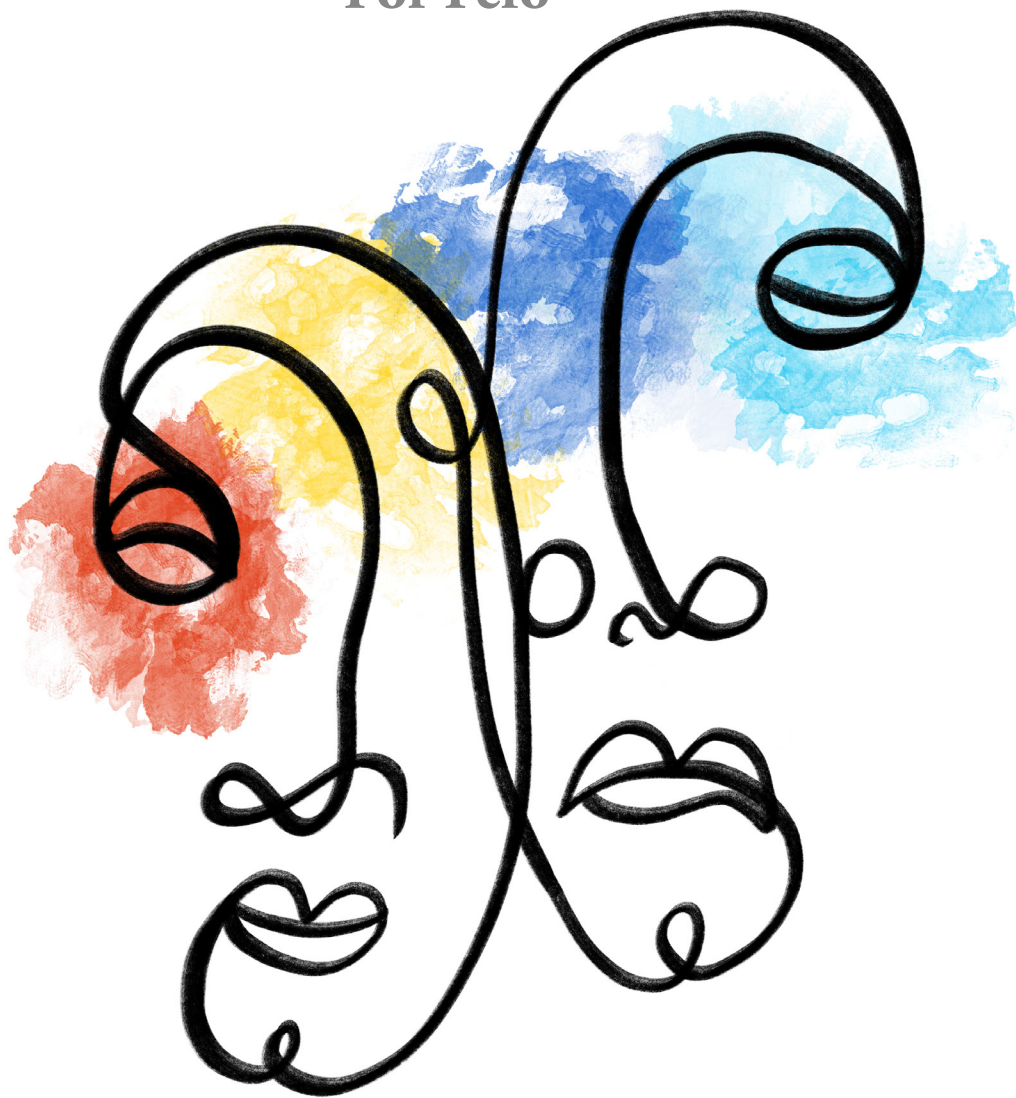


DIVAGACIONES

Por Fefo



UNIVERSIDAD DE COLIMA

DIVAGACIONES

UNIVERSIDAD DE COLIMA

Mtro. José Eduardo Hernández Nava, Rector

Dr. Christian Torres-Ortiz Zermeño, Secretario General

Mtra. Vianey Amezcua Barajas, Coordinadora General de Comunicación Social

Mtra. Gloria Guillermina Araiza Torres, Directora General de Publicaciones

DIVAGACIONES

por Fefo



UNIVERSIDAD DE COLIMA

© UNIVERSIDAD DE COLIMA, 2020

Avenida Universidad 333

Colima, Colima, México

Dirección General de Publicaciones

Teléfonos: 312 316 10 81 y 312 316 10 00, extensión 35004

Correo electrónico: publicaciones@ucol.mx

<http://www.ucol.mx>

ISBN: 978-607-8549-65-8 | Libro electrónico

ISBN: 978-607-8549-64-1 | Libro impreso

Derechos reservados conforme a la ley

Impreso en México / *Printed in Mexico*

Proceso editorial certificado con normas ISO desde 2005

Dictaminación y edición registradas en el Sistema Editorial Electrónico PRED

Registro: LI-005-19

Recibido: Marzo de 2019

Publicado: Febrero de 2020

Libro realizado con recursos económicos del proyecto CONACYT CB-2015-01/257655

A Don Aurelio Figueroa, por todo y nada más.

Índice

Prólogo.....	11
Introducción	13
¡Anímense!	17
48 horas	21
Códigos estelares	25
¡Ah qué complejo!	29
Mecánica cuántica	33
Estrellas	37
Limones	41
Viendo el Sol desde una mina.....	45
¿Agua con memoria? ¡Huácala!	49
Utilidad de la ciencia básica.....	53
Charlatanes	57
Contemplando	61
¿Cultura científica?	65
¡Críticón!.....	69

Decadencia.....	73
¡Calma!, que no cunda el pánico.....	77
Impresiones y expectativas	81
Frío, frío, ¡caliente!	85
Higgsmanía.....	89
No es lo mismo, pero es igual.....	93
Instituto Heisenberg.....	97
No sé.....	101
Patentes.....	105
Poco propositivo.....	109
A propósito	113
¿Qué es un postdoctorado?	117
Ciencia pura vs. aplicada	121
Tercos.....	125
Felices fiestas o todo lo que sube, baja.....	129
¿Vocación? ¿En serio?.....	133
¿En las mismas?	137
Rudos vs. técnicos	141
En el frente de guerra	145
Acción ciudadana	149
Lo mismo de siempre	153
Especial	157
Bocanada.....	161

Incertidumbre	165
Pereza	169
Imaginemos.....	173
Somos invisibles	177
Desconfianza	181
¿Tercer <i>strike</i> ?.....	185
Domingo personal.....	189
Ciencia útil.....	193
Exabrupto	197
El doctorado no quita lo tara.....	201
Péndulo	205
En el tren	209
Marchando.....	213
Ciencia y empleo.....	217
Energía oscura	221
Una chulada	225
¡Qué curioso!.....	229
Caprichitos.....	233
Emoción ingenua	237
Primitivos.....	241
De lo mejor	245
¿Qué onda?	249
Vértigo	253

“Eso no es para ti” o “México lindo y querido”	257
<i>Yes... No</i>	261
<i>Peace and love</i>	265
Desconocida.....	269
Pregunta vital	273
Erwin	277
Enseñanza	281
Exámenes	285
Exigente	289
Saturno	293
Decisiones	297
Fermilab.....	301
Impacto social	305
Intimidad	307
Isaac	311
Ser para formar.....	315
Neptuno.....	319
Ya es tiempo	323

Prólogo

Alfredo Aranda Fernández desde niño ha sido curioso (argüendero, le dicen algunos, otros le llaman “Fefo”, sus amigos, pues). Su curiosidad lo llevó a descubrir muy temprano el amor por lo desconocido y un poco más tarde su vocación por la ciencia.

En este compendio de artículos periodísticos descubrirás esos dos valores fundamentales para realizar lo que Alfredo casi todos los días emprende, hacer ciencia. Te lleva y penetra en ese “mundo desconocido” con amor y vocación.

Te garantizo que no te aburrirás al leer esta obra, porque en ella se rompen los tabúes y solemnidades de la actividad científica, que durante muchos años los propios científicos se ensañaron a distanciarnos de ella, como una actividad de otra galaxia y por seres lejanos.

¿Por qué la ciencia es aburrida?, porque muchos científicos nos la presentaron aburrida. Fefo, con esta obra, te hace sonreír, otras veces te provoca el enojo y muchas veces más te compromete con la actividad científica. Todo ésto te hará sentir y vivir *Divagaciones*.

Descubrirás en Alfredo a la persona que tiene un gran respeto, cariño y compromiso con los adolescentes y jóvenes; los motiva, los hace sentir sus discípulos y sobre todo los convence y entusiasma a que sean universitarios universales y científicos

mundiales. A los neófitos de la ciencia nos introduce a un mundo fascinante y nos hace sentir que formamos parte de él.

Anímate a leer esta obra.

La ciencia a nuestro alcance, con científicos de carne y hueso.

Juan Manuel Chavira Larios

Introducción

Hace unos años me invitaron a escribir una columna semanal sobre ciencia en un periódico del estado de Colima. Acepté. Al inicio, tenía en mente tocar temas relacionados con lo que hago como científico, algunas noticias interesantes “del momento” y descripción de tópicos de ciencia que consideraba podrían ser interesantes para el público en general. Y así empecé. Conforme pasaban las semanas, de manera natural, comencé a escribir de otras cosas que no me había imaginado, pero que salieron sin esfuerzo. Eran temas relacionados con la ciencia, pero no con conocimientos o áreas específicas. Me di cuenta que con frecuencia tocaba temas relacionados con la educación, la política científica del país, la administración educativa y la relevancia de la ciencia en el contexto social.

Así, sin querer y sin premeditarlo, las semanas fueron pasando con temas tan variados como la calidad educativa, el presupuesto para ciencia y educación en el país y la observación de neutrinos procedentes del centro del Sol dentro de una caverna en el interior de una montaña en Japón. La experiencia ha sido muy gratificante para mí. Desde luego que poder escribir sobre temas que me apasionan para un público general es una experiencia muy bonita, pero lo que más me ha proporcionado ha sido conocer a muchas personas que leen –y esperan leer cada semana– mis *Divagaciones*. Me encantó la primera vez que un

asiduo lector me contactó para quejarse de que ya tenía tiempo (quizás un par de semanas) sin hablar de temas con algún condimento de carácter político: “Está muy bien lo de la luz y las ondas electromagnéticas, pero mejor síguele criticando a los charlatanes académicos”. Otra experiencia muy gratificante es la de encontrar personas que te reconocen y preguntan si tú eres el que escribe esa columna, para luego decirte que la leen y que les gusta. ¡Qué bueno! Aún no he encontrado a alguien que se queje —en persona—.

A inicios del 2018, una de las personas que me ha leído me sugería que publicara un libro sobre los temas que desarrollo en la columna. Le agradecí la idea, pero, sin pensarlo demasiado, lo descarté y olvidé la sugerencia. Meses después, mientras jugaba carambola, empecé a platicar con otro lector —que conocí ahí y luego me dijo que tenía tiempo leyéndome— y en pocas o muchas palabras, al final, terminó haciéndome una recomendación similar. Entre que algunos de los temas podrían tener relación y que el tamaño de la columna a veces requiere que se sinteticen demasiado los comentarios, terminé pensando que quizás no era mala la idea de recopilar algunas de las columnas, conectarlas y desarrollar alguna idea adicional que por falta de espacio (flojera) no hice en su momento.

Mentiría si no dijese que también me motivó a hacer este libro la considerable cantidad de comentarios de apoyo de varias personas —amistades entre ellas—, quienes me han convencido de que lo que escribo sobre estos temas les ha propiciado tener una visión un poco diferente a la que tenían sobre la ciencia, el quehacer científico y sobre las personas que nos dedicamos a ello. No sé si ellas se han dado cuenta cuando me lo han dicho, pero para mí no hay mejor reconocimiento: que me digan que he ayudado a que, alguien que tenía una idea negativa —o de indiferencia— sobre la ciencia, cambie su forma de pensar.

Uno de los retos más fuertes que he tenido para escribir sobre ciencia y divulgación en general ha sido el rigor. Como

científico me resultaba muy difícil dejar por escrito opiniones y/o descripciones simples que no pudiese fundamentar rigurosamente. Toda la escritura previa que yo había realizado se encontraba en el ámbito de la literatura científica, en la que uno escribe sobre sus resultados y reduce al máximo cualquier opinión. En el caso de opinar o dar una idea que no esté demostrada, se incluye todo el posible sustento que puede darle cierta validez y se explora lo que puede echarla abajo.

Al empezar a jugar con la idea de escribir artículos para un público general, en los que se intentara describir cosas de ciencia sin un lenguaje técnico y, por ende, con limitaciones en la profundidad de la descripción, sentía que estaba defraudando. Por muy ingeniosas y simpáticas que puedan ser las simplificaciones y ejemplos que se nos ocurren para describir aspectos técnicos de manera asequible para un público no experto, siempre quedan huecos y errores de interpretación que nos hacen sufrir. Quienes lo leen no se dan cuenta, y en realidad no importa, pero para quien solo ha escrito en el ámbito científico, le queda una sensación de insatisfacción y, en lo personal, de fraude. Para mí, eso fue lo más duro. Afortunadamente, no me detuvo y comprendí rápido que el problema estaba en mi cabeza. Una vez liberado de ello (no del todo, por supuesto), me permití hablar de más cosas con mayor tranquilidad.

En este libro encontrarán algunas de las opiniones y descripciones que más me han gustado. Algunas —pocas— son sobre temas específicos de ciencia, pero la mayoría son sobre vida académica y la política científica, así como sobre el rol e impacto de la ciencia en la sociedad. Todo lo presentado aquí son opiniones. Todas esas opiniones están basadas en mi experiencia como científico, que empieza con mi formación fuera de México y continúa con mi regreso y desarrollo de mi carrera científica en Colima. Esta no es una obra científica, no está sustentada ni pretende describir la realidad (ya ven como no he dejado del todo mi ansiedad), es un compendio de opiniones sobre temas rela-

INTRODUCCIÓN

cionados con la ciencia por parte de una persona que se dedica a ella de manera profesional y que tiene el interés de compartir sus *Divagaciones*.

¡Anímense!

Me contactaron de una escuela en Lázaro Cárdenas, Michoacán, para invitarme a dar una charla a estudiantes de secundaria y preparatoria que están interesados en temas científicos. Me pidieron que hablara sobre los temas que yo quisiera, pero que mencionara algo para intentar motivarlos a estudiar carreras científicas. Que les dijera por qué es buena idea dedicarse a la ciencia. Acepté para platicar con el grupo de estudiantes y presentar una charla titulada (creativamente) “¿Por qué dedicarme a la ciencia?”. Les comparto algunas de las cosas que se vienen a mi mente con esa pregunta.

¿Por qué alguien consideraría dedicarse a la ciencia? Claro que es por vocación, no hay de otra, ¿o sí?

Ante la realidad, es verdaderamente interesante la pregunta. Se dice en muchos lados que tenemos curiosidad y una mente científica al entrar a la escuela. Luego, poco a poco ésta se va perdiendo y se va moldeando para no pensar demasiado. No sé si sea cierto. Lo que sí me consta es que la información que nos llega constantemente de los medios nos muestra que las personas “exitosas”, las que al parecer “valen la pena”, son en efecto bastante alejadas a cualquier cosa que tenga que ver con ser educadas y preparadas intelectualmente. En el mejor de los casos vemos a algunos deportistas —aunque en muy pocos deportes y de manera exagerada—, artistas —entiéndase personas de la fa-

rándula—, y, por si fuera poco, bastantes criminales —oficiales y no oficiales—.

La situación es tan alarmante que no solo no vemos a la educación y al intelecto como algo inspirador y digno de aspirar, sino que a veces pareciera algo que hay que evitar. Lo “educado”, lo “intelectual” es ajeno y desagradable. Lo que más se acerca a algo aceptable es el arte, algunas personas en el ámbito de la pintura o las letras son admiradas —jamás al nivel de un delantero— y a veces hasta escuchadas. Y así, en nuestros países, artistas —de farándula— y deportistas tienen más impacto con sus opiniones y comentarios que las personas de ciencia.

La vida intelectual en México está alejada del colectivo, no forma parte de nuestra forma de ser, es ajena, alienígena. ¿Por qué? Yo creo que es un problema de clases. La educación básica de calidad ha estado por mucho tiempo solo al alcance de personas privilegiadas. Por otro lado, la educación masiva, que ha logrado poco, ha comprometido demasiado la calidad. No imagino que exista una estrategia de mantener a toda la población ignorante, más bien creo que hay un desinterés por hacer las cosas bien. Hay un interés por simular que se están haciendo las cosas bien, pero no importa si en efecto así es; y eso es muy peligroso. Por un lado, se aparenta dar más oportunidades a quienes no las tienen, y por otro, la simulación hace que generaciones de personas mal preparadas, funjan como preparadas. Esto es una receta para el fracaso.

Es fácil engañar. Es fácil que en una sociedad en la que en generaciones recientes —muy recientes— las personas no tenían la oportunidad de aprender a leer, el que ahora un porcentaje grande de la población infantil tenga acceso a una escuela se vea como que actualmente sí hay oportunidades. Es fácil que, al conocer algunos casos de personas con orígenes socioeconómicos muy bajos que lograron hacer doctorados en el extranjero, se piense que se ha avanzado. Es fácil, además, porque necesitamos creerlo. Sin embargo, en un análisis más frío, podemos ver sin

mucho problema que solo se trata de “escapes” a la presión. No tenemos un esquema de verdadero crecimiento y generación de oportunidades reales, sistemáticas.

No todo es malo. No es mi intención (ni mi sentir) decir que nada sirve y que todo está mal. No. Lo que sí me preocupa es que seamos muchas las personas que nos auto-engañamos y pensamos que las cosas van bien. Me preocupa el balance de masificación versus calidad —en el que normalmente se sacrifica la segunda— en una sociedad que necesita competir y generar muchas oportunidades.

Esta preocupación es lo que me hace concluir que, en efecto, aparte de la vocación, toda esta situación es una razón contundente del porqué nuestras mentes más interesantes deberían dedicarse a la ciencia. Las necesitamos urgentemente. ¡Anímense!

48 horas

Vienes 14 de noviembre de 2014 a las 18:00 horas, tiempo de la montaña de Estados Unidos de América. Jorge, Julio y Luis están en el saloncito que se encuentra fuera de mi oficina en la Facultad de Ciencias, esperando a que salgan publicados los problemas. Finalmente, al volver a recargar la página por enésima vez, salen. El problema A sobre planetas circumbinarios y el problema B sobre una fuente de agua. Rápido leen los problemas para determinar cuál de los dos atacarán.

Una vez escogido el problema, tendrán 48 horas para estudiar, discutir, calcular, programar, escribir, graficar y, por último, enviar su solución. Escogerán el problema A. Durante el resto del viernes, todo el sábado y hasta las 18:00 horas del domingo, estarán trabajando arduamente en su propuesta para resolver el problema. Don Aurelio Figueroa los apoyará con alimentos y una cama para breves siestas.

The University Physics Competition es un concurso internacional de física a nivel licenciatura organizado por varias universidades norteamericanas y canadienses con el apoyo de la Sociedad Americana de Física y de la Sociedad Americana de Astronomía. Fue creado en el 2010 y tiene el siguiente formato: se registran equipos —por institución— de cualquier parte del mundo que consten de un máximo de tres estudiantes que aún no hayan terminado la licenciatura. Cada equipo es regis-

trado por un “tutor”, cuya única intervención es garantizar que los participantes cumplan con los requisitos. En la página de internet oficial del concurso se publican, en determinada fecha y hora, dos problemas relacionados con la física. Los problemas están diseñados con el propósito de requerir análisis generales y suposiciones para poder ser desarrollados. Son del estilo de problemas de investigación que requieren diferentes análisis y adecuaciones para obtener soluciones factibles. Los equipos deben ser capaces de desarrollar sus ideas acerca de las problemáticas, leer e investigar los contextos generales, determinar los aspectos específicos más sobresalientes para analizarlos física y matemáticamente, lo que les requerirá, invariablemente, recurrir a análisis numéricos (computacionales) para obtener sus resultados. Tendrán que presentar todo lo hecho en un ensayo que incluya el contexto general, así como sus resultados y herramientas generadas. Obvia decir que dicho ensayo tiene que ser escrito en inglés. Todo esto en 48 horas.

No sé exactamente cuántos equipos se registraron, lo que sí sé es que en la última edición enviaron soluciones 131 equipos de alrededor de 20 países. El equipo representante de la Universidad de Colima estuvo formado por Luis Eduardo Barajas López, Julio César Moreno Virrueta y Jorge Alberto Torres Espinosa, estudiantes del último año de la licenciatura en física.

De todos los trabajos enviados, un comité internacional hace una revisión y determina los equipos ganadores. Ya que cada equipo debe seleccionar solo uno de dos posibles problemas, se otorgan premios por problema. El 1.5% recibe oro, el 18% plata, el 27% bronce y el 53% mención honorífica.

Se publicaron los resultados de la competencia en su edición 2014: plata para el equipo colimense. Esta plata se suma a otra plata ganada en 2012, un bronce en 2011 y tres menciones honoríficas obtenidas: una en 2012 y dos en 2013. La Universidad de Colima es hasta el momento la única institución mexicana que ha obtenido medallas.

¿Cuál fue el problema que atacaron los participantes de Colima? Aquí va mi traducción:

“Consideren dos estrellas, una con 50% de la masa que tiene nuestro Sol y la otra con una masa igual a la de nuestro Sol. Este sistema binario tiene un periodo orbital de 30 días terrestres. ¿Dónde podría un planeta tener una órbita estable en este sistema? Describan las posibles órbitas planetarias estables” (<http://www.uphysicsc.com/2014contest.html>).

Recuerdo que me gustó mucho el trabajo que hicieron. Después de que lo enviaron al concurso, me pasaron una copia. Al leer sus resultados y analizar su presentación yo presentí que obtendrían una buena puntuación, su trabajo fue de verdad muy bueno y completo. Recuerdo que en ese momento nos visitaba José Cembranos, un colega cosmólogo de la Universidad Complutense de Madrid, quien conoce a los integrantes del grupo, ya que estuvo trabajando con ellos en un curso especial. En una de nuestras reuniones cafeteras (de las 4 o 5 diarias) le presumí el documento. Al verlo me comentó que le parecía impresionante lo que habían logrado en tan poco tiempo, sobre todo considerando que tenían que hacer trabajo numérico y, además, redactar adecuadamente en inglés. Le pareció excepcional —todo eso me lo dijo, desde luego, con su *terrible* acento madrileño—. Yo lo único que pude comentar, eso sí, con mucha seriedad, fue: “así son los estudiantes de por acá.”

Muchas felicidades a Jorge, Luis y Julio y los mejores deseos en sus ya próximos estudios de doctorado.

Códigos estelares

La luz es una onda electromagnética, es lo que entra en nuestros ojos y crea imágenes que nuestro cerebro interpreta, es lo que “vemos”.

Las ondas electromagnéticas pueden tener muchos tamaños. Las hay enormes, con tamaños característicos —llamados “longitud de onda”— de metros o kilómetros o más, y las hay pequeñísimas —de millonésimas de millonésimas de metros—. Nuestros ojos, producto de la adaptación en el agua del mar y luego en la superficie, han evolucionado para poder recibir e interpretar ondas electromagnéticas de ciertos tamaños únicamente. Las ondas electromagnéticas más pequeñas que podemos percibir —con nuestros ojos— tienen una longitud de onda de 4000 ángstroms (un ángstrom es la diezmilmillonésima parte de un metro), mientras que las más grandes andan por los 7000. Podemos pensar en los diferentes tamaños en términos de los colores que vemos: las más pequeñas corresponden al violeta y las más grandes al rojo. Las ondas electromagnéticas que caen dentro de ese rango constituyen lo que llamamos luz visible. A las ondas más pequeñas (que no podemos “ver” con ojos humanos) les llamamos de manera general ondas o luz ultravioleta, a las más grandotas les llamamos ondas o luz infrarroja.

Los hornos de microondas, los celulares, las estaciones de radio y televisión, los satélites, el wifi, las antenas de cualquier

aparato, emiten y/o absorben ondas electromagnéticas. Dependiendo de su uso y descubrimiento, se les han puesto diferentes nombres, pero todas son lo mismo: su única posible diferencia es el tamaño o longitud de onda. Todas, incluida la luz visible, son ondas electromagnéticas.

La luz ha sido estudiada durante mucho tiempo y ello ha permitido aprender cosas muy interesantes sobre la naturaleza. Algo “evidente” es que los seres humanos descubrimos muchas cosas de nuestro entorno precisamente a través de la luz, a través de la vista. Tenemos dos “detectores” (ojos) que reciben luz de diferentes fuentes y que una computadora (cerebro) analiza para determinar ciertas propiedades de los objetos que emitieron o “rebotaron” esa luz. Así, gracias a la luz que nos llega, sabemos si viene un coche cuando estamos tratando de cruzar una avenida, podemos ver la comida que necesitamos para comer, e incluso podemos hacer cosas mucho más sofisticadas. Por ejemplo, podemos ponernos de acuerdo entre varios seres humanos para que ciertos símbolos signifiquen algo —por ejemplo, un abecedario y palabras en un cierto idioma—. Luego alguien, con un material que absorba la luz que le cae y que no la re-emita —y que, por lo tanto, nosotros lo vemos de color negro— los prepara en cierto orden en un papel blanco —que rebota toda la luz que le llega— de tal modo que cuando lo sacamos al sol —o a la luz de una de nuestras lámparas—, la luz que llega al papel es absorbida en las regiones donde se plasmaron los simbolitos y reflejada en las otras partes del papel. Nuestros ojos reciben la luz de todo el papel, excepto la que absorbieron los simbolitos. Nuestro cerebro, inteligente (a veces más de lo que creemos), identifica esa “ausencia de luz” como una palabra. Eso es precisamente lo que está sucediendo en este momento en que usted, querida lectora, querido lector, está “no viendo” estas letritas impresas en el papel.

“Vemos” entonces que la luz y su percepción pueden ayudarnos a conocer muchas cosas. Algunas muy cotidianas, otras un poco más sofisticadas. Dentro de las sofisticadas, pero que

ha tenido un impacto importante en el desarrollo de la ciencia, se encuentra la de ver y estudiar la luz que emiten las estrellas. De alguna manera, eso es lo que se hace en la astronomía: estudiar la luz que emiten las estrellas. Durante mucho tiempo solo se estudiaba la luz visible, y poco, ya que muchas de las propiedades de la luz que nos permiten entender las estrellas fueron descubiertas hace relativamente poco. Luego fuimos capaces de construir “ojos” que vieran ondas electromagnéticas de diferentes tamaños y actualmente podemos ver una amplia gama de canales. “Viendo” esa luz —no solo la visible— podemos aprender sobre las estrellas y el universo. Es posible, por ejemplo, saber de qué están hechas; determinar cuánto hidrógeno, helio, etcétera, tienen. Podemos determinar su edad, temperatura, su vida esperada. Estudiando la luz proveniente de las galaxias —que no es otra cosa más que luz proveniente de las estrellas que las forman— podemos también determinar si se alejan o se acercan a nosotros. La luz proveniente de ellas nos da información sobre la evolución y desarrollo del universo. Gracias a esa luz podemos tener una idea concreta, verificable, de cómo es el universo.

Notemos que vivimos en una época privilegiada. Pensando en términos de lo que conocemos sobre el universo y de nuestras ideas sobre la naturaleza consideren lo siguiente: hace tan solo 100 años aún no se sabía que existían galaxias. Se tenían ideas sobre el mundo y el universo prácticamente desde que hay seres humanos, pero información fidedigna que nos permita contrastar, falsar y por ende mejorar y adaptar nuestras ideas a la realidad, solo la hemos tenido por unas cuantas décadas. ¡Y lo que falta!

¡Ah qué complejo!

• Cuándo va a temblar? ¿Dónde, cuándo y cuánto va a llover?
¿Podemos saber? ¿Acaso no es curioso o interesante que podamos predecir con asombrosa precisión cuándo va a suceder el siguiente eclipse total de Sol —y el que le sigue, y el que sigue después de ese y...— pero no seamos capaces de predecir ni dónde ni cuándo caerá el próximo rayo? ¿A qué se deberá esta diferencia?

Uno de los pilares de la ciencia es la capacidad de explicar los fenómenos naturales. Otro es el de predecir. Cuando explicamos de manera precisa lo que observamos en experimentos, sentimos que logramos un entendimiento de la naturaleza. Cuando además somos capaces de predecir lo que va a suceder si hacemos tal o cual experimento y acertamos, nos sentimos superiores a cualquiera y hasta puños de estrellas queremos bajar. Sin embargo, en muchas ocasiones, aunque seamos capaces de entender algunos fenómenos naturales, simplemente no podemos predecir con precisión cuándo sucederán. Un ejemplo familiar es el de predecir el tiempo meteorológico. Lo mejor que podemos hacer es dar la probabilidad de lluvia y un rango de temperatura, pero no podemos decir: mañana lloverá a las 11:35 en el Jardín Libertad y a las 11:37 caerá un rayo sobre su quiosco. ¿Por qué? ¿Acaso no conocemos qué es una descarga eléctrica? ¡No me digan!

La respuesta se encuentra en algo que llamamos “complejidad”. Por complejo no queremos decir que sea difícil de entender, sino más bien que un fenómeno es complejo si depende de un gran número de factores que se relacionan entre sí y hacen prácticamente imposible calcular su evolución, no por falta de entendimiento, sino por falta de tiempo. Me explico: para hacer una predicción sobre la evolución de un fenómeno — el movimiento de la Luna, o el de un iceberg, por ejemplo— se requieren llevar a cabo operaciones matemáticas —como sumar y multiplicar—. El número de operaciones necesarias depende del número de factores que participen. Un sistema complejo involucra un número de operaciones tan grande que nos tomaría un tiempo mayor al de la edad del universo para poder completarlas, incluso utilizando las computadoras más veloces que podamos concebir. Lo mejor que podemos hacer es utilizar los datos que podamos recabar y utilizar la estadística para calcular, con las mejores computadoras que tengamos, aspectos generales de esos fenómenos naturales —probabilidades de lluvia, rangos de temperatura, etc.—.

Luego, para complicar la “complejidad,” no todos los sistemas complejos son como los que acabamos de describir. Existen otros que no necesariamente están relacionados a un gran número de factores, sino que están gobernados por leyes físicas y matemáticas que llamamos no lineales. En este caso, el problema se reduce, por un lado, a nuestra inhabilidad para resolver las ecuaciones que los gobiernan, y por otro, a que la mayoría de los sistemas con esta característica son extremadamente sensibles a cambios muy pequeños en su alrededor. Así que cualquier pequeña perturbación afecta de manera brutal la evolución del sistema, haciéndolo prácticamente impredecible.

Cuando digo que en parte el problema se debe a nuestra inhabilidad para resolver las ecuaciones no lineales, lo que intento decir es que no hemos sido capaces de crear las matemáticas necesarias para hacerlo. Las matemáticas son algo que inventa-

mos día a día. La mayor parte de las matemáticas que nos enseñan en la escuela fueron inventadas hace muchos años, algunas incluso siglos. Sin embargo, la mayor parte del conocimiento matemático ha sido inventado recientemente. Cada año crece la cantidad de conocimiento matemático que es generado por los matemáticos alrededor del mundo y siempre estamos buscando maneras tanto de seguir produciendo más, como de buscar aplicaciones del mismo. El crear nuevo conocimiento matemático es la labor principal de los matemáticos.

¿Y los problemas no lineales? Muchas personas que se dedican a las matemáticas —y algunos físicos— intentan de varias formas resolver ese tipo de problemas. Ya sea tratando de inventar nuevos métodos de cálculo basados en las matemáticas existentes, o incluso tratando de encontrar nuevas ideas que llegarán a generar matemáticas que aún no conocemos. El problema es importante ya que la mayoría de los fenómenos naturales son complejos y nos gustaría poder tener mayor información sobre sus evoluciones.

En la Universidad de Colima existen científicos que han dedicado los últimos años de sus vidas profesionales a estudiar este tipo de problemas. Utilizando técnicas basadas en matemáticas ya conocidas han desarrollado nuevos métodos analíticos y computacionales que permiten analizar ciertos tipos de problemas no lineales con una precisión y rapidez sorprendentes. Paolo Amore, junto con sus colegas César Terrero, Ricardo Sáenz y varios estudiantes de física y matemáticas, han trabajado en diferentes aspectos de estos problemas y siguen desarrollando ideas al respecto. Hasta el momento sus trabajos han estado centrados en la creación y desarrollo de técnicas matemáticas que, posteriormente quizá, puedan ser aplicadas por otros investigadores, a problemas específicos en áreas como ingeniería —cualquiera—, medicina, sismología, biología, meteorología, climatología, etc.

Mecánica cuántica

Hubo un tiempo en que los relámpagos eran misteriosos y algunos creyeron que eran manifestaciones de seres superiores. Un relámpago podía significar que el ser superior estaba molesto o que pronto ocurriría una tragedia. Para otros, los relámpagos eran simplemente misteriosos. Ahora sabemos qué son y pocas personas insistirían en que tienen algo que ver con seres superiores enojados.

Así como los relámpagos, la mayoría de los fenómenos naturales han representado en algún momento un misterio. Algunos de ellos han sido entendidos, muchos todavía no. Una característica interesante es que en general, aquellos fenómenos naturales que podemos percibir de manera cotidiana son precisamente los que en su momento son un misterio. Por otro lado, existen —muchos— fenómenos naturales que no pueden ser observados ni escuchados, ni sentidos por los seres humanos y es difícil entonces atribuirles alguna propiedad misteriosa; son simplemente desconocidos por la mayoría de las personas.

Desde la segunda mitad del siglo pasado, pero más intensamente en los últimos años, se ha dado un fenómeno social muy interesante. Resulta que la imaginación de muchas personas ha sido cautivada por lo que en física llamamos “mecánica cuántica”. Lo interesante es que esto es un ejemplo de un interés y “misterio” en el que no es un fenómeno natural específi-

co el que ha sido percibido por las personas, sino que han sido las ideas generadas para describir algunos fenómenos naturales lo que ha cautivado la imaginación. Por alguna razón, la mecánica cuántica resulta misteriosa y apasionante. Se ha generado un sentir de que “hay algo por ahí misterioso y quizás fuera del control de la ciencia.” Así, por ejemplo, se escuchan cosas como que gracias a la mecánica cuántica uno puede practicar telepatía, o que uno puede purificar el agua hablando con ella, que la teletransportación está a la vuelta de la esquina, que podemos viajar en el tiempo, que la homeopatía...

El misterio y la emoción son buenos y divertidos, me animo a especular que incluso sumamente necesarios. Sin embargo, algo que perturba un poco de esta situación es que existen algunas personas que utilizan este tipo de ideas para manipular y descaradamente aprovecharse de la ignorancia de otras personas; sobre todo, en una sociedad como la nuestra en donde el mito y el misterio son tan bien recibidos, casi buscados. Entendería un poco más la situación si en realidad no supiéramos lo que es la mecánica cuántica o si ésta hubiese sido inventada ayer, o si estuviésemos hablando de fenómenos naturales que en este momento no pudiésemos describir o comprender. Sin embargo, la mayoría de las cosas que escucho son brutalmente descabelladas.

Vivimos en un momento en el que el conocimiento científico es fundamental para cualquier persona. La ignorancia científica es simplemente algo que no podemos darnos el lujo de tener. Debemos saber que existe la posibilidad de investigar nuestras dudas y de que el conocimiento generado es útil. No es posible que sigamos teniendo una sociedad científicamente ignorante. Hay que hacer algo, urge.

Bueno, y ¿qué es entonces la mecánica cuántica? Es el conjunto de reglas y leyes que hemos podido encontrar sobre el funcionamiento del mundo microscópico. La mecánica cuántica es el medio a través del cual podemos describir, de la manera más precisa posible (hasta hoy), todos los fenómenos naturales

que tienen que ver con el mundo microscópico. Así como uno utiliza las leyes de Newton para construir un edificio o un coche, alguien utiliza las leyes de la mecánica cuántica para construir nanotecnología o aparatos de resonancia nuclear magnética. Así como uno puede utilizar las leyes de Newton para entender el movimiento de los astros, alguien utiliza la mecánica cuántica para entender cómo se produce energía en el sol.

La mecánica cuántica fue inventada en la década de los veinte —del siglo pasado— y desde entonces ha generado muchos frutos para el avance del conocimiento y de la tecnología. Una de las ideas seminales de esta teoría, que además está relacionada con toda la conmoción que ha generado a nivel público, es la del principio de incertidumbre de Heisenberg. Este principio nos dice que, al contrario de lo que creíamos, no es posible determinar con certeza absoluta la evolución de un fenómeno físico. Este es un concepto muy interesante y profundo. Nos dice, por ejemplo, que el determinismo en el que estaba basada toda la ciencia simplemente no es posible, y que tenemos que conformarnos con determinar las diferentes probabilidades de que algo suceda o no. Sin embargo, y creo que esto es lo que no se dice y genera confusión apasionada, cuando hablamos de fenómenos macroscópicos seguimos teniendo la posibilidad de hacer predicciones con una precisión mucho mayor a la que pueda concebir obtener en una medición durante un experimento. Es decir, macroscópicamente, puedo seguir determinando con impresionante exactitud todos los fenómenos naturales que conozco. En la mecánica cuántica suceden cosas muy diferentes a las que estamos acostumbrados a ver. El mundo microscópico es sin duda un mundo completamente distinto al que experimentamos con nuestros simples sentidos. Sin embargo, la mecánica cuántica, al ser utilizada para explicar cómo funcionan los objetos que tienen muchísimas partículas microscópicas, como por ejemplo una manzana, nos dice que si se desprende del árbol, caerá tal y como dijo Newton.

Estrellas

La vida y todo lo que hay en este planeta es consecuencia de las estrellas. No sólo en este planeta, pero como nos gusta sentir que somos privilegiados y que representamos —por alguna razón— lo más importante de la naturaleza, pues digámoslo así. Cuando digo consecuencia me refiero a que sin las estrellas no existirían los materiales para formar los planetas, ni la energía necesaria para que hubiera vida en el nuestro. Aquí digo nuestro, porque no hemos encontrado vida en ningún otro, aunque en caso de existir, sería la energía de alguna o algunas estrellas la que le hubiera permitido hacerlo.

¿Qué es una estrella? Una estrella es un constante “jaloneo” entre átomos de hidrógeno. Bueno, principalmente de hidrógeno, ya que con el tiempo las estrellas van produciendo otros elementos. En el “jaloneo” participan las cuatro fuerzas de la naturaleza que conocemos: gravitacional, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil. Ese “jaloneo” produce elementos químicos diferentes al hidrógeno y una cantidad inmensa de energía, parte de la cual recibimos como luz.

Veamos cómo está la cosa; el material más abundante en el universo, que no necesita de una estrella para existir, es el hidrógeno. Sus átomos son los más sencillos posibles: un protón y un electrón. El hidrógeno no está distribuido de manera uniforme en el universo y existen regiones con mucho y regiones con

casi nada. En las regiones ricas en hidrógeno se forman “nubes” que poco a poco, gracias a la atracción gravitacional, se concentran en volúmenes cada vez más pequeños. Llega un momento en que son tan pequeñas que la repulsión entre los protones de los átomos ejerce una presión hacia afuera: la gravedad quiere hacer la nube más pequeña, pero la repulsión electromagnética se siente incómoda y quiere agrandarla. En ese “estira y afloja”, ¡ganará quien pueda “jalar” más! Así, muchas nubecitas se quedan nubecitas y otras tantas, que tienen una cantidad crítica de gas (masa), permiten a la gravedad ganar y la nube se sigue contrayendo. Notemos que, en este proceso, los átomos son sujetos de estiradas y jaladas en varias direcciones y, por lo tanto, están realizando movimientos rápidos y azarosos. El resultado de todo esto es que la temperatura de la nube, que no es otra cosa que el movimiento de los átomos, va aumentando conforme ésta se contrae.

Vencida la interacción electromagnética, los átomos se concentran cada vez más haciendo que sus protones se acerquen más y más, aunque no quieran: la repulsión sigue estando ahí y pone resistencia, pero la gravedad de toda la nube gana y los sigue acercando. Eso sucede hasta que se logra llegar a un tamaño en el que las fuerzas nucleares “se despiertan”. Una vez que los protones casi se “tocan”, y la temperatura llega por ahí de los diez millones de grados centígrados, las fuerzas nucleares —débil y fuerte— empiezan a actuar: los protones en los núcleos de los átomos de hidrógeno —cuatro de ellos— se “fusionan” creando átomos de helio y liberando en el proceso grandes cantidades de energía en forma de fotones, positrones y neutrinos. Los fotones liberados en ese proceso son reabsorbidos y rebotados por el gas de las capas exteriores durante cientos de miles —a veces millones— de años antes de “salir” de la estrella, para luego llegar a una de las fotoceldas solares que hemos construido, generando electricidad y así permitiéndonos presumir que usamos energía solar, que como acabamos de ver, no es otra cosa que energía

nuclear.

Una vez que se generan las reacciones nucleares tenemos una estrella. Las reacciones nucleares “detienen” el colapso gravitacional y el “estira y afloja” se compensa quedando una estrellita redondita que como dicen los cuentos y/o películas chafas: “vivió feliz para siempre”. Bueno, más o menos. En realidad no. El desenlace final de la pelea depende enormemente del tamaño inicial de la nube colapsada. Existen periodos en donde superficialmente pareciera que están en tregua y la estrellita brilla muy bonito y con un tamaño más o menos constante, pero eventualmente, conforme pierde cada vez más energía, la gravedad volverá a ganar y se colapsará un poco más, luego las fuerzas nucleares agarrarán un “segundo aire”, rebotará y volverá a encenderse creando elementos más pesados. Las fases y veces que esto puede ocurrir dependen crucialmente de la masa inicial de la estrella: la muerte de la estrella está dictaminada prácticamente desde el inicio. “Nuestro” Sol, por ejemplo, colapsará y tendrá un rebote que lo hará extenderse más allá de la órbita de Marte (y por supuesto ello hará que los planetas interiores, incluida “nuestra” preciosa Tierra, terminen pulverizados) para luego volver a contraerse en un objeto medianamente caliente, del tamaño aproximado de Júpiter y sin fusión nuclear. Otras estrellas son más presumidas y mueren en una tremenda explosión en la que generan una cantidad importante de elementos químicos pesados. Son estas muertes, llamadas supernovas, las que producen materiales que luego son utilizados para hacer los teclados de las computadoras en donde se escriben artículos sobre la muerte de las estrellas, entre otras cosas. Otra muerte estelar es la de convertirse en agujeros negros, pero eso ocurre solo para las estrellas obesas.

Limones

Juanete estaba cansado de preguntar. Juanete, así le decían sus amigos a Juanito, quien en realidad se llamaba Juan Carlos, había logrado sobrevivir la primaria y parte de la secundaria sin perder la imaginación y la curiosidad. “N’ombre, ese chamaco es rete listo” ininteligiblemente decía el viejo Momo, ebrio.

Fue así cuando un día en que se hallaba cortando limones se cuestionaba en voz alta “¿por qué flotan los objetos en el espacio?” Resulta que noches atrás vio en la TV un reportaje sobre los astronautas que orbitan la Tierra. Ahí observó cómo uno de ellos flotaba y pelaba un plátano para luego soltarlo y verlo flotar también, antes de devorarlo. A Juanete no le gustó el reportaje, pero debido a su patológica curiosidad, se le grabó ese episodio. Juanete seguía pensando en ese fenómeno aún después de haberle preguntado a sus maestros y de discutirlo con algunas personas.

Todos los que no ignoraron su pregunta, y que además coincidieron en la respuesta, le decían: “Ay Juanito, pos lo que pasa es que en el espacio no hay gravedad”.

Juanete tenía algo extraño en la cabeza. La respuesta parecía lógica y académica como para que todos sus compañeros estuvieran satisfechos (bueno, en realidad todos es una exageración ya que la mayoría ni siquiera se interesó en escuchar la pregunta), sin embargo, él no se convenció. La respuesta tenía algo

que no le cuadraba. En efecto, sabía que el caer en la Tierra es debido a la fuerza de gravedad que existe entre objetos masivos, pero Juanete se preguntaba: si la nave y astronautas —y los plátanos— son masivos y están orbitando la Tierra, que también es masiva, entonces no es posible que no exista fuerza de gravedad entre ellos. Entonces ¿por qué flotaban?

Esto se cuestionaba en voz alta mientras cortaba sus limones. No sé si por el destino o simplemente por una mala jugada del azar, pasó por ahí alguien que desconocemos y no queremos conocer, pero que llamaremos Arturo. Arturo escuchó las inquietudes del chamaco y decidió platicar con él. Lo observó por unos minutos mientras aquel llenaba una bolsa de plástico con los limones y justo cuando la bolsa se llenó, Arturo dijo “¿no has oído hablar de la gravedad?, ¿a tu edad?”.

Juanete lo miró y su primera impresión fue desagradable. “No, no te molestes, lo que pasa es que te escuché y como eso tiene que ver con la gravedad”.

Juanete se imaginó el rollo por venir, así que se adelantó: “Si, ya se lo que vas a decir, que no hay gravedad en el espacio y que por eso flotan, pero yo no estoy convencido”.

Arturo entonces dejó salir una ligera sonrisa y altanaramente (como era su costumbre) dijo “yo estoy convencido de que NO es por eso”.

En ese instante la conversación se tornó inmensamente interesante para Juanete quien entusiasmado preguntó “¿verdad que sí hay gravedad? ¿Verdad que esa no es la razón?”.

“Efectivamente, aunque la respuesta sí involucra a la gravedad. Has oído hablar de Galileo, estoy seguro” afirmó Arturo. “Claro” respondió Juanete con ganas de escuchar más. “Entonces sabrás que él descubrió que, si dejas caer objetos de diferente masa desde la misma altura, éstos caen a la Tierra al mismo tiempo.”

“Sí, lo sé. He hecho el experimento y también sé que en realidad caen al mismo tiempo cuando no hay fricción. Es un

resultado muy bonito.”

Arturo entonces clavó sus ojos en Juanete (pero sin verlo) por unos segundos antes de continuar. Parecía que estaba preparando cuidadosamente la explicación que vendría. Así de repente le dijo: “quiero que te imagines en la cima de una montaña. Ahora levantas una piedra y la lanzas horizontalmente, ¿Qué pasa?” Juanete respondió: “bueno, llega a una cierta distancia horizontal y cae porque es atraída por la Tierra.” Arturo asintió. “Ahora en lugar de lanzar la piedra con tu brazo la lanzas con una resortera, ¿qué pasa?” La respuesta era obvia: “lo mismo, solo que esta vez cae a una distancia más grande.”

Siguió la explicación “Perfecto, ahora en lugar de lanzar piedras disparas una bala con una pistola, obviamente sucederá lo mismo, la bala caerá y lo hará a una distancia aún mayor.” Los ojos de Juanete empezaban a cambiar de apariencia, como que presentía hacia donde iba el argumento.

“Ahora imaginemos un cañón muy poderoso”, seguía emocionado Arturo, “entonces lo disparamos y sucederá lo mismo” “¡solo que más lejos!” le interrumpió Juanete.

“Bien”, continuó Arturo, “si seguimos lanzando objetos con cada vez mayor velocidad, entonces caerán más y más lejos. Ahora recordemos que la Tierra es —casi— esférica y, por lo tanto, existe una cierta velocidad a la que nuestro objeto lanzado avance tanta distancia que, al ir cayendo, lo hace al mismo ritmo con que la Tierra va curvando en su esfericidad y así entonces nunca llegará a colisionar con el suelo”.

En este punto Juanete se quedó pensativo por un instante y luego como si le hubiesen dado un susto saltó de su lugar y gritó: “¡claro, eso es lo que pasa!, la nave va demasiado veloz y va cayendo todo el tiempo y como todos los objetos caen al mismo tiempo, entonces parece que van flotando”.

Era tanta su emoción que salió disparado de ahí sin agradecer a Arturo. Lástima, porque de haberlo hecho, no hubiera sido atropellado por el camión que pasó por la calle justo en el

mismo lugar y en el mismo instante en que Juanete volaba de felicidad. Sin duda a Juanete le hubiese inquietado y motivado el entender la idea de simultaneidad en la relatividad espacial. Ni modo.

Viendo el Sol desde una mina

Si fuera necesario agradecer por la existencia de la vida en la Tierra, tendríamos sin duda que agradecer al Sol. De hecho, vemos el Sol gracias al Sol, es decir, gracias a que produce luz que llega a nuestros ojos. Bueno, en realidad vemos la superficie solar, ya que la luz que se genera en las reacciones nucleares en el interior del Sol no llega directamente a nosotros. No podemos ver el centro del Sol, al menos no a través de la luz.

El Sol produce la energía que nos mantiene vivos a través de procesos nucleares en su interior. En esos procesos, elementos como el hidrógeno, se transforman en otros más pesados liberando grandes cantidades de energía: parte en forma de luz (fotones) que es lo que hace que “brille”. Los fotones generados en el centro del Sol son reabsorbidos y reemitidos por el mismo material solar muchas veces antes de “alcanzar” la superficie y salir en nuestra dirección. Se puede estimar el tiempo promedio que tarda un fotón producido en el centro del Sol en “salir” y se obtiene que es alrededor de un millón de años. En realidad, los fotones que nos llegan en este momento, y que permiten que leamos el periódico (entre otras cosas), salieron de la superficie del Sol hace unos ocho minutos, pero fueron producidos mucho tiempo antes.

Por lo tanto, no podemos ver el interior del Sol, ¿o sí? Bueno, con nuestros ojos no. Para empezar, si utilizamos los ojos

quemamos las retinas, así que no nos conviene. Pero ese no es el único problema, el otro más difícil de resolver es que para ver el interior del Sol necesitamos recibir fotones que salgan directamente de su interior. Como describimos antes, esto es imposible. Entonces, repitiendo, no podemos ver el interior con nuestros ojos. Nos conformamos con ver la superficie —y en fotografías porque no queremos quemar las retinas—.

Somos necios. Queremos ver el interior y ni modo, tenemos que lograrlo. ¿Cómo le hacemos? La energía liberada por el Sol no sale únicamente como luz (fotones), también se liberan otras partículas: el Sol libera en sus reacciones nucleares inmensas cantidades de neutrinos. Los neutrinos tienen una masa muy muy muy, pero muy pequeña, y son eléctricamente neutros —¡por algo el creativo nombre de neutrinos!—. Son partículas que prácticamente no interaccionan con nada. Al no interaccionar casi con nada, la gran mayoría de ellas salen del Sol sin ser molestadas por el material solar. A diferencia de los fotones que son absorbidos, reemitidos, reabsorbidos y luego re-reemitidos —y así por cientos de miles de años—, los neutrinos salen directamente. El Sol es “transparente” para casi todos los neutrinos —habrá por ahí algunos cuantos que interaccionan, pero en promedio casi ninguno—. Esos neutrinos salen del Sol y algunos en justo la dirección adecuada para pasar por la Tierra, que, por cierto, también es transparente para los neutrinos, y pasan a través del planeta —y de nosotros— sin interaccionar. Otra vez, habrá algunos que sí interaccionen, pero la gran mayoría pasará sin que se enteren de que había un planeta en su camino. Para darnos una idea de cuántos neutrinos atraviesan la Tierra consideremos lo siguiente: cada segundo, por una superficie de un centímetro cuadrado (la superficie de una uña), pasan alrededor de cien mil millones de neutrinos producidos por el Sol.

¿Cómo sabemos todo eso? Pues, aunque suene extraño e ilógico, lo sabemos gracias a que de repente, casi nunca, pero de repente, uno de esos neutrinos interacciona con material de la

Tierra. Entonces diseñamos un laboratorio para tratar de ver el efecto de esas interacciones. ¿Cómo le hacemos? Muy sencillo. Necesitamos un tanque de algún material con el que el neutrino deberá interactuar. Como casi no interactúan, para tener al menos poca probabilidad de suerte, necesitamos el tanque más grande posible. ¿Qué significa que interactúe? Significa que el neutrino, al pasar por el material contenido en nuestro tanque, chocará con alguno de los átomos de ese material y generará partículas cargadas (como electrones, por ejemplo) que saldrán a una velocidad muy alta, mayor a la velocidad de la luz en ese medio (la luz en el agua, por ejemplo, viaja más lentamente que en el vacío). Cuando esto suceda, la partícula súper veloz emitirá una radiación (luz) muy específica que podremos ver con algún tipo de detector de luz —que obviamente tendremos que poner en las paredes de nuestro tanque—. Así de sencillo. ¿Qué material utilizamos para llenar el tanque? Pues como necesitamos ver la luz que se generará de las posibles colisiones, utilizamos algo transparente. Agua. Ah, y para que no nos confundamos con colisiones de otras partículas que andan por ahí de metiches, construimos el laboratorio en el interior de una mina o una montaña, para que la misma Tierra sirva de filtro. Así, con suerte y con un tanque cilíndrico de 40 metros de diámetro en su base y 41 metros de altura, relleno en sus paredes con 6,000 detectores de luz, podremos ver unas decenas de neutrinos cada año. Sí, decenas. Sí, aunque cada segundo, pasen cien mil por centímetro cuadrado.

Conclusión: para ver el Sol necesitamos buscar un tenue destello de luz dentro de un tanque de agua en el interior de una mina. Si esto no es bello, no sé qué podría serlo.

¿Agua con memoria? ¡Huácala!

[illegible]

Hay quienes afirman que de esa manera se pueden crear medicamentos para curar prácticamente cualquier malestar y/o enfermedad. Confrontados con lo ridículo del procedimiento, casi siempre recurren a una hipótesis aún más ridícula: lo que

pasa es que el agua “tiene memoria”.

Hay dos cosas sumamente interesantes en ese enunciado. La primera es que sí es verdad que el agua tiene memoria, solo que a diferencia de lo que estos timadores acostumbran hacer, que es hablar por hablar, los científicos han verificado que en el agua líquida dura alrededor de 50 millonésimas de nanosegundo, es decir, 0.00000000000005 segundos. Si alguien cree que el proceso de preparación y aplicación del milagroso medicamento puede llevarse a cabo en ese tiempo, creo que entonces sí necesita una dosis de esa sustancia —sin diluir—. La segunda cosa interesante del argumento es que, si fuera cierto, es decir, si el agua fuera capaz de retener memoria de las sustancias con las que ha interactuado, la verdad no creo que me atrevería a volver a dar un trago de agua. Imagínense, queridos lectores y lectoras, dónde ha andado el agua obteniendo “memoria” antes de llegar a nuestra boca, ¡huácala!

¿Y entonces? ¿Acaso no escuchamos por todos lados que estas medicinas funcionan? ¿Cuántas anécdotas no hemos escuchado de su eficacia y suma benevolencia? ¿No será que en realidad queremos esconder la verdad detrás de un complot científico para que nadie se cure y así las grandes y nefastas compañías farmacéuticas —las que venden medicinas, no las que venden agua milagrosa, desde luego— se vean beneficiadas? ¿No? ¿Entonces?

Existen varios factores que nos permiten entenderlo. Primero, y en mi opinión el más importante, el cuerpo humano es capaz de repararse por sí mismo de manera impresionante. Ante los malestares más comunes, el reposo y una buena alimentación, junto con paciencia, son infalibles. Por otro lado, cuando adquirimos una enfermedad más seria, que requiere de ayuda externa, los medicamentos y tratamientos toman tiempo en surtir efecto —y también surten efectos secundarios, de ello nada se salva—. Muchas veces esos tratamientos nos cansan, en ocasiones los interrumpimos, sentimos que no funcionan, al menos no tan pronto como quisiéramos. Y luego, después de dejarlos

o terminarlos y no sentir una mejora, recurrimos a las gotitas de agua con memoria y adivinen: ¡nos sentimos mejor! A nosotros también se nos borra la memoria de que justo antes (a veces al mismo tiempo) estuvimos medicándonos.

Otra situación común: me dice el médico que no puede darme nada más. Me dio todo lo posible, no me he curado y dice que es todo lo que puede hacer. Solo hay que esperar. Pero no me siento bien, es más, como me dice que ya no puede hacer nada, me deprimo. Me desespero. Me tomo las gotitas milagrosas y me ayudan. Me dan esperanza. ¿Me curan? Ni de chiste, pero me hacen sentir mejor y eso es lo que me importa en este momento. Me calman. Me engañan y eso es bueno.

¿Bueno? En realidad, depende. Si soy lo suficientemente ingenuo como para que, dada mi grata experiencia con las gotitas milagrosas, ya no acuda a la medicina científica cuando me vuelva a enfermar, y sobre todo si es algo de verdad serio, pues entonces no solo no es bueno, sino muy peligroso.

Cuando vemos a alguien enfermo y sufriendo es natural querer ayudar. A veces sabemos cómo, pero la mayoría de las veces no. Damos consejos de buena voluntad y eso es muy válido, aunque sería mejor, sobre todo en casos de salud, aconsejar solo cuando de verdad tengamos un conocimiento sobre ello. Si alguien ofrece soluciones demasiado buenas como para ser verdad, dude. Si quiere creer para sentirse mejor, hágalo, pero no sustituya la medicina por soluciones milagrosas. Por otra parte, cuidemos de no caer en manos de individuos sin escrúpulos. El timo a personas enfermas y desesperadas es una actividad vil y reprochable; desafortunadamente, es fácil de hacer. Ante el dolor y el sufrimiento, propio y de seres queridos, nos volvemos vulnerables y susceptibles a todo tipo de engaños y estafas. Un primer paso que puede ayudar a determinar la veracidad de un posible remedio: si se nos asegura que “el tratamiento” no tiene efecto secundario alguno y/o cura una gran variedad de enfermedades, tenga la certeza de que es fraudulento.

Utilidad de la ciencia básica

En el intento por describir la importancia de la ciencia básica y su necesidad de ser financiada, la mayoría hemos escuchado y mencionado el argumento de que la investigación básica (teórica) ha generado una cantidad inmensa de conocimiento, que ha permitido inventar y generar tecnologías que utilizamos diariamente casi sin darnos cuenta. Esto no representa de ninguna manera la única aportación de la ciencia básica, pero siempre se menciona y con razón: sin ciencia básica, no habría nada.

Algo que se nos olvida mencionar —a muchos—, es que todos esos avances y repercusiones en el mundo tecnológico, han sucedido gracias a una sólida y organizada estructura de ciencia experimental básica y aplicada. Estructura que vive a la par de la ciencia básica teórica y que goza de la misma dignidad —si no es que más— y consideración. La ciencia de primer nivel se ha hecho en lugares donde existen las dos estructuras, ciencia teórica y ciencia experimental —por teórica no me refiero a cuestiones de opinión ni de discurso, en la ciencia la palabra “teoría” significa el entendimiento comprobado y sustentado por medio de evidencias, que permite explicar y predecir—.

Es fácil decir a las autoridades que el sistema de posicionamiento global (gps) no funcionaría sin la relatividad general. Esto es una verdad absoluta, no se miente. Sin embargo, dicho así no tiene ningún sentido. Para poder generarlo fueron nece-

sarias tanto la relatividad general como una enorme cantidad de desarrollo tecnológico, que va desde poder poner satélites en órbita, generar la electrónica adecuada, desarrollar materiales para los dispositivos, entre otros. Es fácil también decir que una gran cantidad de aparatos electrónicos funcionan gracias a que se desarrolló la mecánica cuántica. Por supuesto que es verdad, y al igual que el GPS, para que vieran la luz, se requirió de investigación experimental —básica y aplicada— de primer orden y con muchas vertientes.

Creo que debemos de ser más honestos y cuidadosos cuando tratemos de explicar y justificar —porque además es nuestra obligación— la necesidad de que un país como el nuestro apoye la ciencia básica, teórica y experimental, por lo cual, estoy completamente convencido de que es imperante y urgente —bueno, si queremos mejorar, si no, no es necesario—. Debemos tener cuidado cuando ponemos esos ejemplos simplones, ya que alguien mínimamente interesado podría preguntarnos qué contribuciones de ciencia básica hecha en México en los últimos 50 años, por ejemplo, en física, han repercutido en algún aparato.

Me parece conveniente que pensemos cuidadosamente en emitir una explicación más fiel a nuestra realidad, y que a la vez pusiéramos un empeño decidido en impulsar, a través de todos los medios a nuestro alcance, el desarrollo de una ciencia más completa. Una ciencia que incluya todos los aspectos y que apoye todas las vertientes, de manera organizada y evaluando su relevancia de manera cuidadosa y honesta.

En nuestro país existe un poco de ciencia básica teórica —poca y mal financiada, pero existe—, muy poco de ciencia aplicada experimental —sin apoyo real ni decidido, casi siempre a medias y con exigencias de “impacto” inmediato y “visible”—, pero casi nada de ciencia básica experimental. Para darnos una idea de lo que nos perdemos: es ahí, en la ciencia básica experimental, donde “se inventan” los nuevos aparatos y tecnologías que posteriormente permitirán a las demás disciplinas construir

sus laboratorios. Antes de tener microscopios electrónicos, computadoras, equipos de resonancia magnética, etc. —es decir, todo lo que se puede comprar ya construido—, alguien tuvo que inventarlos. Alguien tuvo que necesitarlos. ¿Para qué? Seguramente para tratar de entender las propiedades más básicas de la materia, para investigar qué tipo de cosas nos llegan desde el Sol, para intentar “ver” y “explorar” la naturaleza donde nunca nadie lo haya hecho. Para ese tipo de cosas se ha tenido que inventar una gran cantidad de tecnología. Con lo que se descubre se entiende mejor a la naturaleza y eso nos permite a la vez seguir mejorando los inventos. Luego nos damos cuenta de que algunas de esas tecnologías pueden usarse con otros fines —estudiar la sangre, mejorar el concreto, los alimentos, etc.—. Es un proceso rico y complejo en el que participan muchos actores. Mientras no contemos con una infraestructura robusta, que incorpore todos esos actores, será difícil contribuir de manera significativa como país.

También por eso es necesario pensar un poquito —ya con esta información— antes de decirle a los pocos investigadores de nuestro país: “deberían ponerse a trabajar en proyectos que ‘de verdad’ sirvan; proyectos que ‘resuelvan’ los problemas actuales, y no anden con sus abstracciones raras”. Como hemos visto, no se trata de que un científico decida o no dedicarse a tal o cual problema. Para tener un impacto “visible” se requiere de una infraestructura con todos los elementos, desde el más básico hasta el más aplicado. La razón por la cual en este momento tenemos un poco más desarrollada la ciencia básica teórica tiene una explicación muy sencilla: es la más barata. Es la que sí puede sobrevivir a pesar de políticas cambiantes y burocracias empedernidas. Es la que podemos hacer a pesar de la situación en la que nos encontramos. Necesitamos cambiar esa situación ya.

Charlatanes

Charlatanes. Existen de todo tipo, hasta los hay serios. Existen aquellos que, en su afán por timar de manera “profesional”, terminan convencidos de sus propias mañas y engaños. Desde luego existen los nefastos. Aquellos que sin escrúpulo alguno se aprovechan de ignorancia y desesperación para lucrar descaradamente con la ingenuidad y/o sufrimiento de los demás.

Hábiles para hablar y envolver, utilizan el lenguaje adecuado para cada situación. Dependiendo con quien hablen, podrían parecer eruditos. Si la persona que los escucha ignora temas científicos, el charlatán utilizará vocablos sofisticados entonados con maestría y provocación; si quien lo escucha está desesperado, sabrá cómo sonar reconfortante y lúcido. Si en cambio quien lo escucha lo descubre, se tornará de manera inmediata en víctima ofendida y a veces agresiva.

¿Cómo determinar si nos encontramos ante la presencia de una de estas magníficas expresiones de humanidad? A continuación presento algunas frases comunes que nos pueden ayudar para al menos sospechar de que nos están “cuenteando”. No todas son del mismo nivel: hay unas descaradas. Lo que sí es seguro es que nuestro amigo charlatán las utiliza, casi todas, en algún momento. Nota: algunas frases se contradicen, sin embargo, no es problema para ellos, lo que importa es convencer, faltaba más.

Aquí van: “hay un complot de un grupo muy poderoso que no quiere que sepamos la verdad”; “lo que te ofrezco es una solución ‘natural’, sin efectos secundarios”; “los científicos no están de acuerdo —luego siguen hablando para, cuando estés cansado de oír, finalizar con— y está probado científicamente”; “Einstein decía que... —puedes poner lo que quieras para completar el enunciado—”; “los científicos o agrupaciones de científicos no quieren que lo sepas, no quieren que participes; no lo he publicado porque la comunidad científica no acepta alternativas, se creen dueños de la verdad”; “es que este descubrimiento cambiaría la economía del mundo y los grandes poderes no quieren, por eso no me hacen caso”.

Ante la solicitud de evidencia o fundamento de alguna de sus aseveraciones pueden decir “lo que pasa es que hay varios tipos de verdades y todas son válidas, no importa que no pueda dar evidencia de lo que digo”; “si la ciencia se equivoca y ha tenido que cambiar, ¿cómo puedes saber que mi idea no será verdadera en algún momento?”

A algunos de los charlatanes que se encuentran dentro de las universidades —también los hay— se les escucha a veces decir cosas como “no he avanzado en mi carrera científica, porque la comunidad y los sistemas de evaluación son muy rígidos y solo premian a algunas maneras de hacer ciencia”; “no, de verdad que sí es bueno, hasta estuvo nominado para el premio Nobel”; “lo que pasa es que a él no le interesan problemas abstractos, solo se dedica a problemas ‘reales’ y que ‘de verdad sirvan’ a la sociedad, por eso lo castigan.”

Otra muy buena y común es la de casi cualquier frase que utilice la palabra “NASA” —estudió ahí, trabajó ahí, estudios realizados ahí, etc. Si utilizan esa palabra, hay una probabilidad muy grande de que sea puro cuento—. Otras típicas son “ya lo sabían los chinos desde hace 5,000 años”; “antes la gente vivía en armonía con la naturaleza”; “todo es energía”.

Cuando describen sus productos utilizarán muchas frases “sonadoras” y seguro incluirán algunas de las siguientes palabras —para dar fuerza o como ejemplos negativos—: cuántico, estadístico, holístico, sanación, espiritual, alternativo, natural, orgánico, Hitler, Einstein, transgénico, cura (curación), energía, químico, vibraciones, cósmico, magnético, cristal, sensorial, relatividad especial, entropía, consciencia, genético, taquiónico, sabiduría ancestral, pirámides, etc.

Una precisión antes de que reclamen: existen personas que utilizan frases y palabras como esas y que no necesariamente son charlatanes. Existen personas que creen muchas cosas sin saber que son equivocadas y eso no las hace charlatanes. Por supuesto que no. La diferencia, y es una diferencia muy grande, consiste en que el charlatán trata de obtener algún beneficio engañando. El charlatán sabe que miente.

De todos el que más daño hace, a mi ver, es el académico. Ese charlatán que aprovecha el escaso nivel cultural científico de nuestro país y nuestras instituciones para fincarse como el gran científico, el gran investigador. ¿Cuánto daño hace al engañar a estudiantes que pudieron haberlo superado y por su actitud, más bien logró que lo adulen y teman? ¿Cuánto daño no ha hecho al obtener y utilizar recursos económicos en tonterías y por ende generar una impresión de inutilidad de la ciencia tanto en los tomadores de decisiones como en la sociedad?

Afortunadamente, creo, cada vez le es más difícil sobrevivir en ese ambiente. Poco a poco el número de científicos mexicanos —y extranjeros— que se encuentran trabajando en instituciones mexicanas ha ido creciendo. Somos muy pocos aún, pero vamos avanzando. La esperanza es que la sociedad pueda llegar a confiar en sus científicos y que éstos logren retribuir esa confianza y apoyo. Que los científicos de México logren contribuir al conocimiento universal, que logren contribuir a problemas locales y aplicados, que logren participar en la educación general de la población. Que logremos apropiarnos de la ciencia como algo de nuestra cultura.

Contemplando

La contemplación de la naturaleza representa una inmensa fuente de motivación para los seres humanos. Despierta en nosotros variadas sensaciones y en muchos casos incluso nos incita a actuar. La contemplación de la naturaleza es entonces buena y reconfortante. Sin embargo, si nos quedáramos solo en eso, en contemplar, nos perderíamos de la inmensa belleza que se encuentra en el entendimiento de los fenómenos naturales. Veríamos solo una pequeña parte, a veces la más insípida, de lo maravilloso que es la naturaleza y de la belleza que representa su posible entendimiento e interpretación por parte del cerebro humano. Hemos descubierto que cuando logramos dar un paso más allá de la simple contemplación, encontramos un universo extremadamente rico, interesante, misterioso y a veces comprensible.

Una cosa que me parece formidable es que prácticamente siempre que intentamos explorar un poco más sobre la naturaleza, ésta nos sorprende y nos muestra facetas que difícilmente hubieran podido ser imaginadas. Aunque sí hay veces que el cerebro humano logra vislumbrar posibilidades que efectivamente existen en la naturaleza y no se habían descubierto, algo que por cierto sucede muy poco y siempre gracias a lo que ya se conoce —y no solo en la ciencia, que es donde más ocurre, sino también en los famosos casos de ficción y ciencia ficción—, casi siempre

es la naturaleza la que nos sorprende y nos muestra su impresionante creatividad. La mayoría de las veces andamos buscando algo y nos encontramos aspectos mucho más ricos e impresionantes de los que creíamos.

Claro que incluso en el caso en el que le “atinamos”, es precisamente la naturaleza la que le atina, es decir, aunque a veces —o casi siempre— no seamos muy conscientes de ello, nosotros somos naturaleza. Todas las actividades del ser humano son manifestaciones de la naturaleza. Todas. Las que llamamos buenas y las que llamamos malas, las que trascienden y las que se olvidan, las que quieran o no, todas son manifestaciones de la naturaleza. Tratar de entender la naturaleza, en particular, ¡es entonces parte de la misma naturaleza!

Cuando intentamos describir o explicar algún fenómeno o situación es muy común que tendamos a pensar en la naturaleza como algo ajeno a nosotros. Pensamos en los fenómenos, sobre todo aquellos que involucran directamente a los seres humanos y sus actividades, como “aparte” de los fenómenos naturales. Es decir, a veces, para poder investigar, es necesario hacer esa separación que sin embargo es ficticia y que, en ocasiones, acostumbrados a hacerla de manera automática, puede olvidarse y podemos cometer el error de pensar que efectivamente son cosas distintas. Algo así como que el ser humano está en la naturaleza, pero no forma parte de ella. Ejemplo: una computadora, una bolsa de plástico y una poesía son todas manifestaciones de la naturaleza. Les llamamos artificiales para hacer claro el hecho de que fueron los seres humanos los que “las crearon”, y el término es adecuado y nos sirve para entendernos y comunicarnos, pero a veces olvidamos fácilmente que en realidad son “naturales”. Fueron formadas, ideadas, concebidas por la naturaleza. Sí, efectivamente a través de nosotros, pero naturales.

Por ende, todo lo que puede pasar por la imaginación de todos los seres humanos es parte también de la naturaleza. Creo que a veces en nuestra inquietud por sentirnos privilegia-

dos creemos, o queremos sentir, que cada uno de nosotros tiene una “realidad” y que por lo tanto existen varias realidades. No hay problema en pensar así, de hecho, puede ser útil e inspirador. Lo que no debemos olvidar, al final, y que por cierto no es algo “malo” ni limitante, es que todas esas “realidades” son partes de una mucho más grande, que incluye muchas otras que nada tienen que ver con nosotros y que, algunas de ellas, gracias a la contemplación y a la exploración, hemos sido capaces de encontrar y apreciar.

Una cosa muy interesante es que desde que se inventó la actividad científica nos encontramos en una situación peculiar: cada día que pasa podemos decir que es el día en que la humanidad ha “sabido más” en toda su historia. Efectivamente, son muchos los misterios y nuestro conocimiento de la naturaleza es muy pequeño, pero cada día sabemos un poquito más que antes. Afortunadamente, la riqueza de la naturaleza nos tiene extremadamente entretenidos con muchos misterios aún sin resolver y seguramente muchos más aún por descubrir. El hecho de que, aun considerando la complejidad y gran magnitud de fenómenos naturales, seamos capaces de comprender al menos algunos de ellos es algo profundo y maravilloso. La naturaleza se contempla y se explora a sí misma. Como diría Sagan en algún momento (con mis palabras porque no me acuerdo de la cita textual) el hidrógeno es el elemento más sencillo y más abundante del universo, pero no lo desestimen: denle unos cuantos miles de millones de años y empezará a preguntarse sobre su propia existencia.

¿Cultura científica?

En nuestro país casi no se lee y ello explica muchas cosas. Tristemente, lo poco que se lee no es demasiado variado y está dominado por basura —intenté decirlo de otra manera, pero no encontré una mejor—. Algo también inquietante es que el pequeño porcentaje de personas asiduas a la lectura de calidad tiende en muchas ocasiones a limitar demasiado su rango de temas e intereses. Trataré de explicar mejor lo que quiero transmitir de la siguiente manera: a mí me gusta leer, lo necesito. Por alguna razón que no pretendo explicar en este momento, tengo la enorme fortuna de contar con muchas amistades —lectoras también— que se desenvuelven en áreas distintas a la mía, en particular en las humanidades —música y literatura principalmente— y las ciencias sociales. Todas ellas se caracterizan por ser asiduas lectoras, al igual que yo. Bien, ahora al punto inicial: cuando alguna de ellas me ha visitado en mi oficina o en mi casa y ve mis libros, siempre, invariablemente, hacen el mismo comentario: “Fefo, ¡te felicito!”, les pregunto que por qué y me responden: “es que tienes libros que no son de ciencia. Te felicito porque entonces no solo lees sobre cosas científicas —léase física—”. Esta explicación de la felicitación es luego seguida de mi agradecimiento: “gracias, pero supongo entonces que si ahora vamos a tu casa o a tu oficina, de seguro encontraremos libros (leídos) de ciencia en tus libreros, ¿verdad?”.

Es interesante que, a pesar de vivir en una época definida por el conocimiento científico, adquirido durante los últimos cuatrocientos años, no tengamos un mínimo conocimiento sobre ciencia, incluidas las personas que leen y que a veces podríamos catalogar de cultas. Conozco a varias personas famosas en los círculos intelectuales que no tienen el dominio científico que se podría esperar de una persona con educación media superior. No saben, por ejemplo, distinguir si un tema o comentario sobre extraterrestres o sobre calentamiento global es serio o charlatanería.

Es también muy interesante y sobre todo sintomático que, por lo general, en países en vías de desarrollo, la ciencia y la cultura se vean como entes separados. Si organizamos un evento cultural no nos sorprenderá en lo más mínimo que nos muestren un bailable o un concierto musical. Una conferencia sobre apreciación del arte y una sobre cómo, a través de las manualidades artísticas, podemos transformar nuestro hogar en un reconfortante y estético ambiente. La muestra de cine y la de escultura, o la lectura de poemas quedarán perfectas en el evento, sobre todo si se involucra a los niños. Si tenemos suerte, hasta nos tocará participar en un pequeño número de música ancestral o un taller de manualidades en el que podamos “meter las manos”. Lo que sí nos sorprenderá y no esperamos encontrar es que de repente, en ese mismo ambiente, se nos presente una charla sobre la vida de las ballenas o sobre cómo se produce el oxígeno que respiramos. Eso no. Eso es muy frío y aburrido como para ser cultura.

Es triste. Percibimos la ciencia y el conocimiento como cosas rígidas y asociadas, casi siempre, a materias reprobadas o nada placenteras. Y ahí nos quedamos. O peor, percibimos a la ciencia como una serie de instrucciones inamovibles que solo tratan de limitar nuestra creatividad y nos quieren decir lo que está bien. Los científicos creen que lo saben todo y solo nos quieren decir lo que se puede o no se puede hacer. ¡Son horribles! ¡Ni que lo supieran todo!

La mayoría no nos damos cuenta de que vivimos inmersos en —y prácticamente gracias a— los conocimientos que hemos generado durante muchos años, a través de un proceso que en verdad es extremadamente creativo y apasionado. Como todo, para llevarlo a cabo de manera exitosa, requiere de mucho trabajo y dedicación, pero lo que quizás muy pocas personas asocian con la ciencia, y que es una parte fundamental de ella, es el nivel de pasión que ésta otorga y exige de sus practicantes. Por otro lado, también está el hecho de que comprender un poco sobre la naturaleza y entender algunas de las bases en que se sustenta nuestra vida, sin necesariamente dedicarse a la ciencia, puede ser placentero. Esto también, estoy casi seguro, no es algo que comúnmente se asocie con la ciencia. No sentimos que leer algo sobre ciencia nos pueda dar felicidad o nos pueda mantener entretenidos.

Otra cosa común acerca de la ciencia es la idea de que al ser tan especializada y “difícil”, solo sirve para aplicarse a cosas muy sofisticadas y, casi siempre, muy alejadas de la realidad. Nada podría estar más equivocado. Otra virtud de leer y enterarse de los conocimientos científicos, sobre todo acerca de los procesos que los producen, es que nos puede dar una idea de cómo utilizarlos para tomar decisiones razonadas. La manera en que se hace la ciencia es algo que podemos utilizar en ámbitos que no necesariamente son científicos y nos puede ayudar a tomar buenas decisiones. Esta faceta es, por supuesto, pragmática, pero es también interesante.

La ciencia es cosa de locos y por eso los invito a que intenten incluir temas científicos en sus lecturas, estoy seguro que lo van a disfrutar.

¡Críticón!

Una pregunta que me han hecho —últimamente con cierta frecuencia— es la de ¿qué se necesita para que una persona sea científica? ¿Qué atributos, talentos, capacidades y cualidades son indispensables? ¿Se necesita ser un genio? (sí, me han hecho esa pregunta, en serio, y también la que sigue), ¿se necesita estar un poco loco? Muchas de estas preguntas surgen debido a que andamos promoviendo entre jóvenes la idea de que pueden dedicarse a la ciencia. Les decimos que no importa de dónde sean ni cuánto sepan: si lo desean y se entregan a trabajar muy duro, tienen la oportunidad de convertirse en científicos y participar en la increíble travesía de extender el conocimiento de la humanidad.

Las respuestas que he dado son variadas, pero una cosa que siempre menciono es que, para poder hacer ciencia, es necesario tener o adquirir una “mente abierta”. Creo que la mayoría de nosotros hemos escuchado la frase “mente abierta” en diferentes contextos y por ende podemos tener varias ideas sobre lo que ella significa. Debido a ello, siempre que menciono que para poder hacer ciencia se requiere tener una mente abierta, sigo mi explicación comentando a qué me refiero con esa expresión.

Es típico, al menos con la mayoría de las personas que he tenido oportunidad de hablar sobre este tema, que por “mente abierta” se interprete algo como lo siguiente: tener una “mente

abierta” significa que todas las ideas son válidas y todas las opiniones cuentan igual; una “mente abierta” es una mente “tolerante” que no juzga y no contradice ideas diferentes; tener una “mente abierta” es aceptar a todos y por ende es algo positivo y “bueno”.

¡Patrañas! Eso no es tener una “mente abierta”, eso más bien es no tener mente. En realidad, aunque vestido de corderito benevolente, es una hipocresía de egoísmo barato: al poner como primicia que cualquier opinión es válida, en realidad lo que se está diciendo es: mi opinión es válida. No es necesariamente una expresión de tolerancia, como se pretende hacer ver, sino una actitud de autodefensa y protección para que las ideas propias no estén sujetas al escrutinio ajeno. Si digo que cualquier idea es igualmente valiosa, entonces automáticamente la mía lo es. Eso no es una “mente abierta”, eso es una tontería.

Una “mente abierta” es, de hecho, prácticamente lo opuesto. Una “mente abierta” es algo muy difícil de tener. ¿En qué consiste? La idea es muy sencilla: Todos tenemos ideas preconcebidas sobre prácticamente cualquier cosa. Ante cualquier idea, pregunta o situación, nosotros generamos ideas y explicaciones con diferentes niveles de sofisticación. Una “mente abierta” es aquella que defiende y elabora sus ideas y sus teorías sobre las preguntas y cuestiones que se le presentan. Al recibir opiniones diferentes las discute, las critica y trata de mostrarlas incorrectas. Luego, y esto es lo crucial, si la evidencia presentada y discutida muestra que la idea propia es incorrecta, la “mente abierta” acepta que estaba equivocada y sustituye —reemplaza— sus ideas con las nuevas que resultaron del análisis.

Una “mente abierta” es capaz de reconocer que estaba equivocada. Una “mente abierta” defiende sus ideas hasta que la evidencia muestra que son incorrectas. A partir de ese momento, las abandona y busca otras que estén de acuerdo con la evidencia. Muchas veces no hay evidencia. Muchas veces hay misterios, hay incógnitas sin solución. En ese caso, la “mente abierta”

puede asumir una solución parcial, incompleta, pero siempre reconocerá que es parcial e incompleta. Nunca será absolutista.

Como podrán imaginar, tener una “mente abierta” es muy difícil. Las personas que se dedican a la ciencia tienen que “entrenar” a su mente a funcionar de esa manera. Es tan difícil y contrario a lo que hacemos de manera natural que ellas mismas a veces se pierden y “se les resbala”. Hay quienes han sufrido mucho por querer aferrarse a sus ideas más que a la evidencia, a final de cuentas son seres humanos también. El entrenamiento se va dando desde que las personas deciden estudiar una carrera científica. Inmediatamente, desde la primera tarea en el primer semestre, se dan cuenta de que casi siempre se equivocan. Aprendemos muy rápido que nuestra mente requiere de tolerar derrotas ya que la naturaleza es mucho más interesante y creativa que nuestra intuición e imaginación. Lo hermoso es que llega un momento en donde podemos armonizar nuestras ideas con la realidad. Eso produce una satisfacción y una serie de sentimientos maravillosos, pero no sucede fácilmente —por eso es sabroso—.

Así que no teman contradecir ideas y opiniones. No teman que otras personas critiquen y destruyan sus ideas, es la mejor manera de crecer y aprender cosas nuevas. Critiquen y discutan fuertemente sus ideas, pero sustentándolas. Cuando no puedan sustentirlas, o cuando les muestren que están incorrectas, desháganse de ellas y siéntanse felices de haber crecido al hacerlo.

Decadencia

Terminada la gira de trabajo que me ha ocupado estas últimas semanas, buscando algunas posibilidades de colaboración científica para la Universidad de Colima, me da la oportunidad de compartir algo que tenía tiempo queriendo hacer y no me decidía. Curiosamente, esta gira me ha ayudado a convencerme.

Desde hace algunos años hemos estado invadidos —comercialmente— por una serie de charlatanerías y estafas relacionadas con la salud. Las ideas en sí no son recientes, al menos no la mayoría, pero sí el ímpetu y aceptación que han tenido en la población, los gobiernos e incluso algunos médicos. Que haya personas que caigan en la estafa no es para nada sorprendente, pero que gobiernos y médicos lo hagan no es aceptable, sobre todo cuando hablamos de gobiernos que incluyen países de primer mundo.

Para mí, esto representa otro indicador contundente del gran fracaso reciente de la educación básica y superior en prácticamente todos los países. La masificación de la educación, hecha de manera no solo obligada, sino sobre todo apresurada, ha generado algunos aspectos negativos como, por ejemplo, que el nivel general de la misma se haya reducido considerablemente. La capacidad crítica y de análisis, así como la educación científica general, han sufrido transformaciones extraordinarias motivadas por la necesidad de que la mayoría de los estudiantes aprueben

a toda costa. Claro está que reducir el nivel no es la única “solución” para que todos o una gran mayoría apruebe, pero sí es la “más fácil” —y por supuesto inefectiva en términos educativos reales—. Entre los muchos resultados que se obtienen de dicho esquema está uno que asusta: personas que reciben una supuesta educación, además certificada, que en realidad no están preparadas. Avaladas por títulos y certificados sí, pero no con la capacidad de utilizar el conocimiento, entenderlo y/o generarlo. Eso es muy peligroso y de alguna manera, ya estamos viendo los resultados.

Algunos países europeos —que en general se considera tienen una mejor educación, al menos en los famosos y obviamente confiables *rankings* y estudios *ad hoc*— cuentan con una moda muy fuerte de esoterismo y charlatanería. Por ejemplo, campañas anti-vacunas y en contra de antibióticos que han ido tomando fuerza en la última década, generando problemas de salud importantes en varias comunidades. Otro ejemplo: las farmacias proporcionan, además de medicinas probadas científicamente, toda clase de remedios o técnicas medievales y/o fantasiosos como la homeopatía, la iriología, la quiropráctica, etcétera.

Otro ejemplo de mucha actualidad es la resistencia a lo “transgénico”. Muchas de las personas con las que he hablado sobre estos temas —estudiantes, profesores, gente fuera de la academia— desconocen qué es un gen, qué significa homeopatía o cómo funciona una vacuna, pero la mayoría tiene opiniones fuertes y de mucha convicción sobre esos temas. Insisto, y deseo insistir fuertemente en esto: no tiene nada de malo que personas en general creen o quieran creer lo que se les venga en mente. El problema no es ese. El problema es que muchas de esas personas han tenido una “educación” formal. El problema es que sistemas de salud públicos, médicos, personas en general relacionadas con el cuidado de la salud, asociaciones certificadoras, etcétera, no sean capaces de entender que la inoperatividad y falsedad de esos métodos no son cuestión de opinión. Preocupa enorme-

mente que las crean o en su defecto, que se aprovechen de la ignorancia y desesperación de las personas a las que deben servir y apoyar. Preocupa incluso, regresando a lo de la educación, que instituciones de educación superior avalen a algunas de estas charlatanerías y las incluyan en sus programas y actividades. Vaya, sabemos que pueden ser populares, ¡pero no la amuelen!

Ante el cuestionamiento de por qué hacen eso, una respuesta típica es la de que la ciencia, y en el caso particular la medicina, no lo sabe todo. En efecto, eso es verdad, no se sabe todo. Sin embargo, si continuamos con el análisis crítico, la ciencia y la medicina sí saben algo, y cada día se intenta aprender más. Muchas veces se ha tenido que cambiar lo que se sabía para mejorar, muchas veces se descubre algo completamente nuevo y resulta que ayuda a mejorar tratamientos o curar enfermedades. Pero lo que sucede con más frecuencia es que las ideas no funcionan, es decir, se realizan estudios para determinar si algo funciona o no y muchas veces se determina que no. La ciencia sí puede determinar si algo no funciona. Ese es su principal valor. Casi siempre, desde luego, no escuchamos de las cosas que no funcionaron. Nos enteramos de las que sí porque nos las recetan y nos salvan la vida.

Las veces que nos enteramos que algo no funciona es cuando alguien nos presenta una supuesta solución alternativa. Lo primero que se hace es determinar si funciona o no y cómo. Hay dos posibles resultados que son: no funciona o sí funciona. En caso de que no, por lo general aquellas personas que la propusieron se sienten ofendidas y arguyen que la ciencia y las farmacéuticas no quieren reconocer sus descubrimientos. En caso de que sí funcione, deja de ser medicina alternativa y se convierte en medicina.

¡Calma!, que no cunda el pánico

Hay una desesperación por el dinero. Todas las instituciones y todos los sectores necesitamos de recursos para funcionar. Las escuelas, las universidades, los hospitales, los gobiernos, las empresas, los hogares, todos. En el caso de la ciencia, que en nuestro país —y en la mayoría— se hace en las universidades, necesitamos también, como todos, dinero.

Hay varias maneras de obtener recursos para la ciencia. Una de ellas es que quienes hacen ciencia sometan proyectos ante instancias gubernamentales para que sean evaluados, revisados y concursados. Los proyectos seleccionados reciben el financiamiento solicitado y la investigación se lleva a cabo. Desde luego que, para que este esquema funcione, se requiere un mínimo de infraestructura pre-existente para que las investigaciones puedan incluso contemplarse —laboratorios, cubículos, electricidad, internet, bibliotecas, etcétera—. Eso, por lo general, forma parte de la infraestructura base presente en las universidades. En caso de que no, entonces la gestión de los proyectos tiene que ir más allá —y por ende se complica— y, por ejemplo, primero gestionar recursos para la construcción de un laboratorio o un edificio: espacios adecuados que servirán de marco para muchos proyectos futuros.

Y luego se puede complicar aún más. Supongamos que nos gustaría que en Colima existiera un centro de investigación

sobre astrofísica de nivel internacional. Un centro en el que laboren científicos del mayor nivel y con un potencial increíble para llevar a cabo los descubrimientos más sobresalientes del momento. ¿Es algo que se puede llevar a cabo? Sí, sí se puede. ¿En Colima? Sí, en Colima. ¿Lo podemos hacer en un año? No. ¿Dos? No. ¿Un sexenio? ¿un periodo rectoral? No, pero se puede. Puse el ejemplo de astrofísica, pero puede ser casi cualquier área —aunque dependiendo cuál, hay una gran variación en los recursos económicos que se necesitarían—.

En el afán por gestionar recursos se ha puesto de moda —¿necesidad?— que las instituciones estén al pendiente de cualquier posible fuente de financiamiento para tratar de obtener recursos. Si de repente, por ejemplo, una agencia financiadora a nivel nacional dice: “el país necesita más zapatos de piel y por lo tanto hemos decidido abrir un fondo especial para apoyar a través de proyectos a las personas y/o instituciones que hagan zapatos”, uno esperaría que las zapaterías y las personas que “sepan” hacer zapatos preparen proyectos y los propongan con la esperanza de obtener los fondos y poder contribuir. Me parece lógico pensar que alguien que no sepa nada sobre zapatos no meta una solicitud, o en todo caso, si cree que el financiamiento para zapatos durará muchos años, entonces hará un proyecto personal —o institucional— para “primero” aprender a realizar zapatos, y así poder competir. Pues no, no es así. La desesperación y la necesidad hace que muchas veces los que saben hacer corbatas metan proyectos para hacer zapatos. Lo hacen porque a veces pega y les “funciona”. El problema desde luego es que al final entregan zapatos de muy mala calidad —en el mejor de los casos—, pero muchas veces tampoco es un problema ya que no pasa nada o casi nada. Bueno en realidad sí: se pierde dinero, tiempo y muchas oportunidades. No lo crean, pero muchas instituciones tienen equipos encargados solo de eso, de ¡meter proyectos no importa de qué!

El argumento más común es: “es eso o es nada, no nos queda de otra.” Están equivocados. La gestión no debe basarse en conseguir recursos “a como dé lugar”, la gestión responsable y verdaderamente útil es la que convence y adapta a los entes financiadores para que los programas y los recursos sean diseñados y utilizados de manera inteligente y oportuna.

En el caso concreto de la ciencia, la gestión que sirve es aquella que indica, dirige y ayuda a construir los lineamientos que las dependencias gubernamentales encargadas de apoyarla utilizarán. No es fácil, no es trivial. La desesperación es genuina. La necesidad, más. Y, aun así, no podemos permitir que esa necesidad, esa desesperación nos haga llevar a cabo acciones que al final en realidad solo perjudiquen el desarrollo y la confianza de la sociedad. Y más cuando se trata de ciencia: ahí sí nos evidenciamos fácilmente. Ahí sí se notará que hicimos un mal trabajo de planeación, de diseño. Ahí sí será fácil constatar que no hubo ningún impacto, que todo fue, digamos, “una calentura”.

Una recomendación – no, más bien una súplica: si el gobierno federal –por ejemplo— anuncia que es muy importante para México el desarrollo de ciertas áreas científicas y tecnológicas y/o ciertas problemáticas –que casi siempre van a ser temas de moda en el momento— y que por lo tanto invita a que se propongan ideas y proyectos al respecto, y resulta que en tu lugar de trabajo, en tu Estado, en tu institución nadie es experto en esos temas, en esas áreas, si resulta que nunca a nadie se le había ocurrido desarrollarlas, que no era parte de tu plan de desarrollo y además tienes grupos muy destacados en otras áreas, por favor, de verdad, no tienes que inventar proyectos en el aire para quedar bien con nadie –hay otras maneras de hacer eso—. En serio, en lugar de ayudar haces mucho daño.

Impresiones y expectativas

Desde que llegué fue impresionante. No era la primera vez que me encontraba en un lugar así, pero sí la primera vez que lo veía con una expectativa muy particular. Estar en medio de toda esa infraestructura científica puede ser abrumadoramente inspirador. Al verlo, se entiende con claridad el porqué del desarrollo de esos países, en este caso, el de Japón.

Durante mi visita, hemos discutido los pasos a seguir en la creación del grupo colimense que se incorporará al KEK¹. Hasta ahora la discusión se había centrado en los aspectos generales a nivel administrativo. El director del Instituto de Estudios de Partículas y Nucleares del KEK visitó en dos ocasiones nuestra Universidad para preparar y firmar los convenios necesarios. Ahora era turno de visitar los diferentes grupos y valorar nuestra participación. Me he reunido con investigadores de todos los experimentos para compartir ideas y determinar intereses.

La mayoría de ellos no sabía de nuestras intenciones. Como dije antes, todo había sido manejado a nivel administrativo. Al enterarse de que estábamos ahí para considerar la creación de un nuevo grupo experimental, absolutamente todos los investigadores con los que he hablado —de diferentes áreas y enfocados en diferentes experimentos— se han mostrado interesa-

1 Organización para la Investigación en Física de Altas Energías con Aceleradores, Japón.

dos y sugieren que “los escojamos”.

Desde luego, han surgido infinidad de preguntas e inquietudes. ¿Quiénes formarán el grupo? ¿En qué podrán contribuir al experimento? ¿Cómo piensan conseguir recursos? ¿Dónde está Colima? ¿Por qué se fijaron en el KEK?

Las preguntas más relevantes, que por ende nos entretuvieron más tiempo, han sido las relacionadas con los recursos humanos y financieros. En el caso de Colima la idea es generar un grupo nuevo; adquirir recursos humanos nuevos que formen ese grupo y trabajen en el KEK. El mismo KEK participará en el proceso de selección de los candidatos. Cuando se les explicó esto (a los investigadores, las autoridades ya lo sabían) todos se entusiasmaron y se sorprendieron gratamente. Empezaron a preguntar que si era necesario que hablaran español, que fueran mexicanos, que si esto, que si el otro. Una vez que se enteraron de los detalles, vino el interés por Colima y México. ¿Cómo es Colima? ¿Dónde está? ¿Cómo es la Universidad? ¿Cuántos investigadores tiene? ¿En qué áreas? ¿Cuántos estudiantes? ¿Tienen laboratorios? ¿Cómo es la ciudad? ¿Es segura? ¿Cómo se viaja a Japón? ¿Hay vuelos directos?

Como podrán imaginar, se dieron conversaciones muy interesantes y de mucho detalle. Traté de explicar un poco sobre cómo son las universidades mexicanas y, en particular, el contexto de la Universidad de Colima. Intenté hacer una descripción del estado de Colima y sus municipios. Hablé de cómo se vive, un poco de su historia, de lo impactante de su geografía. La mayor parte del tiempo hablé, desde luego, de la Universidad y en particular de la Facultad de Ciencias. Hablé de cómo esa facultad ha funcionado en los últimos diez años y cómo ha generado un grupo de investigación muy fuerte a través de la incorporación de investigadores por medio de concursos internacionales abiertos. Hablé de las carreras de física y matemáticas y el enfoque que se les ha dado. Hablé de cómo un gran porcentaje de los egresados se encuentran realizando doctorados en universidades

extranjeras financiados por esas mismas instituciones. Aprovechando todo eso concluí comentándoles que precisamente ese desarrollo es el que había llevado a que propusiéramos la creación de un grupo experimental de primera, algo difícil de hacer sin infraestructura de primer nivel, en colaboración con un laboratorio como el KEK.

Para no cansarlos con demasiados detalles, comentaré solo un par de cosas que salieron en las conversaciones, que, de alguna manera, reflejan expectativas culturales de los dos lados. Por mi parte, una de mis preocupaciones consistía en asegurar que los procedimientos serían transparentes y basados en calidad académica. En cierta medida, yo suponía que ellos tendrían la idea de que en México generalmente no se hace así y repetí, de muchas maneras, que ello sería indispensable para nosotros. Insistí en que, precisamente por ello, nosotros buscamos que el mismo KEK estuviese involucrado en el proceso de contratación: eso lo legitimaría. En realidad, no estoy seguro de cuál haya sido la idea previa, en caso de haber existido, que ellos tuvieran sobre México y sus procesos académicos, pero con la confianza del *sake*, uno de ellos se animó a decirme: “me parece que no eres un mexicano típico”. No supe qué responder. No me gustó el comentario y al mismo tiempo, creo que sentí que lo entendía. El percibió la ambigüedad en mi reacción –

corporal, porque no pude decirle nada de inmediato— y se disculpó. Le dije que no se preocupara.

Otro ejemplo “simpático” consistió en mi descripción de Colima. Insistí varias veces en que es un lugar pequeño, geográfica y poblacionalmente, y que eso es bueno. Ante mi insistencia sobre el tema, uno de ellos me pregunta, con cierta preocupación, “pero, ¿qué tan pequeño es?” Le contesto que la capital, de manera conurbada con otro municipio, tiene alrededor de 300 mil habitantes, a lo que inmediatamente comentó, aseverando: “¡Ah!, entonces no es tan pequeña; con esa población seguro cuenta con buenas librerías”.

Frío, frío, ¡caliente!

La temperatura global del planeta y sus cambios recientes son actualmente tema de debate internacional. Mientras que las mediciones precisas y sistemáticas de la temperatura del planeta han empezado a registrarse hace poco tiempo —comparado con los procesos geológicos en juego— y que el análisis sistemático de los efectos humanos y no humanos que contribuyen a la evolución temporal de la temperatura del planeta no arrojan resultados definitivos, la situación se ha convertido en un tema político (cuasi-religioso en algunos casos) que influye, de manera importante, en muchas decisiones a nivel internacional y que repercuten ya en la economía mundial.

La politización del tema obviamente perturba y dificulta la transferencia de información. Más bien lo que existe es desinformación. Científicamente, el problema no está para nada resuelto (en ninguna dirección) y existe en este momento controversia, algo completamente normal en el ejercicio científico. Se puede decir que existen dos grupos principales: aquellos que están convencidos de la existencia de un calentamiento global debido a la actividad humana, y aquellos que están convencidos de que no existe tal situación. Como siempre en la ciencia, los estudios y resultados irán dando la pauta y eventualmente, ante la presencia de datos verificables y seguros (si es que se pueden obtener), se tendrá que abandonar el sentimiento o deseo de una

u otra solución y se aceptará la correcta. De eso se trata la ciencia, de aceptar los resultados obtenidos a pesar de que vayan en contra de lo que uno esperaba inicialmente.

En este tenor, es interesante ver que ha ido creciendo, de manera importante, el número de científicos disidentes del grupo original que postuló que la actividad humana contribuye significativamente al calentamiento global y que la situación era tan mala que la vida en el planeta estaba en riesgo. Ahora, muchos de ellos han reconsiderado su posición, sobre todo en el sentido de la alarma inminente.

Entre los argumentos típicos —tipo chisme de mercado— que se escuchan acerca de los científicos y sus posturas se encuentran argumentos como que las empresas tienen comprados a todos los que dicen que no hay calentamiento global, o que los que dicen que sí hay calentamiento global están aprovechando la moda y el temor en la gente para obtener recursos fácilmente, etc. Estos argumentos no nos interesan. Nos interesa saber qué argumentos científicos, cuantitativos, reales, se utilizan.

Por lo pronto y para arrancar motores, les comparto algo de información que les puede servir de guía inicial: Primero, hasta el momento no existe suficiente información recabada —datos registrados sobre suficiente tiempo— para poder tener una respuesta decisiva. La gran mayoría de los datos registrados corresponden precisamente a la época (geológica) en la que los humanos hemos estado produciendo cantidades significativas de gases. Por otro lado, los geólogos están tratando de obtener información cada vez más precisa acerca de los cambios climáticos en épocas anteriores.

Otro aspecto importante es que, en este momento, el tema se ha convertido en un banderín político, con lo que ello conlleva. Eso me preocupa y me molesta. Es importante que se les informe a las personas de los posibles riesgos del calentamiento global, es también importante que se les informe sobre “la posibilidad” de que las actividades humanas estén íntimamente

relacionadas con el calentamiento global, y es muy importante que también se les informe a las personas que se debe seguir investigando para entender a fondo el proceso. Se debe decir a las personas que aún no se sabe a ciencia cierta cuál es la situación.

Algunas pistas que podemos tener para identificar cuándo nos están hablando del tema con intenciones poco fundamentadas en la ciencia, consiste en comentarios como el de que “los tornados —sobre todo cuando por ahí hubo uno muy fuerte y que produjo muchos daños— ahora son más peligrosos y más frecuentes debido al calentamiento global” —y obviamente cualquier frase similar con algún otro fenómeno natural sustituyendo la palabra tornado—, o que “el nivel de los mares hará que se inunden ciudades enteras en 10 años”, o cualquier comentario que involucre “alarma”. Si tratan de “alarmarle”, dude. En el momento que un grupo —de poder o de querer poder— dicte de manera absoluta alguna postura, estará mintiendo. Se debe reconocer que aún no sabemos la respuesta a esta importante situación.

Claro está —pero de todas maneras lo digo, ¡no vaya a ser que luego digan que me quiero acabar yo solito el planeta!— que esto no significa que no sea prudente y conveniente, para los seres humanos, reconsiderar la forma en que estamos consumiendo los recursos naturales. Aun si no existiera el calentamiento global, es bastante evidente que podemos mejorar de manera importante la forma en que utilizamos los recursos y la forma en que desechamos los restos. No necesitamos que haya catástrofes para entender que podemos ser más eficientes y organizados. Creo que es mucho mejor educar e informar honestamente, aunque cueste más tiempo y trabajo, que asustar. Porque, aunque el miedo no ande en burro, al final, si no nos inundamos en 10 años, será más difícil después convencer a la sociedad de que existen riesgos y de que no fue nuestra intención engañar. Informemos, eduquemos, no mintamos.

Higgsmanía

Estamos en época de premios Nobel. Obviamente, para la comunidad intelectual mexicana (y gran parte de la latinoamericana, creo) los que más se comentan y aprecian son los de literatura, paz y quizás, aunque menos, el de economía. Yo creo que ello se debe, entre otras cosas, a que son prácticamente los únicos en los que se “siente” que tenemos oportunidad de ganar, sobre todo los dos primeros. En fin, que estamos en época de anuncios y que se ha anunciado uno de los premios Nobel más esperados de la historia: el Premio Nobel de Física por la predicción del Higgs —¡esperó como 40 años!—.

Así es, el Premio Nobel de Física se anunció y fue otorgado a dos de las personas que predijeron la existencia de la partícula llamada Higgs, de la cual ya hemos discutido en este espacio y probablemente lo hagamos de nuevo en un futuro cercano. No se lo dieron a los que la descubrieron, al menos no este año. Se lo otorgaron a los que lo predijeron (bueno a dos de los que viven): Francois Englert y Peter Higgs.

Claro que quienes de alguna manera tenemos relación con el campo de la física, especialmente quienes nos dedicamos a la física de partículas, estamos muy alegres y nos sentimos felices de este acontecimiento. Es más, ya en plan necio, hasta nos sentimos parte del premio. De hecho, el haber estado trabajando durante décadas en problemas relacionados con la partícula

de Higgs, como que le da un sabor especial. Por un lado, hay quienes, utilizando las ideas relacionadas con el Higgs, hemos ido más allá, haciendo múltiples predicciones que están aún por verificarse —o en su defecto, descartarse—. Por otra parte, imaginen el beneplácito de las personas que estuvieron involucradas en la detección y confirmación de su existencia, cosa que sucedió en el Gran Colisionador de Hadrones o LHC, por sus siglas en inglés. En ese colisionador han trabajado miles de personas: desde las que lo diseñaron y construyeron —colisionador y/o detectores—, hasta las que participaron en la búsqueda específica de la partícula de Higgs. Existen también muchas otras personas buscando cosas nuevas que estamos esperando con ansia. Independientemente de quienes hayan trabajado específicamente en encontrar al Higgs, todas ellas se encuentran contentas y orgullosas de lo que ese laboratorio y colisionador han demostrado ser capaces de hacer.

En ese intenso momento de emociones, a veces suceden algunas cosas raras, especialmente cuando tenemos una inmensa necesidad de comunicar de manera rápida e impactante, a veces incluso sacrificando veracidad y prudencia. Así pues, en los días (horas) posteriores al anuncio, fue común ver en la prensa mexicana entrevistas realizadas a algunos colegas nacionales en donde, fuera de contexto, se les atribuía el decir que el premio tenía parte para los mexicanos, ya que también hubo mexicanos involucrados en el descubrimiento del Higgs: ¡Por fin un Nobel de física para México! —aunque sea un pedacito *chiquitito*, ¿no? Ándenle, no sean gachos—. Ahora que ha pasado un tiempo y que creo que el calor de la noticia se ha diluido un poco, me atrevo a hacer algunas precisiones.

Primero: el premio, como dije arriba, no fue otorgado a las personas que descubrieron el Higgs. El premio se otorgó a las personas —dos de ellas— que matemáticamente, utilizando teorías físicas bien establecidas y verificables, predijeron su existencia —así deben ser las teorías en la física, no son simple-

mente una idea de alguien; tienen que hacer predicciones verificables—. Segundo: el premio lo podemos considerar parte de toda la humanidad, no solo de un país o un estado o del barrio en donde nació la persona galardonada. El premio fue otorgado a la predicción, pero sí gracias a que se ha confirmado su veracidad: ¡el Higgs existe! Por ende, ha pasado a formar parte del bellísimo patrimonio humano de conocimiento que hemos logrado generar. Así que festejen todos, no importa de dónde sean. Tercero: en el descubrimiento del Higgs, efectivamente, participaron algunos científicos mexicanos. ¿Quiénes son? Existen dos detectores en el LHC que participaron en el descubrimiento; se llaman CMS (Compact Muon Solenoid) y ATLAS (Aparato Toroidal del LHC). Los mexicanos que participaron directamente en la búsqueda del Higgs son —hay otros participando en otras cosas—: Jacobo Konisberg del CMS, quien trabaja en la Universidad de Florida; José Feliciano también en el CMS; y trabajando en el CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear), Luis Flores Castillo de ATLAS trabajando en la Universidad de Wisconsin, Elizabeth Castañeda de ATLAS y de las universidades de Wisconsin y Johannesburg e Isabel Pedraza, quien un tiempo estuvo en ATLAS y en la Universidad de Wisconsin y más recientemente en CMS, trabajando en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

A todos ellos, una felicitación muy fuerte. Orgullosos debemos estar todos de que hayan logrado contribuir a este descubrimiento tan trascendente para el conocimiento humano.

No es lo mismo, pero es igual

Hace unos años me invitaron a dar un curso en la Universidad de Hue en Vietnam. Poco antes de mi visita, el gobierno y autoridades educativas de ese país, en un intento por mejorar el nivel de sus universidades e investigación científica, pidieron a un grupo de científicos vietnamitas distribuidos por el mundo, que ayudaran a realizar un plan de desarrollo. Una de las acciones que resultó de ese ejercicio consistió en implementar los sistemas de educación superior en las áreas científicas que emplean algunas —buenas— universidades de los Estados Unidos de América. En particular, para el área de física, se determinó que la Universidad de Hue implementara, de manera idéntica, el programa de la Universidad de Virginia. El siguiente paso consistió en que investigadores visitantes fueran a impartir los cursos con el nivel adecuado y apoyar en la formación de los nuevos docentes e investigadores.

Estando ya en Hue y platicando, acompañados de tequila (eso sí, después de haber disfrutado unos tamales de arroz con camarón frito, chicharrón y no sé qué más, ah, y envueltos en hojas de plátano), empezamos a comentar sobre la situación de los estudiantes y de la vida académica en Vietnam. Esta conversación fue sostenida por el colega de la Universidad de Virginia que me invitó a participar y que se llama Pham Quang Hung, a quien nos referimos como PQ, y su servilleta. La charla salió

más o menos así:

PQ: Fíjate que parte del problema es la mentalidad de los vietnamitas.

Fefo: má, igual que en México.

PQ: Tienen problema para llevar las cosas “hasta el final”. Si se decide (consensa) que se va a llevar a cabo un proyecto en una dirección, en lugar de que todo mundo se enfoque y empuje en esa dirección, siempre hay un grupo de personas que “como que la piensan” y quieren siempre estar “seguros”. Como resultado, nunca hay un verdadero consenso y se “jala” en muchas direcciones, sin llegar a ningún lado.

Fefo: Má, igual que en México.

PQ: Por ejemplo, el otro día un cuate me hizo enojar. Estamos con este proyecto que consiste en formar a los estudiantes y prepararlos para que se vayan a hacer el doctorado en Estados Unidos. El sistema de la licenciatura se cambió completamente para que fuera idéntico al de la Universidad de Virginia y así hacer más fácil la transición. Obviamente, dentro del programa está incluida una fuerte orientación hacia el TOEFL y el GRE — los exámenes de inglés y de admisión de las escuelas gringas— para tratar de irlos preparando. El cuate que me molestó se puso a decirles a los estudiantes que si no pasaban el TOEFL no había mucho problema, porque en los posgrados en Japón no lo piden. ¿Te das cuenta? estamos haciendo esto de venir y dar los cursos y cambiar los programas con un fin bien definido. Estamos exigiendo más a los estudiantes y por lo tanto, necesitamos empujarlos y forzarlos, y sale este tipo con que no se apuren que al cabo si no pasan ¡se pueden ir a otro lado ¡¡¡ah!!! —sorbos rápidos de tequila—.

Fefo: má, igual que en México.

PQ: —ya con la “confianza” que da el agave horneado y destilado— y luego es muy complicado hacer comentarios a los profes locales sobre el nivel de preparación. En cuanto se sugiere este tema, inmediatamente asumen que tu interés es simplemen-

te decirles que son inferiores a ti. No es para nada factible que, si comentas algo sobre la falta de nivel o sobre la falta de exigencia, sea simplemente porque quieras que los estudiantes tengan una mejor educación y más oportunidades. No, ¡por supuesto que no! Lo que seguramente quieres es un club de superdotados y de personas desagradables que su único entretenimiento sea el de sentirse superior a los demás.

Fefo: Má, igual que en México.

PQ: Otra cosa que me fastidia mucho es que los pocos jóvenes que se han ido produciendo —antes de este programa— inmediatamente son puestos a dar clases. Les dan un montón de clases y no los dejan trabajar en sus tesis de posgrado. ¿Tú crees? los años más prolíficos e importantes en la formación de los científicos y los tienen acorralados y les dicen —mienten— que no es tan importante irse a estudiar o trabajar a otros lados. Ninguno de los jóvenes en el departamento está realizando investigación. ¡Vaya desperdicio!

Fefo: Má, igual que en México.

PQ: y luego los que milagrosamente intentan seguir con algo de investigación, lo hacen en temas viejísimos que a nadie le interesan.

Fefo: má, igual que en México.

PQ: —ahora si ya bien “alegres” — Por eso es que decidí entrarle a este programa. Tengo esperanzas en que ayude a cambiar las cosas. Sé que no sucederá de inmediato, pero si se lleva a cabo como lo hemos planeado, creo que puede funcionar.

Fefo: má, igguuuual qqqqque en Mééexico.

PQ: ¿Tons es lo mismo en México? ¿Es lo miiiissmo?

Fefo.: No claaaro que no, ¿cómo cresss? tranqqquilllllo!, no es lo mismo, ... pero es igual.

Instituto Heisenberg

Hace poco más de dieciocho años, en algunas líneas telefónicas entre Boston y Princeton, nació el Instituto Heisenberg. Ricardo Sáenz Casas y un servidor ideábamos su creación y funcionamiento para instalarlo formalmente en Colima. La cosa era que estábamos por venir a trabajar a la Universidad de Colima, en los recién creados programas de las licenciaturas en física y matemáticas, programas que por cierto fueron creados mediante una triangulación Colima–Boston–Princeton, y discutíamos qué hacer para dar a conocer a jóvenes colimenses no solo las nuevas carreras, sino también lo que significaban. No eran carreras tradicionales ni comunes, eran más bien formas de vida y era importante explicarlo y motivarlo. Los programas fueron diseñados con un objetivo muy claro y preciso: formar y preparar a estudiantes con los requisitos necesarios para poder, inmediatamente después de terminar su licenciatura, iniciar sus doctorados en alguna universidad del extranjero, con becas y sueldos pagados por esas universidades.

El problema: explicar y convencer a jóvenes con talento de que, si lo desean, pueden dedicarse a la ciencia y contribuir al conocimiento humano. Convencerles de que, si se dedican por completo y se entregan totalmente al trabajo, es posible estudiar sus doctorados y formarse como científicos en las mejores universidades del mundo y además pagados por esas mismas uni-

versidades. Que no importa ni de dónde son, ni cuánto dinero tienen, ni a quién conocen. Solo necesitan poner todo su esfuerzo y con eso existe la posibilidad de lograrlo. Que no será fácil, pero tampoco imposible.

El reto: que nos crean. Cómo convencer a una persona de 17 años —y peor, a sus padres— que quizá nunca ha pensado en salir de su ciudad para estudiar y mucho menos en dedicarse a la ciencia, algo que además ha estado siempre alejado de su entorno. Cómo hacerle para platicarles y decirles que en cuatro o cinco años podrían estar viviendo en Boston —por ejemplo— y estudiando en las mejores universidades del mundo, hablando inglés y además recibiendo un sueldo. Cómo hacerlo, además, sin sonar ridículo o exagerado.

La idea —modesta—: reclutar a un grupo de estudiantes de bachillerato y explicarles en qué consiste el quehacer científico. Reunirles con personas que ya se dedican a la ciencia para que convivan con ellas y que puedan preguntarles cómo es su vida, su trabajo, su experiencia. Enseñarles también un poco de matemáticas y de física con una perspectiva moderna, atractiva y diferente a lo que han visto en sus escuelas. Mostrarles que la actividad científica está llena de pasión y experiencias únicas y que, si tienen la vocación e interés, pueden tener una vida intensa y muy gratificante.

Pensamos por un momento qué nombre le daríamos al programa y decidimos nombrarlo Instituto Heisenberg como un modesto homenaje al físico alemán Werner Heisenberg. Lo escogimos por dos razones: la primera es que fue uno de los creadores de la mecánica cuántica, que ha revolucionado completamente la vida de todos los seres humanos, y la segunda es que lo hizo cuando tenía veinte años. Una de las ideas que deseábamos transmitir era la de que la ciencia puede ser hecha por cualquiera, en particular por personas jóvenes. Además, para que Heisenberg no se lleve todo el crédito, cada generación del instituto lleva asociada el nombre de un científico destacado, alternan-

do física y matemáticas. Así, las diferentes generaciones han estado dedicadas a (comenzando en 2003): Werner Heisenberg, Henri Poincaré, Albert Einstein, David Hilbert, Ludwig Boltzmann, Leonhard Euler, Galileo Galilei, Bernhard Riemann, Enrico Fermi, Évariste Galois, Niels Bohr, Hermann Minkowski, Marie Curie, Emmy Noether, Lev Landau, Felix Hausdorff y Stephen Hawking.

La continuidad del esfuerzo durante estos dieciocho años es testimonio de su gran éxito. Cientos de estudiantes han pasado por el instituto y han desarrollado un cariño por la ciencia que han llevado a donde han ido, independientemente de las carreras y actividades que eligieron y siguen realizando. Las generaciones de estudiantes de las licenciaturas de física y matemáticas siempre cuentan con personas egresadas del instituto y actualmente ya tenemos colegas que iniciaron su camino científico en el Instituto Heisenberg y que se encuentran contribuyendo a este maravilloso esfuerzo humano en varias partes del mundo.

No sé

Una de las cosas más útiles de la ciencia y el conocimiento científico es que nos permite decir “no sé”. Es difícil, pero afortunadamente podemos. Otra cosa muy útil y poderosa de la ciencia es que, aparte de proveernos de conocimientos específicos, lo cual hace con mucho éxito, nos permite saber cuándo algo es sospechoso, probablemente equivocado o totalmente descabellado, y eso es bueno.

Es bueno porque nos ayuda a avanzar. Declarar ignorancia es un ingrediente básico del avance científico que permite, entre otras cosas, valorar de manera importante cuando sí se sabe algo. Es por eso que a veces puede resultar difícil convencer a un científico de algo que no esté bien fundamentado. Cuestionamos —o debemos de cuestionar— prácticamente todo, porque sabemos que para que algo quede verificado y determinado con certeza, se requiere de un proceso bastante riguroso. Cuando decimos que se tiene un conocimiento, es porque hemos intentado por todos los medios disponibles, demostrar que no es cierto. Buscamos todas las posibles maneras de contradecir ese conocimiento y no nos quedamos tranquilos hasta que varios grupos independientes llegan a las mismas conclusiones —claro que en el inter hay bandos encontrados, emociones, chismes, insultos, etc.—. Proceso que puede tardar mucho y que requerimos por varias razones: una de ellas, el simple hecho de que, por lo ge-

neral, los seres humanos tendemos a equivocarnos y nos engañamos a nosotros mismos con extrema facilidad. Tuvimos que diseñar mecanismos precisos que nos permitieran asegurarnos de que lo que observamos y verificamos es efectivamente lo que sucede. Encontrar “verdades” es difícil, si no ya las tendríamos.

Sin embargo, fuera del ámbito científico, no es común que aceptemos decir, y menos que nos digan: “no sé”. Si un maestro contesta a la pregunta de su estudiante con un “no sé”, se percibe, por el estudiante y por el mismo maestro, como algo negativo. Al parecer es preferible que invente una respuesta incompleta o completamente llena de rodeos insustanciales. Todo —lo que sea— antes que decir: “no sé”. Otro ejemplo clásico es cuando vamos al médico, si nos dice “no sé”, probablemente pensemos que es un mal médico y que no valió la pena la visita —ni el costo de la consulta, si es el caso—. Por alguna razón, preferimos que nos mientan.

En la ciencia, reconocer que no se sabe algo es el primer paso; sin ello es imposible avanzar. El siguiente paso consiste en proponer soluciones y respuestas que puedan ser verificadas y sustentadas. No se trata de que, por no saber algo, cualquier posible explicación sea válida —eso sería absurdo o tonto, por decirlo de manera coloquial—. Este es un concepto importante. Después de decir —y por lo tanto reconocer— “no sé”, se empieza a discutir, proponer, investigar, jugar; en otras palabras, se empieza a disfrutar del proceso de pensamiento y exploración. El encontrar una respuesta y/o descubrir algo nuevo no es frío ni aburrido y no limita nuestra imaginación, al contrario, abre nuevos caminos y potencia nuestra creatividad. El conocimiento adquirido es útil e importante, pero también el proceso de búsqueda, que inicia con decir “no sé”, es sabroso, muy sabroso.

Invito a quienes hayan llegado hasta este renglón, sobre todo si son docentes —de cualquier nivel—, a que practiquen este sencillo principio. Ante una pregunta de la cual no sepan la respuesta, cosa que es completamente normal —no tienen por qué

saber todo—, digan simplemente “no sé”. Luego, después de ver las reacciones de sus estudiantes —o de quien les haya preguntado—, invítenles a pensar sobre posibles respuestas. Contrástenlas, discútanlas, destrócenlas. No tiene absolutamente nada de malo destrozar una idea, una respuesta. No tiene nada de malo decirle a alguien, con quien se discute honestamente y con quien estamos compartiendo el interés genuino de búsqueda: “no, lo que dices es incorrecto”. Para eso existe el conocimiento y solo así se avanza. La idea o respuesta no es lo importante. Lo importante es tratar de llegar a satisfacer la duda de manera veraz y si no se puede, no pasa nada, nos quedamos con la duda y seguiremos pensando en ella. Es mejor seguir dudando toda la vida que quedarnos con una “verdad” que sea mentira. Investiguen en todos los medios que tengan a su disposición. Dependiendo del tema, si está a su alcance, busquen personas expertas en el área para corroborar sus conclusiones y discutir con ellas. Si no los quieren escuchar, busquen otras e ignoren a las primeras —ellas se lo pierden—. En otras palabras, disfruten y aprendan dudando y reconociendo lo bello de la ignorancia. Sólo así podrán apreciar lo maravilloso del conocimiento que hemos logrado adquirir, que es poco, pero bellísimo.

Patentes

Hay una cualidad de los países en desarrollo, o más bien, de algunas de las personas que dirigen esos países, que consiste en lo siguiente: ante la incesante demanda de soluciones y recursos por parte de los diferentes sectores, esas personas diseñan estrategias que ahuyentan o cuando menos tranquilizan al mayor número de demandantes. Entre más insistentes y bien fundamentadas sean las demandas, la estrategia invariablemente desemboca en, de alguna manera, culpar a los mismos demandantes de su situación. Es en verdad un arte.

Quiero concretar. Escojamos a uno de esos países en desarrollo y llamémoslo, solo como ejemplo, México. Ahora escojamos un sector de los “pediches” al azar ¡ciencia! Muy bien, ya tenemos los actores. Ahora va una común y breve conversación entre los “pediches” y los demandados:

Pediches: “Es necesario y muy importante que se designen recursos para la investigación científica. Es indispensable que las ciencias básicas se consoliden y que incremente la presencia de la cultura científica en el país.”

Demandados: “¿Cuánto quieren?”

Pediches: “Los países desarrollados invierten en ciencia y tecnología, al menos (al menitititos) el 1% de su PIB”.

Demandados: “Sí, pero esos son los desarrollados”.

Pediches: “Sí, por eso nosotros deberíamos invertir aún más”.

Los demandados no dicen nada, porque no pueden hablar de la risa.

Pediches: “Si no se invierte en ciencia nunca saldremos del gran atraso en el que nos encontramos. Con ciencia se incentiva la economía, mejora la educación, se ataca la pobreza. Es un plan a largo plazo, pero se puede.....”.

Demandados: “Sí, sí, está bien, pero a ver, si ya se les han dado dinero en el pasado díganme qué han logrado. ¿Cuántas cosas útiles han hecho? Dicen que otros dan mucho dinero, bien, pero allá sí producen tecnología y cosas verdaderamente útiles a la sociedad. Ellos no andan con abstracciones que no sirven *pa’nada*. Mejor pónganse a trabajar y háganle como esos lugares. A ver ¿cuántas patentes han producido?”.

Pediches: “¿Sabe usted qué es una patente? ¿Sabe usted qué es ciencia? ¿Sabe usted cómo es que la ciencia puede llegar a ser útil a la sociedad?...”.

Para este momento, los pediches ya están hablando solos. El “argumento” del demandado fue decisivo, certero y maravilloso. No producimos por flojos, por querer estudiar puras cosas inservibles y porque somos muy cómodos. Cuando decidamos resolver problemas “verdaderamente importantes” para la sociedad, entonces es cuando veremos la luz.

Este tipo de “encuentros” son muy comunes. Me gustaría ahora compartir un poco de información que creo nos puede ayudar a entender dónde falla el maravilloso “argumento.” Voy a comparar datos —obtenidos de reportes del Banco Mundial— entre dos países, uno desarrollado tecnológicamente y otro como el nuestro. Es más, con el nuestro.

Querida lectora, estimado lector, estoy casi seguro de que estarán de acuerdo conmigo en que Japón es considerado un país desarrollado tecnológicamente. Es un país que produce una gran cantidad de tecnología que influye en la vida de muchas

personas alrededor del mundo. Bien, permítanme escoger a Japón y hacer una comparación con México en términos de sus científicos y lo que hacen, para dar validez al maravilloso argumento de —algunos— de nuestros demandados. Aquí va:

La población de Japón es de alrededor de 130 millones personas, mientras que en México somos como 120 millones. Japón tiene 5,158 científicos por millón de habitantes. México 386. El porcentaje de científicos dedicados a la ciencia básica —es decir, al estudio sistemático de la naturaleza y no enfocado a resolver problemas “prácticos”— en Japón es de 24%; en México cercano al 10%. La inversión pública en ciencia y tecnología: Japón 3.4% de su producto interno bruto (PIB), México 0.43% de su PIB. Un dato muy interesante y en mi opinión revelador es el siguiente: del recurso destinado a ciencia y tecnología, el porcentaje de la inversión dedicada a ciencia básica en Japón corresponde al 78%; en México es 69%. El número de patentes producidas al año (2013): Japón 330,000 y México 15,000, de las cuales en Japón 290,000 son de alta tecnología, mientras que solo 1,300 en México corresponden a ese rubro.

Como podemos ver, Japón no solo invierte más dinero en ciencia y tecnología, sino que invierte más —pero mucho más— que nosotros en ciencia básica. De hecho, 65% del dinero invertido en ciencia básica lo invierte en experimentación, es decir, en proyectos diseñados para entender la naturaleza que no tienen, a priori, ninguna intención de obtener algo aplicable, es más, en algunos de esos experimentos no saben qué encontrarán. Ese es uno de los ingredientes de la ciencia: buscar y encontrar lo inesperado. Luego resulta que, al conocer la naturaleza, salen cosas aplicables.

¿Cómo le hacen entonces los japoneses para ser potencia tecnológica y de patentes? Ah, muy interesante, el gobierno apoya ciencia y tecnología, fortaleciendo las bases y el sector privado investiga e invierte en la aplicación del conocimiento. Así, salen las buenas y numerosas patentes.

Poco propositivo

No sé qué escribir. He intentado buscar ideas interesantes para compartir con ustedes y aun cuando hay muchas y bonitas, no he podido concretar nada. Me siento un poco desanimado. No, desanimado no es la palabra correcta, estoy más bien preocupado, algo deprimido y en ocasiones podría decir que molesto.

Me molesta, me preocupa y me asusta la situación que vivimos en el país. Hay una evidente y fuerte descomposición social y política —no pueden estar separadas— que nos tiene al borde de la locura. Suceden cosas que creería solo poder encontrar en cuentos —y malitos— y parece que no nos damos cuenta, o que no nos importa, o que es de lo más normal. Luego, cuando todo parece indicar que ya se llegó al fondo, y que, por lo tanto, la situación ya no puede empeorar, la “creatividad” y el surrealismo de este país florecen para mostrarme lo equivocado e ingenuo que soy.

Creo firmemente que la solución a todos los problemas sociales que tenemos radica de manera fundamental en la educación. Digo que lo creo, porque no lo puedo demostrar. Si mi creencia es acertada, debe ser claro que ello implica que la solución no es para nosotros, es decir, es para el futuro. A nosotros nos tocó lo que tenemos —de acuerdo a mi creencia, producto fundamentalmente de una pésima educación durante dé-

cadras ya— y no podremos cambiarlo para disfrutarlo nosotros mismos. Ese es, desgraciadamente, uno de los ingredientes más importantes para que, de alguna manera, muchos no hagamos nada al respecto. Es difícil sacrificar y trabajar para obtener resultados que no veremos, más cuando tenemos desconfianza y nos sentimos vulnerables. Creo que a veces preferimos engañarnos y pensar que hay soluciones que tendrán efectos inmediatos, generales y contundentes. No las hay. Creo también que eso precisamente es lo que hemos estado haciendo en las últimas décadas en nuestro país, llegando a un claro resultado: el presente.

Me preocupa ver que hoy sigamos sin tener planes diseñados con una visión a largo plazo e incorporando además pasos pequeños, dirigidos, sólidos, basados en el presente y evaluables. Planes de gran envergadura, pero ubicados en la realidad. Planes con la flexibilidad adecuada para ir corrigiendo el rumbo, basándose en evaluación y seguimiento, y al mismo tiempo con un rigor y entusiasmo que garanticen el avance. Planes que nos hagan creer en nuestro país, en nosotros mismos. Estrategias y proyectos que nos hagan partícipes y constructores del futuro. Planes y estrategias en las que nosotros seamos - y nos sintamos - indispensables. Planes incluyentes que contemplen las necesidades de todos los grupos, diseñando programas para los diferentes grupos y que todos, pero todos, desde los más vulnerables hasta los más destacados y de alto rendimiento, potencien sus habilidades y entusiasmos. Planes basados en la idea de que somos una gran nación y no somos inferiores ni incapaces. Aprendiendo y aprovechando lo generado por los demás, pero sin someternos a los demás. Pero no, pareciera que lo único que somos capaces de diseñar y vender son ideas enfocadas a tratar de obtener “resultados” visibles e inmediatos —si son fotografiables mejor—, independientemente de si son certeros o eficientes. Me preocupa y mucho.

Me preocupa en parte porque en ese ambiente es difícil contribuir. Es difícil que se tome en cuenta, por ejemplo, a la

ciencia, y eso es muy peligroso. ¿Por qué es difícil tomarla en cuenta? Porque los resultados obtenidos por la ciencia no siempre van de acuerdo con lo que nos gustaría escuchar, más bien al contrario. Cuando los gobiernos y grupos de poder tienen en mente estrategias y conceptos de desarrollo, no les es placentero que haya argumentos que muestren alternativas más eficientes o que evidencien debilidades en sus proyectos. El “problema” de la ciencia es que los resultados que obtiene no pueden ser moldeados ni adaptados a los intereses personales o de grupo. En sistemas en que los tomadores de decisiones están acostumbrados a que su palabra sea suficiente para demostrar cualquier verdad, la ciencia no puede ser una aliada y resulta más bien medio “molesta”. ¿Por qué es peligroso que no se tome en cuenta? Precisamente, porque al no hacerlo es muy fácil terminar en una situación como la que tenemos en el presente.

Se supone que mi intención es utilizar este espacio para hablar de cosas interesantes sobre ciencia. Si se preguntan “¿qué le pasó a este tipo?, ¿por qué se pone a hablar de estas cosas?, ¿qué no tenía que decir algo sobre ciencia?”, no me queda más que darles toda la razón y pedirles me disculpen. Hoy no pude. No me salió nada, me falló la inspiración. Por otra parte, sentí la necesidad de sacar estos malestares y aprovechándome de su generosidad, decidí compartir esto. Pido disculpas porque no sirve de nada —a ustedes— que deje mis quejas y berrinches así nomás, sin propuestas, sin ideas de cómo resolverlas. Hoy no pude. Prometo intentar no repetir este bochornoso episodio.

A propósito

A propósito de lo que hay y de lo que viene, y motivado por los resultados de la convocatoria de ciencia básica del CONACYT —pésimos, a nivel nacional—, comparto con ustedes este recordatorio.

Permítanme empezar sin rodeos, sin tapujos: la ciencia básica es lo más importante de la ciencia. ¿Qué es la ciencia básica? Es la actividad científica que explora lo desconocido, en cualquier área. Su propósito es aprender más sobre la naturaleza, en todas sus manifestaciones.

La ciencia, decimos con mucha insistencia, es lo que permite que vivamos mejor. Los países que la apoyan y nutren son aquellos que luego prosperan económicamente. Y es verdad. También es verdad que la básica, al ser tan “abierta”, tan aparentemente desinteresada de los problemas “cotidianos” de los humanos, siempre tiene que ser defendida y justificada, incluso en los países donde la ciencia es algo común. Para quienes no participan de la ciencia como una profesión —a veces incluso para algunos que sí—, la ciencia básica es en ocasiones considerada como inútil o, con palabras más suaves —hipócritas—, como el estudio de caprichos personales. Quienes hacen ciencia, por lo tanto, deben defender su situación y recordarles a las personas que no, que no es así, que la ciencia básica es la que ha permitido que estén vivos, saludables, sin hambre y fuera de la barbarie.

Luego, en los países donde el apoyo ha sido constante, lo recuerdan y otorgan el financiamiento requerido.

En países como el nuestro la situación es más compleja. Para empezar, el recurso total destinado a ciencia es bajo. De eso, el porcentaje para básica es bajo/medio, aunque en realidad irrelevante ya que, aunque le destinaran 100%, ¡no sería suficiente! —claro, para ser competitivos—. Pero ese no es el mayor de nuestros problemas. Desgraciadamente, nos entró la “calentura” —no encuentro otra descripción que pueda escribir aquí— de que hay que investigar cosas que “sirvan y que generen patentes”.

A ver, con calma. Sí, es absolutamente importante llegar a tener un sistema científico y tecnológico que derive en una infraestructura nacional generadora de tecnología, en todos los sectores, que nos identifique como una nación moderna, organizada y próspera. Aclarado el punto, el problema es que no lo podemos hacer por decreto y sin una ciencia básica de “primer nivel”. En esto, desgraciadamente, no hay atajos.

Me preocupa mucho que el CONACYT, la instancia pública encargada de la ciencia y la tecnología en nuestro país, haya caído en esta peligrosa confusión. Sé que hay personas de ciencia de buen nivel en puestos claves del CONACYT y me preocupa que aún con ello, se caiga en un juego de complacer y seguir lineamientos que tienen un carácter más bien político que de sustento. Me explico: desde hace varios años el CONACYT ha estado sacando convocatorias que suenan bonito, pero que se alejan y diluyen el apoyo real a la investigación. Becas para posgrados en áreas que no tienen que ver con CyT —necesarias, pero que no deben de salir del presupuesto (pobre) dedicado a CyT—, convocatorias enfocadas a las empresas con la supuesta intención de “ayudar” a que la iniciativa privada decida invertir en investigación, pero que en su mayoría solo terminan desperdiciando el recurso —en el mejor de los casos—, convocatorias con títulos y temas que formen parte del discurso en boga, etc. Luego, por otra parte, las convocatorias que estarían dedicadas a la ciencia

básica son cada vez más descuidadas. De hecho, su situación es tan claramente empantanada que evidencia una intensión por desaparecerlas; “reestructurarlas” dirían quizá las mentes detrás, pero no nos engañan.

No pretendo morder la mano que me da de comer. No. Yo soy usuario y beneficiario del CONACYT. Participo en convocatorias y recibo recursos. Claro que no me hace un favor, para eso es y me someto, como todos mis colegas, a evaluaciones y revisiones. No todo es malo; sin el CONACYT no habría lo poco que hay. Sin embargo, debo mantener una posición crítica y propositiva ya que veo, con preocupación, que el rumbo está siendo acotado por intereses alejados y confusos, que no toman en cuenta el ámbito científico bien conocido y sin atajos.

No nos confundamos y recordemos que “básico” no significa otra cosa más que “indispensable”. Recordemos también que para tener impacto social se necesita calidad y sustento, lo demás cae solito.

¿Qué es un postdoctorado?

Nos encantan los títulos. Si no son nobiliarios no importa, para eso tenemos los académicos. ¿Cuántas veces no ha pasado algo como lo siguiente?: El Dr. Fulano de Tal va caminando por un campus universitario y un “simple” estudiante le dice: “Hola Fulano, ¿cómo estás?”. Fulano mientras tanto, con cara de ofendido, responde: “Dr. De Tal, que mi trabajo me costó”. Estoy seguro que la mayoría de los lectores que hayan tenido la oportunidad de estudiar y/o trabajar en una universidad habrán escuchado algo muy similar. Quiero que pongamos algo en claro: a cualquier individuo que dé esa respuesta debe ser evidente que debemos re-responder: “Se nota que te costó demasiado”. Claro que esto sucede no solo en las universidades.

En tiempos en los que los títulos nobiliarios, perdón, quise decir académicos, son tan importantes para la seguridad y estabilidad emocional de las personas, intentaré describir qué quiere decir una palabrita que ha empezado a sonar y que recibe múltiples acepciones: postdoctorado. Antes de explicar qué significa me permito aclarar algo que no significa: postdoctorado NO es un grado académico.

Un grado (título) académico es aquel que —en principio— se obtiene al cumplir una serie de requisitos académicos y administrativos impuestos por una institución de educación superior. Para obtenerlos se defienden de alguna manera —exá-

menes, defensas de tesis, etc.— y al ser “aprobada”, la persona adquiere el título —un papelito que puede poner en un cuadro y colgar donde sea visible para la mayor cantidad de personas posible, si no ¿qué chiste?—. El grado máximo que existe en este momento se llama “doctorado”.

La mayor parte de la investigación científica del mundo se realiza en universidades. También la mayor parte de la investigación científica se hace en países desarrollados. En la mayoría de ellos, las universidades contratan a sus docentes con el requisito mínimo de doctorado (no hay diferencia sustancial entre docentes e investigadores). Además, dado que ya cuentan con una tradición científica consolidada, el número de personas con doctorado es elevado, así que hay buena competencia para poder obtener una plaza de trabajo permanente. Esta situación ha estado presente en esos países ya desde hace un par de décadas y conforme otros países emergentes se han unido (o intentan unirse) a esos esquemas, la competencia se ha internacionalizado. Así cuando una persona termina su doctorado tendrá que competir por una posición académica con personas de todo el mundo, todas desde luego con doctorado. Para poder suplir las necesidades y mejorar la competitividad, un recurso que surgió fue el de crear posiciones temporales, por lo general de 2 a 3 años, que correspondieran a la primera experiencia laboral de los recién doctorados. Se le llama posición postdoctoral. Es decir, un “postdoc” es un doctor que tiene una posición (laboral) temporal que le permitirá adquirir experiencia y mostrar sus habilidades con la finalidad de obtener una posición permanente —por lo general en una institución distinta a la que lo contrató como postdoc y también a la que le otorgó el doctorado, es decir, dentro de lo posible se evita la endogamia académica—. Por lo general, aunque varía un poco de disciplina en disciplina, las personas realizan dos o tres postdocs antes de conseguir una posición permanente. En países desarrollados obtener una posición permanente después de un solo postdoc es visto como un logro

importante.

En países como el nuestro, que se encuentra en una transición académica en la que la investigación científica se empieza a realizar a lo largo y ancho, y no solo en un par de instituciones en el centro, estos esquemas aún resultan curiosos. Es decir, en países/culturas en las que un doctorado se ve como la meta y no como el requisito mínimo, es difícil entender qué significa el postdoc. Para la mayoría de nosotros el doctorado es como un premio, recibido después de mucho esfuerzo y que, al obtenerlo, deberíamos ya descansar y ser adulados. ¡Oh sorpresa! Así pues, para algunas personas el postdoc les suena –agradablemente— como un posible nuevo título de nobleza: imaginen, no solo es doctor, además tiene dos postdoctorados: ¡Es un genio!

Lamentablemente, esta situación permea incluso en los sistemas administrativos de la ciencia mexicana. Los científicos mexicanos estamos registrados ante el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el famoso CONACYT. En el sistema de captura de los “ridiculus” de los investigadores aparece el espacio en donde debemos poner nuestro “grado académico” o “estudios realizados” y si, en verdad querido lector, ahí en ese lugar existe la opción de postdoctorado. Da penilla.

Ciencia pura vs. aplicada

Siempre se me ha hecho desafortunado que se hable de una separación entre ciencia básica (pura) y aplicada. Cuando se insiste en dicha división con cierto énfasis de jerarquización, casi siempre lo hacen personas que no hacen ni la una ni la otra, aunque algunos ¡dicen hacer alguna de las dos!

En la práctica, quienes nos dedicamos a la ciencia usamos nuestro tiempo y esfuerzo a resolver problemas concretos y elegimos algún tipo, ya sea puro o aplicado. Esta elección es personal y en muchos casos circunstancial. Sin embargo, no existe rama de la ciencia pura que no utilice ni necesite a la ciencia aplicada y viceversa. Las invenciones y los desarrollos tecnológicos van de la mano con el avance en conocimiento básico fundamental, el cual no se puede obtener sin el desarrollo tecnológico. Así pues, es ridículo diferenciar para jerarquizar.

En México tenemos un gran rezago en producción científica, tanto básica como aplicada. Otra manera de decir lo mismo es que del conocimiento universal generado por los seres humanos —por ejemplo, lo que nos enseñan en las escuelas y universidades cuando cursamos una carrera—, poco, muy poco ha sido creado —inventado—, generado en nuestro país. Sin embargo, en el área aplicada estamos aún más rezagados. Desgraciadamente, no hemos podido salir de un gigantesco atraso en este sentido y no producimos prácticamente nada en el ámbito de

ciencia aplicada. Existen “intentos” en algunos lugares, pero en su mayoría se hace simplemente maquila o clonación de algunos dispositivos. No se crea tecnología, no se investiga. La meta casi siempre es conseguir un aparatito bonito que salga más barato y que se pueda vender, ah, y entre más rápido mejor. En algunos casos, se intenta resolver algún problema de producción o de diseño para alguna empresa, lo cual es importante, pero que no se debe confundir con ciencia aplicada. Es una situación alarmante que inevitablemente también repercute en el nivel e impacto de la ciencia “pura” mexicana.

Es común también escuchar el reclamo, casi siempre por parte de personas un poco alejadas de los procesos de investigación, que dicen: “Deberían ponerse a resolver problemas de verdad importantes para la sociedad y dejarse de sus cosas que a nadie le interesan”. Quiero comentar que este tipo de reclamación es válido. Es muy importante que nos tomemos el tiempo para explicar a la sociedad y por ende a las dependencias responsables de financiar la investigación, que se trabaja con calidad y pertinencia. El problema es que en muchas ocasiones —la mayoría— se refieren a que los científicos deberían de enfocarse a problemáticas inmediatas y con un beneficio inmediato —ah, y por supuesto, sin invertir económicamente en el proceso—. ¿Cómo es posible que existiendo tantos problemas se preocupen por lo que pasa en el Sol? En lugar de estar “investigando”, deberían de resolver los problemas de salud que tenemos y no andar jugando con genes y microbios. Esta postura tiene una razón de ser: nuestra cultura no cuenta con una tradición científica. Hemos sido, además desde hace muy poco, seguidores y no generadores. La ciencia, el conocimiento y la tecnología no son atributos que identifiquemos con nuestra historia ni identidad. Es algo ajeno, es más, hasta desconfiamos. Si no me creen, piensen en lo siguiente: no es posible que exista maíz que no sea transgénico. Sí, aunque nunca haya sido “tocado” por humanos malvados, digo, por científicos. No hemos “visto” el proceso en el que, al investi-

gar y entender el Sol, se generan conocimientos y tecnología que luego puedo utilizar para, por ejemplo, escanear el cerebro de un ser humano y detectar si tiene algún problema. No es algo que sucede muy a menudo en nuestro entorno.

Aparte de estos elementos, existe otro muy importante: la falta de recursos y de proyectos nacionales de desarrollo científico. Para poder tener un impacto —en el tipo de problemas “importantes” que le importan a la gente— se requiere invertir cantidades muy importantes de recursos en la formación de personal —formación de posgrado en el extranjero— y la creación de laboratorios de investigación —en realidad creación y mantenimiento, ya que a veces se construyen excelentes instalaciones y se adquiere equipo precioso que luego, desgraciadamente, no puede ser utilizado por falta de consumibles—. Es indispensable también, dada la magnitud de recursos y de infraestructura necesaria, la incorporación del sector industrial privado y público. Nuestra industria no existe. Los empresarios mexicanos —o extranjeros en México— no invierten en investigación y desarrollo. No se produce tecnología. Hay departamentos de ciencia dentro de universidades “medianas” en Japón o Estados Unidos, por ejemplo, que producen más —muchísimo más— patentes en un año que nuestro país entero en una década. Para de verdad lograr un cambio sustancial en el desarrollo científico y tecnológico de México, “nuestros” empresarios y “nuestra” industria, al igual que nuestras instituciones públicas de investigación, deben despertar de su largo sueño y decidir empezar a caminar con pasos firmes para llegar, en un mediano y largo plazo, a poder estar en la vanguardia. Dejar de seguir y apostar a liderar.

¿Se podrá? ¿O le seguimos haciendo al Micky?

Prácticamente siempre estamos equivocados. Tenemos una facilidad asombrosa para engañarnos e inventar cosas que, de verdad, casi siempre nos equivocamos. En la ciencia, también, casi siempre nos equivocamos. Es posible que la idea que se tiene de la ciencia es que siempre dice tener la razón y que la ciencia no se equivoca. Es curioso que en realidad la situación sea dramáticamente opuesta.

Ante cualquier duda, ante cualquier interrogación, todos desarrollamos una explicación. De diferentes niveles y profundidades, pero nuestro cerebro intenta dar respuesta. Casi siempre se equivoca. De hecho, nuestro cerebro es tan terco en querer explicar las cosas que muchas veces nos obliga a ver, escuchar, sentir cosas que en realidad no suceden. Lo hace para que sus propias explicaciones sean validadas.

Así, cuando un científico trata de explicar y de entender algún fenómeno, de la misma manera, produce ideas que prácticamente siempre están equivocadas. Intenta describir el fenómeno y rápidamente se da cuenta de que lo que se imaginó a primera instancia en realidad no funciona. Luego se le ocurre alguna otra cosa. Y lo mismo, resultado negativo. Luego otra y otra y otra. La diferencia crucial con el científico es que intentará por todos los medios disponibles de verificar si la idea original –modificada muchas veces por su misma insuficiencia ante

la realidad— es correcta o no. O si al menos se acerca un poco.

Y como todas las personas, científicas o no, la investigadora muchas veces se engaña a sí misma. Muchas veces no quiere renunciar a su idea, incluso cuando la evidencia apunta en otra dirección. El investigador, el individuo, científico o no, no deja de ser humano y de tener preferencias, dogmas, inseguridades. Lo interesante de la ciencia es que a través de su método, elimina estas deficiencias y requiere de la confirmación de muchos otros. Es precisamente así, bajo la confirmación y escrutinio de muchas personas diferentes e incluso épocas diferentes, que la ciencia avanza. Los conocimientos científicos nunca son absolutos, siempre van adaptándose a nuevas y cada vez más precisas observaciones. La verdad científica crece y se mejora. Una posible manera de decir cómo es que avanzamos en la ciencia es la siguiente: dada una idea, una teoría sobre algún aspecto de la naturaleza, todos intentamos romperla. Intentamos destruirla. Buscamos el lugar en el que falla, en el que no se aplica, en el que no es válida. En cuanto alguien dice tener una verdad, el resto se empecina en demostrar que no, que está equivocada. Por eso, cuando se dice que algo es científicamente comprobado o avalado, lo consideramos robusto y poderoso: han intentado derribarlo por todos los medios disponibles —y se seguirá haciendo— y no se ha logrado. Si no representa una verdad ¡seguramente anda cerca! Para avanzar es necesario poder decir: “estás equivocado”.

También por eso es que los científicos, al encontrarnos ante aseveraciones sobre fenómenos que evidentemente violan las leyes descubiertas, reaccionamos con incredulidad y escepticismo de manera inmediata. Cuando se nos dice que existen fenómenos que claramente violarían las verdades científicas conocidas, resulta evidente que se trata de alguna confusión o de alguna charlatanería. No es porque no queramos que así sea. No es porque creamos que las verdades científicas sean sagradas. No. Lo que pasa es que nosotros mismos nos dedicamos a tratar

de violarlas y romperlas. De estirarlas hasta donde se revienten. Sabemos que no son absolutas y además aprendimos que destruyéndolas es como aprendemos más. Así que si las violaciones burdas, grandes y obscenas que a veces nos dicen que ocurren de verdad existieran, no sería muy difícil verificarlas.

No somos defensores de verdades. No nos dedicamos a cuidar que nuestras verdades sean acatadas ni aceptadas. Nos dedicamos a intentar describir y entender la naturaleza. Hemos obtenido algunas ideas muy bonitas sobre cómo funciona la naturaleza. Las analizamos, las extendemos, las rompemos. Conforme conocemos más, somos capaces de generar nuevas maneras de explorar —en un proceso auto-generativo—: construimos mejores instrumentos para nuestros experimentos, con mejor tecnología que nos permite observar nuevos aspectos antes desconocidos, con eso aprendemos más y así sucesivamente. Al ser humanos tenemos bandos, grupos, escuelas. Nos peleamos. Algunos podemos morir aferrados a nuestra idea. Pueden pasar generaciones enteras en dilemas y confusiones y, aun así, ya que la mayoría de los involucrados se mueran, sobrevivirá la idea, si es que la había, que más se haya acercado a la realidad. Lo demás quedará en el olvido o, si tiene suerte —el individuo—, podrá suscitar algún trabajo de carácter histórico, nada más.

Como diría Santiago Ramón y Cajal cuando en una reunión social alguien le preguntó: “¿Qué tal, querido Cajal, qué verdad encontró hoy?” a lo que él amablemente respondió: “Ninguna. Las verdades son difíciles de encontrar, si no, no se les buscaría tanto”.

Felices fiestas o todo lo que sube, baja

Llamamos tradición a una serie de conductas que reproducimos por costumbre y muchas veces de manera colectiva. Pensamos en las tradiciones como actividades, sucesos, encomiendas que nos unen, nos definen, nos nutren. Nos hacen sentir que formamos parte. Así, por tradición, una cultura en una determinada época podía juntarse en cierta fecha, cada año, para celebrar un evento remoto. Un evento en el que nadie de los vivos en ese momento pudo haber participado, pero que de alguna manera tuvo repercusiones importantes para su comunidad. Desde luego que las tradiciones tienen fecha de caducidad. Unas pueden durar años, otras décadas incluso siglos o milenios. Hay algunas que pueden ser consideradas buenas o malas y esa consideración siempre depende del momento en el que se hace. Por ejemplo, era tradición en algunos países europeos quemar a mujeres a las que se les atribuía algún poder maligno, léase brujas. Visto en nuestra época, podemos decir sin demasiada discusión, que era una tradición estúpida. Sin embargo, en esa época no se veía así y no solo eso, sino que si alguien se atrevía a cuestionar la validez de tan importante tradición, corría el riesgo de convertirse en carne asada.

Otra tradición bonita fue la de los duelos. Los señores civilizados de la época se retaban a duelos para resolver algún problema de honor. Claro que la tradición de los duelos no siempre fue tan civilizada y en realidad tiene su origen en el esquema básico de resolución de problemas del ser humano: pelear. Habrá personas en nuestra época, la que compartimos usted y yo, que consideren a los duelos como algo civilizado y educado. Habrá quien los encuentre arcaicos y barbáricos. A veces, si es necesario, terminarán retándose a duelo para decidirlo.

Muchas tradiciones alrededor del mundo tienen orígenes religiosos. Ninguna religión se salva; todas tienen y promueven ciertas tradiciones. Algunas duran mucho, algunas no. Algunas son trasladadas incluso a otras religiones y a sectores sociales y políticos, quizá incluso no religiosos, y así, terminamos con una proliferación compleja de conductas colectivas que nos permite sentirnos parte de algo. Y las defendemos.

Como mencioné arriba, algunas duran mucho, algunas poco. En realidad todas duran poco, lo que sucede es que en términos de la vida promedio del ser humano, pareciera que duran mucho. Si algo se ha estado haciendo durante 500 años o durante 3 mil años, definitivamente sentimos que se ha estado haciendo siempre y que seguirá existiendo para la eternidad. Sin embargo, si consideramos el tiempo en el que han existido los humanos (la evidencia del *Homo habilis*, que utilizaba herramientas de piedra, lo remonta a 2.3 millones de años; el *Homo erectus* se paseó por África, Asia y Europa hace alrededor de 1.5 millones de años y los fósiles más antiguos de humanos anatómicamente modernos tienen alrededor de 200 mil años), en realidad tradiciones han ido y venido como olas en la mar —quizá excepto la tradición de pensar que las tradiciones son inmutables. Ah, y la de resolver los problemas a golpes, llámese pelea, duelo, guerra o como sea—.

Así entonces somos capaces de matar por tradición. Somos capaces de despreciar a otras personas por culpa de una tra-

dición. Podemos incluso dirigir nuestra vida e intentar regir la de los demás basados en tradiciones. Mañana, un mañana lejano pero que llegará, todas nuestras sagradas tradiciones quedarán reemplazadas, modificadas, adecuadas o extintas. Es así y no es ni malo ni bueno.

En las fechas tradicionalmente familiares y de un candor insuperable, escudados por *argumentos* de tradición —insisto, como si el ser tradición sea suficiente para no cuestionarlo y cambiarlo—, muchos trogloditas a lo largo y ancho de nuestro querido país —y de muchos otros— saldrán entusiasmados el día 1 a las 00:00 horas a disparar armas de fuego al cielo. Esta actividad tan llena de cultura y tradición, aparte de proveer de un sentimiento casi noble de hombría, pertenencia y desmesurado logro, también puede producir tragedias. Por supuesto que es inútil tratar de explicárselo al individuo (casi convertido en su máxima expresión humana) participante de dicha muestra artística de poderío y sapiencia. Sin embargo, creo que es pertinente recordar que ¡todo lo que sube, baja! y que aun cuando la presencia de la atmósfera reduce la rapidez con la que las balas regresan (si no hubiera atmósfera regresarían con la misma rapidez con la que salieron del arma utilizada), estas regresan con una rapidez tal que fácilmente penetran un cráneo, un brazo, un tórax. Otra forma de decirlo es que matan.

Estimados lectores, queridas lectoras: ya que no será fácil convencer a todas esas personas de que no lo hagan, inventemos nosotros una nueva tradición: desde las 23:00 horas del 31 de diciembre y hasta las 01:00 horas del 1 de enero de cada transición anual, busquemos un refugio en donde estemos a salvo de un accidente tradicional. Ah, y no olvidemos invitar al refugio a nuestras mascotas. Felices fiestas.

¿Vocación? ¿En serio?

Me encuentro en el auditorio de un bachillerato. Ante mí hay 60 estudiantes esperando que inicie la charla. La mayoría ni idea tiene de qué tratará ni de por qué está ahí. Los veo y les digo: “por favor levante la mano quien quiera estudiar una carrera”. La mayoría lo hace. Les vuelvo a decir: “por favor levante la mano quien sepa qué va a estudiar”. Casi todos vuelven a levantar. Luego, después de observarlos unos segundos, los reto: “les apuesto lo que quieran a que sé mejor que ustedes por qué quieren estudiar eso que piensan querer estudiar”. Resultado: silencio, a veces expresiones de “sí, cómo no”. Miradas de incredulidad y algunas de indiferencia.

Continúo: “levante la mano quien conozca (en persona) a alguien que quiera dedicarse o que ya se dedique a la medicina.” Todos levantan la mano. Todos conocen al menos a un médico. Continúo: “lo mismo, pero para abogado”. Todos levantan la mano. “¿A alguien que quiera estudiar o se dedique a la psicología?” Todos. “¿Pedagogía?” Todos. “¿Arquitectura?” Casi todos. “¿Ingeniería Civil?” Todos. “¿Astronomía?” Ni una sola manita levantada. Luego sigo con “¿Matemáticas?” y de pronto quieren levantar la mano pero los interrumpo: “y no me refiero a maestro de matemáticas, sino a un matemático o una matemática”. Ninguna mano —eso sí, un poco de confusión ya que si no me refiero a un maestro de matemáticas, entonces ¿a qué?—. Des-

de luego que en cada una de las preguntas les pedí que se fijaran cuántas personas habían levantado la mano. Después del contraste tan evidente concluyo: “¡precisamente por eso es que ustedes quieren estudiar lo que dicen querer estudiar!”. Caras atentas y pensativas —bueno, algunas, otras simplemente me ven como diciendo ¿y este tipo de qué habla?—.

Pocos conocemos científicos. Es muy probable que no tengamos familiares que se dediquen a la ciencia. Difícilmente alguna vecina se dedica a la astronomía. Podría asegurar que no nos hemos topado en el súper con un cosmólogo y que si lo hicimos, ni lo sospechamos. No es para nada sorprendente que cuando andemos de compras veamos a algún conocido que es médico. Tampoco nos sorprenderá conocer a alguien en el jardín del pueblo y que nos enteremos que es psicóloga. Ninguna sorpresa. Sin embargo, si por accidente un día conocemos una chica en una tienda de helados y nos dice que se dedica a la física nuclear, probablemente pensaremos que está loca y que no es cierto. O si le creemos, será una experiencia muy extraña que no pasa frecuentemente. ¿Qué es un científico? ¿A qué se dedica?

Tratando de responder, aunque sea de manera superficial, estas preguntas, a veces hago el siguiente ejercicio: pregunto “¿cuál es la circunferencia de un círculo?”. Casi nadie sabe. A pesar de ser un conocimiento que se adquiere en primaria y que estoy hablando con chicos de prepa, casi nunca nadie lo sabe —si les pido que me den el nombre de tres escritores mexicanos vivos o muertos, o si lo extiendo a latinoamericanos, tampoco lo saben—. Bien, como nadie responde a esa pregunta hago otra: “¿cuál es el área de un círculo?” Y de pronto, un número significativo de estudiantes dicen, al unísono: “pi por radio al cuadrado”. Es interesante que esa fórmula sí la recuerden. En realidad no la entienden, ni saben muy bien qué significa, pero por alguna razón “suena bien”. Más allá de comprender y de asimilar el significado de dicha expresión, el “sonidito” se nos ha quedado grabado a la mayoría. Es interesante.

Sigo y pregunto que desde cuándo sabemos eso, es decir, desde cuándo los seres humanos sabemos eso. La mayoría no contesta pero no falta alguien que diga: “desde hace miles de años, con los griegos”. Cuando llegamos a este punto les pido que viajemos en el tiempo. Que todos juntos nos traslademos al pasado y lleguemos a Grecia. Es más, decidimos llegar a nuestro destino un día en el que aún nadie sabía que el área del círculo era π por radio al cuadrado. Ningún cerebro humano que haya existido hasta ese momento tenía ese conocimiento.

Ya en la playa y con una fogata esperando que caiga la noche, notamos a un grupo de personas —griegos que andaban por ahí en sus “batas”— discutiendo apasionadamente. Están dibujando figuras en la arena y alegan acaloradamente. Sin violencia, pero con pasión. Los ignoramos por el momento. Cae finalmente la noche y después de tan singular viaje estamos algo cansados. Rendidos nos entregamos al sueño. Apenas amanece cuando unos gritos de emoción nos terminan de despertar. Resulta que los tipos que vimos discutir la noche anterior le habían seguido toda la madrugada y al parecer, mientras descansábamos, habían descubierto que el área del círculo era π por radio al cuadrado. Estaban eufóricos y nos explicaban. De hecho, fueron los primeros seres humanos en tener esa información registrada en sus cerebros y ahora sería posible transmitirla. Regresamos al presente y mañana en las noticias nos dicen que hoy, mientras descansamos del viaje de regreso, alguien descubrió algo nuevo que nadie sabía. Esas personas son científicos.

¿Para qué sirve lo que estudian y descubren? ¿Para qué sirve saber el área de un círculo? ¿Qué les motivó estudiarlo? ¿Tenían en mente alguna utilidad antes de descubrirlo? Los invito a que aporten sus respuestas. Ya saben dónde encontrarme.

¿En las mismas?

Nuevo año, al parecer misma situación. En las administraciones pasadas, la ciencia nunca fue un eje central de desarrollo. Esto se vio siempre reflejado en los bajos presupuestos y la ausencia de un verdadero plan de desarrollo nacional que incorporara a la ciencia como uno de sus pilares para el progreso social y económico. Hubo algunos momentos en que los presupuestos subieron, pero sin mucha idea ni planeación —en el mejor de los casos— y por ende fueron, con excepciones, desperdiciados o mal aprovechados. Uno de los rubros en donde esto se dio de manera significativa es el que está asociado a la inversión para la supuesta innovación tecnológica, en donde lejos de apoyar a una incipiente comunidad que cuenta con la calidad y el sustento, se desperdiciaron recursos en una cantidad importante de proyectos verdaderamente ridículos y/o de pura “pantalla”. Y claro, parte del problema es que para lograr un esquema de innovación tecnológica sustentada en la ciencia se requiere de mucho más que las ganas y las intenciones.

La ciencia básica, en todas sus vertientes, fue la sacrificada. Encapsulados en su “discurso” de que lo importante es generar investigaciones que “sí sirvan”, la ciencia básica fue encajonada como algo superfluo, algo irrelevante. ¡Cuánta ignorancia mostraron!

Hoy parece que en el fondo seguimos igual. Con la reciente noticia de que la nueva administración no solo no incrementa la prometida partida para ciencia en el país, sino que la reduce, queda de manifiesto que seguiremos estando en una situación de marginación científica a nivel nacional e internacional. Una posible diferencia con respecto a las administraciones anteriores radica en la posibilidad de que se manejen los recursos con mayor transparencia y que, los programas a los que aludí arriba, sean llevados a cabo con más escrutinio o incluso cancelados —¿transformados?—. El problema es que no queda claro cuál es el plan de desarrollo y las ideas generales que se mencionan, ya que sin un sustento claro, parecen más discursos de carácter político ideológico que de carácter técnico, en un área donde lo técnico es lo que debería regir.

La verdad puedo concebir —quisiera— que aun sea pronto para que haya claridad en cuanto a las ideas que regirán la administración de la ciencia en México, y que con un poco más de tiempo nos den un plan más elaborado y sustentado, sin embargo, en realidad, no importa mucho. Sin una inversión decidida y sin que el proyecto de nación tenga una gesta que incluya a la ciencia —y el desarrollo científico— como ingrediente básico, de poco servirá el “discursillo” que le podamos poner a las intenciones.

En las últimas décadas, a pesar de la nula importancia que los gobiernos mexicanos dieron a la ciencia, la comunidad científica ha logrado permanecer viva y hacer cosas interesantes. Cada vez hay más ciencia en la universidades estatales, lo que hace apenas treinta años era rarísimo, y lo que ha requerido de esfuerzos muy loables por parte de muchas personas que se han dedicado no solo a sus investigaciones, sino a formar estructuras, grupos e infraestructura, poniendo de sus propios recursos, y en un ambiente a veces hostil. Ambientes en donde pudieron ser percibidas como innecesarias y/o “fuera de lugar”.

Gracias a esas personas, la ciencia en el país —a lo largo y ancho— existe a pesar de todo. Gracias a ellas, la formación de nuevas personas de ciencia junto con una —si se quiere incipiente— presencia en la ciencia internacional —porque no hay de otra— ha venido avanzando poco a poco. Gracias a ellas, independientemente de que al parecer nos estamos perdiendo de una oportunidad histórica para aportar con sustento al bienestar y desarrollo social sistemático, seguiremos avanzando, aunque sea poco a poco. ¡Feliz año!

Rudos vs. técnicos

De repente resulta —nos dicen— que la comunidad científica está dividida en dos grupos muy diferentes. Por un lado —dicen— se encuentran aquellas personas de ciencia que se han corrompido a raíz de los intereses económicos y malvados del mundo, y que han entregado su trabajo, talento y tiempo a enriquecer —y al parecer enriquecerse— a los poderosos. Estos científicos no tienen ningún interés en la sociedad y los problemas que aquejan a la humanidad. Son corruptos y están dispuestos a cualquier cosa por mantener el statu quo que les permite vivir cómodamente, sintiéndose superiores a todas las demás personas. En pocas palabras, no tienen ma...

Por otro lado, nos dicen que hay un segundo grupo de personas de ciencia que no solo no se han corrompido por los poderes malvados del mundo, sino que dedican cada segundo de su vida a salvar la humanidad. Se preocupan “de verdad” por las demás personas e intentan resolver los problemas más apremiantes de la civilización. Estas personas entregan su vida a los demás y muchas veces, por ello, sufren —pobrecillas— de marginación y falta de reconocimiento por parte de las manipuladas asociaciones mafiosas de los científicos malvados —los del otro grupo—.

Cualquier persona con sentido común, como usted que me lee, sabe que estoy exagerando las posturas descritas arriba —aunque no mucho—. Sabe también que como cualquier organi-

zación humana, existe en la ciencia una rica diversidad de realidades y por ende comportamientos. Sabe que una simplificación así, burda, solo puede hacerse “seriamente” con un fin cómico o político —que no es lo mismo, pero es igual—.

Existen personas corruptas en la ciencia. Existen personas que simulan, que se aprovechan de las deficiencias de los sistemas para salir adelante. Existen timadores profesionales. Hay charlatanes con preparación que buscan la manera de obtener beneficios “jugando” con el sistema. Pero no son mayoría y no representan un grupo significativo de la comunidad científica, ni en el mundo, ni en México.

Lo que sí representa de manera significativa a la comunidad científica mexicana es un esfuerzo permanente por contribuir, en todas las áreas, a pesar de una realidad difícil para dicha tarea. En la comunidad científica mexicana existen varios grupos con características distintas, obviamente y uno de ellos, significativo, está conformado por personas que aportan su trabajo y dedicación para que la ciencia y la educación avancen. Algunas de ellas, por ejemplo, apoyan económicamente a sus estudiantes. Hay personas que van a lugares del país donde la actividad científica es precaria e intentan por todos los medios de incentivarla y protegerla. Existen aquellas que, formadas en el extranjero, sin apoyo económico mexicano, buscan regresar a su país para intentar aportar un poco. Existen las que, habiendo sido apoyadas por recursos del país, dentro y fuera, regresan para contribuir y retribuir. Existen las que deciden quedarse fuera de las fronteras físicas del país y contribuyen a México desde donde se encuentran. Existen quienes, aunque desearon —desean— regresar al país, no encontraron el lugar y/o situación que les permitiera hacerlo de manera productiva. Existen personas así en todas las áreas del conocimiento.

Como ven, no es verdad que las personas de ciencia se hagan guajes y no quieran trabajar por los demás. En la realidad científica de México lo común es todo lo contrario. Lo común

es que esté formada por personas que les mueve la pasión del conocimiento y el desarrollo de la humanidad, lo que incluye su terruño. Recordemos que el aporte de la ciencia a la sociedad ocurre cuando esta se hace con sustento y calidad, independientemente del área. Así entonces, si alguien habla de que hay malos vs. buenos, y que los científicos deberían enfocarse en este o aquel tipo de problemas para mostrar que sí tienen interés en la sociedad, tengamos la certeza de que se está hablando desde la ignorancia o desde una plataforma ideológica.

En el frente de guerra

Respetamos y cuidamos lo que admiramos; a veces también lo que entendemos y, ¿por qué no?, lo que nos hace sentir bien.

Uno esperaría, quizás ingenuamente, que el arte y la ciencia fuesen apreciadas, respetadas, promovidas y admiradas por la mayoría de las personas. Al menos yo eso espero de una civilización en la que una parte considerable de la población recibe una educación básica a nivel medio superior —como sucede en la actualidad, que aún con muchas personas sin oportunidad de estudiar, en términos históricos vivimos el momento en que más personas tenemos esa oportunidad—. Es decir, para mí —ingenuo—, el objetivo fundamental de la educación consiste en lograr la incorporación de un entendimiento —y por ende apreciación— general de lo realizado por el ser humano, que es lo que define la realidad social y el contexto en el que vivimos, incluyendo de manera prioritaria las bases que dan sustento y sostienen ese entendimiento, así como los elementos básicos que permitan su modificación, extensión y posible utilización. El compartir la riqueza cultural generada por el ser humano en su intento por explorarse a sí mismo y a su entorno, que además define lo que somos como sociedad y que permite a “los que vienen” no solo a contribuir a su cambio y futura exploración sino también, de manera pragmática y concreta, a integrarse produc-

tivamente al desarrollo minucioso del día a día —entiéndase el sector productivo en general—.

Si esta expectativa fuese correcta podríamos concluir que estamos ante un fuerte fracaso en la educación.

No puedo en este momento abarcar demasiado sobre la problemática, quizás casi nada, así que me enfocaré en algo muy concreto. Me disculpo de antemano porque será insuficiente y no servirá de mucho. A mí me sirve un poco, casi como un pequeño berrinche o una manifestación de angustia que necesito emitir. Voy a insistir en la idea sobre la finalidad de la educación expresada arriba. Tomándola como verdadera, y enfocando a nivel medio superior, lo primero que deduzco es la increíble importancia del papel que juegan quienes enseñan. No puedo exagerar — en mi visión — la importancia del rol que juegan las personas que tienen esa responsabilidad. En el contexto de la ciencia (otra vez, muy particular) son esas personas quienes representan nuestra esperanza; ellas son quienes están en el frente de guerra contra la pseudociencia, el fraude y la irresponsabilidad. Son quienes cargan con la inmensa responsabilidad de que la sociedad, en su conjunto, comprenda el esquema general de las cosas en el contexto actual —no poca cosa—. Es ahí donde —independientemente de las disciplinas a las que nos dediquemos posteriormente— aprendemos sobre nuestro mundo y nuestro impacto como civilización. Es donde deberíamos terminar enamorados del ser humano. Sin embargo, entre las prisas y los problemas de momento, por cierto muchos de ellos originados precisamente por falta de una educación sólida y robusta —bella, agradable, encantadora, accesible—, los esquemas actuales han puesto a la figura del docente en el peldaño más bajo, casi insignificante. Es un error garrafal y espero que pronto, mucho más de lo que me temo sucederá, rectifiquemos ese camino.

Desde hace ya algo de tiempo, en nuestro país —no solo, desgraciadamente—, el frente de guerra está desvalido. Necesita una reestructuración impresionante que vaya desde las condicio-

nes laborales hasta las de conocimiento disciplinar, que desemboque en una dignificación social de la profesión. En la actualidad pareciera simplemente aceptarse que quien enseña no sabe hacerlo, carece de conocimientos y sirve solo para llenar formatos utilizados para “sustentar” programas y proyectos diseñados por personas que simulan seguir procesos de investigación y/o para mejorar indicadores “a la fuerza”. Las consecuencias ya se sienten.

Acción ciudadana

Hoy, los seres humanos, monitoreamos el espacio exterior en busca de objetos que pudieran colisionar con la Tierra y exterminar la vida. Hoy monitoreamos volcanes y la atmósfera para tratar de prevenir desastres humanos causados por fenómenos naturales —y si no logramos prevenirlos con suficiente tiempo, al menos intentar aminorar los daños—. Hoy, y desde hace décadas, se ha luchado contra un sinnúmero de enfermedades que azotaban a la humanidad y que algunas han sido incluso erradicadas del planeta. Existen otras que no hemos logrado batar, pero ya nadie recuerda las más mortales —¡y qué bueno!—. Hoy hay hambre. Hoy, si quisiéramos y estuviésemos dispuestos a sacrificar un poco de nuestra comodidad, existe la posibilidad técnica de que nadie tenga hambre, es decir, existe la manera de producir comida para todas las personas. Lo que nos falta es llevarla a todos lados y hacerla accesible para cualquiera: al parecer, no es negocio, no “conviene”.

Volviendo a los asteroides, me gustaría que pensáramos por un instante y de manera breve qué es lo que hemos necesitado como humanidad para poder emprender el monitoreo de objetos cercanos a la Tierra: satélites con telescopios que puedan registrar tanto en luz visible como en infrarroja. Obviamente para poder tener satélites funcionando, debimos ser capaces de ponerlos en órbita alrededor de la Tierra. Para poder hacer eso

tuvimos que tener cohetes, motores y combustibles especiales. Además, necesitamos de mucha electrónica —sensores, computadoras de todo tipo, memorias, los detectores de los telescopios—, sistemas de comunicación, antenas, sistemas de refrigeración, creación de materiales específicos tanto para los cohetes como para los satélites y los telescopios y un gran etcétera. Obviamente, para poder tener todo eso, se tuvo que haber diseñado y creado cada uno de ellos: ninguno crece en los árboles, por muy fértil que sea el suelo. Para lograrlo, en realidad, primero se tuvo que entender cómo funciona la naturaleza, es decir, se tuvo que entender algo sobre la gravedad, el electromagnetismo, la mecánica cuántica, la termodinámica, la geofísica, la química y sí, las matemáticas. Por otra parte, ni los cohetes, ni los satélites, ni las computadoras, ni las antenas, ni los sensores, ni los refrigeradores, ni los materiales fueron concebidos porque a alguien se la haya ocurrido monitorear asteroides. La gravedad, la mecánica cuántica, la termodinámica, la geofísica, la química y las matemáticas no fueron inventadas como herramientas para poder monitorear asteroides —ni volcanes, ni enfermedades—. Entonces, ¿de dónde surgieron?

El conocimiento científico ha surgido principalmente gracias a dos características intrínsecas del animal llamado ser humano: curiosidad y territorialidad. La curiosidad nos ha llevado a preguntar y buscar respuestas sobre todo lo que nos rodea y lo que imaginamos, la territorialidad nos ha motivado a utilizar el conocimiento adquirido para generar instrumentos y herramientas que nos permita tener bienestar, defender y engrandecer nuestro terruño. Así de básico y sencillo es el principio. Cuando las cosas van bien y existe una cierta estabilidad, también hemos utilizado los conocimientos para muchas otras cosas, pero en el fondo, en esencia, lo primero que hacemos es cuidarnos y tratar de vencer al otro. Los nobles sentimientos e ideales florecen con el estómago lleno y en la seguridad del terruño protegido.

Así pues, tomando en cuenta estos ingredientes básicos, podemos entender por qué prácticamente todas las comunidades pobres en actividad científica, son también pobres en términos de desarrollo y nivel de vida. Mientras no se involucren de manera directa en la ciencia, seguirán siendo sometidas y difícilmente lograrán avanzar sin el permiso y la benevolencia de los demás, que recordemos, existe o puede existir solo cuando hay equilibrio. En el momento en el que haya problemas, cada quien verá para su terruño, así somos. No es ni malo ni bueno, simplemente es. Si queremos estar en posibilidades de decidir y no de que decidan por nosotros, necesitamos prepararnos. Si queremos estar en condiciones de resolver eficientemente nuestros problemas y de aportar soluciones a problemas de los demás, necesitamos prepararnos. Estamos en posibilidades y tenemos las condiciones para prepararnos, solo necesitamos trabajar mucho, con toda la dedicación, nada a medias. Necesitamos, como país, invertir sin escatimar en ciencia. Necesitamos creerlo y apostarle con todo. Necesitamos hacerlo como sociedad y sobre todo conscientes de que los frutos se darán en un futuro cercano, pero no inmediato. Ese es el reto. No es tan difícil realmente. ¿Cómo ven? ¿Le entramos? Si estás de acuerdo, escríbele un mensaje a tus servidoras y servidores públicos —de todos los niveles— y coméntales que consideras que el apoyo a la ciencia debe ser prioritario para el país.

Lo mismo de siempre

Hemos estado llevando a cabo varias actividades para promocionar la ciencia en jóvenes colimenses. Talleres, concursos, charlas, las actividades formales del Instituto Heisenberg, visitas a bachilleratos, etc. Nuestra intención principal es tratar de aportar nuestro granito de arena para intentar contribuir a resolver un par de problemas muy severos en la educación superior de nuestro país. Estos problemas consisten en que, aun cuando cada vez hay más personas estudiando, la matrícula no se diversifica. La gran mayoría de jóvenes —y sus familias— quiere estudiar las carreras “tradicionales” que conocen y consideran buenas, aun cuando desde hace bastante tiempo ya no cuentan con suficiente empleabilidad ni esperanza económica —que además es uno de los supuestos factores que toman en cuenta, obviamente de manera errónea—, y el otro que consiste en que tenemos un inmenso y abrumador déficit de personas altamente capacitadas en áreas técnicas y científicas. Esto es importante ya que tiene una consecuencia inmediata en el desarrollo social y económico del país. Sí, social también.

Queremos acercar jóvenes con aptitudes e intereses científicos a la oportunidad de dedicarse a la ciencia. Jóvenes que, de alguna manera, sienten una atracción por el conocimiento y la naturaleza, pero que quizá no han contemplado una vida dentro de la ciencia, ya sea por no saber cómo es el quehacer científico,

o peor aún, por tener una idea equivocada de lo que es. Recuerdo, por ejemplo, cuando era estudiante de bachillerato —ya llovió— que ni idea tenía de que era posible estudiar una carrera científica, mucho menos sabía en qué consistía una vida como científico. No conocía a nadie que se dedicara a eso; me parecía algo totalmente ajeno a mi entorno y a mi vida. Cuando pensaba en un científico, me imaginaba personas —hombres— superdotados y únicamente de países extremadamente avanzados. Nada que ver.

Y no solo es importante mostrar esas oportunidades a nuestra juventud, es indispensable también informar y enamorar a las madres y padres de familia. No se imaginan —bueno, sí— la clase de miradas, contorsiones faciales, señas, espasmos y palpitaciones que sufren y manifiestan muchas de nuestras madres y padres cuando escuchan a una de sus hijas decir: “mamá, papá, me gustaría ser astrónoma”, o “papá, quiero ser matemática”.

Nos ha tocado escuchar todo tipo de respuestas y preocupaciones por parte de las familias que se han visto “afectadas” por tan terrible situación. Claro que después de explicarles que en realidad son familias afortunadas de tener una hija que quiera dedicarse a una de las carreras más importantes, útiles y necesarias para el futuro del país, les cambia la mirada y se sienten un poco mejor. Obvio que no todos aceptan con la misma gracia que, por ejemplo, para poder convertirse en científicas será bastante probable —y de hecho recomendable— que, durante su formación, la cual involucra no solo una carrera universitaria —léase licenciatura—, sino un doctorado, tengan que irse a vivir a otro lugar, posiblemente otro país. Para algunas madres y padres de familia eso les quita la fortuna. Pero aparte de esto, sí es posible mostrarles que de hecho deben sentirse inmensamente orgullosos y apoyar la decisión de sus hijas.

¿Dónde trabaja un científico? ¿De qué vive una investigadora? ¿Qué hacen los matemáticos? Si las maestras y maestros

que nos dan clases de matemáticas no son matemáticos, entonces ¿qué es un matemático? Si te gustaría indagar la respuesta a estas y otras preguntas relacionadas, entonces te invitamos a que te acerques a la Facultad de Ciencias y a las actividades de difusión que realizamos.

Especial

Nos sentimos especiales. Desde las primeras ideas que tuvimos para tratar de explicar nuestro entorno, siempre, de manera natural, inmediata, nos hemos puesto en el centro. Es una cuestión automática, no lo hacemos de manera consciente. Tomó mucho tiempo, y varios “muertitos”, para que aceptáramos que nuestro planeta no era el centro del universo y que, en realidad, gira alrededor del Sol. Sin embargo, cuando se propuso esa idea, que efectivamente trastocó todos los paradigmas anteriores —todos, incluyendo los políticos, sociales y religiosos, no solo los filosóficos y científicos—, se cayó en el mismo “error” de manera automática. Se supuso, sin mucha necesidad de cuestionamiento, que el Sol sería el centro del universo. Si no somos nosotros, ¿sí es “nuestro” Sol! Y pues no, ni la galaxia, ni el grupo local de galaxias, ni el cúmulo de galaxias, ni el super-cúmulo, ...

Es maravilloso, somos muy egocentristas. Yo creo —no tengo la más mínima evidencia— que debe ser algo que nos ha ayudado a sobrevivir, a pesar de ser animales extremadamente sociales y colectivos. Creo que ese egocentrismo es de alguna manera -a primera vista muy contradictoria- el “pegamento” que nos mantiene unidos. Pero no me haga caso, eso simplemente lo creo, y lo que creemos no nos debe importar mucho, solo lo que podamos evidenciar.

En fin, que no somos nada especiales. Y aun así, nos sentimos muy especiales. Seguramente sí somos considerados como muy especiales para algunas personas cercanas a nosotros. A lo mejor alguien que me lee sienta que es muy especial para su ciudad, su estado, su país. Habrá también quien sienta que somos lo mejor y más importante de todo.

Entonces, ¿a quién le importa si somos especiales o no para “el universo”? Seguramente somos muy especiales como seres humanos, en este planeta, para la historia de la humanidad. Seguramente somos importantes.

Estimaciones realizadas por el Population Reference Bureau indican que en toda la historia de la humanidad han existido alrededor de 108,200 millones de humanos. En este momento existimos por ahí de 7,500 millones de personas en el planeta. Eso nos dice que en este momento estamos vivos como 7% de todos los humanos que han existido. Todos —la mayoría, en la que desde luego me incluyo— podemos pensar que somos especiales a nivel individual. Vamos, algunos hasta indispensables se han de sentir —si pensó en algún político, no es casualidad—.

Es difícil aceptar que no somos especiales y no puedo dejar de pensar que tengamos algo de especial, ni modo. Lo que se me ocurre es ver qué hemos logrado como humanidad y me doy cuenta de que lo único que puedo considerar especial —valioso— es lo que se ha logrado colectivamente. Me queda claro que lo que se ha hecho en algún momento de la historia, que luego haya servido de algo para otras personas en el futuro, ha sido el conocimiento y el arte generado por *grupos* de individuos, de manera colectiva. Hay algunos individuos que guardamos en el mito, tratando de perpetuar la idea de que sí somos muy importantes como individuos, pero en realidad no han sido esenciales: siempre han sido logros colectivos.

Entonces concluyo que somos especiales como grupo, no como individuos. Y luego recuerdo que en términos de biomasa, es decir, de la cantidad de materia orgánica, somos iguales a

las hormigas. En otras palabras, en kilogramos de humano y de hormiga, somos iguales en este momento (lo que implica que hay muchas más hormigas que humanos). Me pregunto si las hormigas son especiales colectivamente. Me pregunto si habrá algo especial. Es claro que no, por eso necesitamos creerlo. Fascinante.

A veces es necesario, indispensable, tomar una bocanada de aire fresco. Para quienes hacemos ciencia dentro de instituciones de educación superior mexicanas, los periodos vacacionales representan una oportunidad de trabajar sin distracciones, o al menos sin las distracciones comunes asociadas a la vida universitaria cotidiana. La investigación científica requiere de ciertas condiciones para poder realizarse, y uno de los factores indispensables es el de poder pensar profundamente sin distracción.

Quienes no han realizado investigación científica pueden a veces confundirla con investigación de “otros tipos”, en particular con la que a veces se realiza en ambientes académicos. Muchas veces, ya que los resultados se manifiestan en la publicación de artículos —científicos—, algunas personas se imaginan que la actividad científica consiste en leer mucho, hacer resúmenes y pasar las horas escribiendo artículos que resumen y/o describen lo leído, quizá con alguna aportación personal de interpretación, o quizá incluyendo la descripción de algunos datos recabados en llenados de indicadores de actividades académicas. Nada podría estar más alejado de la realidad. Las personas que nos dedicamos a la ciencia sí escribimos artículos, que son documentos que deben contener resultados originales y que serán revisados por otras personas de la comunidad científica para su valoración antes de ser aceptados para publicación, pero ese proceso repre-

senta solamente el último eslabón en una serie complicada de acciones que se llevan a cabo durante todo el proceso. Representa quizá, cuando mucho, un 5% del trabajo necesario en un proyecto de investigación científica.

Y entonces, ¿en qué consiste la investigación científica? Sucintamente: en una serie de actividades relacionadas a intentar resolver preguntas que aún no tienen respuesta. El proceso puede involucrar diferentes actividades como la de diseñar experimentos, llevarlos a cabo y/o mantenerlos, matematizar las preguntas, producir soluciones analíticas y/o numéricas —computacionales—, diseñar técnicas completamente nuevas, y muchas otras más. Uno de los ingredientes básicos que ya mencioné arriba consiste en el de pensar profundamente sobre el problema y las estrategias para intentar resolverlo. Lo vuelvo a mencionar porque esto puede también generar confusión. Es claro que todas las personas pensamos y nos concentramos cuando queremos resolver cualquier cuestión, sin embargo, las personas que se dedican a la ciencia, tienen un entrenamiento específico, difícil de adquirir y dominar, que permite pensar de maneras muy distintas y en particular con una intensidad de alto rendimiento. Eso, naturalmente, requiere de un enfoque y énfasis diferente a lo común.

Desafortunadamente, en muchas ocasiones, las condiciones necesarias para poder hacerlo de forma consistente y sostenida no se dan de manera cotidiana, y las vacaciones pueden brindar oportunidades para hacerlo. Una de las formas comunes en las que trabajamos y logramos avanzar es llevar a cabo discusiones enfocadas sobre los problemas y estrategias con las personas que colaboramos, comúnmente personas que trabajan en otras partes del mundo. Las vacaciones son oportunidades fantásticas para poder hacerlo.

Escribo esto porque acabo de tener una bocanada de aire fresco maravillosa. No solo tuve oportunidad de avanzar en algunos proyectos, pude también ver y platicar con colegas y ami-

gos que no veía hace mucho tiempo, visitar lugares en donde he pasado momentos muy agradables en mi carrera científica y, por si eso no fuese poco, recibí excelentes noticias de un par de estudiantes de Colima que acaban de recibir ofertas de universidades norteamericanas para ir a realizar sus doctorados.

Incertidumbre

“¿Qué vas a hacer cuando termines?” No recuerdo cuántas veces escuché esa pregunta durante el tiempo en que me dedicaba a realizar mi preparación como científico, pero fueron muchas. La parte de la pregunta que más me confundía era el “cuando termines”. ¿Cuando termine qué?, me preguntaba internamente.

En la mayoría de los casos quien preguntaba se refería a “estudiar” y quería saber en qué iba a “trabajar”. Yo no entendía. Me encontraba realizando el doctorado, que consiste en el entrenamiento formal para hacer investigación científica, y para mí eso precisamente era mi trabajo en ese momento. Posteriormente, aunque no sabía con certeza ni dónde ni cuándo, yo sobreentendía que mi labor continuaría en el ámbito académico, incorporándome a alguna universidad o centro de investigación, pero que determinar dónde y cuándo no era algo que pudiera —ni debiera— hacer mientras no conseguía aún el “mínimo de formación” para luego participar en alguna convocatoria y poder tener un primer empleo formal —temporal— como *postdoc* y eventualmente una posición permanente en alguna universidad. Así era donde yo me encontraba en ese momento y, como es un sistema exitoso, pensé que así —o algo muy similar— sucedía en la mayoría de los lugares.

Poco tiempo después decidí regresar a México y empecé a conocer el sistema que imperaba en nuestras universidades. El sistema era —naturalmente— producto de una serie de factores relacionados al origen de las universidades, las leyes de trabajo y los famosísimos “usos y costumbres”. Algunos factores ayudaron al desarrollo y lograron que escuelas encargadas de solo generar profesionistas en algunas áreas clave con el tiempo se fueran sofisticando y convirtiendo en verdaderas instituciones universitarias. Sin embargo, otros, con tintes de tradición y quizás un poco de confort, atentaban contra el crecimiento y la calidad de las mismas. Uno de los más importantes consistía en la habilitación —y definición—

de docentes universitarios.

Durante muchos años, el camino “típico” consistía en concluir estudios de licenciatura e intentar “dar unas clases” o “unas horas” en el mismo programa del cual se había graduado. Esto se fundamenta desde la perspectiva de que si se “terminó” la carrera, entonces se puede enseñar lo que se aprendió. Funcionó durante mucho tiempo, sin embargo, conforme las instituciones maduraron al punto de empezar a ser generadoras de conocimiento y por lo tanto universidades en el contexto moderno, se dio la necesidad de que las personas se prepararan a niveles más altos y obtuvieran las habilidades para una docencia más sofisticada asociada a producir conocimiento.

Ahora era necesario prepararse más. Para quienes conocían el esquema anterior esto significaba intentar “agarrar unas horas” para luego “seguir estudiando”. Así, muchas personas conseguían empleo en las universidades y luego continuaban con su formación. De alguna manera primero se “aseguraban” de tener algo “seguro”, y luego se preparaban. Existe de todo en este esquema, pero algo que sucede con bastante frecuencia es que los posgrados realizados bajo este esquema no “rinden igual”. De manera sucinta y sin mucho rodeo: si en un doctorado no se dedica 100% del tiempo, probablemente no es muy bueno.

Cuando empieza a surgir el fenómeno de que existen personas que deciden primero formarse y luego buscar la oportunidad en una universidad, se empieza a generar un poco de confusión al interior de nuestras instituciones. De repente, personas que nunca estuvieron asociadas a una universidad, participan en convocatorias de plazas y llegan ya formadas con el más alto nivel —que en otros lugares es el mínimo necesario—. Durante su preparación, aun cuando pudieron haber tenido la intención de trabajar en algún lugar específico, no sabían dónde exactamente encontrarían un trabajo permanente. Para quienes esperaban adquirir una plaza por haber seguido el camino “viejo” y simplemente tener antigüedad, les sorprendía que alguien de repente llegara “sin haber hecho nada” y ganado el concurso. Claro que era difícil entender que no era verdad que no había “hecho nada” sino que había hecho mucho, mucho más de lo que pudiera imaginarse, solo que no lo había hecho con un “lugar” asegurado. Este tipo de confusiones, aunadas a veces al confort, la resistencia al cambio, y muchas veces a mediocridad, han generado toda una serie de interesantes anécdotas a lo largo de las últimas décadas y a lo largo y ancho del país. Ojalá alguien que lea esto y quiera compartir su experiencia lo haga en los comentarios en fefino.com

Muchas de estas anécdotas resultan ser difíciles para quienes se forman bien primero, y luego intentan conseguir un trabajo. Y aun así, para quienes se forman y compiten en sistemas abiertos, esta situación de no estar —ni intentar estar— vinculado a una institución cuando aún no se tiene la formación, que seguramente se puede describir como de “incertidumbre”, es la cosa más normal, es más, es un ingrediente esencial para que el proceso de crecimiento y desarrollo universitario pueda ser limpio y transparente.

Me preguntan cómo hago para poder poner algo de ciencia cada semana. Me dicen que se les hace difícil imaginar algo para sacar cada vez. Me parece extraño, a mí se me hace difícil no tener algo de qué hablar. Son tantas las cosas que me llaman la atención y tantas las cosas que quiero decir que lo único que me detiene es la enorme cantidad de flojera que me invade.

¿De qué hablar? Las nubes, el sol, el corazón, la necesidad de mentir y de engañarse. Me llama la atención el agua, ¿qué es?, ¿cómo está formada? ¿Por qué se comporta como se comporta? Me gustaría entender por qué abarca más espacio como sólido que como líquido. ¿A quién más le pasa? Me pregunto si no es interesante entender por qué hay árboles que “mudan” y árboles que no. ¿Qué es la electricidad? Sabemos —se dice— que todo el día estamos rodeados de electricidad y electrónica, ¿son lo mismo? He escuchado la expresión “energía limpia”. ¿Qué es energía sucia? ¿Cuál es la más limpia?

Vaya, es impresionante que los aviones vuelen, que se pueda trasplantar un riñón, que con una vacuna se salven millones de vidas, que podamos comunicarnos “en vivo” con casi cualquier persona en casi cualquier parte del planeta. Me parece interesante intentar entender cómo es posible que haya árboles tan altos, mamíferos tan grandes. ¿Hay algún límite para su tamaño? ¿En qué consiste?

Me apasiona pensar en cómo funciona el cerebro -el humano y el que sea. Me apasiona pensar que los fotones producidos en el sol interaccionan con los átomos de las moléculas de las células que forman las hojas de los árboles y plantas produciendo azúcar y “desechando” oxígeno en el camino. Me parece extraordinario que el mismo proceso con que la savia llega al último rincón de la última rama del árbol más grande, permite que la sangre bombeada por un corazón llegue al último rincón de la extremidad más alejada de cualquier mamífero.

Me parece interesante que, en tan solo los últimos 200 años, que corresponden a tan solo una milésima del tiempo que los seres humanos hemos existido, hayamos sido capaces de entender lo que entendemos. Me parece motivador que apenas en las últimas cinco o seis décadas hayamos producido la mayor parte del conocimiento que tenemos los seres humanos. Me parece interesante que la mayoría no sepamos eso. Me resulta fascinante cómo, precisamente por esos conocimientos y manera de pensar que hemos utilizado en los últimos siglos, hayamos logrado una interacción social tan equilibrada. Me parece alucinante que muchos no podamos verlo y que aun con toda la información que tenemos, cosa que anteriormente era imposible, se nos olvide cómo era la vida antes.

Me impresiona que haya escuelas. Que pensemos que tenemos derecho a la educación. Me emociona que hablamos de derechos de los animales. Alucino al ver que hay gente como yo, dedicada al estudio de la naturaleza, que tiene un empleo y un salario ¡por hacer eso! Es formidable imaginar que hay siete mil millones de personas vivas.

Me apasiona que tenemos retos que nunca antes habíamos tenido. Que tenemos herramientas para resolverlos. Me impresiona que a veces parezca que no queremos resolverlos. Me desmaya que haya personas “educadas” que piensen que antes estábamos mejor. Me preocupa que perdamos lo ganado y que tengamos que empezar de nuevo, pero no mucho, ya que, a di-

ferencia de otras expresiones humanas, el conocimiento volvería a surgir igualito: las leyes de Newton tendrían otro nombre, pero dirían lo mismo.

Y así, me interesa casi todo. Por eso, nada más, es que no me resulta muy complicado tener un tema cada semana. A veces repito temas. Cuando sucede es debido a al menos dos posibles razones: porque me interesa mucho y deseo mantenerlo “fresco” o porque fallé en derrotar mi pereza y no alcancé a plasmar las ideas en escrito.

Imaginemos

Imaginemos que estamos en 1518. Lo más probable es que no me lea porque yo no sé escribir ni usted leer. Si es mujer, seguramente, con una alta probabilidad, su vida consiste únicamente en procrear y de seguro empezó desde los once o doce años. Si es hombre, de seguro le ha tocado pelear en algún tipo de guerra —sin saber por qué o para qué— y peleando en enfrentamientos de cuerpo a cuerpo. Claro, estamos suponiendo, sea usted mujer u hombre, que logró sobrevivir y llegar a su edad actual, ya que la mortandad infantil es impresionante y, además, si usted tiene alrededor —o más— de digamos unos cuarenta años, entonces lo más probable es que ya esté muerto —sí, incluso con toda la medicina tradicional y los alimentos orgánicos sin pesticidas—.

Si usted tiene piel de color negro o es un indígena americano, o mezcla, que es lo más probable, los “humanistas” de la época están debatiendo en determinar si usted es en realidad un ser humano. La mayoría concluye que no.

Usted probablemente nunca ha utilizado zapatos.

Y eso hace quinientos años, ahora imagínese hace mil, o diez mil. Si usted es un niño —ya vimos que las niñas en realidad ya serían madres— usted estaría realizando trabajo rudo. Niña o niño, le golpearían, le explotarían y nadie consideraría que eso estuviese mal. ¿Derecho a la educación? ¿derecho a votar? ¿derecho a comer? ¿derechos humanos? ¡¿Qué es eso?! ¿Con qué se

come?

Los seres humanos hemos existido poco más de cien mil años y solo en los últimos milenios podemos decir que tenemos algo medio civilizado —medio, como vimos hace tan solo quinientos años todavía estaba muy primitivo el asunto—. ¿De dónde sale lo civilizado? ¿Cómo es que han cambiado las cosas? La respuesta está en el conocimiento generado por la ciencia. Ejemplo: crea lo que usted quiera, pero ya sabemos que no hay diferencias entre los seres humanos. Pensar que unos sean más que otros por su color de piel o tipo de facciones o cualquier tontería que se diga es, sin lugar a dudas, una estupidez. Y lo bueno de todo esto es que no es una cuestión de opinión, como antes. No, ahora, gracias al conocimiento, es un hecho y la persona que no lo acepte está equivocada, punto.

Es peculiar que cuando nos referimos a la tecnología y cómo ha influenciado nuestra vida, algunas personas digan que “nos deshumaniza”. Este tipo de comentarios, superficiales casi siempre, y dichos en momentos muy específicos de “debate” o confusión, muestran algo que considero inquietante: las personas le temen a la ciencia, le tienen desconfianza a pesar de que viven gracias a ella. Cómo puede deshumanizar si ¡la tecnología es un producto de la naturaleza a través de los humanos!

Primero debemos poner un poco de orden: no hay nada más humano que la ciencia. Solo los humanos la hacemos. Es, junto con el arte, lo más humano que hay. Otra cosita que a veces pasamos por desapercibido: la ciencia nos hace mejores, nos da la oportunidad de ser mejores. Asústese: ¡la ciencia es la fuente del humanismo!

Entonces sí, insisto, usted que vive en el siglo XXI le debe su existencia a la ciencia. No importa dónde viva ni a qué se dedique, ni cuánto tenga o haya tenido, usted está aquí gracias a la ciencia. Como puede apreciar ahora que eso ha quedado claro, cuando hablamos de apoyo para la ciencia no se trata de “una más” de las cosas que hay que apoyar. No, se trata de no des-

cuidar lo que nos tiene aquí. Así de fundamental es el asunto y de alarmante el que muchos no seamos conscientes de ello. Al apoyar a la ciencia se está apoyando para que no haya pobreza, para que mejore la salud, para que incremente la educación. Al apoyar a la ciencia de manera adecuada y sostenida se termina generando riqueza y bienestar. No hay atajos ni caminos secretos, cuesta trabajo y requiere de talento, pero si se le apuesta con firmeza, rendirá frutos. Hoy vivimos gracias a la ciencia hecha por otros, quizás en un mañana también aportemos de manera importante y podamos decir que nosotros hemos contribuido a la mejora de la humanidad.

Somos invisibles

Uno de los temas más candentes en la frontera del conocimiento científico consiste en entender y determinar qué es la “materia oscura”. Ya encontraré un espacio para describir de qué trata ese tema, por hoy solo menciono que se trata de materia que no podemos ver con la luz, es “invisible”. Hoy quiero aprovechar el espacio para hablar de otra oscuridad.

Es claro que nuestro país pasa por momentos difíciles, oscuros. Como en cualquier arena, cuando hay problemas y situaciones complicadas, tomar decisiones acertadas es muy difícil. Si hay problemas, si no nos sentimos bien, si tenemos desesperación, miedo, incertidumbre, es muy probable que nuestras decisiones no sean muy razonadas. También, colectivamente, si además de tener una situación compleja y llena de problemas que son difíciles de controlar, no tenemos el mínimo interés en resolver o mejorar la situación general y solo vemos por intereses personales, imaginen qué tipo de “decisiones” podremos tomar. ¿No se pueden imaginar? Qué tal algo como reducir presupuestos a educación, ciencia, salud. Si les suena familiar, de seguro es solo una coincidencia.

Hoy la situación de la ciencia en el país es oscura. Más que oscura, podría decir que el interés que se tiene sobre la ciencia como elemento de cambio por parte de tomadores de decisiones, y quizá también por grandes sectores de la población,

es simplemente inexistente. La ciencia en México es percibida como una cosilla por ahí, insignificante, inútil e invisible. En el mejor de los casos, pareciera un lujo tonto por el que no debemos preocuparnos, menos cuando hay tantos otros problemas. Sí, es verdad que otros países, esos que rigen el mundo, cuando tienen crisis recurren a invertir en ciencia y educación, pero eso lo hacen ellos, nosotros no, ¿para qué? Sí, es verdad que la inversión de esos países en esos sectores es precisamente lo que les permitió llegar a donde están, pero ¿de verdad queremos eso?

La ciencia en México es materia oscura.

Se debe decir que parte del problema es que a veces nosotros mismos —la comunidad científica— no podemos reconocer que no existimos. Nos cuesta trabajo reconocer que, en realidad, en nuestro país no hay ciencia. Caemos en el juego de que sí hemos avanzado y que “ahí la llevamos”. La verdad, tomando en cuenta el tamaño y riqueza del país: no existimos. Los intentos individuales y de algunos grupos son loables, pero en realidad no existimos. Es importante reconocerlo ya que las estrategias que podamos proponer y llevar a cabo deberán estar sustentadas en la realidad, no en la creencia —o enorme deseo o descarada simulación— de que las cosas van “más o menos” bien.

Es muy poco el espacio para un análisis profundo. Afortunadamente hay un aspecto que es muy sencillo de identificar como parte del inicio de cualquier estrategia. Primero, una vez reconocido por quienes hacemos ciencia, que a nosotros “no nos tocó”, y que como científicos, analicemos y veamos qué podemos hacer para que la situación cambie en el futuro, es muy fácil describir al menos uno de los ingredientes primarios, fundamentales, imprescindibles de cualquier estrategia: para hacer una diferencia, para que nos escuchen, para obligar el cambio —ya que no vendrá de otro lado, sino de la presión que podamos ejercer—, es necesaria una verdadera “masa crítica”. Aunque no haya dinero, aunque nadie quiera contratar, aunque signifique sacrificar generaciones, aunque parezca que no tenga sentido,

necesitamos incrementar el número de personas capacitadas para la ciencia por al menos un factor de diez. Necesitamos empezar a producir licenciaturas que produzcan personas de mucha calidad en las áreas básicas. Generarlas por montones para que luego vayan a doctorarse a los mejores lugares que su situación les permita y así, en unos diez, quince o veinte años, el sistema colapsará y no habrá de otra —como dije, este es un ingrediente imprescindible, mas no el único—. Desgraciadamente solo así forzaremos a que se nos escuche. Eso es importante porque no representamos simplemente una voz más exigiendo atención, no, la cosa es que la ciencia representa la salida, la solución.

Desconfianza

Pareciera que la experticia es algo negativo. Al preguntar sobre algo, uno esperaría que lo que se busca es una respuesta con veracidad. Por alguna razón, a veces, si la respuesta viene de una persona experta, como que no nos gusta. Cuántas veces no se escucha que le pregunten a alguien que se dedica a la biotecnología algo como: “¿son malos –para la salud— los transgénicos?”. “No, para nada”, responde. “¿Y cómo sabes? Yo leí que hay muchos estudios que dicen que hacen mucho daño; es más, vi un video donde un científico dice que sí.” Otro inicio de conversación muy común que involucra un tema que pudiera ser controversial: “Bueno, como andas en eso de la ciencia ya sé que vas a decir que no es posible, pero a mí me consta que sí funciona ...”.

El hecho de que quien contestó sobre los transgénicos o a quien le están comentando las ideas equivocadas haya pasado tiempo preparándose, aprendiendo, especializándose en un área que precisamente tiene que ver con la pregunta y el tema, que sea una persona que ha dedicado buena parte de su vida precisamente a tratar de entender e incrementar nuestro conocimiento en esas áreas, parece no ser suficiente para contrarrestar una idea formada por lecturas poco técnicas y creencias de quienes preguntaron. Ni siquiera cuenta en la discusión que a veces, en muchas ocasiones, quien pregunta no terminó la prepa –o si la

terminó nadie sabe exactamente por qué ni cómo— y que considera que todas las opiniones cuentan. Perdón, no solo cuentan, sino que ¡cuentan lo mismo!

Es bien sabido, y hasta me resulta cansado el repetirlo, pero no olvidemos que todas las personas debemos tener el derecho a pensar y opinar lo que deseemos, pero que eso no implica que nuestras ideas y expresiones tengan sentido ni que no puedan ser criticadas. Las ideas no tienen por qué ser respetadas, sobre todo si sabemos y podemos sustentar con evidencia que están equivocadas. Ninguna persona está —ni debe ser— forzada a aceptar ninguna idea, independientemente de que yo tenga el derecho de expresarla. Las ideas deben ser analizadas, criticadas, contrastadas y matizadas. Cada quien decidirá con qué se queda. Lo interesante es que cuando estudiamos y nos preparamos un poco, se esperaría que aprendiésemos a explotar nuestra capacidad de análisis para que así, poco a poco, lográramos ir aceptando aquellas ideas que tienen sustento y desarrolláramos la habilidad de ir “soltando” aquellas que no. También, ya que no podemos saber todo, ni podemos volvernos expertos en todo, cuando nuestras dudas e inquietudes recaen en áreas que no dominamos, y queremos tener un poco de idea, se esperaría que al preguntar y recibir información, si esta viene de una persona experta, uno le daría un poco más de peso que si no. No se trata de que un experto siempre tenga la razón, se trata, simplemente, de que sabe más que yo.

En realidad el problema no es creerle o no a una persona experta. El problema consiste más bien en recibir una respuesta que vaya en contra o sea diferente a nuestra pre-concepción. Ahí está el asunto. Es difícil ver que nos equivocamos, y más si ya hemos manifestado nuestra idea antes. Como que nos veremos “mal”.

Hay muchas razones por las cuales nuestra sociedad desconfía de la ciencia y de las personas que nos dedicamos a ella. No hay una receta para poder cambiar eso, y se necesitan mu-

chas estrategias diferentes que se adapten a situaciones muy diversas y además cambiantes. Sin embargo uno de los ingredientes presente en cualquier estrategia es la educación formal, la que debemos brindar a todas las personas. Recordemos que una sociedad desinformada, con una paupérrima capacidad de pensamiento crítico y una cultura de rechazo al conocimiento, es una sociedad vulnerable y destinada a la manipulación y el subdesarrollo.

¿Tercer *strike*?

A veces retomo columnas de años anteriores para revivir algún tema. Quiero volver a compartir una reflexión de hace seis —y luego tres— años relacionada al estado de la ciencia en el país y al enfoque general que se le daba —aún da— dentro de la actual administración federal. La reflexión fue realizada en una época electoral en donde nos inundaron discursos, debates, propuestas. Hoy, que tenemos ya una versión de lo que parece será el siguiente esquema de administración de la ciencia, y en el que surgen algunas cosas importantes y otras muy preocupantes, considero que lo que mencioné en aquella ocasión tiene relevancia para el futuro plan —¡nótese los tres tiempos en un solo enunciado!— y por ello lo vuelvo a compartir —con algunas actualizaciones—:

No es sorpresa que el arte y la ciencia han estado prácticamente ausentes en los discursos y propuestas que nos inundan estos días. Quizá han sido mencionadas en el contexto general de lo que llaman, a veces superficialmente, educación. Las actividades más hermosas, trascendentes y útiles que tiene la humanidad han sido, hasta el momento, las grandes ausentes.

Se lanzan palabras y conceptos maravillosos como innovación, desarrollo, crecimiento, transferencia, tecnología, y muchas más. Todas ellas importantes y necesarias dentro de un esquema general bien organizado y sustentado. El problema que

a veces me parece percibir es la aparente negación o desconocimiento de la mala situación que guardan las bases donde se tendrían que soportar todos esos planes y esquemas.

En el caso concreto de la ciencia, me inquieta lo inoperante que pudieran resultar los esquemas que a veces se mencionan en el sector industrial y tecnológico. México no cuenta con las estructuras científicas básicas —empezando por el ínfimo número de científicos por habitante y terminando por las existentes estructuras administrativas torpes y de vistas cortas— que puedan dar un sustento a dichos esquemas. En pocas palabras, pensar que se puede detonar la actividad científico-tecnológica por mandato, exigiendo proyectos que deriven en patentes y aplicaciones generadoras de recursos, como por arte de magia y en el corto plazo, es, en el mejor de los casos, un sueño guajiro. En la propuesta nueva se reemplazan las palabras clave “patentes” y “aplicaciones” por “resolver la pobreza” e investigación “orientada”. Lo mismo aplica para éstas, no hay atajos. Aclaro, si una de las metas principales del nuevo gobierno es reducir y atacar la pobreza, que espero así sea, seguramente todos podremos contribuir, pero eso no se logra exigiendo que los proyectos de investigación deban estar “orientados” a eso —espero sea clara la diferencia, y espero tratar el tema con más detalle en futuras entregas—.

Es necesario invertir en la creación de una verdadera base científica que pueda sostener y dar un origen natural a esas fases posteriores de desarrollo. Se puede empezar poco a poco, desde luego, pero con el énfasis en formar las bases. Se requiere un programa agresivo de formación de recursos humanos a nivel nacional; un ejército de personas formadas en áreas científicas —básicas, que son las que luego forman todo lo demás— que puedan prepararse en los mejores lugares del mundo realizando doctorados y/o estancias postdoctorales. En el inter, mientras se van formando, vayamos creando los espacios y las condiciones para que encuentren un lugar dónde desarrollarse y contribuir.

Se requiere un cambio de paradigma que nos permita generar un cambio sustancial. Gradual, pero significativo, a largo plazo. No podemos seguir con los mismos esquemas —bueno, sí podemos, pero no nos llevará a nada interesante—.

¿Quieren patentes útiles? ¿Quieren que los efectos de la investigación científica se palpen fácilmente? ¿Quieren que el conocimiento generado sea “útil” a la sociedad —como si hubiera conocimiento inútil—? Muy bien, eso cuesta y cuesta mucho. Podemos hacerlo como sociedad, pero será necesario invertir tiempo, dinero y mucho esfuerzo para lograrlo de manera sostenida. Me atrevo a decir que algo similar ocurre con el arte. Ciencia y arte, que forman la cultura, requieren de apoyo y confianza absolutos. No es capricho, han ya demostrado en incontables ocasiones lo redituables que son. Ojalá pronto, en lugar del tercer *strike*, hagamos un *grand slam*.

Domingo personal

Encontré una carta que escribí a mis hermanas hace unos años y en la que respondía una pregunta que me hacían con cierta insistencia: ¿qué haces? Comparto con ustedes mi respuesta.

“... se preguntan qué hago, es decir, cómo es mi día a día. Por lo general uno acostumbra ver a las personas que laboran ir a un lugar determinado, con un horario fijo y con tareas bien definidas. Por lo general uno también ve que la mayoría de estas personas no iría a trabajar si no lo necesitara. Describir mi trabajo en ese sentido es un poco complicado. Claro que tengo actividades “normales” que se pueden entender, como impartir clases a ciertas horas, brindar asesorías a diferentes personas y llevar a cabo —un montón de— trabajo administrativo. Sin embargo ninguna de estas actividades representan en realidad mi trabajo, son simplemente algunas responsabilidades que tengo debido a mi trabajo.

Mi trabajo es investigar. Investigar acerca de cómo funciona la naturaleza. Tratar de entenderla y de encontrar sus secretos. Este trabajo es muy intenso y muy personal. Es muy apasionado y requiere de mucha concentración. En mi caso, los problemas que trato de resolver —o encontrar ya que a veces es más difícil formular un problema que resolverlo— son de carácter matemático. Resulta que la naturaleza nos habla en matemáticas, no sé por qué, ¡pero así es! Al ser así, entonces, mi trabajo

lo puedo realizar prácticamente en cualquier lugar. Lo único que necesito es poder pensar sin distracciones y tener acceso a una computadora cuando se me ocurre la solución —muchos de los cálculos involucrados en la solución de los problemas requieren la utilización de computadoras—.

Para ser un poco más concreto —pero me temo que solo un poco más— les contaré lo siguiente: soy físico, lo que significa que mi trabajo es sobre el área de la ciencia llamada física. Prácticamente todo mi trabajo hasta hoy ha sido dentro de la física de partículas, una de las muchas divisiones o sub-áreas de la física, que es la que trata de entender de qué estamos hechos. De qué estamos hechos nosotros, el agua, el sol, el universo entero.

Hemos descubierto, a través de muchos años de experimentación e investigación, que existen unas “partículas” fundamentales que se combinan en diferentes maneras para formar todo lo que podemos ver y tocar. Estudiar sus propiedades y la forma en que interaccionan para combinarse es lo que se puede decir que estudiamos. Existen muchos misterios y dudas sobre estas partículas y sus propiedades. Mi trabajo es tratar de encontrar pistas que nos puedan acercar más a conocerlas mejor.

Sé que puede sonar efímero e inútil, sin embargo, les puedo comentar que toda la tecnología que ustedes han utilizado —directa e indirectamente— y la que sus hijos van a utilizar, se ha podido crear —y se creará— gracias al entendimiento sobre estos aspectos de la naturaleza. El hecho de que ustedes estén leyendo esta carta en el monitor de la computadora y que esta carta haya llegado hasta ese monitor, ha requerido del entendimiento de una vasta cantidad de fenómenos naturales para ser posible. Es en realidad majestuoso lo que hemos logrado y aún más majestuoso que ha sido siempre generado por la curiosidad de algunas cuantas personas.

No me equivoco ni exagero en decir que gracias al estudio científico de la naturaleza —en el sentido que les describo arriba— es que vivimos. La derrama tecnológica de los estudios

de la física fundamental en las áreas de medicina, producción de alimentos, transportación, comunicaciones, computación, programación, etc. es inmensa. Áreas completas de investigación científica han sido creadas a partir del entendimiento de los aspectos más básicos y fundamentales de la naturaleza. Como pueden ver, es un mundo apasionante y muy cercano a todos nosotros, aunque a veces no lo percibamos. Así que eso es lo que hago”.

Una típica: “¿Pero hacen algo que sirva o solo artículos que se quedan en el anaquel y que nadie lee?” “A ver, ¿de qué ha servido lo que han hecho?, ¿qué problema social han resuelto?”

Otra muy popular a la hora de discutir sobre la ciencia en México o Colima es la siguiente: “¿Por qué, en lugar de andar investigando cosas que a nadie le interesa, no se ponen a resolver problemas verdaderamente importantes, como el de las epidemias o el agua o la pobreza?”.

A primera vista esas preguntas, hechas casi siempre dentro de conversaciones o situaciones en las que se discute sobre la importancia de la ciencia o el poco apoyo que ha tenido en nuestro país, parecen genuinas, contundentes e importantes; vaya, ¿cómo no se me había ocurrido pensar en eso?

En realidad están mal formuladas. Denotan claramente un desconocimiento básico de cómo funciona la investigación científica o una excusa barata para eludir responsabilidades.

Pongamos algo en claro antes de que surjan pasiones bajas. Sobre la frase de los artículos de anaquel, aquellos que solo se escriben para llenar libreros y que no sirven de nada, es pertinente aclarar algo de manera inmediata: si no se leen y solo sirven para llenar bibliotecas, entonces son de pésima calidad. No sirven, efectivamente. Lo mismo pasa con las patentes, que a veces algunos confunden con resultados que sí sirven. Patentes y

artículos que no sirven, que son de mala calidad, terminan en un rincón, sin ningún impacto. Hay que trabajar para eliminar eso.

Lo que sirve, lo que tiene impacto, es lo que se hace con gran calidad y rigor. No importa el área, no importa la pregunta o problema que se quiera entender y/o resolver, si la investigación se hace con calidad, el artículo/patente producido generará un impacto en la comunidad científica y por ende en la sociedad. No se trata de si es artículo o no, se trata de si tiene calidad o no. Ah, y la calidad cuesta, y mucho. Se necesita personal sumamente calificado, una infraestructura sofisticada y mucho tiempo. Para poder tener impactos notorios, visibles, tangibles, trascendentes, es necesario invertir tiempo y dinero. No hay atajos. Lo demás serán charlatanerías —que abundan— o fluctuaciones y accidentes que permitirán regocijarnos por unos días, pero que no generarán un impacto sostenido ni sistémico.

Claro que ante la necesidad de resultados visibles, inmediatos, pareciera que la ciencia tenga problemas en ser atractiva. Así es, sí tiene ese problemita, en todo el mundo, aunque en algunos lugares más que en otros. Por lo general se requiere de mucho tiempo para poder dar resultados y nunca, pero de verdad nunca, se pueden garantizar. Sabemos que algo de beneficio saldrá, siempre sucede, pero no podemos estar seguros de qué ni cuándo. Dicho así pareciera que es imposible confiar, y lo inmensamente interesante es que es, en realidad, lo único verdaderamente confiable.

Definitivamente que no es una cuestión sencilla para las personas que toman decisiones, ya sean gobernantes, autoridades académicas, etc. Lo que sí es fácil, y que comparto con ellas, es lo siguiente: si alguien garantiza un resultado, es un fraude. O ya está hecho, o manipulará los resultados. Si alguien se acerca a ustedes y les habla de super-proyectos relacionados específicamente con los problemas más famosos y mencionados en el momento —y su región—, que beneficiarán a toda la población y en poco tiempo, que solo necesitan de su apoyo porque ade-

más, pobres ángeles, han estado castigados o bloqueados por la represora comunidad científica que busca solo publicar artículos que nadie lee, seguramente, con demasiada probabilidad, le estarán tomando el pelo. Son timadores y algunos de ellos son tan buenos y convincentes que han logrado engañarse a sí mismos.

Varias veces he comentado en esta columna que la ciencia es endeble en nuestro país, que prácticamente no se le ha apoyado y que nunca se le ha tomado en cuenta seriamente dentro de los proyectos de nación. Otro tema recurrente y relacionado ha sido el de la exigencia de impacto social y económico que se le pide a la comunidad científica por “todo” el apoyo que —no— ha recibido, ya que como que no se nota que haya algún impacto. Según se dice, se nos ha apoyado de manera importante y no hemos hecho nada, o casi nada, que no es lo mismo, pero es igual. Tal pareciera que la comunidad científica mexicana es percibida como un grupo de personas que se gastan cantidades importantes de dinero en hacer nada, solo locuras u ocurrencias intrascendentes que no aportan a nada, mientras el país sufre con problemas importantes que por alguna curiosa razón no quieren atacar. La comunidad científica es insensible, despreocupada. Es más, no le importa la sociedad. No le interesa nada más que estar cómoda. He plasmado aquí varias ideas que tratan de desmontar esas percepciones, pero el problema es serio. Además, por si esto no fuera poco, se empieza a manifestar de manera cada vez más directa la idea de que en el mundo académico nacional, concretamente el científico, hay mucha simulación, comodidad y fraude. En otras palabras, la comunidad científica mexicana no está interesada en aportar a su país, es corrupta y

necesita una lección.

Yo sí conozco personas que simulan. Conozco colegas que navegan en la comodidad que permite el sistema. He visto actitudes poco éticas entre personas de la academia. Sí, eso existe y más de lo que me gustaría. Lo he descrito también en este espacio. Sin embargo, no puedo dejar de expresar mi profunda inconformidad con las ideas ya mencionadas, sobre todo cuando son emitidas por personas que deberían saber un poco más de cómo funciona la ciencia y por qué la educación es el pilar más importante de una sociedad saludable. Como ya he expresado antes, no es verdad que en México se ha apoyado a la ciencia. ¿Qué es lo que quiero decir? Trataré de explicar mi exabrupto de la siguiente manera. Para contextualizar, si el día de mañana a cualquier universidad del país se le aprobara un proyecto en el área de química por diez millones de pesos, sería una noticia importante, habría alegría y ayudaría mucho a quienes participaran en ese proyecto. Sería sin duda la noticia del año para ese grupo. Sin embargo, esa misma cantidad es irrisoria para el tipo de gasto corriente que utilizan laboratorios de mediana calidad en la misma área, pero en países con ciencia saludable, robusta. Laboratorios y equipos de trabajo con los que además nuestro grupo tiene que competir. Es más, nos gustaría, casi esperamos, que si les dieron los diez millones, *pos* que compitan con los mejores, ¿no? Lo que quizá no es obvio para muchas personas es que no funciona así. Lograrán algo, pequeño, interesante, importante, pero difícilmente podrán competir. Y digo difícilmente porque hay quienes a pesar de todo lo logran.

Conozco personas en mi país que logran hacer cosas maravillosas, impresionantes. Personas y grupos que con casi nada, verdaderamente nada como ya vimos, son capaces de sobresalir en el contexto internacional. Tengo colegas que se esfuerzan de manera impresionante por contribuir al conocimiento y la sociedad a través de investigaciones que requieren, además de un gran talento, una dedicación profunda, compitiendo al tú por

tú con los mejores grupos del mundo y haciéndolo en medio de ambientes académico-burocráticos hostiles y sin el financiamiento requerido. ¡Imaginen qué podrían lograr en condiciones mínimamente adecuadas!

Desafortunadamente, también conozco muchos casos de jóvenes, que justo al empezar a desarrollar sus carreras científicas dentro de nuestras universidades, se encuentran en un pantano de sub-desarrollo académico que fácilmente termina con sus posibilidades de construir una verdadera trayectoria científica. Por no existir apoyo decidido y firme a la educación y ciencia, nuestras universidades viven realidades complicadas que hacen difícil la vida académico-científica y se ven envueltas en dinámicas y programas que impiden el desarrollo profesional. Al no tener lo mínimo necesario, se prioriza lo elemental, más no necesariamente lo básico, para “sacar el día”, y en el camino se sacrifica mucho. En fin, la cosa no es trivial.

Este exabrupto va por todas esas personas que, a pesar de todas las dificultades logran hacer ciencia y una vida universitaria digna. Ustedes saben quienes son, y también quienes no.

El doctorado no quita lo tara....

Para poder hacer ciencia es necesario, entre otras cosas, adquirir la habilidad de cambiar de parecer. Entrenar el cerebro para que pueda ir en contra de sus prejuicios y primeras impresiones. Es difícil. Además de tener que aprender una cantidad cada vez más grande de conocimientos, técnicas y herramientas, se tiene que modificar la forma de pensar.

El entrenamiento empieza, casi siempre —si se tiene la suerte de poder ingresar a una buena universidad—, desde la formación a nivel de licenciatura o pregrado, sin embargo, la formación robusta, específica y dirigida para adquirir esa indispensable habilidad que nos permita cambiar la forma de pensar —otra vez, siempre y cuando se tenga la oportunidad de hacerlo en un buen lugar—, se obtiene en lo que llamamos el proceso de doctorado.

Quizá para muchas personas en la actualidad la palabra doctorado esté asociada de manera muy importante a un título casi nobiliario que denota mucha preparación o que es requerido para un puesto. No es poco común escuchar frases como “ese tipo tiene dos maestrías, ¡es un genio!” o “a ella le gustaría tener dos doctorados”. Cuando se piensa así es como si se considerara al doctorado como “la meta”, el lugar al que se quiere llegar.

Cosa muy diferente para las personas que nos dedicamos a la ciencia. Para nosotros representa el inicio. Obtener el doc-

torado es haber demostrado que hemos aprendido a hacer investigación. El doctorado es simplemente la fase de formación en que nos preparamos para aprender a investigar —la maestría es solo una fase intermedia—. Por ende, si alguien desea obtener un segundo doctorado, seguramente el primero no lo hizo muy bien —existen situaciones en las que personas que estudiaron en varios países por azares del destino, y para poder convalidar sistemas distintos, terminaron obteniendo dos doctorados, pero es claramente distinto al caso que estamos discutiendo—.

Evidentemente el concepto y su significado práctico son cosas que han evolucionado con el tiempo. La actividad científica no es igual hoy a lo que era hace dos siglos, es más, ni siquiera a hace 50 años. Los procesos de preparación y formación de las personas de ciencia han cambiado. Las expectativas, las demandas, la realidad laboral y familiar, la ciencia misma, han cambiado. Hubo épocas, por ejemplo, en que el grado ni siquiera existía. Las personas que se dedicaban a la ciencia estudiaban, experimentaban, trabajaban, teorizaban, discutían por años, muchas veces sin lograr nada o casi nada, *que no es lo mismo pero es igual*. De repente, a veces, se lograba alguna cosita interesante. Lo más común en esas épocas es que luego de pasar “una vida entera” trabajando, los “sabios” escribían sus descubrimientos y teorías en grandes libros para la posteridad.

Conforme más personas se involucraron en la actividad del estudio sistemático de la naturaleza, se avanzó de manera más eficiente y surgieron nuevos mecanismos de organización. Ahora ya existían trabajos —puestos— formales para ellas, lugares donde estudiantes podían ir a entrenar y convertirse en exploradores de la naturaleza. Todo ello, aunado al éxito estrepitoso que el conocimiento científico obtuvo en sus aplicaciones durante el último siglo, ha hecho que tengamos métodos y denominaciones muy particulares para la formación y acreditación de nuestros científicos. Hoy, un doctorado es simplemente la forma de acreditar que se cuenta con el entrenamiento para

llevar a cabo investigación. Entrenamiento certificado por una institución de educación superior.

Péndulo

A propósito de la discusión que se está llevando a cabo en torno al futuro cercano de la ciencia en el país, recordé algo que había compartido en mi blog #HablemosDeCiencia (fefino.com) sobre la realidad de la inversión en ciencia y tecnología en nuestro país. Como verán a continuación, mi opinión es que no ha habido nunca un apoyo real y se ha fantaseado mucho al respecto. Hoy, existe la sensación de que habrá un cambio importante en la administración de la ciencia en nuestro país. Se escuchan muchas cosas encontradas y hay confusión. Por un lado, se mencionan algunos cambios de énfasis que podrían interpretarse como un avance —por ejemplo, fortalecer las ciencias básicas, incentivar la calidad, mejorar los sistemas de evaluación, etc.— y por otro se mencionan algunas cosas verdaderamente preocupantes y peligrosas para el desarrollo del ámbito científico —se habla de generar ciencia nacional o nacionalista, incorporar “todos los saberes”, dejar de seguir la ciencia “occidental”, etc.—. Espero que en la desesperación en la que la comunidad científica nos encontramos no vayamos a ir de un extremo —el que describo a continuación— al otro —el que parece perfilarse— sin algo de control y fricción para llegar en un lugar más adecuado y sensible, cerca de la estabilidad. A continuación, les re-comparto mi visión del apoyo a la ciencia hasta el día de hoy.

No, no es verdad que se ha invertido en ciencia en nuestro país. No se ha invertido ni cercanamente lo mínimo como para pretender que tenemos, o debemos tener, una ciencia salubre, robusta, de impacto. Lo que se ha dedicado de recurso a la ciencia en nuestro país es demasiado insuficiente.

Hace varias décadas, algunos países que se encontraban en condiciones similares a las que tenía el nuestro, invirtieron en ciencia y educación. Invirtieron sin miedo, sin vacilación. Hoy, algunos de ellos impactan la economía mundial y lideran el desarrollo. Nosotros no. Durante ese mismo tiempo, la cantidad de recursos que nosotros dedicamos a esos rubros, ha sido prácticamente inexistente en comparación con lo que debió y pudo haber sido. Lo poco que se “invirtió” ha servido para que exista una “comunidad científica” endeble y poco visible, con realidades cotidianas obtusas y opacas. Nótese por favor que hablo de la “comunidad científica” y no de las personas. Existen en nuestro país personas con nivel y potencial comparable al que existe en los mejores lugares para la ciencia en el mundo, sin embargo, la “comunidad científica” mexicana es débil y pequeña. ¿Qué tan pequeña? Por cada persona que realiza investigación científica en el país, se necesitan al menos otras diez.

Esto es un problema importante y hay que resolverlo, sin embargo, me parece que primero es indispensable reconocer —y atacar— otro problema que en mi opinión es incluso más serio: creer que estamos bien. Y es que es tan fácil engañarnos. De tanto escuchar que hacemos ciencia, de tanto desear que eso sea verdad, a veces quienes nos dedicamos a la ciencia también caemos en el error de creer que sí hay una ciencia robusta en el país, que sí se ha avanzado, que ¡ya estamos ahí! —o casi—.

¿Por qué nos engañan —engañamos—? Si hay algo que mueva montañas en México, son las apariencias. México es —aunque se nos olvide y no se refleje socialmente— un país muy rico. Tanto es así, que forma parte de algunos grupos selectos a nivel internacional donde se supone participa en los foros más

importantes para el desarrollo del mundo. Dentro de esos grupos se hacen evaluaciones y rankings en diferentes rubros, siempre incluyendo la educación y la ciencia. Al salir calificados con niveles paupérrimos en cuestiones educativas y tecnológicas, como que da pena, vergüenza. Esa penilla hace que a veces nuestros dirigentes se pregunten consternados: ¿Cómo es posible que seamos tan malos en esos rubros? ¿Cómo es posible?, ¿con todo lo que invertimos en ciencia —mentira, recuerden—? ¿*Pos* qué hacen? ¿En qué se gastan todo lo que “les damos”?

Para tratar de mejorar índices, rápido, de manera urgente y apresurada, a veces se intenta el discurso optimista y el “rediseño” de medidas y métodos. Desafortunadamente, para quienes desean subir indicadores a toda costa sin inversión y de manera inmediata, los resultados de calidad no se pueden maquillar fácilmente.

Desafortunadamente también, a veces parecen no entenderlo y generan un discurso muy poderoso y penetrante en el que nos engañan con mentiras que luego a veces creemos. Pero no, no es verdad. No es cierto que se ha invertido en ciencia en nuestro país. La verdad es que necesitamos que se empiece a invertir seriamente para —primero— generar una base sólida y de alto nivel, que sustente las innovaciones tecnológicas en el futuro. No hay atajos, solo apariencias, y de mala calidad.

En el tren

En realidad no tenía mucha idea sobre la astrofísica; lo suyo era la física nuclear. Asistió a la conferencia porque la organizaba un buen amigo y porque tendría la oportunidad de ver algunos conocidos que no veía desde que escapó de Europa. Era Hans Bethe.

Uno de los problemas que había estado acechando a la comunidad científica por varios años era el de la producción de energía en el Sol. Se sabía que con su cantidad de materia y con los procesos químicos conocidos, era imposible que siguiera brillando: debió haberse consumido hace mucho tiempo. Era un problema viejo y conforme se aprendía más sobre la composición y edad del Sol, el problema acrecentaba.

En esa época ya se sabía que nuestro planeta tenía al menos varios millones de años —tiene como 5 mil millones— y por lo tanto el Sol también. Se sabía que está compuesto principalmente de hidrógeno y cuánto tiene. Considerando todo ese material como combustible en las posibles reacciones químicas, les daba que el Sol debería haber muerto desde hace muchísimo tiempo, mucho antes de que hubiera quien lo viera. ¿Entonces por qué seguía brillando? ¿Dónde estaba el problema? Precisamente para discutir esos temas fue que se organizó la conferencia, para tratar de averiguar las propuestas y problemas asociados a esa situación. No era tema menor: se acaba el Sol y adiós vida.

Hans escuchaba las discusiones y algo le interesó. Al enterarse de las propiedades y condiciones extremas en las que se encuentra la materia en el interior del Sol, empezó a sentir que el problema no era de astrofísica, sino más bien de física nuclear. El Sol en ese momento dejó de ser un astro y se convirtió en un sistema físico donde lo que importaba eran los núcleos. Se convirtió en un problema de física nuclear que él debería intentar resolver.

La conferencia terminó mientras Hans rumiaba las primeras ideas que el problema le generó a su cerebro. Empezó a visualizarlo y siendo una de las personas más famosas en la historia de la ciencia con respecto a su capacidad de resolver —o más bien estimar— soluciones a problemas complicados de manera muy rápida —el maestro era Enrico Fermi, pero Hans era muy bueno también—, se puso a resolver sus elucubraciones en el tren durante su trayecto de regreso a casa y fue ahí, mientras viajaba, que prácticamente lo resolvió: el Sol es una reacción nuclear sostenida.

Al llegar a casa se dedicó a detallar su solución y nació, así de repente, una nueva área de exploración que brindó más herramientas e ideas para indagar el mundo macroscópico. El “cielo” nunca volvió a ser el mismo: se convirtió en algo mucho más bello, extraño, impresionante y lleno de sorpresas que, gracias a la nueva visión obtenida, ahora estuvimos listos para percibir.

Algo fundamentalmente bello, trascendente y único de la ciencia es que gracias al conocimiento que vamos construyendo —siempre— logramos darnos cuenta de cosas que eran completamente inimaginables. Descubrimos fenómenos y situaciones que son completamente nuevas para nuestros sentidos y que por mucha imaginación que los seres humanos tengamos, son imposibles de imaginar. Y, por si eso fuera poco, también nos provee de herramientas y mecanismos para poder hacer realidad muchas de las cosas que sí podemos imaginar y crear. Es simplemente maravilloso.

Regresando a la anécdota de Hans, para terminar: cuando personas expertas en diferentes temas platican y se reúnen para hablar de lo que les preocupa, a veces se logra avanzar en el conocimiento —ojo, se necesita tener experticia en algo, no saber poco de mucho—. En ciencia hacemos eso todo el tiempo. Somos muy chismosos porque nos da muy buen resultado. Muchas veces las mejores discusiones se dan en los ratos “libres” donde, casi siempre acompañados de café, salen las ideas y las potenciales soluciones.

Marchando

No soy de marchas. No me parecen mala idea, no estoy en contra de ellas, pero no soy de marchas. Recuerdo haber participado solo en una, a mediados de los 90. En aquella ocasión, debido al fortísimo golpe a la economía nacional, la situación de todos sufrió de manera estrepitosa —no era la primera vez, ni la última, pero sí la primera que me agarraba en edad de entender algo—. Algunas personas cercanas a mí organizaron una marcha de duelo por la muerte del poder adquisitivo. Fui, marché. Me sentí bien. Compartir con las personas, caminar con ellas, gritar, exigir, sentir por un momento que estaba haciendo algo. Todo fue agradable. Sin embargo, al pasar la euforia y los días, no pude dejar de seguir pensando sobre lo que sentí y logré. Llegué a la conclusión —personal, íntima, ingenua— de que solo había logrado una cosa: sentir que había hecho algo. Lo interpreté, con la ingenuidad e inexperiencia de la edad, como algo malo. Sentí que me estaba engañando a mí mismo y a toda la sociedad. Sentí que era “simplemente” una válvula de escape para que “yo” me sintiera mejor. No me gustó —con el tiempo mi sentir ha cambiado. Entiendo perfectamente que hay de marchas a marchas y que algunas son indispensables—.

Luego, ante la inquietud intelectual de sentirme inútil en la sociedad, volví a diseñar una salida. Me convencí de que los cambios, si es que son posibles, se logran poco a poco y de ma-

nera acotada. Que lo importante era encontrar la manera particular en la que cada quien, con sus habilidades y posibles talentos, se enfocara en lograr lo más posible para así, con fundamento, ayudar —poquito— a la sociedad. La verdad es que lo que impulsó esta salida fue un sentimiento inmenso de impotencia. Un reconocimiento de que el problema era tan grande, y yo tan insignificante, que sería imposible hacer nada. Fue una mentira piadosa.

Por otra parte, algo que ayudó a mi mentira, fue el percatarme de que un número importante de las personas que lideraban —al menos en mi experiencia— manifestaciones y marchas, que desde “pequeñas” les interesaban las actividades politicoi-des —no políticas— y que se rasgaban vestiduras constantemente con los temas más apremiantes, siempre, o casi siempre, terminaban aprovechando la situación para sus intereses personales. Además les faltaba el sustento. Sus “ideas” y “convicciones” se moldeaban convenientemente con el momento y la situación. Claro que estoy generalizando, pero no me equivoco demasiado. Así que eso también me ayudó a tranquilizar mis demonios.

Como dije antes, con el tiempo también me he dado cuenta de que este tipo de acciones y participación sí pueden generar cambios. Sí existen movimientos genuinos y con gran potencial de impacto. No es fácil, no es la única manera, pero es posible.

Hace un tiempo se llevó a cabo la marcha por la ciencia en muchas partes del mundo. Esto surgió como respuesta a la situación que se empezaba vivir con la nueva administración de los gringos, sin embargo, al ser mundial, diferentes países y sectores tuvieron diferentes razones para manifestarse. Entre los temas centrales se encuentran la libertad de investigación y el dinero, el sucio dinero. En varias modalidades y problemáticas, en el fondo, mucho se reduce al tema del financiamiento. México no está exento. Tenemos fuertes problemáticas en referencia a la ciencia. El problema no es nuevo pero cada vez es más evidente

y, aprovechando que todo mundo se organizó, muchas personas de ciencia en nuestro país participaron. Creo que fue una excelente idea, espero que contribuya a un plan que contenga propuestas y acciones realistas y fundamentadas, que nos lleven a mejorar, poco a poco, con sentido y dirección, la realidad de la ciencia y la educación del país. Si se logra, lo demás caerá solito.

Ciencia y empleo

Es de conocimiento popular —¿será?— que el desarrollo científico y tecnológico de una sociedad es la base de su crecimiento económico y social. Como evidencia clara de ello basta con mirar a los países desarrollados, ya sea los que tradicionalmente han estado desarrollados en los últimos dos siglos o aquellos que han despegado en los últimos 20 años. Evidentemente que el desarrollo científico lleva implícito un sistema educativo robusto e integral.

En fin, si lo que acabo de escribir arriba tiene algo de verdad, una consecuencia inmediata debería ser que si un país en desarrollo invirtiese en ciencia y tecnología —por ende, en educación en todos los sentidos—, lograría desarrollarse. ¿Por qué no lo hacen?

Para no hablar de cosas demasiado generales, concentrémonos en una problemática muy puntual e importante: el empleo. ¿Puede el desarrollo científico y la inversión en ese rubro resolver el problema del empleo? ¿Cómo podemos generar más y mejores empleos a través de la ciencia y la tecnología?

Personas que se tienen que hacer estas preguntas, muchas veces tomadores de decisiones, necesitan respuestas directas y tangibles. Dependiendo de la necesidad o problemática a la que se enfrenten, casi siempre con una dosis política muy complicada, tienen que tomar decisiones rápidas y visiblemente “ama-

bles”. Si se puede rimbombantes, ¡mejor!

Ya que tenemos poco espacio, permítanme hacer el siguiente nano-análisis con la intención de mostrar dónde andamos y qué debemos hacer. Imaginen una línea recta —horizontal—. En el extremo izquierdo se encuentran las “soluciones” apresuradas, de emergencia. Las que se toman porque “no queda de otra”. En el extremo derecho se encuentran las soluciones “ideales”, difíciles de implementar debido al tiempo que se requiere para que rindan frutos y las cantidades importantes de dinero que hay que invertir.

Soluciones que tienden al extremo izquierdo son las que abundan en países como el nuestro. Están basadas, casi siempre, en la idea —errónea— de que las empresas siguen a las empresas. Si ponemos empresas de cierto giro, otras vendrán. Suena lógico, sin embargo, lo que termina sucediendo es que se tiene que recurrir a la maquila. Para que las empresas se instalen, sin una infraestructura humana de alto nivel, estas deben ser empresas que solo armen y acomoden. Requieren mano de obra barata. La mano de obra barata no es una fortaleza, no es lo que deberíamos estar utilizando como “atractivo” en nuestras negociaciones. Es más bien un indicador de que hemos fracasado en nuestro intento de desarrollo.

Soluciones que tienden al extremo derecho están basadas en la idea —correcta— de que las empresas buscan y se van a lugares en donde exista infraestructura humana de mucha calidad. Eso es lo que les atrae.

¿Entonces? ¿Qué hacemos? ¿Cuál es la mejor estrategia? Si buscamos el desarrollo económico y si estamos verdaderamente interesados en un desarrollo sostenible e integral de la sociedad, debemos desarrollar programas que caigan en varios puntos de la línea. Dada nuestra situación actual y la competencia internacional, sería imprudente dejar de tajo el lado izquierdo, sin embargo, hemos descuidado mucho el derecho. Tenemos que diseñar planes y programas que permitan diversificar y empezar a

pensar en el mediano y largo plazo. Así como no podemos dejar de tajo el lado izquierdo —pero si irlo dejando poco a poco—, es suicida no empezar a hacer algo con el lado derecho. En el caso concreto de Colima, dadas sus condiciones socioeconómicas y geográficas, con un proyecto pequeño, basado en lo que ya tiene de un alto nivel internacional en términos científicos, sostenido, bien dirigido, sin seguir modas —y protegido—, se podría lograr que en un par de décadas el estado se convirtiera en un polo intelectual a nivel nacional.

Energía oscura

Para poder acelerar se necesita una fuerza. Acelerar significa cambiar de velocidad —moverse más o menos rápido—. Si lanzo una pelota al aire, la empujo por un breve instante y proveo una aceleración que a su vez hace que empiece a moverse hacia arriba. En el momento en que deja mi mano, la única fuerza que sigue “sintiendo” es la de la gravedad, que la jala hacia abajo. Por eso la pelota sale disparada con la velocidad inicial que le di hacia arriba, luego empieza a disminuir su velocidad hasta detenerse y regresa incrementando de nuevo su velocidad, que esta vez es hacia abajo. Gracias a esto pudimos inventar el béisbol.

Si no existiera la gravedad la pelota se movería con una velocidad constante y no regresaría. No aceleraría, ni para incrementar ni para disminuir su velocidad. Para acelerar necesitamos algo más: una fuerza. Si de repente me diera cuenta de que mi pelota avanza hacia arriba y que va incrementando su velocidad, supondría que “algo” la empuja dando la fuerza necesaria para lograr esa aceleración. Sin fuerza adicional, de cualquier tipo, no puede haber una aceleración. Newton fue el primero en darse cuenta de esto hace alrededor de 350 años.

Otro posible desenlace de mi lanzamiento es que le diera suficiente velocidad inicial a la pelota como para que pudiera “escapar” de la atracción gravitacional. Se le llama velocidad de escape y para el caso de la Tierra es de aproximadamente 11

km/seg (o 39,600 km/hr). Esta situación corresponde al caso en que la velocidad inicial es lo suficientemente grande para justo vencer la barrera de la gravedad y mantenerse con una velocidad constante, alejándose para siempre.

El universo está en expansión. Hemos observado que las galaxias se alejan de nosotros y entre ellas. Este hecho es el que motivó a bautizar al Big Bang como *bang*, que traducimos como explosión. Si todas las galaxias se están separando, podemos imaginar que “regresando la película” todas se irán acercando. Si la película sigue indefinidamente veremos que todas las galaxias, y por ende todo el universo, surgieron de una región muy pequeña en la que todo estaba junto y muy denso. Luego ¡boom!, el universo empezó a crecer. Se formaron los primeros átomos de hidrógenos, poco después enormes grupos de estrellas, algunos con planetas. En al menos uno de ellos se formaron microbios que se tornaron en dinosaurios y que después terminaron en gallinas y loros. También se formaron algunos mamíferos y telescopios, luego electrónica y satélites que sirvieron, entre otras cosas, para darse cuenta de todo eso. Obviamente también, en esa pequeña historia de alrededor de 14 mil millones de años, surgieron cosas importantes como el béisbol y los partidos políticos que todos adoramos. Ah, y el plástico.

Existen al menos tres posibilidades lógicas para la expansión del universo: la gravedad “frena” poco a poco la expansión y el universo se “regresa”. Otra opción es que la velocidad inicial haya sido la suficiente para “escapar” y permanecer en expansión de una manera constante. Por último, la expansión del universo se hace de manera acelerada: cada vez se expande más rápido. Esta posibilidad requiere que haya algo que provea esa aceleración. Si así fuese, tendríamos que determinar qué es lo que hace que se expanda cada vez más rápido.

Lo más bonito de todo es que los mamíferos que inventaron el plástico también son capaces de medir y determinar cuál de estas tres posibilidades es la que realmente sucede. Para

no hacerla de mucha emoción: el universo se está expandiendo aceleradamente. Poquito, pero aceleradamente y por ende, existe algo que está acelerando la expansión. No sabemos qué es, es un problema abierto. Le llamamos energía oscura, nomás para hacerla de emoción.

Una chulada

Prácticamente todas las personas que nos dedicamos a la ciencia damos clases. Dependiendo del sistema de organización universitaria de nuestros países, damos clases a estudiantes que se están formando para dedicarse a la ciencia y/o a estudiantes de carreras no científicas. No somos maestras ni maestros, pero una parte importante de nuestro tiempo y de nuestra contribución a la sociedad es precisamente dar clases. A la mayoría nos gusta.

Otra característica básica de quienes nos dedicamos a la ciencia es que nos encanta el chisme. Nos produce placer andar hablando de lo que hacemos y lo que estamos pensando. No podemos obtener un resultado porque inmediatamente queremos darlo a conocer y compartirlo —presumirlo— con colegas. La manera oficial de hacerlo es a través de las publicaciones científicas y, por lo tanto, quienes estamos activos, publicamos en ellas nuestros hallazgos. Existen revistas de varios niveles de calidad, como en todo, y por lo general intentamos publicar en las más reconocidas —claro que hay quienes, al no poder publicar en revistas serias, que no es trivial, inventan sus propias revistas, pero no nos distraigamos con eso—.

Publicar —entonces— es una manera de presumir con colegas lo que hemos logrado. Otra manera muy común e importante de difundir resultados y de enterarnos de lo que otras personas realizan es la participación en congresos científicos. Estos

son eventos en los que exponemos nuestros resultados ante una audiencia muy crítica. Aunque se da, es poco común asistir a un congreso solo para escuchar. Más bien la idea es, además de escuchar y criticar —la crítica es uno de los pilares de la actividad científica— el trabajo de los demás, exponer las ideas propias para que sean analizadas y criticadas por la comunidad científica. Solo así se crece. Nota: desde luego que existen congresos “patito”, como las revistas que mencioné antes, pero otra vez, aquí estamos hablando de los serios.

En los congresos se interacciona con personas de todo el mundo y se dan posibles inicios a colaboraciones futuras. En los ratos en que no hay “charlas” (conferencias) se platica de proyectos, ideas, errores y posibles colaboraciones. A la hora del café, a la hora de la comida, a la hora de la cena, prácticamente todo el tiempo, se mantiene uno hablando de los temas de su área y escuchando que hacen las demás personas. ¡Puro presumir!, aunque con cuidado: el ambiente, sobre todo si el congreso es de buen nivel, es bastante crítico y no se perdona fácilmente. Así que, para andar de chismoso, ya sea presumiendo o criticando, más vale tener argumentos sólidos y fundamentados, ya que de lo contrario se puede salir de ahí algo “lastimado”.

Luego hay otro tipo de actividad que combina la presunta y la enseñada, se les conoce como “escuelas”. Una escuela es un evento que puede durar desde una semana a un par de meses en el que se presentan cursos especializados a estudiantes, provenientes de todo el mundo, y pueden ser de nivel licenciatura o posgrado, a veces mixta. Esos eventos son muy bonitos y en lo personal de mis favoritos.

En todos estos congresos y escuelas se presentan algunas conferencias especiales, por lo general de colegas con cierto nivel de reconocimiento e impacto. Algo que puede parecer curioso —a mí me pareció curioso saber que en otras áreas no es así—: ninguna de estas personas cobra. Ni conferencistas especiales, ni quienes imparten las clases para las escuelas, y mucho menos

quienes presentan sus trabajos en los congresos. Me he enterado recientemente, hablando de chisme, y ha sido una desagradable sorpresa para mí, que en muchas áreas no científicas, cualquier conferencista de medio pelo termina cobrando, a veces cantidades importantes. Eso sí, por lo general son conferencias en donde no se cuestiona nada y todas las personas van muy bien presentadas. Una chulada.

¡Qué curioso!

Ya me canso de contar cuántas veces he escuchado o leído en diferentes discursos frases cercanas a “no debemos quedarnos con solo la creación del conocimiento sino hay que ver cómo utilizarlo para mejorar la sociedad” —o algo similar—. Por lo general son emitidas por personas que ni han generado conocimiento ni lo han aplicado, pero que por alguna razón piensan que la frase tiene sentido. A mí me confunde mucho. Bueno, me confunde si considero que están diciendo lo que quieren decir y no otra cosa, y en realidad sé que están tratando de decir otra cosa. Por lo general —otra vez— lo que intentan decir es que no se hace nada y que se debería hacer algo. O más aun, como son frases emitidas —casi siempre— por personas a las que se les pide/exige/ruega por recursos, y que además son responsables del desarrollo de sus comunidades, les gustaría que hubiese soluciones inmediatas y baratas a los problemas. Al ser imposible, como que se les empieza a generar la idea de que se ha invertido mucho en educación —falso— e investigación —falso— y que no se generan soluciones “reales” y solo se estudian cosas que no tienen nada que ver con los problemas “verdaderos”. La verdad es mucho más complicada, como ya hemos discutido en este espacio.

Existen problemas concretos de importancia social inmediata. Las posibles soluciones involucrarán a los diferentes secto-

res de la sociedad –incluido el científico– trabajando en sintonía y cooperación. No es seguro que se puedan resolver: no se trata únicamente de que se desee hacerlo. En el caso concreto de la participación de la ciencia y la comunidad científica, es importante entender con claridad que las posibles soluciones a los problemas más apremiantes de la sociedad no surgen por receta. Ya la ciencia ha demostrado durante los últimos años que su impacto en la sociedad es integral, y que las soluciones surgen de un proceso que se nutre de la abstracción y la curiosidad.

La forma en que vivimos está influenciada en todos los aspectos por el conocimiento adquirido por la humanidad, independientemente de dónde –léase país– se haya generado y transferido. Es verdad que los problemas más específicos y locales de las diferentes regiones sí son atendidos con mayor eficacia por sus propias comunidades científicas –hay un interés tribal de pertenencia– y por ende aquellos lugares –léase países– en los que existe una comunidad científica robusta son precisamente los que logran avanzar con menor dificultad.

¿Qué es una comunidad científica robusta? Es aquella que cuenta con una masa crítica de personas preparadas en todos los ámbitos de la actividad científica, que no está contrariada por etiquetas de conocimiento versus aplicación, y que ha mantenido un apoyo constante y real durante un tiempo considerable –varias generaciones—. Desde luego que existen pocos países con comunidades científicas robustas y consolidadas. Hay algunos que están en ese camino y se están acercando. Algunos incluso ya empiezan a ver los frutos de manera muy tangible. Hay muchos más en los que apenas se está empezando.

Hay otros, como el nuestro, en el que se tiene mucho tiempo “empezando” pero no arrancamos. Hemos sido demasiado tibios. Tenemos una comunidad científica, sí, pero pequeña, endeble, contrariada en sus divisiones y propósitos. La ciencia en nuestro país no ha sido parte del proyecto de nación, lo que necesariamente implica que no ha sido apoyada para ser rele-

vante. Y sin embargo, en el discurso, y por la comparación con otras naciones —sobre todo las desarrolladas, con las que algunas de las personas que emiten los discursos les gusta comparar—, se dice que la ciencia y las personas que hacemos investigación deberíamos “no solo generar conocimiento, sino aplicarlo”. Y yo no dejo de decir en mi mente cada vez que escucho eso “¡qué curioso!, si es obvio que no pueden separarse esas dos cosas”.

Caprichitos

De seguro han escuchado frases como: “Ay, habiendo tanta hambre en el mundo y estos mandando naves a la Luna, ¡qué egoístas!” O como esta: “a ver, si saben tanto por qué no curan el cáncer, o el sida, o la diabetes, o ...”, “deberían de resolver problemas de verdad, como el de que nuestro país tiene mucha agua en ciertos lugares y se están muriendo de sed en otros”. “¿Para qué gastan tanto dinero en esos aparatotes -que ni sé *pa'* qué sirven- mientras hay tanta pobreza en el mundo?”; “uy sí, andan tomando fotos de Plutón, que está en un lugar al que nunca vamos a ir, y ni se preocupan por los problemas que sí nos afectan aquí, en este hermoso y lastimado planeta”. Etcétera.

Sí, los científicos somos extremadamente egoístas y no nos importa nada ni nadie, solo queremos despilfarrar recursos persiguiendo nuestras extravagancias y nuestros caprichos intelectuales. Somos despreciables.

¿Pruebas de ello? ¿Necesitan pruebas? Muy bien, aquí van algunos datos –aproximados y obtenidos preguntando en Google— que quizá nos ayuden a ver que mientras la sociedad sufre y las personas buscan cómo sobrevivir y salvar a los demás, los científicos nos dedicamos a nuestros caprichos en nuestra esfera de cristal:

En México existen aproximadamente siete millones de fumadores. En promedio cada uno de ellos consume seis cigarri-

llos al día, lo que equivale a más o menos \$400.00 pesos al mes o \$4,800.00 al año, es decir 33,600 millones de millones de pesos en total. Tomando el dólar a \$20.00 nos da 1,680 millones de dólares o lo que los gringos llaman 1.68 “billones” de dólares —nosotros usamos la otra convención en que un billón es un millón de millones, pero aquí me referiré solo al billón gringo—. Esto solo en México, en el mundo existen muchos más fumadores y en algunos lugares los cigarros son más caros.

La fortuna de Carlos Slim está estimada en los 79,600 millones de dólares o 79.6 billones de dólares. El presupuesto de CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) es de alrededor de 90 mil millones de pesos —aproximadamente 4.5 billones de dólares—. El presupuesto anual de los gringos para investigación y desarrollo es de alrededor de 70 billones de dólares.

Ahora algunos costos de nuestros caprichos: el acelerador conocido como LHC (Large Hadron Collider) tuvo un costo total —ejercido durante casi 12 años— de 4 billones de dólares. El costo anual para la operatividad y funcionamiento del LHC es de alrededor de un billón de dólares. ¡Slim podría tener su propio LHC! —de hecho, hay más de 50 billonarios que podrían, y el LHC es un consorcio de muchos países que tuvieron que juntarse para poder concebirlo—.

El transbordador espacial de la NASA “Endeavour” costó 1.7 billones. El telescopio espacial Hubble 1.5. Un portaviones militar cuesta 2.7 billones —y no hay solo uno, como el Hubble, portaviones hay bastantitos—. El puente Oresund de ocho kilómetros de longitud que une a Dinamarca y Suecia costó 5.3 billones. El presupuesto de la Fórmula 1, por temporada, es de 2.1 billones.

El telescopio Hubble nos ha permitido descubrir cosas inimaginables sobre el universo en el que vivimos. Gracias al LHC estamos aprendiendo cómo funciona el universo en las escalas más fundamentales. Los transbordadores espaciales permitieron construir la estación espacial internacional y ubicar un gran

número de satélites. Los avances tecnológicos que se tuvieron que dar para hacer todo eso posible han tenido impacto directo en todos nosotros. Un ejemplo sencillo es el internet, inventado en el CERN —donde se encuentra el LHC— como una herramienta más, no como un fin, que sin embargo ha generado revoluciones en prácticamente todos los ámbitos de la vida... y no se diga de las vacunas. Esos científicos despilfarradores, ¡qué bárbaros e inconscientes!

Emoción ingenua

Estaba distraído recordando el anuncio de hace ya tiempo de que Marte tiene agua líquida; es sensacional. Por un lado me impresiona la capacidad de encontrar algo así, y por el otro la existencia de agua líquida en Marte da pie a que las posibilidades de encontrar vida ahí sean mayores.

Para la mayoría será una noticia interesante por un rato y, junto con las preocupaciones cotidianas y la información recibida durante la semana pronto quedará en el olvido. Quizá si en unos años vuelven a salir noticias sobre Marte, entonces recordemos que habíamos escuchado algo sobre agua y peces en Marte, o algo así, no importa demasiado; además “está tan lejos, ¿a quién le importa? Deberían buscar agua aquí *pa’los* que no tienen”.

A mí me emociona. El saber más sobre un planeta me emociona. Me emociona enterarme de que se sabe más sobre cualquier cosa. Saber es muy difícil. Saber requiere de mucho esfuerzo y creatividad. Se requiere comprobación, comprobación y luego más comprobación. Se invierte una cantidad formidable de pensamiento, trabajo e ingenio para que así, lentamente, se vayan descubriendo los velos de la naturaleza. Y aun así, a veces se comenten errores. No le sorprenda sentirse “traicionado” por la ciencia y esos científicos controladores de la verdad, cuando vuelva a leer en las noticias “siempre no, se equivocaron, no ha-

bía agua en Marte”. “Ya ves, es todo un complot”. Esa noticia tendrá un poco más de atención en los medios y durará un poquito más en el colectivo.

Y entonces me emociona. Me emociona más el pensar en todo lo que ha tenido que suceder para que seamos capaces de saber si Marte tiene agua: el conglomerado de conocimientos, técnicas, suposiciones, investigaciones, peleas, consensos, etcétera, que tuvieron que darse pie para que un día lográramos desarrollar los equipos y aparatos que luego nos dieran esa información.

Ahora, lo que me emociona y sorprende aún más, es que existan lugares donde los científicos han logrado convencer a sus sociedades de que invirtieran en esos proyectos. Me sorprende no porque no haya elementos para hacerlo, esos los conozco y los comparto a plenitud, sino porque ello implica un conocimiento de cultura científica por parte no solo de la sociedad, sino de los gobernantes. No me lo imagino fácil, de ninguna manera, pero es agradable saber que sí se puede. Es agradable saber que hay lugares en donde se aplica una de las más importantes claves del desarrollo: cuando no se es experto en algo, se pueden tomar decisiones basadas en las recomendaciones de expertos.

Ese es un aprendizaje y conducta de gran relevancia para el avance de la humanidad. Recordemos que durante mucho tiempo no fue así. Las decisiones estaban basadas en rumores y experiencia, en el mejor de los casos, y en simples caprichos u ocurrencias de los poderosos en el peor de ellos. El avance y supervivencia de las sociedades dependían de ¡la suerte de tener líderes con mucha suerte!

Ahora bien, también tenemos que tener suerte de que los líderes sean personas capaces, no solo de escuchar, sino de discernir de entre las muchas voces, aquellas que sí saben de lo que hablan. Sin embargo, aun cuando a veces parece muy difícil, ello ocurre con mucha mayor frecuencia que antes. El reto, para los científicos de lugares donde eso no ocurre, es seguir avanzando

para lograr la confianza tanto de la sociedad, como de las personas que lideran esas sociedades. Mientras no logremos entablar lazos de confianza y trabajo, estaremos desaprovechando la poderosa herramienta del conocimiento y la oportunidad de mejorar nuestro entorno social y natural.

Primitivos

•Cómo motivar la autocrítica? ¿Cómo enseñarnos a contradecirnos, a cuestionarnos? La duda y la ignorancia nos carcomen. Bueno, la ignorancia en sí no, más bien el reconocimiento de la misma.

Desde que somos, nuestro cerebro interpreta la información que le llega. Muchas veces dicha información es superficial, a veces fraudulenta y siempre incompleta. Y aun así tenemos que tomar decisiones y saciar la curiosidad. Para cuestiones prácticas y básicas de supervivencia el cerebro nos ha funcionado de maravilla: estamos vivos como especie a pesar de ser muy vulnerables físicamente. Por otro lado, una consecuencia importante de los mecanismos que como especie tenemos para sobrevivir, es que creemos un montón de tonterías.

Para sobrevivir tenemos que ponernos de acuerdo. En el sentido más básico esto significa seguir a los demás. Si están corriendo y gritando, seguro es por algo importante y, aunque en este instante no sepa por qué lo hacen, mejor me voy con ellos, ¡no vaya a ser! En el fondo, buscamos líderes. Es más fácil seguir que tomar decisiones. Es una cuestión de eficiencia, resultados y —sobre todo— de minimización de responsabilidad.

Entonces, ¿qué pasa cuando esos mecanismos automáticos y primitivos siguen funcionando aun cuando ya no son tan necesarios? Vivimos en una sociedad y época en la que nuestras

vidas, al menos para una gran cantidad de seres humanos, no están en un peligro latente de manera diaria. Es más, tenemos tiempo para estudiar, vacacionar, ir al cine, tomar una cerveza, discutir sobre política y meternos en los asuntos de los demás. Sin embargo, a pesar de haber logrado una vida tan falta de preocupaciones letales y llena de momentos de paz, los mecanismos de seguridad en nuestro cerebro siguen ahí. ¿Cómo se manifiestan? ¿Nos hacen bien? ¿Mal? Es interesante que gracias a ellos seguimos creyendo un montón de tonterías, pero ¿es eso malo?

Una respuesta común a muchas de las preguntas que nos hacemos es: “depende”. En este caso la respuesta depende demasiado de qué es lo que creemos, cuándo lo creemos y qué tanto dejamos que esas creencias afecten nuestras acciones. Por supuesto que también depende de qué tipo de acciones. Depende de quién nos quiere engañar y manipular y por qué. En otras palabras, en el fondo, seguimos viviendo en un lugar complicado y salvaje. Quizás los riesgos no son tan bruscos y violentos, pero siguen estando ahí y han evolucionado junto con la civilización.

Y entonces ¿qué hacer para no equivocarnos en lo importante, en lo que nos puede afectar y hacer daño? Afortunadamente, desde hace ya varios siglos, hemos desarrollado un mecanismo de autocrítica y decisión que ayuda enormemente a sobrepasar esos mecanismos primitivos. No lo hace de manera individual, es decir, no suprime esos mecanismos naturales en un ser humano en particular, lo que hace es asegurarse de que la información obtenida y analizada se desvincule de los prejuicios de quienes la emiten y estudian. No es fácil, pero ha funcionado muy bien. A veces logra decidir lo que es de lo que no en poco tiempo. A veces le toma décadas, otras incluso más tiempo. Lo interesante es que logra, de manera sistémica, autocriticarse y corregirse. Puede equivocarse, de hecho lo hace frecuentemente —es precisamente la manera en que funciona—, pero luego contrasta y corrige. Deshecha el error y el posible fraude. La equivocación puede durar poco tiempo o muchos años. Puede ser que

algunos humanos cometan fraude, intenten utilizarla para lograr imponer alguna idea. Sin embargo, al final, gracias a su sistema de fondo, los fraudes y posibles errores salen a relucir. Eso es útil. Es un sistema a prueba de humanos hecho por humanos. Se llama ciencia y la pueden usar en todo. La ciencia es una manera de resolver incógnitas y problemáticas que nos da confianza en que las soluciones no son capricho de alguien.

De lo mejor

Se aproximan fechas en que jóvenes colimenses —y de todos lados— tomarán decisiones importantes. Para la mayoría será, quizá, la primera vez que decidan por sí mismos —eso espero—.

Al estar cerca de quienes cada año pasan por esta situación, me doy cuenta de que es necesario intentar apoyarles con información e ideas diferentes. Aprovecharé este espacio para, de vez en cuando, pero con insistencia, tocar este tema. Hoy quiero compartir una opinión y algo de información que creo les puede ser útil, sobre todo si tienen un interés o inquietud por la ciencia.

No estamos acostumbrados a lo mejor. No es común decir que tenemos acceso a lo mejor; que la calidad de nuestra escuela, de las empresas, del hospital, es la mejor - del mejor nivel posible. Por eso, porque es poco común, quiero hablar de algo que fácilmente pasa desapercibido.

Existe un grupo en la Universidad de Colima que ha logrado crear, gracias a una constante dedicación enfocada, un ambiente de lo mejor —de excelente nivel—. No ha sido fácil pero tampoco coincidencia ni azar, ha sido planeado y ejecutado con cuidado y sustento. Es un grupo de personas con características comunes muy concretas: una sólida formación llevada a cabo en universidades de nivel internacional —no puedo exagerar en la importancia de esto—, un decidido interés por desarrollar

la ciencia en su entorno —lo que implica de manera absoluta el interés por mejorar las condiciones para los estudiantes con los que interaccionan— y una constante actividad de investigación científica del más alto nivel, crucial para el sustento y sobre todo legitimidad del grupo.

Así como no es común el pensar que tenemos lo mejor, algo que sí es común en discursos y celebraciones es hacer fiesta y alabar sin demasiado sustento, como para “quedar bien”. Es por ello que, para que no se vaya a pensar que hago adulación ligera, y aunque pareciera que vivimos en una época en la que no es prudente señalar calidad y niveles, comparto con ustedes lo siguiente:

A quienes me refiero son personas que realizaron sus estudios, trabajaron y siguen colaborando en instituciones como Torino, William and Mary, Princeton, Tufts, Berna, Austin, ICTP, Brown, Boston, Moscú, ETH-Zurich, Cambridge, Stony Brook, KEK, etc. Permítanme insistir: no solo conocen gente de ahí o han visitado estos lugares, se formaron ahí —pagados por esos países—, trabajaron ahí.

Crearon y nutren dos programas de licenciatura en los que varios de sus egresados han hecho —o se encuentran haciendo— sus doctorados en algunas de esas instituciones con becas competidas internacionalmente. A pesar de contar con más del mínimo de requisitos para pensar en abrir posgrados —algo que les beneficiaría personalmente— han encaminado sus esfuerzos para tener dos programas de licenciatura que provean a sus estudiantes con el nivel adecuado para competir en cualquier lugar. ¡Esto no es una meta sencilla!

Todo esto permite que hoy, en este momento, podamos decir que aquí —en Colima— hay algo de lo mejor. Existe una opción para que estudiantes colimenses —y de la región— puedan obtener una formación de las mejores, que les permita, después de cuatro años —y un gran esfuerzo y dedicación—, ubicarse en las mejores instituciones del mundo. Les invito, ahora que

tomarán decisiones muy importantes sobre su futuro, a que investiguen a este grupo. Confirмен lo que he escrito. Luego, confirmadas mis observaciones, decidan entregarse por completo al trabajo y aprovechen esta gran y única oportunidad.

Paolo, Ricardo, Andrés, Christoph, Elena, César, Luis, Roberto, Carlos, Juan, Yasha, Alex, Sujoy, muchas felicidades y muchas gracias por todo su esfuerzo y dedicación para que exista este nivel aquí, en Colima.

¿Qué onda?

Lanzo una piedra a un lago tranquilo, cae al agua y genera ondas que se mueven en todas direcciones formando círculos concéntricos —en realidad son esferas, pero solo vemos una sección—. Los círculos avanzan con una rapidez característica del agua, es decir, no importa que tan grande sea la piedra ni con qué fuerza la haya lanzado, las ondas en el agua del lago siempre avanzan con la misma rapidez. Este fenómeno es bien conocido por la mayoría de nosotros. Lo que me gustaría que recordáramos de ahora en adelante es que la rapidez con que se mueven es siempre la misma: es algo característico del agua.

Si en lugar de lanzar una piedra me fijo en una lancha que avanza tranquilamente por el lago, observo que también va generando ondas. Observaré claramente que las ondas ya no se ven como círculos concéntricos, sino que la parte de las ondas que se mueven enfrente de la lancha se van como “juntando”, mientras que las ondas detrás de la lancha se van “separando”. Si incrementa la rapidez de la lancha, las ondas se van como “estirando” y eventualmente, cuando la lancha alcanza una rapidez mayor a la de las ondas, forman un frente triangular —en realidad un cono—.

Lo mismo sucede con el sonido. Llamamos sonido a perturbaciones (ondas) en el aire. Cuando trueno los dedos estoy “pellizcando” el aire que se encuentra a mi alrededor y este pe-

lizco se transmite a través de una onda en el espacio hasta llegar a nuestros oídos y ser identificado como un sonido. Así, aunque no las veamos, el sonido no es otra cosa que ondas de presión moviéndose por la atmósfera.

Al igual que con la lancha, cuando escuchamos la sirena de una ambulancia que se acerca a nosotros percibimos las ondas de sonido como “juntándose”, resultando en un sonido cada vez más agudo, mientras que al alejarse las ondas se van “separando” y el sonido nos resulta cada vez más grave. Otra vez, en analogía con el caso de la lancha, si el objeto que produce el sonido se mueve cada vez más rápido, las ondas enfrente del objeto se juntan cada vez más. Cuando el objeto alcance una rapidez mayor a la de las ondas—o sea, cuando el objeto se mueva más rápido que el sonido— se generará también una forma de cono para las ondas que nuestros oídos identifican como un “rugido”. Ejemplos de objetos que hacen eso son algunas balas, aviones supersónicos o la punta de un látigo.

Hemos visto dos ejemplos de la siguiente situación: un objeto produce ondas en un cierto medio. Esas ondas se mueven con una rapidez que es característica del medio y cuando el objeto que las produce se mueve más rápido que ellas, las ondas forman un cono.

Existe un fenómeno muy interesante relacionado con lo que acabamos de describir. Resulta que una partícula que tenga carga eléctrica, como un electrón (los que se encuentran en todos los átomos y que utilizamos para la electricidad y la electrónica), al acelerar emite radiación, es decir, luz. La luz es una onda, y como todas las ondas tienen una rapidez característica, en este caso la luz se mueve a la ¡velocidad de la luz! Bueno, depende. Me explico. La expresión “velocidad de la luz” se refiere a la rapidez con la que las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío. Esa rapidez corresponde además al límite de velocidad en la naturaleza. Sin embargo, la luz puede viajar a velocidades menores, por ejemplo, en el agua la luz viaja aproximadamente

a tres cuartas partes de su velocidad en el vacío.

Por lo tanto, si se diera el caso de que un electrón —que, recordemos, emite ondas electromagnéticas al acelerar— viajara por el agua más rápido que la luz en el agua, ¡las ondas electromagnéticas también generarían un cono! A ese fenómeno se le conoce como radiación de Cherenkov, y su explicación y verificación mereció un premio Nobel en algún momento.

Recuerdo que caminaba por la sombra y de todos modos sentía un calor insoportable. Las escasas ráfagas de viento solo lo empeoraban y sentía cómo calentaban mi piel. Alcanzaba incluso a percibir cómo iba menguando la fuerza a causa de los líquidos perdidos, sudados afanosamente por mi cuerpo en su intento de enfriarse, consumidos inmediatamente por la seca atmósfera del lugar. Y sin embargo no me podía detener, no quería detenerme. Tenía que llegar a tiempo a la conferencia.

Un periódico de la localidad anunciaba, en una página escondida, que se llevaría a cabo una conferencia sobre “las matemáticas de la física” —o algo así—. Sería tal día, a tal hora, en tal lugar, e impartida por el maestro Francisco Ramírez. No sé por qué la publicaron. Quizá ese día no hubo suficientes asesinatos, bodas u opiniones de politiquillos y sobraba un pequeño espacio. Posiblemente las tonterías del horóscopo, ese día, no tuvieron suerte de ser publicadas, o simplemente el tal Francisco era cuate del dueño del periódico. No sé. Lo que sí sé es que mi padre, curioseando la prensa, lo vio y se acordó de que “esas cosas” me interesaban. Me lo hizo saber. Todavía recuerdo, con ternura, cómo se veía —me parecía— impresionante el anuncio.

Cursaba el segundo año de prepa, en una prepa común y corriente de este bello país. No sabía nada de física ni de matemáticas, evidentemente. Cursos llevaba y había llevado, sobre

todo de matemáticas —desde la primaria—, pero en realidad no sabía nada, o casi nada, que no es lo mismo, pero es igual. Lo que sí podía asegurar en aquel momento es que esos temas me producían algo que podría llamar interés. Es curioso que cuando se les pregunta a las personas de ciencia qué fue lo que les motivó o atrajo a ella, un buen número de ellas responde que tuvieron una profesora o profesor en la prepa que les inspiró. Así de crucial es el rol que juegan las personas a las que confiamos la educación de los chavos.

Ya en el auditorio, con aire acondicionado —seguramente ventiladores húmedos, no recuerdo—, recuperé la temperatura que hace sentir bien a mi cuerpo y esperé muy contento, con mucha expectativa. Dio inicio el evento y presentaron al expositor. Me pareció todo muy impresionante. Como se imaginarán, nunca había visto algo así, nunca había asistido a una “conferencia”. Francisco habló de Newton y la ley de la gravedad. Eran nombres y temas que había escuchado en la escuela, pero lo que presentó era nuevo para mí y recuerdo que me gustó. Sin embargo, lo que tuvo un impacto mucho más grande no fueron los temas en sí, sino el enterarme de que Francisco pertenecía a una Sociedad Astronómica, a un grupo de personas aficionadas a la astronomía y a la ciencia en general. Al terminar y despedirse llegó lo mejor: invitaba a quienes les interesara a ir y unirse a dicho grupo. Solo era necesario asistir y participar.

Fui, participé y encontré un oasis que fue esencial para mis inicios en el ámbito científico. Ahí conocí a varias personas con intereses comunes —ya no era el único raro que se emocionaba con ver la luna o con ver cómo se movían las alas de un colibrí—. Ahí, poco después, en un evento organizado por el grupo, conocí al primer científico de carne y hueso que me convenció de que yo podía serlo; al verlo, así mensote como yo, me dije “si ese pudo, seguro yo también”. Terminó siendo mi tutor en la licenciatura. Ahí, el “Panchín”, como le decían a Francisco, me bautizó como Fefo. Ahí aprendí que con pasión y con absoluta

dedicación, puede uno llegar a ser feliz. Ahí me enteré, de golpe y en frío, que mi vida sería muy interesante y todo gracias a una casualidad. Ahí entendí que era necesario intentar que eso no fuera así, que era necesario que no fuese casualidad.

“Eso no es para ti” o “México lindo y querido”

“¿Quién es Julián Hinojosa?”, preguntó la maestra de sexto el primer día de clases. Quería saber quién era el niño que tenía la beca de aprovechamiento. De acuerdo con Julián, fue una excelente maestra. Recuerda que le enseñó muchas cosas y que ponía un empeño verdadero en su labor.

“¡Niños!, ¿quién es Julián Hinojosa?” –“Yo maestra, acá”. –“No, no puedes ser tú, no es posible”. “¿Por qué maestra?”, preguntó Julián desorientado. –“No, claro que no ¿Cómo va a ser eso posible?, ¿qué no te ves?” –Julián aún más desorientado no supo que decir. “No, tú no eres para eso, no te esfuerces. ¿No has visto a los niños en el mercado? Esos que ayudan con los bultos a las señoras, sí esos. Tú deberías estar ahí, cargando bultos”.

Pasaron los días y cuando la directora vio el nombre del estudiante que recibiría la beca de aprovechamiento se sorprendió. No era Julián, y la directora sabía que tenía que ser Julián, era el mejor. Increpó a la maestra y ella simplemente le dijo: “Pero ¿cómo se la vamos a dar a alguien así?” “¿Así cómo?” –preguntó la directora. “Pues así como es él, véalo”. La directora no parecía conformarse. Ya un poco desesperada, la maestra dice: “¡Pues prieto!”

Eventualmente, directora y padres de Julián le pusieron un freno a la maestra. O intentaron, ya que durante todo el año seguía haciéndole comentarios agresivos y vejaciones. Comenta Julián que la cosa se tranquilizó un poco después de que su papá, ya desesperado, le puso un ultimátum a la maestra: “O se tranquiliza o le parto su ...”.

Gracias a las intervenciones familiares y de la directora, la maestra incluso llegó a medio disculparse de algunas cosas con Julián, como el hecho de ponerle calificaciones bajas en materias que no se pueden cuantificar y que, por ello, a pesar de haber ganado los concursos de aprovechamiento en su estado, no pudo ir al concurso nacional por su promedio. Sin embargo, el color de piel de Julián no le permitía estar tranquila y volvía a sacar alguna tontería —hasta que la amenazaron, claro está—.

Julián es un guerrero. Julián es un sobreviviente. Julián no es su nombre real. Julián es un colega que me compartió esta experiencia que vivió en su primaria, hace algunas décadas, en algún lugar común de nuestro glorioso país. Esa fue, según él recuerda, la primera vez que sintió ese racismo y clasismo tan nuestros. Tan presentes y tan escondidos que a veces creemos —estamos convencidos— que los racistas son los gringos.

Como dije antes, Julián es un guerrero. No lo detuvo su maestra de sexto ni tampoco todo lo que tuvo que sobrepasar después. No solo siguió avanzando y desarrollando su vida en un país y sociedad hostiles, sino que logró lo que muy pocas personas logran en cualquier lugar: se convirtió en un científico. Ahora Julián contribuye para que sepamos más y ofrece su conocimiento y experiencia a jóvenes que desean seguir ese camino.

Por desgracia la historia de Julián no es una cosa aislada. Desgraciadamente no todas las personas son guerreras. Desgraciadamente no todas las guerreras triunfan. Me pregunto cuántas personas han “quedado en el camino” por este tipo de obstáculos y sinsentidos.

Luego, en el evento de graduación de la primaria, llegó la hora esperada en que pasaban al frente a quienes obtuvieron mejor aprovechamiento. Nombraron a una niña de primer año, luego a uno de segundo, y así hasta llegar a sexto. Los nombres los leía una niña, de una lista que le dieron los maestros. Al llegar a sexto salió un nombre, no era Julián. Hubo desconcierto. Todo el mundo sabía que Julián era el mejor. Se empezó a escuchar por toda la escuela: “Julián, Julián, Julián”. La maestra, encolerizada, se dirige a él y le dice: “ándale pues, sube. Ya echaste a perder el evento”.

Cuando empezaba mis estudios de licenciatura, recuerdo la sensación —fuerte, casi estomacal— de participar en alguna reunión de física a la que asistían personas de varias partes del mundo, algunas muy famosas y conocidas en el medio, y en donde yo no entendía mucho porque simplemente no hablaba inglés. Recuerdo la sensación de estar y no estar. De querer pasar por desapercibido y no lograrlo, ya que se tenía que llegar la hora de la comida y me tocaba compartir la mesa con cinco o seis personas, en ese momento desconocidas, de las cuales ninguna conocía el castellano.

No era importante ni relevante en ese momento el poder comunicar mis ideas o mis dudas, lo imperativo era poder sobrevivir el día sin lucir —ante mí mismo, desde luego— como un idiota. El miedo a quedar mal, a no saber qué ni cómo responder porque ni siquiera entendí bien la pregunta. El tener que adivinar cómo menear la cabeza y ver los ojos de quien preguntó para intentar corregir el meneo y que en lugar de ser un “no” sea un “yes”. Hacerlo en un ambiente intelectualmente competitivo y en el que se “juzga” a las personas por sus habilidades mentales, lógicas y de comunicación eficiente. Es difícil describir las sensaciones, así que pido se las imaginen.

Con el tiempo y el trabajo se solventa todo, siempre —y no es una frase barata de Coelho, esto sí es cierto—. Eventual-

mente no solo logré desenvolverme en ese idioma, sino que también entendí lo que era verdaderamente importante y cómo, aún sin haber podido comunicarme como yo hubiese querido, desde esas primeras aventuras, las personas que escuchaban mis gemidos y angustias, lograban determinar mi capacidad y pasión a pesar de todo.

Cierto día volví a experimentar esa sensación, pero de una manera diferente y muy interesante. Visité Fermilab, un laboratorio nacional gringo ubicado en Batavia, Illinois, en el que se lleva a cabo investigación básica de altas energías. Ahí, desde su creación hace 50 años, se han descubierto varias partículas y se ha desarrollado una gran cantidad de tecnología que se aplica en muchas áreas de ingeniería, salud, agricultura y comunicaciones. Es un laboratorio del Departamento de Energía de los gringos que está enfocado a ciencia básica y en el que colaboran miles de personas dedicadas a la ciencia en todo el mundo. Durante la visita asistí a un congreso y de repente, sin pensarlo, me encontré comiendo con un grupo de colegas. Estábamos platicando, bromeando, compartiendo y compitiendo —siempre, amigable y despiadadamente—. Lo peculiar es que lo hacíamos en castellano. Luego, casi sin querer, me percaté de que uno de mis colegas estaba muy callado y ausente; parecía ensimismado. Miraba de reojo a algunos de nosotros en ciertos momentos como queriendo arrebatar algo de información para contextualizarse. Evidentemente él no hablaba castellano.

Recordé ese sentimiento de no pertenencia, de sentirme impotente, invisible. Claro que no creo que haya sentido lo mismo por dos sencillas razones: es un científico muy reconocido y con un puesto muy importante dentro del laboratorio. Probablemente hasta contento estaba de pasar inadvertido por un momento y así lograr pensar tranquilamente en sus ideas mientras el resto platicábamos. En segundo lugar, y esto es lo más relevante, él no necesita el castellano para sobrevivir, sabe que en cualquier momento nos cambiamos al inglés si es necesario.

A mí en el fondo me dio mucho gusto la situación. No porque él no entendiera, sino porque dentro de ese escenario, sin planearlo y de repente, ya es común que haya un grupo de personas científicas de varios países latinoamericanos, discutiendo y trabajando; algo que no sucedía hace apenas veinte años.

Peace and love

A veces se nos olvida. Puede ser que en realidad nunca lo hemos visto así y hasta nos parezca poco intuitivo. Es más, puede ser que pensemos que en realidad no tiene nada que ver, y lo interesante es que sí. Me refiero al hecho de que la ciencia básica aporta como generadora, no solo de herramientas y conocimientos que luego son utilizados por teorías humanistas y de derecho como sustento, sino también de las conductas y métodos de organización y colaboración que conllevan a la paz y al desarrollo.

La ciencia básica consta de dos elementos cruciales que terminan generando ambientes de paz y colaboración entre sujetos de múltiples entornos y contextos sociales. El primero consiste en que es el área de la indagación asociada a las preguntas fundamentales de los seres humanos. No importa dónde nazcan ni en qué contexto, los seres humanos tienen inquietudes universales. En todos lados hay personas —muchas— que desde la infancia, al ver las estrellas o contemplar el planeta, se preguntan cuestiones como: ¿qué es el universo?, ¿de qué está hecho?, ¿por qué existimos? La ciencia básica es la manera más eficiente y confiable que hemos diseñado para tratar de encontrar respuestas, muchas veces solo algunas pistas, a ese tipo de cuestionamientos e inquietudes. El segundo elemento está relacionado con el factor económico. Nadie se dedica a la ciencia básica con

la finalidad de obtener recursos económicos de manera personal, en el sentido de que ese sea el fin, conseguir dinero, cada vez más. Esto puede parecer una trivialidad, pero es fundamental, ya que en realidad es uno de los ingredientes que permite una colaboración efectiva, afectiva y eficiente, en donde lo único que se pretende es participar en la búsqueda de respuestas y entendimiento.

Esta combinación ha permitido que existan instituciones internacionales en las que individuos de todo el mundo, incluyendo personas de lugares que se encuentran en conflictos bélicos, históricos, religiosos, etc. trabajen juntas de manera armoniosa y productiva, algo que difícilmente sucede en otros contextos. Ejemplos interesantes de este fenómeno son lugares como el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN), el International Centre for Theoretical Physics (ICTP), el Perimeter Institute, el acelerador SESAME que fue creado explícitamente con la idea de promover paz en Medio Oriente y se encuentra en Jordán, ya que es un país que mantiene relaciones diplomáticas con todos los otros países fundadores: Bahréin, Chipre, Egipto, Irán, Israel, Pakistán, Palestina y Turquía (por cierto, la idea de hacer eso surgió en la cafetería del CERN, donde varias personas de esos países, trabajando juntas dentro del CERN, consideraron que era una buena idea para unir en algo a sus muy divididos países. Luego convencieron a la unesco y ahí está). Otro ejemplo muy interesante es el African Institute for Mathematical Sciences (AIMS) que funge como un instituto panafricano que ofrece oportunidades de estudio avanzado y de excelencia a estudiantes africanos de zonas marginadas. En este instituto, que cuenta con varias sedes en el continente africano, participan personas de las mejores universidades alrededor del globo, compartiendo sus conocimientos, experiencias y apoyo.

Ojalá se dieran las oportunidades para que en algún lugar de nuestro país o región se pudiera emprender algo así. Para empezar solo se necesita reconocer dos cosas: que la ciencia básica

merece toda la confianza como generadora de bienestar social y que, basado en eso, el proyecto debe ser completamente abierto al mundo, con participación de personas de todos lados —cero “nacionalismo” barato—. Lo único que se debe pedir es que puedan aportar y lo hagan con calidad. Lo demás avanza solito.

Desconocida

Los científicos pueden trabajar en equipo, por separado, en competencia o en colaboración. A veces los grupos ¡ni coinciden en el tiempo! Alguien puede estar trabajando en un tema hoy, generará ideas, experimentos, algunos resultados y puede ser que logre entender algo. También puede suceder que no logre desentrañar ningún secreto y tengan que pasar cien años, y muchos grupos en el inter, para conseguirlo. La ciencia, aunque uno pueda trabajar solo, es una actividad colaborativa y de grupo.

No obstante lo anterior, existen individuos que de manera particular han logrado brindar contribuciones muy importantes y trascendentes en el ámbito del conocimiento humano, cuyos trabajos han permitido dar grandes pasos en el camino del descubrimiento de la naturaleza. Es interesante saber que aun en esos casos, si esas personas no hubieran existido, alguien más, quizá en grupo, quizá de manera individual, hubieran eventualmente descubierto lo mismo. Esto es importante saberlo y comprenderlo ya que es precisamente el principio que sustenta el avance de nuestro conocimiento de la naturaleza. Todos los descubrimientos y aportaciones que cambiaron paradigmas, todos, están basados y fomentados en ideas y confusiones que eran sentidas y digeridas en su momento por varias personas y grupos, independientemente de si al final fueron concretados por una

sola.

Entonces la ciencia es colectiva y los individuos, en el sentido más abnegado posible —y para exagerar la idea—, son innecesarios. Y, aun así, hoy quiero mencionar a una persona que logró aportar de una manera sensacional a todo el aparato formal en que sustentamos nuestro entendimiento del universo actual; se trata de Emmy Noether. Matemática alemana, Emmy Noether sentó las bases sobre las cuales hemos construido gran parte del aparato formal matemático que nos ha permitido, entre otras cosas, encontrar las grandes síntesis culminadas en lo que llamamos el “modelo estándar de las partículas elementales”. No poca cosa ya que representa el conjunto de conocimientos más preciso, probado y completo que hayamos sido capaces de generar. Es la teoría —en el sentido de ciencia exacta, es decir, probada y con evidencias confirmadas— más verificada y con predicciones más sorprendentes que hayamos creado. Basada en gran medida en una comunión de la relatividad especial y la mecánica cuántica, que junto con lo que llamamos “leyes de conservación”, ha logrado predecir y describir una enorme cantidad de fenómenos naturales con una precisión impresionante.

Es precisamente en las llamadas “leyes de conservación” donde entra Emmy Noether. Ella nos enseñó que existe una relación directa, inevitable, fundamental entre esas leyes de conservación y la “simetría.” Dicho de manera muy libre: existe una “cantidad conservada” por cada simetría que exista en el universo. Un ejemplo concreto: seguro han escuchado alguna vez la expresión: “la energía se conserva”. Pues bien, es verdad y Emmy Noether nos dice que ello es consecuencia de una simetría existente en el universo, que resulta ser la asociada al tiempo. ¿A qué me refiero? Si hoy dejo caer una manzana desde una altura de cinco metros, esta chocará con el suelo en aproximadamente un segundo. Si lo repito mañana, caerá en el mismo tiempo. Cuando lo hizo Galileo hace alrededor de 400 años, igual. No importa cuándo, la naturaleza me dará el mismo resultado. Eso es a lo

que me refiero con simetría temporal, y gracias a ello la energía se conserva. Emmy nos enseñó eso y mucho más. Por haber sido mujer, lo hizo trabajando sin que le pagaran y sin tener una posición oficial. Su impacto es tan importante que su nombre debería ser conocido por muchos; no lo es, espero llegue a serlo. Este año, la escuela del Instituto Heisenberg llevará su nombre.

Pregunta vital

Cierto día, Guille me mostró un comentario que una compañera de trabajo había “posteadado” en Facebook. En él, mostraba al mundo cibernético una pregunta que su hijo, creo que de cuatro años, le acababa de hacer: ¿por qué la sangre es roja?

No solo es una pregunta maravillosa, sino que es del tipo que todas las criaturas humanas tienen y manifiestan cuando están explorando el mundo y aún no han sufrido la inquietante represión escolar y familiar, que por lo general termina con esa ingenuidad y curiosidad que nos caracteriza como especie. Una vez aniquiladas sus curiosidades genuinas, empiezan a preguntar cosas como ¿para qué sirve?

La pregunta sobre la sangre es interesante no solo en el sentido del tema en sí, que obviamente es hermoso y apasionante, sino por lo que involucra: el hecho, aparentemente simple, de que un cerebro humano genere esas inquietudes como reacción a los estímulos externos. Ese es el tipo de preguntas que nos hacemos cuando de verdad estamos aprendiendo.

La respuesta a la pregunta sobre el color de la sangre es: por el hierro. O al menos a cierto nivel, siempre se puede profundizar más o menos. Se puede decir que es roja porque la sangre está conformada de muchas cosas pequeñas, pero principalmente de unas que se llaman “glóbulos rojos”, y que por eso se ve roja. O se puede ir más allá y decir que los glóbulos rojos

no son rojos en realidad, sino que contienen hierro, y que es el hierro el que hace que se vean rojos. Esta respuesta puede ser satisfactoria para algunas mentes, aburrida para otras —las echadas a perder, por supuesto— y extremadamente confusa para otras. Esas, las confundidas, seguirán preguntando. Como alguna vez me dijo el escritor mexicano Aurelio Figueroa: “¿Por qué tienen que complicar las cosas?, no les gusta nada, a todo le sacan preguntas y más preguntas. ¡Sean felices y dejen ser felices a los demás!”

Y entonces, regresando a la sangre, si tienen suerte de que alguien les explique o de poder investigar un poco más, se enterarán que ni siquiera es que haya demasiado hierro en los glóbulos, o dicho de otra manera, que el hierro representa un parte pequeña del volumen de los glóbulos, y que en realidad, es la gran cantidad de radiación —roja— que producen los átomos de hierro lo que hace que los glóbulos, y por ende la sangre, se vea roja. Y luego quizá se enterarán de que cambia de tonalidad antes y después de salir de los pulmones. ¿Tendrá que ver eso con el oxígeno? Es fascinante.

¿Habrà sangre de otros colores? ¿En los seres humanos? ¿En los animales? ¿De qué depende? ¿Las plantas tienen sangre?, ¿por qué?

A nivel individual, personal, el generar preguntas es interesante y representa casi la primera etapa de utilización de nuestros cerebros al ir creciendo —aparte de utilizarlo para el funcionamiento general del cuerpo, desde luego—. El siguiente paso, que no todos damos, consiste en el intento de responderlas, o al menos entender qué es lo que nos rodea, lo que nos estimula. Ese proceso es el más gratificante y estimulante que además representa, de alguna manera, lo que somos como especie.

Hay algunas personas que a pesar de todos los esfuerzos que tanto los sistemas educativos como los padres de familia realizan —consciente e inconscientemente— para acabar con su curiosidad y sed de entendimiento, siguen así, digamos “enfer-

mitas”. Es muy afortunado que suceda ya que los demás las necesitamos para la generación del conocimiento humano del que depende la existencia y avance de la civilización.

Erwin

El jueves pasado puse el último examen parcial de mi clase de física moderna. No me decidía qué poner en el examen y después de darle vueltas —cinco minutos— decidí pedirle a quienes tienen la enorme fortuna de tomar mi clase que escribieran todo lo que pudieran sobre la ecuación de Schrödinger, considerando desde luego que es un curso de física y no de historia o literatura. Lo que esperaba con eso es que describieran la ecuación matemáticamente y plantearan un par de problemas específicos incluyendo las soluciones.

Erwin Schrödinger fue un físico austriaco nacido a finales del siglo antepasado. Le conocemos porque inventó una versión de algo llamado “mecánica cuántica”. A su versión a veces se le llama la versión “ondulatoria”. No fue un logro menor el de Erwin, consideremos que junto con la versión desarrollada por Heisenberg —la versión “matricial”— y el trabajo de varias decenas de personas durante las primeras tres décadas del siglo pasado, el desarrollo básico de la mecánica cuántica vino a transformar la vida de todas las personas que hemos vivido después de su formulación.

La mecánica cuántica o física cuántica es el nombre que le damos a la serie de leyes y principios que rigen la naturaleza en el mundo subatómico, es decir, en el mundo de lo muy pequeño. Así como las leyes de Newton —y Einstein— nos descri-

ben cómo la Tierra gira alrededor del Sol, la física cuántica nos dice cómo se comporta un electrón en un átomo. Así como las leyes de Newton nos ayudan a construir puentes y aviones, las leyes de la mecánica cuántica nos ayudan a construir transistores y tomógrafos médicos. No exagero cuando menciono que la física cuántica, o mas bien, el entendimiento de la naturaleza a escalas minúsculas, que se hace a través de la mecánica cuántica, ha transformado la vida de todas las personas. Para dar una sensación de ello, considere que la bases sobre las cuales se sustenta toda la electrónica radican precisamente en ese conocimiento. Si esto no le dice demasiado, le sugiero que vea a su alrededor inmediato y constate cuánto de su vida está influenciada por la electrónica. Ejemplo de ello son controles remotos, celulares, computadoras, hornos de microondas, etcétera. Quizá un poco más alejado de su vida diaria el hecho de que existen satélites, tomógrafos y aceleradores médicos. El hecho de que se pueda producir comida “suficiente”, medicinas “suficientes”, y otro etcétera.

Como se puede ver, el impacto es impresionante y ha modificado la forma de vivir de los seres humanos: ha transformado a la sociedad. Otra cosa muy interesante es que aún no acabamos, es decir, la mecánica cuántica —y todo lo que sabemos— se sigue investigando y explorando. Sabemos que funciona de manera impresionante a escalas increíblemente pequeñas —la milésima parte de la millonésima parte de la millonésima parte de un metro, que corresponde a catorce ceros y luego un uno después de un punto: 0.000000000000001 m—. Esto lo sabemos porque esa es la distancia que actualmente explora el Gran Colisionador de Hadrones (*Large Hadron Collider*) y la mecánica cuántica —junto con la relatividad especial— describe perfectamente lo que ahí se observa. La teoría que describe ese mundo lleva el nombre medio “tonto” de “modelo estándar de las partículas elementales”, que está sustentado precisamente en la física cuántica y relativista. Pero no sabemos si seguirá funcionando a escalas

menores y como tenemos muchas preguntas abiertas que rebasan el ámbito de acción del “modelo estándar”, pues seguimos explorando en búsqueda de nuevos fenómenos que nos ayuden a extenderlo.

Schrödinger y sus cuates no se imaginaban a dónde irían a parar los conceptos que generaron matemáticamente es sus cuadernos y pizarras, simplemente les atraía el poder entender un poquito más sobre la naturaleza. No entendían qué era un átomo e intentaban describirlo, eso era todo. ¿Para qué? Para saber más. Lo lograron y gracias a ello cambiaron las vidas de todas las personas de su futuro. De todas. Impresionante.

Al explicar en clase es cuando entiendo. Es una sensación muy interesante. A veces, cuando preparo algún tema y exploro diferentes maneras de presentarlo, reviso material de varias fuentes. Veo cómo lo hacen en un libro, en otro, y así hasta que encuentro alguna forma que me parece interesante. Luego trato de incorporarla dentro del “tono” del libro principal que utilizo —siempre trato de seguir un libro en particular en mis cursos de licenciatura—. En más de una ocasión, al revisar el material poco antes de dar clase, me da la sensación de no tener claridad en todos los aspectos. A veces siento que no entiendo del todo la explicación o el enfoque.

Empieza la clase y todo cambia de manera inmediata. Al ver las expresiones de quienes me escuchan intento tratar de adivinar sus preguntas y eso hace, en ese momento, que vea con una claridad que no logré antes. Es increíble. Cuando empiezan a preguntar, todavía mejor, debido a que obviamente no todas las preguntas que me imaginé que tenían las tenían, ni yo las respuestas. Así que empieza un proceso de creación e interacción que disfruto mucho y que procuro incentivar, lo induzco. Si no salen las preguntas de manera automática, las fuerzo, hago que las saquen. Luego, y esto es lo más importante para mí, nunca las respondo. Busco la manera de que el mismo grupo, si no es que la misma persona que la preguntó, sea quien encuentre la

respuesta. Así es como aprendo yo; mis estudiantes quién sabe, pero eso es su problema, ¡ya les tocará enseñar y por lo tanto aprender!

Enseñar es una cuestión muy personal. Yo no creo que se pueda enseñar a enseñar sin enseñar o, con más claridad, solo enseñando se puede llegar a aprender a enseñar, ¡y a veces! Enseñar es un oficio y me queda claro que la única forma de lograr hacerlo de manera efectiva es a través de la práctica constante, sustentada en una fuerte y sólida base de conocimiento disciplinar —en todos los niveles, con los matices obvios—. Un ingrediente que considero indispensable es el de desear, más bien disfrutar, el compartir. Para compartir hay que tener. Si se comparte es porque se disfruta. Si se disfruta se hace bien.

Creo que la masificación de la educación, llevada a cabo con prisa y sin cautela, aunada a la impaciente necesidad de adaptarla a indicadores e índices “medibles”, ha generado una tendencia —en mi opinión muy peligrosa, es más, nefasta— sobre el significado de la enseñanza. Se genera una idea de que se puede enseñar por método y se realizan estudios para determinar cómo enseñar. Creo que eso, en el contexto que menciono, ha generado muchos problemas y nos ha llevado a un *mirage* del que será muy difícil salir.

Tenemos a muchas personas a cargo de cursos sobre temas que no solo no dominan, a veces aborrecen. Tenemos a muchas personas completamente capacitadas para enseñar, verdaderamente enamoradas del oficio y dispuestas a compartir, que se encuentran saturadas de formatos inútiles y sinsentido que servirán para que alguna otra persona —o grupo— recabe “información” y pueda disque sustentar sus estrategias y modelos, que siempre resultan ser buenos en papel, y así decir que se hace investigación. Luego, *pa'acabarla* de amolar, las pocas —sí, muy pocas— personas que sí realizan investigación seria en el tema de la educación son comúnmente ignoradas, ya que sus voces quedan perdidas en la maraña. Es un problema serio.

¿Han notado cómo la figura del docente ha ido perdiendo fuerza? Cada vez es la persona menos importante en el esquema educativo, su posición se ha debilitado. No decide, solo le dicen lo que debe hacer. Ya no es quien sabe, sino quien implementa un programa diseñado por quién sabe quién. Ya no se requiere que sepa, es casi casi prescindible. Es una vergüenza. Si no conseguimos revertir esta situación y lograr que quienes están a cargo de brindar educación a la sociedad sean personas muy valoradas en el estrato social, no saldremos del agujero en que nos estamos propulsando con demasiado ahínco.

Exámenes

•Cómo evaluar? ¿Cómo examinar? Estoy sentado en el escritorio al frente del salón de clase. Tengo frente a mí a un grupo de estudiantes realizando un examen de uno de mis cursos de licenciatura, uno de mis favoritos. Al verlos me pongo a pensar y recordar cuando yo estaba de ese lado. La verdad lo recuerdo con gusto. Las sensaciones de expectativa, el proceso de cortejo previo cuando estaba tratando de pensar cómo sería el examen. Desde luego que tuve de exámenes a exámenes, y los hubo aburridos, torpes, regulares y excelentes. También una parte interesante del *feeling* era su relevancia. Había exámenes bastante intrascendentes mientras que había otros por los que había esperado —e invertido— desde años. Recuerdo particularmente mis exámenes generales, los que se hacen en el posgrado para obtener la candidatura al doctorado: esos los había estado soñando desde que iba la mitad de mi licenciatura.

Como profesor y evaluador me he tenido que preguntar muchas veces cómo evaluar, cómo calificar. Esto ya que seguramente no hay una manera única de evaluar a las personas que tuvieron la enorme suerte de escucharme durante el semestre. Al principio, en mis primeros intentos de curso, recuerdo que me resultaba muy complicado realizarlo. Prácticamente cualquier cosa que se me ocurría se me hacía injusta. No encontraba la manera de poder hacerlo sin sentir que no funcionaba para al-

guien, que no cubría todos los aspectos, que no era útil. Me preocupaba muchísimo la idea de que no podía evaluar igual a todas las personas e incluso llegaba a cuestionar el valor y principio mismo de la “evaluación”.

Afortunadamente solo fue un lapsus –muy corto—. Me di cuenta de que si bien no todo lo que se ha hecho en la tradición educativa universitaria –del primer mundo— en los últimos siglos es vigente, y afortunadamente se han logrado avances significativos en muchos hábitos y métodos educativos, el proceso de evaluación “rígido” y temible de los exámenes ha funcionado muy bien. Sé que hay muchas personas que no lo ven así y que sobran argumentos para explicar lo absolutista y limitado de ese enfoque. Sé que se percibe a las evaluaciones “tradicionales” como las culpables –absolutas— del fracaso de muchas personas en el ambiente educativo. Sé que podemos sentir que fueron los exámenes o quienes nos evaluaron quienes terminaron con nuestras oportunidades. Quiero obviar – por favor – el caso desgraciadamente muy común de que en efecto la persona que estuvo a cargo de preparar la evaluación –y los cursos— haya sido mediocre, ignorante, malvada, incapaz o frustrada, y que en efecto sus “evaluaciones” hayan sido terribles e injustas. Quiero obviarlo no porque no sea importante, lo es, sino porque eso no es un argumento para desechar el concepto de evaluación a través de un examen, no es un argumento para desechar el concepto de calificar, de decidir si una persona sabe hacer algo o no, sin que el resultado hable de las cualidades humanas de la misma. Me convencí y cada vez estoy más convencido de que los exámenes –en donde uno demuestra que sí sabe— son irremplazables. Entonces, me di cuenta de que el problema está en otro lado, no en la evaluación. La evaluación es necesaria. Es indispensable, ¿y entonces?

Si quien imparte clase tiene vocación, preparación y nivel, debe tener libertad absoluta para programar, dirigir y evaluar. Ahora, ¿cómo garantizar que quienes estamos como res-

ponsables de formar estudiantes sí tenemos vocación, preparación y nivel? Considerando las condiciones laborales y salariales en nuestro país, en todos los niveles educativos —con sus respectivas diferencias y necesidades—, es verdaderamente casi un milagro —que obvio, no existen— que de repente se encuentre uno con una persona con esos ingredientes. Ese es el problema.

Los eclipses son algo bello. Los eclipses son algo normal. Como muchos otros fenómenos naturales, inspiran a la imaginación, a veces de maneras extravagantes. Existen “ideas” como la de que durante un eclipse la atracción gravitacional sufre modificaciones y “se reduce”, o que los péndulos se comportan de manera “extraña”. Algunas personas dicen que eso demuestra que Einstein estaba mal, un enunciado muy famoso entre soñadores y charlatanes.

Yo creo que los eclipses causan mucha conmoción porque a pesar de ser normales y frecuentes, no lo son en la misma región de la Tierra y, a menos que andemos viajando cada dos años persiguiéndolos, la mayoría de nosotros tendremos oportunidad de ver muy pocos. Sin embargo, los podemos entender y podemos darnos una idea de si las cosas que escuchamos, sobre todo aquellas que infieren que hay algo misterioso y “oscuro”, tienen algo de sentido o son simplemente locuras imaginadas.

Sabemos que nuestro planeta se encuentra en órbita alrededor del Sol. Lo que quizá no sepamos o recordemos, son las características básicas de dicha órbita. Para empezar, la distancia promedio entre la Tierra y el Sol es de aproximadamente 150 millones de kilómetros. Es una distancia muy difícil de imaginar, ya que nuestra experiencia cotidiana no nos ofrece esas magnitudes. El diámetro de nuestro planeta es de aproximadamente

12,700 km. Si pensamos en el diámetro de la Tierra y lo comparamos con la distancia promedio al Sol, vemos que es menos de una diezmilésima parte: para el Sol, nuestro planeta es prácticamente un punto.

La Luna se encuentra mucho más cerca de nosotros que el Sol. Sabemos que la Luna está en una órbita alrededor de la Tierra y se encuentra a una distancia promedio de 384,400 km.

Si usted piensa que la oscuridad causada por un eclipse puede afectar el desarrollo de un feto, en el sentido de causar malformaciones, por ejemplo, tenga en cuenta que esa oscuridad es la misma que tendría si usted se encerrara en cualquier habitación y cerrara las ventanas impidiendo que la luz del sol le llegara. Si piensa que no es solo la oscuridad, sino que – al mismo tiempo – la atracción gravitacional de los dos objetos –Luna y Sol— al estar “tan juntos” también producen un efecto, otra vez, recupere la tranquilidad, eso sucede todo el tiempo, ya que cuando no hay luna en las noches, es porque anda encima de nosotros durante el día, solo que su sombra no “nos toca”.

Si piensa que los eclipses causan temblores y lo argumenta diciendo que es por los jalones gravitacionales del Sol y la Luna, que se juntan y “jalan” más, casi tiene razón, excepto por el hecho de que no es el eclipse. Eso sucede todo el tiempo ya que, como dije antes, cuando no hay luna en la noche, anda encima de nosotros durante el día y “jala” con el Sol. Así que esas fluctuaciones gravitacionales son algo común, van y vienen con el ciclo lunar, independientemente de si la sombra de la luna le pega a su rancho/ciudad/región o no. Su efecto en los sismos es algo que se estudia en la actualidad.

Ahora, si piensa que con un listón rojo o un objeto de metal usted contrarresta los efectos negativos de un eclipse, usted tiene un nivel de “pensamiento” similar al promedio existente durante la edad media, en donde no existía educación ni información colectiva.

Si usted, después de informarse y escuchar la información emitida por profesionales, de todas maneras “argumenta” que usará o recomendará usar esas medidas “por si las dudas” o porque “no pierdo nada” o “no vaya a ser” o cualquier cosa similar en referencia a los efectos negativos en la formación de un feto derivados de un eclipse —o de cualquier información proveniente de la ciencia que contradiga sus expectativas—, entonces, usted en realidad no tiene un interés en saber, quiere tener razón aunque no la tenga.

Saturno

La sonda Cassini-Huygens ya cumplió su misión. Fue lanzada hace unos veinte años con destino final a Saturno, uno de los planetas gigantes del sistema solar. Durante casi 14 años ha estado orbitando ese planeta obteniendo información que nos ayuda a entender un poco más sobre su composición y la formación misma del sistema solar. Nos ha mostrado cómo son los satélites de Saturno, los anillos, su atmósfera y de pasada nos ha mostrado cómo se ve la Tierra desde allá: como un punto en el firmamento, pequeño, insignificante y maravilloso.

Es interesante que cuando se lanzó se tenía contemplada una misión de cuatro años. Fue tan exitosa y la sonda funcionó tan bien, que se programaron actividades para una “segunda fase” que duró otros cuatro. Luego, ya que la sonda seguía funcionando, decidieron seguirle dando vida hasta que hace un par de días finalizó su trabajo al caer —de manera programada— en la superficie —gaseosa-líquida— del enorme astro. Hasta el último minuto estuvo enviando información que será utilizada por quienes investigan el astro y demás planetas.

Cassini y Huygens son los apellidos de científicos que tuvieron que ver con el astro. Cassini descubrió cuatro de sus satélites y encontró que sus anillos tenían varias separaciones entre ellos. Huygens descubrió su satélite Titán.

Saturno tiene algo de especial, fue el primer planeta al que se le “descubrieron” anillos ya que estos son visibles con los telescopios más simples. Tuvieron que pasar siglos y un montón de tecnología que permitiera enviar sondas al espacio y visitar otros planetas para que encontráramos que no es el único con esta característica, pero sí el más visible, el más espectacular. Eso es interesante, pero Saturno es especial también para mí.

Me es difícil poner de manera muy precisa el cómo surgió mi interés en la ciencia, pero algo que sí recuerdo con claridad prístina es estar en el salón de clase de tercero de primaria, ojeando mi libro de texto, mientras la maestra hablaba no sé de qué, y de repente ver una imagen que me llamó la atención. Era una foto de Saturno en cuya descripción decía que se trataba de un objeto celeste con un volumen mil veces más grande que el planeta Tierra y que “flotaba libremente” en el espacio rodeado de anillos. Esa frase imprecisa, pero lo suficientemente descriptiva, me inquietó de una forma en la que nunca nada hasta ese momento me había inquietado. No sé describirlo con claridad, pero aún hoy puedo recordar la sensación. Podría decir que me dejó perplejo, pero no sería completamente adecuada la expresión. Lo que sí puedo asegurar es que nunca volví a ver las cosas de la misma manera, y descubrí que “fijándose” había muchas más cosas alrededor mío de las que parecía percibir a simple vista. Ahí, en ese momento, nació mi amor por la astronomía.

Sólo como muestra de lo que pudimos aprender con esta sonda: llevó a cabo confirmaciones de la relatividad general, descubrió satélites “nuevos”, confirmó y mejoró la medición del periodo rotacional de Saturno —difícil de obtener visualmente desde la Tierra, ya que no cuenta con señas en su superficie—, registró y monitoreó una gran tormenta en 2010, estudió el “hexágono” que se encuentra en el polo de Saturno y sus cambios de color, exploró varias de las lunas —satélites— y en Titán depositó la parte Huygens de la sonda para obtener información desde su superficie. No cabe duda que la creatividad e ingenuidad hu-

manas nos han llevado —y lo seguirán haciendo— cada vez más lejos, tanto en el conocimiento de lo grande y lejano, como de lo cercano y pequeño. Cada día sabemos más, y cada día surgen más preguntas y misterios. Es maravilloso, nunca cesará la posibilidad de sorprendernos ante la naturaleza y menos de aburrirnos al tratar de entenderla.

Decisiones

Es tiempo de llevar a cabo una de las decisiones más importantes de la vida. Cada año, miles de jóvenes toman una decisión, quizá la primera que realmente hacen por sí mismos, que muy probablemente definirá el rumbo que tomarán sus vidas. Me refiero desde luego a la decisión de qué carrera estudiar. Hoy quiero compartir unas pocas ideas que espero que les lleguen y que les hagan pensar un poco.

Son muchos los factores que se toman en cuenta y muchas veces complican la decisión. Dinero —costo y la perspectiva de tener mucho cuando se dediquen a alguna profesión—, empleo, gusto, moda, familia, disponibilidad en la ciudad donde se vive y un largo etcétera. Uno de los ingredientes más nefastos que indiscutiblemente la mayoría toma en cuenta, es el de si la carrera elegida tiene una perspectiva económica favorable. Hemos estado cometiendo el grave error, durante generaciones, de “educar” con el propósito de salir de amolados. “Estudia para que tengas un buen trabajo —entiéndase bien remunerado—”, es un enunciado que sale de casi todas las bocas sin ser analizado y mucho menos fundamentado. Estudiar para prepararse, para saber, para pensar, para generar, para crear, ¡no’mbre, ¿para qué?!

En fin, no me enfrascaré en discutir esos temas tan inútiles. En vez de eso quiero sugerirles a mis amables lectores —que puedan encontrarse en esas fases de la vida— algunas cosas para

pensar y masticar mientras no puedan dormir. Si alguien que no esté en esos menesteres me está leyendo, seguro conoce a alguien que sí. No sean malos, muéstrenle el libro.

Va: querido lector, querida lectora que te encuentras por decidir, lee con atención. Una frase célebre, bonita, preciosa y completamente inútil es: “dedícate a lo que te gusta.” No hagan caso. Lo importante no es eso, lo verdaderamente fundamental es pensar “¿para qué sirvo?” Si ustedes logran preguntarse y tomar como inicio de análisis para su decisión la siguiente pregunta, ya la armaron: “¿De qué manera puedo contribuir mejor a la sociedad?” Cuando se lo pregunten, si lo hacen honestamente, lo primero que tendrán que determinar es “¿para qué sirvo? ¿Cuáles son mis habilidades más fuertes?” Es ahí donde probablemente puedan llegar a desarrollarse con el mayor nivel y por ende logren contribuir más y mejor.

No siempre, pero sí muy seguido, resulta que lo que “nos gusta” está fuertemente asociado con lo que sabemos o podemos hacer muy bien. Hay excepciones, desde luego, como en todo; por eso esta pregunta es solo el inicio del análisis. Es posible que al final yo pudiera decidir que, aunque mis habilidades para la comunicación son mayores que para la música, de todas maneras mi mayor contribución a la sociedad pueda estar relacionada a la música. El punto es partir de esa pregunta.

Otro punto esencial es el siguiente: es posible que pienses que no tienes ninguna habilidad, es también posible que pienses que tienes muchas, todas del mismo nivel. Ambas cosas pueden ser verdad. En ese caso, tendrás que apostar por una decisión y lo más importante que debes saber en este caso es: ¡te puedes equivocar! No tiene nada de malo cometer errores y, de hecho, entre más pronto los cometes, ¡mejor!

Si elegiste mal y después de un año o dos te das cuenta, alégrate. Cámbiate inmediatamente a hacer algo distinto y avanza. No te enredes por pensar que tienes que terminar lo que empezaste, es un error. Busca lo que te conviene y en lo que puedas

dar lo máximo de ti. Si estás trabajando mucho, dando todo y aun así fallas, no es tu culpa, simplemente debes buscar otro camino. Claro, si en realidad sales mal porque no le dedicas todo tu esfuerzo, ese es otro rollo, mejor deja de engañarte y busca como contribuir de otra manera que no sea estudiando. Suerte.

Fermilab

Enrico Fermi fue un físico italiano, luego americano, que hizo una gran cantidad de contribuciones a la física. Hizo aportaciones tanto en el ámbito teórico como en el experimental. Fue de las últimas personas que lo lograron —con tanto éxito— ya que, debido a lo avanzado de esa ciencia, ahora es imposible dominar ¡una sola de las sub-disciplinas!

Fermi fue uno de los pilares en el desarrollo de la mecánica cuántica y su aplicación en la física nuclear, sentando las bases para la física de partículas. Escapando al fascismo de su país —y continente—, llegó a los Estados Unidos en 1939 y se estableció en la Universidad de Columbia. Siendo un científico reconocido y plenamente consolidado —ya había obtenido el premio Nobel en 1938 por trabajos en física nuclear— siguió trabajando de manera impresionante. Llegó durante la Segunda Guerra Mundial y participó con científicos de todo el mundo en el desarrollo del primer reactor nuclear —básicamente creado con sus manos—. Participó también en el proyecto Manhattan donde se creó la primera bomba atómica. A Fermi se le ha llamado el “arquitecto de la era nuclear”.

Recuerdo haber leído sobre Fermi cuando empezaba mi carrera. Leí biografías y diversos textos que discutían su trabajo, su impacto. Recuerdo una cosa que me inspiró, por llamarlo de alguna manera, sobre cómo empezó y logró hacer algo único y

trascendente a pesar de las condiciones adversas. Italia es un país con una enorme tradición científica – básicamente ahí nació la ciencia moderna—. Sin embargo, esto no quiere decir que siempre (desde entonces) haya sido una potencia científica. De hecho, y eso lo aprendí en esos libros, cuando Fermi era adolescente, la ciencia en Italia estaba paralizada. Los profesores universitarios estaban estancados y la burocracia académica, siempre de la mano de la mediocridad colectiva, no dejaba avanzar. Por otro lado, el resto del mundo académico de los países desarrollados de la época se encontraba conmocionado con los últimos avances científicos, que consistían en la recientemente postulada relatividad especial y los “pininos” de la mecánica cuántica.

Leía cómo Fermi se enteró de estos temas por su cuenta y cómo a los profesores italianos de la época no les interesaba “nada de eso”. Fermi, de manera individual y siendo aún estudiante, se dio a la tarea de aprender y compartir las nuevas ideas con los jóvenes de su generación. No solo logró transmitir las, sino que se volvió partícipe inigualable en su posterior desarrollo. En pocos años, a pesar no solo de una terrible indiferencia por parte de las “autoridades” académicas de su país, sino también de una situación económica y administrativa muy raquílicas, se convirtió en la figura científica italiana. Formó un grupo impresionante de trabajo con varios jóvenes e instaló su equipo en Roma en un edificio de la “via Panisperna”. Al grupo de Fermi, del cual salieron varios Nobel, se les conocía –conoce— como los “chicos de la via Panisperna”.

Escribo estas líneas desde “Fermilab”, un laboratorio nacional de Estado Unidos ubicado en Batavia, Illinois –cerca de Chicago—, fundado en 1967 y que en 1974 adquirió el nombre “Fermilab”, en honor a Fermi. Aquí se ha hecho física de partículas desde entonces y se han logrado descubrimientos muy importantes. Hoy se está gestando un nuevo proyecto para que Fermilab sea el lugar con la producción de neutrinos más intensa del mundo, lo que permitirá explorar más sobre los misterios

que guardan tan elusivas partículas. Para hacerlo se ha formado un grupo de científicos de todo el mundo organizados en una “colaboración” llamada DUNE Collaboration (Deep Underground Neutrino Experiment). Es un proyecto que está iniciando y que tiene un alcance de 25 años. Por eso estoy aquí: la Universidad de Colima estará participando en DUNE.

Impacto social

Hay muchas razones por las que una persona decide dedicarse a la ciencia, a la investigación. Algunas lo deciden temprano en su camino de formación, otras lo deciden después ya en el ámbito laboral. Hay quienes llegan a la investigación de manera azarosa y hay quienes desde muy jóvenes tuvieron la oportunidad de conocer ese mundo y decidieron participar.

Curiosidad, entusiasmo, pasión por descubrir, casualidad, necesidad. Todas ellas posibles razones para acercarse a la ciencia. Sin embargo, una de las razones más importantes y trascendentes de porqué muchos se han dedicado a la ciencia, es la de querer ayudar a tener una mejor sociedad. Mejorar las condiciones en que vivimos. Mejorar la comida, la salud, reducir la pobreza, el dolor. Aumentar el confort, la cantidad de alimentos. Mejorar el medio ambiente, explorar el universo.

Aunque no seamos muy conscientes de ello y no lo pensemos demasiado, sabemos desde hace mucho tiempo que el conocimiento es no solo útil sino hermoso y necesario: el conocimiento científico, todo, tiene un gran impacto social; hay que seguirlo expandiendo.

¿Cómo se genera el conocimiento? Puedo responder a esta pregunta con muchos matices y aseguenes, pero es mi intención concentrarme en la parte esencial, aquella que es crucial para que el conocimiento generado sea útil y honesto: el conoci-

miento —en la actualidad y desde hace ya varios años— se genera con rigor, transparencia y reproducibilidad.

El rigor radica en la consistencia con los conocimientos previos. Las investigaciones e ideas nuevas no pueden contradecir conocimientos previos sin fundamento, ni sin una clara y contundente evidencia que muestre que son incorrectos. Se intenta extender lo que se conoce y, si se descubre que lo que se tenía por bueno resulta ser insuficiente o equivocado, es con evidencia contundente. No puedo simplemente rechazar todo el conocimiento previo “porque no me gusta”, tengo que evidenciar que no funciona. La transparencia se refiere a que, si descubrimos algo nuevo, debemos mostrar y explicar absolutamente todo lo que hicimos para llegar a ello. Debemos compartir abiertamente todas nuestras técnicas, suposiciones y resultados. La reproducibilidad significa que otros expertos, de otros lugares, sin que nosotros estemos involucrados, deben obtener los mismos resultados. Dependiendo del tipo de investigación que se haga, la reproducibilidad puede tardarse de meses a décadas. Debemos pensar, a cada paso, que podemos estar equivocados.

¿Dónde se genera el conocimiento? Al igual que la pregunta anterior, iré al grano sabiendo que hay más matices: en las universidades.

Sé que probablemente se asocie a las universidades con la formación de profesionistas. Sí, las universidades hacen eso, pero no solo eso. Es ahí donde se dan las condiciones para que las personas formadas y entrenadas en la investigación puedan intentar contribuir a la generación de nuevo conocimiento. Para ponernos dramáticos: la universidad es el refugio de la cultura, es donde se cuida, se nutre y se reproduce.

Intimidad

Hablando conmigo mismo ... «... entonces ¿cómo describir el problema? Es un problema bonito. Sí, es más bonito que interesante... creo.»

«¿Cómo lo describo?, ¿cómo lo describo? A ver: ¿qué es lo que se necesita saber? Solo dos cosas básicas pero que pudieron haber olvidado: la circunferencia de un círculo es “Pi” por el diámetro. La otra que debe ser obvia es que el ecuador de la Tierra es un círculo (casi, suponiendo que la Tierra es una esfera y que no hay montes, valles, etc.). »

«Ahí va: imaginemos que queremos “ponerle un cinturón” al planeta justo en medio de la pansa, es decir, justo en el ecuador. Suponemos que no hay montañas ni valles; no es verdad, pero lo suponemos. Queremos que el cinturón esté a ras del suelo y que sus extremos apenas se toquen entre sí.»

«... uf, ¿estará claro? A lo mejor eso de que los extremos apenas se toquen es medio confuso. Lo que quiero decir es que el cinturón apenas alcanza a cubrir el ecuador sin que le sobrenada. A lo mejor es lo que debo decir, en lugar de lo otro. No sé, ya veré cuando lo explique.»

«Ahora tengo que ver cómo explico el resto. La pregunta final tendría que ir más o menos así: Si quiero extender el cinturón para que en lugar de posar a ras de la superficie, este se eleve un metro de altura en todo el ecuador, ¿cuánto cinturón nuevo

debo agregar?»

«Híjole, a ver cómo lo explico. A mí me parece que está claro pero no estoy seguro. Luego pasa que intento explicar de otra manera y sólo logro confundir más el asunto. ¿Cómo hago para asegurarme? Ni modo, no creo poder decir más. ¿Qué es lo más confuso? Eso de que “se eleve un metro en todo el ecuador” puede resultar poco claro. Lo que quiero decir es: el cinturón inicial está “pegado” a la pansa. Ahora quiero agregar más cinturón para que no toque la pansa en ningún lado y que además esté separado en todos lados (por enfrente y por atrás y los costados) un metro.»

«Ya sé qué es lo primero que me van a preguntar, ¿cuánto vale el radio de la Tierra? ¡Ja!»

«Es una pena que no hayan aprendido nada de mate. Solo memorizan procedimientos, pero no entienden nada. Es sintomático que cuando ven un problemita, lo primero que quieren hacer es meter números a una calculadora. Ven una fórmula y no saben qué es, solo quieren meter los números. Por eso van a querer el radio de la Tierra.»

«... deja ver cómo les explico la solución. Ojalá alguno de ellos lo resuelva y lo pongo a que lo explique a los demás. Estaría chido. Si no, se los voy a explicar así: primero que se den cuenta que la longitud del cinturón original (L) es precisamente la longitud del ecuador que es π por dos veces el radio de la Tierra (R), es decir $L=(\pi)(2)(R)$.»

«Hasta aquí no voy a tener problemas. Luego tendré que hacer lo mismo para el cinturón extendido. El nuevo cinturón también forma un círculo, solo que uno más grande. El nuevo tiene un radio mayor y sabemos qué tan mayor es. El radio del nuevo círculo es el radio de la Tierra más un metro y entonces lo podemos escribir como $(R+1m)$.»

«Creo que es bastante claro. Si no, tendré que hacer algún dibujito en el pizarrón para que visualmente ayude a comprenderse. Espero no sea necesario. Ya veremos.»

«Y luego le sigo: A la longitud del nuevo cinturón le voy a llamar “T” y por lo tanto su circunferencia es $T = (\pi)(2)(R + 1\text{m}) = (\pi)(2)(R) + (\pi)(2)(1\text{m})$.»

«... ahora les recordaré qué es lo que estamos buscando, les diré algo como “recuerden lo que nos preguntaron. ¿Cuánto cinturón nuevo debo agregar?” En otras palabras, quiero encontrar la diferencia entre las longitudes de los dos cinturones: $T - L$.»

«Ya está: $T - L = (\pi)(2)(R) + (\pi)(2)(1\text{m}) - (\pi)(2)(R) = (\pi)(2)(1\text{m}) = 6.28 \text{ m.}$ » «¡Caput!»

Isaac

Nació hace 373 años en un 25 de diciembre del calendario juliano o en un 4 de enero del calendario gregoriano. Dicho de otra manera, dada la fecha de esta publicación, nació hace 373 vueltas del planeta Tierra alrededor del Sol. Es uno de los humanos más conocidos por los humanos vivos en este momento, al menos de nombre —o más bien de apellido—: Isaac Newton.

Aunque no sea del todo claro o evidente para algunos de nosotros, se le conoce debido a que a través de su trabajo científico logró, sin quizá saberlo o desearlo, modificar completamente la forma en que los humanos vivimos y nos organizamos. Desde luego que no lo hizo él solo, han participado un gran número de personas a través de los años, pero sí fue él quien dio la pauta a seguir. Es por eso que su nombre sigue enseñándose, insisto, aunque a veces no sepamos porqué.

¿Qué hizo Newton?, ¿por qué se le recuerda?, ¿por qué no se le puede dejar de recordar? Para las personas con cierta afinidad a las disciplinas técnicas y científicas seguramente les será fácil enumerar algunos de sus logros y descubrimientos científicos. Las famosas leyes de Newton, su invención de la ley universal de la gravitación, su desarrollo del cálculo infinitesimal, mencionarán sus estudios sobre óptica y la luz, alguien más sugerirá que estudió manzanas. Comento pasando que en lo que se refiere al

cálculo infinitesimal, sus aportaciones —y las de Leibniz— corresponden al origen formal de un área de las matemáticas llamada análisis matemático, la cual, después de casi cuatro siglos de desarrollo, sigue siendo creada y enriquecida día a día por cientos de matemáticos en el mundo. En Colima existe un matemático que se especializa en esa hermosa área de las matemáticas, se llama Ricardo Sáenz y trabaja en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Colima. Ricardo, junto con sus estudiantes —matemáticas y matemáticos en formación— y colegas, trabajan expandiendo las matemáticas conocidas en esa área.

De regreso con Newton, creo que para aquellas personas que solo haya sido un nombre a memorizar durante la secundaria o preparatoria, en caso de recordar algo sobre sus contribuciones, mencionarán las palabras leyes y gravedad. Por otro lado, dependiendo de los intereses personales, no faltará quien, además, insista en agregar que Newton también era alquimista y practicante de “ciencias oscuras”. Todo eso, y más, son cosas, temas, que efectivamente están asociados a la vida y trabajo de Newton.

Sobre el tema de las “ciencias oscuras” no abundaré demasiado, ya que no tiene nada de interesante ni de trascendente —evidentemente no logró nada—. Mencionaré nada más que cuando pensemos en las creencias y hábitos de las personas famosas, en este caso de un científico, seamos cautelosos en pensar también el contexto histórico en el que se encontraban. Cuando Newton vivía, prácticamente no existía conocimiento científico en el sentido moderno de verificación y constatación —eso surgió justamente durante su tiempo y en mucho gracias a él—. En los tiempos de Newton no se sabía casi nada sobre el universo y no era posible determinar con certeza si un camino u otro eran falsos o incluso perversos —para contextualizar, no se sabía qué era, por ejemplo, una estrella, mucho menos qué eran los átomos o el DNA—.

La aportación más trascendente que Newton logró brindar al aparato científico consiste en el poder de predicción. Gracias al desarrollo de sus leyes de la dinámica, logró encontrar la forma de llevar a cabo descripciones detalladas de la evolución de los sistemas físicos, lo que a su vez permite verificar y corroborar las hipótesis generadas para explicarlos. Dada una teoría sobre algún fenómeno natural, esta se expresa matemáticamente con las reglas de las leyes de la dinámica de Newton y se hacen predicciones concretas que pueden verificarse a través de observaciones y experimentos minuciosos. Ello permitió —y permite— descartar ideas incorrectas, encontrar las buenas y mejorarlas. Eso cambió el mundo para siempre.

Ser para formar

Hoy quiero hablar un poco sobre una de mis mayores pasiones: la “docencia”. Como es un tema muy amplio, me enfocaré mucho; demasiado. Me referiré únicamente a la “docencia” universitaria y más concretamente a la de los llamados “nivel superior” y “posgrado”. Más aún (para que nos demos cuenta de lo amplio del tema), ya que esta columna la dedicamos a la ciencia, me estaré refiriendo única y exclusivamente a la “docencia” involucrada en áreas científicas, eso sí, en todas las disciplinas del conocimiento.

Para empezar, una —¿posible?— sorpresa: “docencia” no significa dar clases, es decir, “docencia” no se acota a la actividad de impartir un curso a un grupo de personas —estudiantes— en donde se les informa, enseña, repite, muestra, conocimiento. La “docencia” es mucho más, o quizá debiera decir que debería ser mucho más.

No podré ahondar demasiado, pero mencionaré algunos elementos importantes. Para el caso particular de impartir un curso, no es posible hacerlo bien sin tener el conocimiento —esto no es exclusivo para las áreas científicas, por supuesto—. Entonces, una persona que tiene el conocimiento, independientemente de si ella misma es generadora o no de nuevo conocimiento, puede, en principio dar una buena “clase”. Así nos podemos encontrar personas investigadoras que son buenas o malas para

“dar clase” y personas que no son investigadoras, que también pueden resultar ser buenas o malas para “dar clase”.

El asunto es cuando dejamos de contemplar a la “docencia” como solo eso, el dar clases. La enseñanza, la apropiación del conocimiento, la guía, la transmisión integral y robusta de bagaje intelectual y técnico no se logran en una clase. Además, para poder hacerlo bien —formar científicos—, de manera honesta y natural, hay que vivirlo, ser parte. Por ello, en esos niveles educativos, es indispensable que las personas que forman, que guían, que comparten: sean.

Mis mejores profesores nunca me dieron una “clase” —en el sentido de tener un curso programado y estar dentro de un aula, etc.—. Es más, me imagino que algunos de ellos podrían ser “malitos” explicando algunos temas enfrente de un grupo de estudiantes. Evidentemente que su “docencia” se extiende mucho más allá de la impartición de cursos.

Me parece curioso que casi siempre —en México, en contexto universitario— se hable de investigadores que no son docentes. Generalizando, pero sin equivocarme demasiado, no es posible concebir un científico que no sea, de manera natural y necesaria, un docente, en el sentido más amplio y hermoso de la palabra. Habrá instructores que no sean científicos, pero no científicos que no sean docentes. Curioso también es que a los científicos —en México, en contexto universitario— se les paga como instructores, a pesar de su habilitación. Para medio compensar esa situación, existe un programa llamado “Sistema Nacional de Investigadores”, que a través de evaluaciones periódicas otorga complementos para de alguna manera compensar la situación —en otro momento comentaré más sobre este asunto—.

Regresando: ¿cómo puedo ser un buen “docente”? Haciendo mi ciencia con la mayor calidad que me sea posible e incorporando a estudiantes en mis investigaciones durante todo el proceso. Influyendo a “mis” estudiantes a través de mi com-

portamiento, por ejemplo, no trabajando solo para juntar “puntitos” que me sumen en mis evaluaciones, no publicando por publicar, mostrando honestidad en cada una de mis actividades profesionales, no robando sus trabajos ni el de demás colegas. Retando a “mis” estudiantes a dar el máximo, aunque lloren. Si voy a impartir un curso, preparándolo con toda mi atención y capacidad, exigiendo el máximo de cada una de las personas que tengan el infortunio de tenerme como instructor. Preocupándome por el futuro de “mis” estudiantes, pensar qué van a hacer después, adónde van a ir, con qué herramientas. Conocer y estar al tanto de la realidad en la que tendrán que competir. Ayudarles a competir, volverme su aliado en sus futuros enfrentamientos (aunque ya se hayan graduado e ido a otro lugar). Estar convencido de que a través de ellos se puede cambiar el mundo.

Conozco pocas personas que logran todo esto... en el mundo.

¿Se dan cuenta entonces de por qué es maravilloso intentar ser buen “docente”?

Neptuno

Mi prima Claudia me contactó a través de un mensaje privado en Facebook. Me dio mucho gusto recibir su mensaje, ya que a pesar de haber sido muy cercanos en la infancia tengo mucho tiempo que no la veo. En realidad me dio más gusto enterarme de la razón. Claudia tiene un hijo de alrededor de nueve años, Patricio, a quien uno de sus maestros le dejó un proyecto: investigar al planeta Neptuno.

Ahí no acaba la felicidad. Claudia me dice que investigaron las generalidades del planeta en el “internet,” pero que se le ocurrió mandarme preguntar si yo podía darle algo “extra”. Añadió un comentario que fue el que más felicidad me dio: “Hay veces que lo escucho hablar y no puedo evitar acordarme de ti. No sé cómo, pero él siempre sabe en qué fase está la Luna. Y que: “Mira mami, Venus está enseguida de la Luna; ¡no es una estrella que brilla, es Venus mami, eh!” Ese interés especial es el que motivó a Claudia a preguntarme si había algo más de información nueva que yo pudiera brindarle.

El mensaje me hizo recordar que fue precisamente en la casa de Claudia donde por primera vez vi una biblioteca. Era una pequeña biblioteca que tenían mis tíos, maestros de primaria y secundaria, quienes al ver que me resultaba la habitación más interesante de toda su casa, no dudaron en decirme que podía ir ahí cuando quisiera y el tiempo que deseara. Tuve además

la suerte de que vivían a unas escasas cuadras de mi casa y por lo tanto se volvió rutina el llegar a su casa antes de ir a la escuela diariamente —algunas veces quedándome ahí en lugar de ir a clases a la secundaria—.

Pequeña pero inmensa para mí, esa biblioteca representó una bocanada de aire fresco que me permitió empezar a vivir justo en la edad en la que se debe empezar a vivir. No existía el internet. No era posible buscar cualquier duda en un teléfono y tener la respuesta en cinco minutos. No era posible buscar música de cualquier lugar del planeta y escucharla tranquilamente en el asiento del camión o debajo de un árbol en la acera. Satisfacer curiosidad era difícil, sofisticado. Tener acceso a esos pocos libros fue crucial.

Teniendo yo tan tremenda deuda no podía defraudar a Claudia, así que me puse a pensar en qué podría contribuir. Inmediatamente se me vino a la mente algo que me fascina acerca de Neptuno, y le escribí: “Hola Claudia. Una de las cosas bonitas acerca de Neptuno tiene que ver con cómo se descubrió. Resulta que Neptuno fue descubierto porque se le buscó, es decir, no solo apareció en los telescopios mientras escudriñaban el cielo, sino que pensaban que tenía que existir y buscaron dónde creían que debería estar y lo encontraron. Ahora, lo impactante es precisamente el cómo es que lo esperaban: resulta que al estar observando y estudiando los movimientos orbitales de Urano, se dieron cuenta que tenía unas pequeñas desviaciones que no esperaban ver. A alguien se le ocurrió que esas pequeñas desviaciones podían ser producidas por el jaloneo gravitacional de otro planeta que estuviera más allá de Urano. Hicieron cálculos y esos cálculos les dijeron dónde buscar. Ahora Claudia, lo inmensamente sorprendente es que todo eso se hizo ¡en el siglo 19! En verdad que los humanos somos cabr....”.

Desde luego que esa información se encuentra en internet, solo que no es lo primero que sale sobre Neptuno y no es en lo que se concentra alguien que está buscando información para

un proyecto de un niño de primaria, así que a Claudia le gustó el comentario. Yo, feliz.

Recuerdo que el detalle del descubrimiento de Neptuno, cuando lo escuché por primera vez, me impactó mucho. El hecho de pensar que analizando la posición de Urano —en una época en que no había fotografía— y compararla con las predicciones obtenidas de utilizar la ley de gravitación de Newton —en una época en que no había computadoras— para luego, después de darse cuenta de que había pequeñísimas desviaciones, alguien dedujera que se debían a la posible presencia de otro objeto celeste. Luego llevando la hipótesis a la prueba, utilizando de nuevo las matemáticas aplicadas a la gravedad para deducir dónde debería estar dicho nuevo objeto para finalmente apuntar los telescopios a la inmensidad del cielo nocturno justo en esa región predicha para, efectivamente, con una precisión escalofriante, encontrar a quien a partir de entonces se llamó Neptuno.

Encontrar gracias a esas pequeñas desviaciones y a la física un objeto a miles de millones de kilómetros de nosotros, un objeto que nadie nunca podría ver a simple vista y que no tenía porqué existir en el pensamiento humano, un objeto cuya existencia no tiene absolutamente nada que ver con la nuestra, me resultó muy impresionante. El poder del razonamiento físico y matemático, la sofisticación del pensamiento humano basado y sublimado en la verificación se apoderaron de mí. Siempre había considerado al pensamiento y raciocinio como algo importante, pero a partir de entonces, con el ingrediente de verificar el pensamiento y ver cómo ello permite descubrir y explorar, no hubo vuelta atrás.

Ya es tiempo

Se venció el plazo que dimos para hablar sobre el tiempo. Hace tiempo, en un intento por interaccionar con algunos lectores, propuse que escribieran sus ideas sobre la pregunta: ¿qué es el tiempo?

Es una pregunta muy difícil. Los conceptos más básicos e ingenuamente familiares resultan a veces ser los más profundos y difíciles de definir, entender y explicar. La meta del ejercicio no era la de obtener sesudos estudios sobre la definición del concepto, sino la de divertirnos pensando y tratando de formular ideas al respecto.

Me dio mucha felicidad —soy un egoísta empedernido— recibir casi de inmediato varias contribuciones. Algunas de amigos conocidos y otras de lectores que aún no he tenido la fortuna de ver en persona. Las ideas que resultaron de sus análisis y elucubraciones me mantuvieron entretenido y contento.

Debo mencionar que hubo de todo. Para algunas personas fue tema de broma y enviaron algo solo con la intención de participar y saludar. Se les agradece. Hubo quienes lo tomaron con demasiada seriedad e invirtieron un buen esfuerzo e investigación en el tema. Mi agradecimiento y felicitación a ellos también. Finalmente, estuvieron aquellos que captaron de maravilla la idea que traté de imprimir: pensar un poco en el tema, analizar las ideas propias, expresarlas y divertirse. Quise seleccionar

una respuesta ganadora: no pude. En lugar de ello he decidido compartir algunos fragmentos que me gustaron y divertieron. Espero los disfruten al igual que yo.

Antonio Alatorre Torres: Ya pasaron 10 segundos y la persona no se da cuenta, pero, ¿qué paso en esos 10 segundos en los que el hombre miraba la correa de su reloj? La respuesta es que absolutamente todas las cosas en el universo cambiaron. En pocas palabras el tiempo, coloquialmente, puede describirse como el conjunto de cambios de posiciones, velocidades, y en general estados de los sistemas físicos que existen en nuestro universo.

Jorge —el fabuloso— Torres: Creo que los únicos interesados en saber qué es el tiempo son los físicos y tal vez los filósofos, pues la demás gente se deja llevar por el pragmatismo, y para ellos el tiempo se vuelve una herramienta para su vida. Como ejemplo tenemos a un ingeniero, ¿de qué le podría servir saber qué es el tiempo, si ese conocimiento no será de utilidad para diseñar y fabricar sus aparatos? Él puede seguir trabajando sin importar si el concepto de tiempo es ignoto, o no; pues él solo necesita saber cuántas revoluciones por segundo —ahí entra el tiempo— tiene el motor que investiga, por ejemplo.

Y ahora que ya estoy un poco entrado en tema, y a manera de despedida, el tiempo es lo que invertí al escribir esto.

Aurelio Figueroa: Unas de las frases que me gustan referentes al término en descripción son las de Renato Leduc en su composición *Tiempo y destiempo* (Breve glosa al *Libro de buen amor*, 1939):

“Sabia virtud de conocer el tiempo. A tiempo amar y desatarse a tiempo, como dice el refrán: dar tiempo al tiempo, que de amor y dolor alivia el tiempo... Amor queriendo como en otro tiempo, ignoraba yo aún que el tiempo es oro, cuánto tiempo perdí - ay - cuánto tiempo. Y hoy que de amores ya no tengo tiempo, amor de aquéllos tiempos, cómo añoro la di-

cha inicua de perder el tiempo.”.

Y de verdad, cuánto tiempo perdí. Pero lo volvería a perder si pudiera perderlo de la misma manera, aunque hablo de dolor, ya que me queda muy “poquito”.

Gracias por darse el “tiempo” para leer a este tipo de concursantes, pero allí sí, ni modo, usted mismo hizo la invitación al público en general.

Carlos Barajas: Comienzo por decir que la verdad no sé qué es el tiempo. Para escribir estas líneas, decidí comenzar por preguntarle a algunos profesionistas - algunos de ellos con maestrías en áreas de arquitectura e ingeniería civil - ¿qué es el tiempo? y las respuestas que me dieron después de frases como: ¿a poco no sabes?, ¿para qué quieres saber?, no soy científico, etc., fueron las siguientes —más o menos, no los grabé mas que con mi disco duro biológico—: Pues lo mides en años, meses, días y así sucesivamente —no contestó lo que le pregunté—. Es lo que tarda el planeta en girar sobre su propio eje —otro que no me contesta qué es—. Es una unidad de medición para poder organizar a la sociedad —¡Ja, ja, ja!, perdón, prometí no burlarme. No es burla, pero me dio mucha risa—.

Raymundo López Portillo Ortega: Por último, y para mí lo más importante, es que el tiempo es lo más preciado que tenemos. He llegado a la conclusión de que el tiempo es vida. El tiempo que nosotros estemos sobre este mundo debemos aprovecharlo al máximo porque se nos va la vida, porque es lo único que jamás podremos recuperar. Podremos recuperar un amor perdido, una fortuna perdida, la salud, pero el tiempo no, jamás, por más que anuncien cremas rejuvenecedoras y que la jalea real, y que el bálsamo de la eterna juventud. No existe, no es real.

Y para finalizar, nuestro amigo **Stathis Tompaidis** nos recuerda a Borges:

“El tiempo es la sustancia de que estoy hecho.

El tiempo es un río que me arrebató, pero yo soy el río;

es un tigre que me destroza, pero yo soy el tigre;
es un fuego que me consume, pero yo soy el fuego.
El mundo, desgraciadamente, es real;
yo, desgraciadamente, soy Borges” (Borges, Jorge Luis.
Nueva refutación del tiempo. En: *Otras inquisicio-*
nes. En: *Obras completas*. Buenos Aires: Emecé, 1989-
1996. v. 2, p. 146).

Divagaciones, de Fefo, fue editado en la Dirección General de Publicaciones de la Universidad de Colima, avenida Universidad 333, Colima, Colima, México, www.ucol.mx. La edición digital se terminó en febrero de 2020. Programa Editorial: Daniel Lorenzo Peláez Carmona. Gestión Administrativa: Inés Sandoval Venegas. Corrección: Alan Fernando Pérez Rolón. Diseño de portada: José Guillermo Campanur Galván. Cuidado de la edición: Glenda Gilda Herrera Callejas.

Este libro agrupa una serie de opiniones y comentarios —divagaciones— sobre diversos temas relacionados a la ciencia y su comunidad, emitidas por una persona que se dedica a la investigación científica en el ambiente académico mexicano. Las temáticas incluidas no se presentan con un orden preestablecido, sin embargo, en la visión del autor, se relacionan y complementan “naturalmente”. Entre los temas que se abordan hay algunos específicos (y variados) sobre algunos conocimientos e ideas científicas, otros relacionados con la educación, la política científica del país, la administración educativa y la relevancia de la ciencia en el contexto social. Por lo tanto, podrán encontrar opiniones sobre, por ejemplo, la calidad educativa, el presupuesto para ciencia y educación en el país y la observación de neutrinos procedentes del centro del Sol dentro de una caverna en el interior de una montaña en Japón.

Semblanza

Fefo (Alfredo Aranda Fernández)

Fefo pertenece a ese escaso porcentaje de la humanidad que vive pensando en descubrir cosas que sumen al conocimiento humano, es decir, es un científico. Las discusiones con sus colegas sitúan a los oyentes en un fuego cruzado buscando siempre la depuración de las ideas. Formado en universidades de los Estados Unidos de Norteamérica cursó la Licenciatura en Física en la Universidad de El Paso, Texas y posteriormente el Doctorado en el Colegio William and Mary, Virginia.

De manera simultánea hace divulgación científica, resaltando los logros de sus colegas y reflexionando acerca de la educación y el futuro de la investigación científica de nuestro país. Actualmente, es coordinador general de Investigación Científica y profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Colima.



UNIVERSIDAD DE COLIMA