

índice

3

Astronomía, Evolución y Supervivencia

Salvador Jara Guerrero

11

El Mundo Prehistórico: Los Primeros Pasos

Rafael Pacheco Rodríguez

17

Ciencia en Movimiento en Tabasco: Del Tráiler a las Exposiciones Itinerantes

Katia Herrera Xicoténcatl

25

"El Camino de la Ciencia", Museo Móvil de Veracruz 25

Heriberto G. Contreras Garibay

Edición: Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco / Diseño: Ricardo Torres Baños / Las opiniones vertidas en los discursos y artículos de la presente edición, no reflejan necesariamente las del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco ni las del Gobierno del Estado, y su contenido es responsabilidad exclusiva de los autores. / Toda correspondencia deberá dirigirse al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco / Sindicato Agrario No. 208, Col. Adolfo López Mateos, C.P. 86040 Villahermosa, Tabasco, México. / Tels.: (993) 142-0316, 142-0317, 142-0318, 142-0354 y 142-0355, Fax: Ext. 102 / Correo Electrónico: dialogos@ccytf.gob.mx / Diciembre de 2008 / ISSN 1665-3505 / Algunas de las imágenes utilizadas en esta edición fueron tomadas de Gettyimages.com y de Stock.XCHNG / Tiraje: 1,200 ejemplares / Comité Editorial de "Diálogos": Dr. Manuel Eduardo Borbolla Sala - Secretaría de Salud / Dra. Georgina del Carmen Carrada Figueroa - Secretaría de Salud / Dr. Tito Ocaña Zurita - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas / Dr. David Jesús Palma López - Colegio de Posgraduados Campus Tabasco / Dr. Luis José Rangel Ruiz - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas / LAE José Antonio Ruiz Bosch - Consultoría Tecnológica de Empresas Agroforestales / Ing. Manuel Antonio Suárez Romero - Sistemas y Servicios en Comunicación / Dra. Esperanza Tuñón Pablos - El Colegio de la Frontera Sur / Dr. Gamaliel Ble González - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas / Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas

presentación

Astronomía, Evolución y Supervivencia

Salvador Jara Guerrero



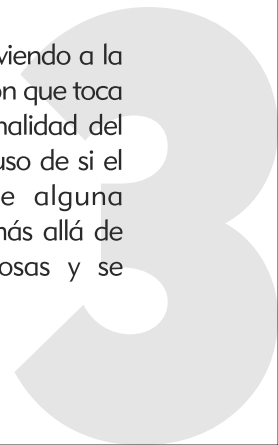
Dios mueve al jugador, y éste, la pieza.
¿Qué Dios detrás de Dios la trama empieza
de polvo y tiempo y sueño y agonías?

J. L. Borges

Introducción

Conocer el destino, la inevitabilidad, era la función de visitar el oráculo entre los griegos. Quizá porque no existe peor sentimiento que el de estar a la deriva, no saber el rumbo o pero aun, saber que no lo hay. Entre los griegos llamaban al Destino Ananké y era considerado una fuerza superior a los hombres e incluso a los dioses. El destino se personificaba en tres mujeres, tres diosas o seres mitológicos que se les denominaba Parcas, nombre hoy día común para designar a la Muerte. Y es que cada una de estas tres señoras Cloto, Láquesis y Átropos (hijas quizá de la Noche o quizá de Zeus) simbolizaba una etapa de la vida a la que se les asignaba dichas y desgracias, cuidando además que todo se cumpliera cabalmente. La primera y más joven, Cloto, representaba el nacimiento, hilando lana en una rueca, Láquesis con una pluma o un mundo, el desarrollo de la vida y Átropos que una balanza, simboliza el fin de la existencia. El hilo de la vida nace con Cloto, Láquesis enrolla el hilo en un carrete y Átropos lo corta, ese es el Destino.

Si hay destino o estamos viviendo a la deriva es una añeja discusión que toca también el asunto de la finalidad del hombre en la Tierra e incluso de si el universo como tal tiene alguna finalidad. Este debate va más allá de las consideraciones religiosas y se



asocia irremediablemente con dos parejas de conceptos que han estado presentes en el pensamiento humano desde sus orígenes. En primer lugar el cambio y la permanencia y, si se admite el cambio, el azar y la necesidad.

Si el mundo no cambia esencialmente, sino que permanece igual, entonces el futuro no es sino repetición del presente. Pero si el mundo es cambiante, ¿se puede atisbar el futuro?, ¿es posible conocerlo con la misma certidumbre que sabemos que un objeto caerá si lo soltamos o es más bien como lanzar un dado y nunca saber con certeza que número aparecerá?

Desde el siglo VI antes de Cristo, Heráclito de Éfeso decía que el origen del mundo se encuentra en la lucha entre opuestos, que es producto de una contienda de contrarios, del desacuerdo de diferentes. Y afirmaba, además, que sin unos sería imposible que existieran los otros, ambos son necesarios y por lo tanto ninguno de ellos es mejor o más deseable que el otro, aun siendo opuestos. Esta lucha de contrarios es necesaria para que ocurran los cambios de la naturaleza. "No te bañarás dos veces en el mismo río", aseguraba Heráclito, porque en este mundo todo cambia y nada permanece, el cambio es lo que la caracteriza. Por tanto, es imposible prever o conocer el futuro, de hecho asegura que nada se puede conocer puesto que tanto cambia la cosa como quien la pretende conocer.

Parménides, en cambio, consideraba que el movimiento no existe y, como Platón, negaba la realidad considerando este mundo como una ilusión, pero llega a la misma conclusión de Heráclito, no tiene sentido preguntarse por el devenir.

Para Demócrito de Abdera la materia del mundo está constituida por pequeñas partículas mínimas e indivisibles en movimiento permanente, y estos átomos dan lugar a la diversidad que observamos gracias a la variedad de formas en que se pueden asociar, formando por vórtices o remolinos con choques, uniones y separaciones. Cada objeto que surge en el universo y cada suceso que se produce, sería el resultado necesario de colisiones o reacciones entre átomos.

Se atribuye a Demócrito la cita: Todo cuanto existe es fruto del azar y la necesidad. Así el futuro sería una mezcla de cuestiones predecibles y azarosas.

Para Aristóteles la finalidad del hombre en la Tierra es alcanzar la felicidad. Todo tiene una finalidad, y esta es lo que hace cambiar a los seres, ya sea crecer, desarrollarse, perfeccionarse y ese movimiento es el responsable de continuas variaciones. El futuro está en la finalidad misma de cada cosa.

Epicuro de Samos fue el fundador de la corriente filosófica denominada hedonismo. Según él, la Naturaleza no está regida por la necesidad sino por el azar, en el sentido de que no existe ninguna finalidad, evitando con esto la aceptación del "destino". El futuro es contingente.

Como sabemos, durante la Edad Media se mantuvieron, de alguna manera, las ideas de Parménides y Platón, impulsadas por el catolicismo, la realidad es pasajera y el conocimiento del futuro es asunto divino. De esta manera nos hacemos a un lado toda responsabilidad humana y se dejamos la decisión de nuestro futuro a los dioses.

Con la llegada de la Reforma Protestante y de otras ideas que dieron



lugar a la Revolución Científica se replanteó el problema del destino y, con éste, el de la cuestión de si el futuro es un asunto de azar o necesidad, si es posible preverlo. Por una parte el nacimiento de la Física apuntó hacia la posibilidad de un conocimiento absoluto de las leyes que rigen el mundo, abriendo la esperanza no sólo de predecir los fenómenos, de conocer su futuro y el del universo, sino de conocer también su pasado. Pero a la vez, si todo en el universo esta hecho de las mismas partículas que obedecen ciegamente a las leyes de la Física y su comportamiento es absolutamente predecible, y si los seres humanos estamos hechos de esas mismas partículas, ¿estamos entonces, condenados a nuestro destino?

El sueño de muchos, entre otros el poeta del siglo XVII John Milton, era que nada estuviera ya escrito, pero que, sin embargo, el hombre tuviera el control de su destino. "No creo en la casualidad ni en la necesidad - decía Milton - mi voluntad es el destino"

El debate sobre qué tanto podemos conocer el futuro sigue en pie y una de las problemas más importantes de nuestro tiempo es cómo garantizar nuestra supervivencia como especie.

Hoy día, nuestros conocimientos astronómicos y acerca de la vida fuera de la Tierra podrían darnos pistas acerca de nuestro devenir como raza humana, y sin duda que las aportaciones de Darwin, si bien no nos predicen hacia donde vamos, sí nos alertan acerca de lo que no debemos hacer si deseamos sobrevivir.

El destino del hombre en el universo

Sabemos que el Big Bang ocurrió hace 15,000 millones de años, que el Sol se encuentra a la mitad de su vida más o menos y que le quedan unos 5,000

millones de años para apagarse, y entonces quizá esa no sea nuestra preocupación más importante.

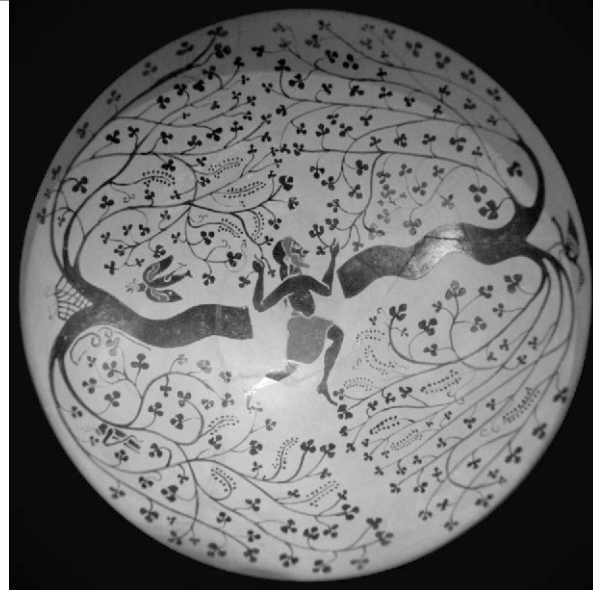
Nuestro planeta tampoco parece haber llegado a la vejez, a pesar de que es contemporánea del sol y tiene alrededor de 4,500 millones de años. La tierra morirá con el Sol, que aumentará su luminosidad y sobrecalentará el planeta haciendo que los mares se evaporen en unos mil millones años. En dos mil millones de años ya n habrá vida y en 5 mil millones de años el se convertirá en una gigante roja arrasando con su expansión a nuestro planeta. Así que tampoco vale la pena preocuparnos por ello en este momento.

Nuestro universo tiene 100,000 millones de galaxias y cada galaxia 100,000 millones de estrellas. Una persona tiene más de 100,000 cabellos así que en número de galaxias y de estrellas en cada una es el mismo que los cabellos de un millón de personas! Si hay tantas galaxias y tantas estrellas, seguro hay mucho planetas y con mucha certeza planetas como el nuestro.

Sin duda que conocemos el destino del universo y de los astros que le componen, pero que hay acerca de la vida, y en especial de la vida inteligente. ¿Estamos condenados a desaparecer o tendría razón John Milton y podemos ser dueños de nuestro destino?

Pasemos a consideraciones que parecen alejarse de lo anterior, pero que al final nos darán luz acerca de la última pregunta planteada.

Enrico Fermi, Premio Nobel de Física, en una conversación durante la comida con otros colegas surgió la cuestión de un reporte acerca de la desaparición de botes de basura que un caricaturista había plasmado como



un robo de alienígenas. La conversación se tornó seria cuando pasaron a discutir las probabilidades de la existencia de vida extraterrestre y de la posibilidad de que pudiéramos ser capaces de observar transporte de materia a velocidades mayores que la luz. De pronto Fermi exclamó: ¡¿Dónde están?! Fermi había realizado unos cálculos rápidamente y fue el primer sorprendido en saber que las probabilidades de vida fuera de la tierra eran grandes. De acuerdo con sus cálculos, debíamos haber sido visitados hace ya mucho tiempo. Lo que se conoce hoy día como la Paradoja de Fermi es que a pesar de la alta probabilidad de vida extraterrestre, no existe ninguna evidencia de que exista.

El astrónomo Frank Drake, en 1960, formuló una ecuación para determinar con mayor rigor la probabilidad de vida extraterrestre, tomando en consideración los conocimientos disponibles acerca del universo. Los resultados más optimistas (calculados por Carl Sagan) indican la existencia de un millón de civilizaciones en nuestra galaxia, pero los pesimistas (calculados por Frank Tipler) indican la existencia de menos de una civilización por galaxia. Pero aun este número pesimista da como resultado 100,000 millones de civilizaciones en el universo. Y entonces ¡¿dónde están?!

Lo anterior es teoría, pero en la práctica, ya en la actualidad se han descubierto alrededor de 100 sistemas planetarios de los que quizá cincuenta podrían tener planetas con características similares al nuestro, incluyendo la presencia de agua, y en unos quince años podrían ser observados usando los nuevos telescopios espaciales. De hecho ya en el año 2011 se lanzará el telescopio James Webb, sustituto del Hubble. Hace sólo unos días se descubrieron 32 exoplanetas o planetas fuera de

nuestro sistema solar, con un telescopio chileno de alta precisión que se añaden a los antes descubiertos para dar un total de 75, ubicados en 30 sistemas planetarios. Claro, no se sabe si estos exoplanetas tienen características parecidas a la Tierra, pero algunos las tendrán sin duda.

Lo primero que se nos puede ocurrir es que esos planetas pueden ser hábitats sustitutos de nuestra querida Tierra, la segunda que se encuentren ya ocupados. Y, ¿qué podría ser más emocionante que descubrir que hay vida fuera de nuestro planeta?

Nick Bostrom, del Instituto para el Futuro de la Humanidad, escribió un provocador artículo en la revista *Technology Review* del MIT¹, en el que se pregunta, como Fermi: ¿Dónde están? Lo cierto, nos dice Nick Bostrom, es que la búsqueda de vida inteligente fuera del planeta durante los últimos cincuenta años ha sido intensa y no hay evidencias de que exista.

Pero ojalá y no encontremos restos de vida fuera de la Tierra, sino piedras y arena, afirma con vehemencia Neil Bostrom, si encontráramos rastros de vida inteligente extinta o algo más, serían muy malas noticias para la vida en la Tierra. De hecho, entre más complejos sean los restos que encontremos, peor nos pintará el futuro. Si, no estamos hablando de que sea malo encontrar vida (que podría serlo) sino de encontrar sus restos, eso es lo que sería en verdad una muy mala noticia.

El argumento de Bostrom tiene una base estadística muy interesante. De los números anteriores y del hecho que parece no haber vida inteligente, con desarrollo suficiente para contactarnos, fuera de la Tierra, la única conclusión posible es que el desarrollo de una civilización como la

nuestra es un evento increíblemente improbable y difícil. No basta que se den las condiciones para que la vida exista sino que su existencia y desarrollo se enfrentan a obstáculos infranqueables, debe existir por lo menos una barrera muy difícil de pasar que en la inmensa mayoría de los casos no ha dejado que surja o evolucione la vida suficientemente para dar lugar a seres inteligentes. A ese obstáculo enorme se le ha denominado Gran Filtro.

El primer hecho con el que contamos es que sí existe un gran número de planetas en los que hay posibilidades de que se genere la vida, entonces el Gran Filtro puede estar en los inicios de la vida misma, la propia generación de la primera célula puede ser un evento casi imposible si pensamos que tuvieron que pasar casi mil millones de años desde la formación de la Tierra hasta la aparición de la vida.

Pero asumamos que ese primer obstáculo se logra pasar, no se puede dar por hecho que una vez surgida la vida su desarrollo se dirigirá directamente hacia la vida inteligente, antes tendrá que superar muchos otros obstáculos, pero ahondaremos en ese punto un poco más adelante. Si la vida surge, si se supera ese paso, Bostrom observa otros candidatos de Gran Filtro, uno de ellos podría ser la evolución del más simple organismo unicelular, célula procariota (organismo sin núcleo diferenciado y cuyo material genético está disperso en el citoplasma) a la célula con núcleo diferenciado rodeado por una membrana, la eucariota (cuyo material genético está ya encerrado en una doble membrana, la envoltura nuclear) que dio lugar a los organismos pluricelulares, este paso tomó 1,800 millones de años y los microorganismos dominaron el planeta durante 3 mil millones de años.

Otros candidatos para el Gran Filtro son las mutaciones ocurridas desde los primeros homínidos hasta el homo sapiens, hace 180 millones de años aparecieron los mamíferos, y hace 5 o 6 millones años ocurrió la separación del chimpancé y apareció el primer homínido, el australopitecos. Muchos de los homínidos desaparecieron hace unos dos millones de años.

Si el Gran Filtro se ubica antes de que el desarrollo de vida inteligente llegue a los niveles que nosotros hemos ya alcanzado, no debemos preocuparnos, ya lo hemos vencido. Pero es también posible que no hayamos llegado aún a la prueba final, que el Gran Filtro se ubique en el futuro.

Dada la experiencia de violencia y armamentismo en nuestra evolución terrestre no es descabellado pensar que han existido civilizaciones con nuestro desarrollo y que el mal uso de sus tecnologías les haya llevado a la autodestrucción, ese puede ser también el Gran Filtro del futuro. Otro pudiera ser la destrucción del medio ambiente a tal grado que desapareciera la vida inteligente para nunca más volver.

Por ello si encontramos restos de vida en otros planetas que indique que hubo un desarrollo superior al nuestro, estamos sin duda en peligro, no hemos pasado el Gran Filtro.

Por supuesto que hay otras posibilidades más optimistas, pudiera existir vida inteligente igual o más desarrollada que la nuestra pero sin interés en tener contacto con nosotros. A esta paradoja se le denomina el Gran Silencio, estamos rodeados de vida y no vemos ni la escuchamos, es decir, aun cuando no hubiera interés en comunicarse es imposible que cualquier civilización no se expanda, y menos aun si cuenta con un desarrollo

tecnológico de calidad, pero no hemos observado nada.

Otra posibilidad es que las enormes distancias estelares no nos permitan todavía ninguna comunicación. Esta última alternativa es improbable porque de acuerdo al tamaño y edad del universo pueden existir o haber existido un gran número de civilizaciones con mucho mayor desarrollo que el nuestro y con tiempo suficiente para explorar la galaxia y aun fuera de ella.

Una última alternativa es que todo lo anterior esté prejuiciado por nuestra condición humana y que no seamos capaces de visualizar otras posibilidades o que simplemente estemos siendo observados como animalitos en un zoológico.

El futuro de hombre en la Tierra

Después de los números gigantes anteriores la civilización humana es un trozo insignificante comparado con la vida del universo. Y en nuestra corta estancia, con frecuencia nos parece que la vida y todo lo demás transcurre como si así debiera ser y no pudiera ser de otra manera. Las cosas pasan, ya sea que el destino o alguna mano invisible se encargue de que todo funcione, lo cierto es que nos parece que el mundo es una máquina que, como un reloj, marcha sin fallo. Parece que detrás de todo hay una causa, una razón, un mecanismo comprensible, una ley o principio detrás de él. Incluso en la Historia, en los acontecimientos que a fin de cuentas son producidos por individuos, observamos tendencias, fuerzas ocultas, una dirección, un destino independiente de los sujetos, al que irremediamente nos dirigimos. En la economía, a pesar de sus sobresaltos parece también gobernada por un cerebro oculto, el mercado. Conocemos ya el ADN de los mexicanos y con ello nuestras



fortalezas y debilidades genéticas, nuestro destino biológico gobernado por las leyes de la genética. Pareciera que todo ocurre por necesidad, a fortiori, porque así debe pasar, el progreso va hacia algún lugar ya predeterminado.

Así son las leyes de la Física, la mayoría de ellas, nos permiten ver hacia atrás y hacia delante en el tiempo con toda precisión, como ya hemos observado en nuestros conocimientos del pasado y del futuro del universo. Pero no todos los fenómenos son así, muchos de ellos, aunque obedecen a leyes o a reglas, no se pueden predecir, son como el lanzamiento de una moneda al aire, no sabemos con certeza el resultado. Así son el clima o el lanzamiento de un dado.

En estos casos, el resultado depende del azar o de factores desconocidos, diferentes resultados pueden tener la misma causa, no se conocen o no se pueden controlar todas las variables y, por tanto, existe indeterminación en el pasado y en el futuro.

Durante mucho tiempo se pensó que los humanos éramos una consecuencia natural del surgimiento de la vida en el planeta, es decir, que si pudiéramos regresar al pasado, regresar la película, por así decirlo, hasta la aparición de las primeras células y después dejarla correr nuevamente, la historia sería la misma y aparecería la raza humana tal como ahora. Pero las cosas serían más parecidas a la película *Corre Lola corre*, al clima o al lanzamiento de un dado o una moneda, cualquier pequeñísima modificación en el inicio o durante el proceso produciría cambios enormes, tan grandes que en la mayoría de los casos la aparición humana sería imposible, y es que cada segundo, cada momento estamos sujetos a una lucha por la supervivencia, estamos compitiendo por recursos con todos los seres vivos.

La teoría de la selección natural de Charles Darwin fue el parteaguas para entender este problema.

Luego de su regreso a Inglaterra, Darwin leyó el ensayo sobre el principio de población, de Thomas Robert Malthus, quien sostenía que la población humana aumentaba en forma geométrica mientras que la producción de alimentos lo hacía en forma aritmética. Por ello, la población llegaría a exceder los recursos disponibles. Darwin extendió esta visión a todas las poblaciones y comenzó a pensar que la vida era una lucha continua para obtener recursos, y que sólo una pequeña fracción de los individuos que nacen, sobrevive y se reproduce. Llamó selección natural a este proceso supervivencia, y dedujo que era el mecanismo por el cual las especies sobrevivían o se extinguían. Darwin no usó la expresión "supervivencia del más apto", ni el término de evolución, sino que habló de descendencia con modificación.

La selección permite que los cambios ventajosos producidos al azar y heredados de padres a hijos se acumulen, de tal forma que en la naturaleza existe siempre un proceso continuo de variación que se hereda y, dada que existe siempre una situación permanente de escasez de recursos hay una lucha permanente por la supervivencia en la que sobreviven los mejor adaptados.

La competencia por recursos y otros factores biológicos dan forma a los ecosistemas locales durante periodos cortos, pero son quizá los factores externos como el clima, la oceanografía y la tectónica continental los que explican la evolución a gran escala².

En la evolución o descendencia con modificación, juegan un papel fundamental tanto el azar o la

casualidad como el medio ambiente que se convierte en seleccionador. Con el objeto de ilustrar el proceso, imaginemos una población de bichos, escarabajos³, en la que aparece una variación en el color, algunos escarabajos son verdes y otros cafés, los verdes tienden a ser comidos con mayor frecuencia por algunas aves lo que produce una diferencia en las poblaciones y a su vez en la reproducción de cada color, los cafés se reproducen más. El color es heredado y al final, después de mucho tiempo, toda la población de escarabajos sería café.

La combinación de azar y selección por siempre es tan clara, pongamos por ejemplo una población de aves en la que algunos tienen una deficiencia visual, llamémosles aves B para distinguirlos de las aves A que no tienen esa deficiencia⁴. Si nacen 125 aves A y 125 aves B por año y en ocho años nacieron dos mil en total. Si murieron quinientas aves A y seiscientas con la deficiencia visual estaríamos tentados a decir que la causa fue el defecto y su inadaptación al ambiente, en ese caso decimos que hubo selección natural. Sin embargo, también pudo ocurrir que las seiscientas aves B murieron por causas no relacionadas con la vista, la diferencia fue casual, es decir gracias al azar. Otro caso pudiera ser que hayan muerto igual número de aves A que de aves B, cuatrocientas. La primera conclusión podría ser que la deficiencia visual no tiene importancia para la supervivencia, pero si al observar cada caso encontramos que cien de las muertes se debieron a la deficiencia visual, habría que culpar a la selección natural. Como se ve, al final, casi siempre tenemos una combinación de selección y azar.

Un excelente ejemplo del papel del azar en la evolución son los resultados de un experimento con bacterias

iniciado en 1988. Veinticinco años después y en 40,000 generaciones se pudieron observar los detalles evolutivos de las mutaciones azarosas y adaptativas que ocurrieron. Los primeros cambios mostraron que las bacterias se adaptan fácilmente y de manera sorpresivamente constante, pero de repente se dieron cambios radicales y el número de mutaciones se incrementó. Alrededor de la generación 20,000, por ejemplo, se encontró que habían ocurrido 45 mutaciones, pero en la generación 40,000 el número de mutaciones era de 653. A diferencia de los primeros cambios, que parecían adaptativos, las mutaciones muestran que se desarrollan al azar y que permiten que estos organismos trepar en la escala de la eficiencia respecto del medio ambiente. El experimento puede ser de enorme utilidad para la comprensión y control del crecimiento y evolución de células cancerígenas, por ejemplo⁵.

Como último ejemplo pongamos el caso de los antibióticos. Cuando una población de bacterias se somete a un antibiótico, no todas ellas son igualmente resistentes, algunas morirán fácilmente pero algunas, así sean muy pocas, sobrevivirán. Al final del tratamiento es muy probable que no todas hayan muerto y las sobrevivientes serán sin duda las más resistentes que se reproducirán heredando su resistencia a sus descendientes.

En todos los ejemplos anteriores, quizá la lección más importante es que la condición para que una especie sobreviva es que mantenga la diversidad.

Consideraciones finales

Iniciamos con un epígrafe de Jorge Luis Borges, el final de su hermoso poema Ajedrez, que parece decir que al final de las causas está el destino o una gran voluntad que nos deja indefensos. Después de lo expuesto queríamos quizá hacer realidad el sueño de otro poeta, John Milton, para que no fuera ni el azar ni el destino lo que determinara nuestro futuro, sino solamente nuestra voluntad.

Como hemos visto, la complejidad del mundo, desde el universo estelar hasta la vida microscópica se parece más bien a la frase atribuida a Demócrito: Todo cuanto existe es fruto del azar y la necesidad y el futuro parece ser una mezcla de cuestiones predecibles y azarosas. Sin embargo, no es así, por lo menos desde el hombre existe. En ambos escenarios, el del Gran Filtro y el de la selección natural, los humanos parecemos estar condenados a la responsabilidad de nuestra supervivencia. Ciertamente es que por azar pudiera matarnos un meteorito, pero si no es así, si bien no podemos garantizar el futuro de la raza humana sobre la tierra, es seguro que podemos acabar con ella.

Los conocimientos acumulados por la humanidad nos han enseñado desde la sensibilidad de las artes hasta el funcionamiento de la sociedad y del mundo natural, hemos decidido no dejar a los dioses nuestro destino, pero tampoco al azar. La ciencia nos ha mostrado la complejidad del mundo y nos ha proveído de un bienestar no imaginado. Su nacimiento, hace casi quinientos años, fue producto de la búsqueda de un acuerdo entre posiciones divergentes. En un clima de intolerancia y de diferencias políticas y religiosas, grandes pensadores se plantearon la cuestión de cómo distinguir entre un conocimiento cierto o probable y uno falso, entre un conocimiento legítimos, y la

charlatanería. En medio de guerras que dividían a países y a familias muchos se preguntaban si sería posible encontrar un método, en todas esas disciplinas, mediante el cual se pudiera prescindir de las armas y llegar a un acuerdo civil. El resultado fue una manera de pensar crítica y a la vez prudente, una manera de pensar que privilegiaba a la evidencia y a la argumentación razonada y razonable. Con el tiempo a este procedimiento se le denominó método científico.

Por ello podemos afirmar que la ciencia es una manera de ser y de pensar, es una cuidadosa, disciplinada y lógica búsqueda del conocimiento, siempre sujeto a refutaciones, correcciones y mejoras, y siempre con una actitud crítica, tolerante y abierta, alejada de fanatismos.

Gracias a los conocimientos científicos la expectativa de vida en los países en desarrollo se ha incrementado veinte años en el último medio siglo. La producción alimentaria mundial se ha incrementado notablemente, a pesar de que la superficie cultivada ha disminuido. Es también gracias a la ciencia que hoy sabemos que ninguna raza es mejor que otra y que si bien los hombres y las mujeres no somos iguales, ningún género es superior.

Hoy también hemos aprendido que la sobrevivencia de la especie y del mundo natural se basa en la diversidad y en la prudencia. Y vale la pena enfatizar que la solución a los problemas actuales nunca la encontraremos en la ignorancia, sino en el conocimiento.

1
<http://www.nickbostrom.com>

2
Michael Benton, Science,

3
http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/evo_25

4
<http://philpapers.org/autosense.pl?searchStr=Fran%C3%A7oise%20Longy>

5
Nature, advanced online publication 18 October 2009 (doi:10.1038/nature08488)



El Mundo Prehistórico: Los Primeros Pasos

Rafael Pacheco Rodríguez*

Introducción

Con la desmedida información de la que somos objeto todos los días, los seres humanos pocas veces volteamos hacia atrás en el tiempo para maravillarnos de lo impresionante que ha sido la evolución de nuestro planeta tierra y los seres vivos que la han habitado por más de 4 mil 600 millones de años.

El mundo de hoy, altamente tecnificado, impersonal, impone un ritmo que exige vivir el día, sobrevivir con una visión muchas veces materialista. El mundo utiliza una gran cantidad de recursos naturales para su manutención y desarrollo, de los cuales no siempre sabemos su origen ni lo que hay atrás de cada uno de ellos. Para muestra basta mencionar a los hidrocarburos. Éstos mueven al mundo, por constituir la mayor fuente de energía. Pero, ¿sabe Usted cómo se formaron los grandes depósitos de petróleo, carbón o gas en el mundo?

Pocas veces nos detenemos a pensar en ello, pero los hidrocarburos son producto de grandes y largos procesos naturales de evolución de nuestro planeta, y tienen su origen en los organismos que lo habitaron hace cientos de millones de años. El comportamiento de nuestro planeta ha originado la evolución de los seres vivos, en conjunto con el Sol.

Comprender la historia de la Tierra implica, pues, tener conocimiento de cómo funciona y la responsabilidad de la humanidad para sentar las bases para vivir armónicamente con nuestro entorno.

La temática de la 16ª. Semana Nacional de Ciencia y Tecnología da la oportunidad para abordar la evolución de la Tierra, de la vida y de nuestro futuro como especie. Y un

*Ingeniero geólogo por la UNAM. Posgrado en Desarrollo Sustentable por la Universidad de Sonora. Coordinador del Proyecto de Exploración de Dinosaurios en Sonora. Coordinador del Programa de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica de la División de Ingeniería de la Universidad de Sonora. Premio Nacional en Educación en Ciencias de la Tierra 2005, por la Asociación de Mineros, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C. Delegado de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT) en Sonora.

magnífico pretexto para hablar de evolución son los dinosaurios, por la gran popularidad que gozan entre la gente. Pero para hablar de los dinosaurios es preciso hacerlo también de las Ciencias de la Tierra, de nuestro medio ambiente y, en consecuencia, de la responsabilidad social de nuestra especie, autocalificada como "superior".

Un magnífico pretexto

Los dinosaurios se cuentan entre el grupo de seres vivos más exitosos que han habitado la Tierra, pues la poblaron por más de 160 millones de años, distribuidos prácticamente sobre todo el planeta, según consta por el hallazgo de fósiles desde los polos hasta el ecuador. Los había enormes, de hasta unos 40 metros de largo, como el Titanosaurio, pero también algunos muy pequeños, como el Saltopués, del tamaño de una

gallina grande actual. También había carnívoros, como el impresionante Tiranosaurio, y herbívoros, como el Triceratos; unos, auténticos depredadores, y otros, sumamente apacibles. La naturaleza les dio la oportunidad de distribuirse ampliamente en la biosfera, brindándoles un ambiente rico en nutrientes, oxígeno, agua y energía (la del Sol), cuatro elementos fundamentales para la vida.

Los medios de comunicación masiva y, particularmente, las grandes producciones cinematográficas, se han encargado de popularizar mundialmente a los dinosaurios: los encontramos en películas, libros, revistas y en la Internet. Ciertamente envueltos en un halo más de ciencia-ficción que de verdad, pero prácticamente todo mundo ha oído hablar de los dinosaurios. Independientemente de las verdades a medias y de las exageraciones, fueron animales realmente sorprendentes.

Por ello, la temática de esta 16ª. Semana Nacional de Ciencia y Tecnología ofrece una magnífica oportunidad para hablar de los dinosaurios, como pretexto para revisar la historia que sus huellas nos han permitido reconstruir y de la responsabilidad que tenemos con el mundo y el medio ambiente.

Las maravillas del mundo que nos rodea. ¿Cómo surgen?

Por sus características, el planeta Tierra es único en el Universo, hasta donde lo conocemos. Existen miles de millones de estrellas como el Sol en nuestra galaxia, muchas de ellas incluso con planetas orbitando a su alrededor, y también miles de millones de galaxias, y todas con un origen común. Sin embargo, hasta ahora, no se ha podido conocer si existe vida en

otros planetas o sistemas; esto nos hace "únicos".

La formación y evolución de la Tierra constituyen un proceso complejo en el que han intervenido muchos factores: reacciones químicas, movimientos continentales, fuerzas internas del planeta, y cambios climáticos, entre otros. Debido a su privilegiada posición en el Sistema Solar, las condiciones de temperatura y presión de su primitiva atmósfera, carente entonces de oxígeno, hicieron posible que la superficie se cubriera parcialmente de agua, elemento fundamental para la vida, dando lugar a la formación de un "caldo" primigenio.

Cientos de millones de años tuvieron que pasar, entre "experimentos" de la naturaleza, combinados con la actividad volcánica, el impacto de meteoritos, manifestaciones radiactivas, y un ambiente inhóspito caracterizado por un clima extremoso con frecuentes tormentas y radiación solar. El resultado fue la aparición de formas incipientes de vida: las primeras bacterias (protozoarios) en los océanos.

Pero pensar que el siguiente paso fue automático sería un error, pues estos primeros microorganismos permanecieron en estado casi latente durante cientos de millones de años. La Tierra tiene una edad del orden de los 4 mil 600 millones de años, y las primeras manifestaciones de vida aparecieron hace unos 2 mil 800 millones de años. Pero no fue sino hasta la Era Paleozoica o "Vida Antigua" (que empezó hace 500 millones de años y terminó hace 240 millones), cuando la vida se organizó en formas más complejas, en lo que podría considerarse como "el big-bang de la diversificación de la vida en la Tierra".



Los cambios de la Tierra y la vida, de la mano

Gracias a la ciencia conocemos el pasado de nuestro planeta, cómo y cuándo empezó todo, la vida y los primeros pasos de la evolución, y los factores que intervinieron en ello.

Hoy se entiende, por ejemplo, que la vida en la Tierra no hubiera surgido sin la coincidencia de diversos factores, ya mencionados algunos de ellos. Se sabe también que la Tierra es un planeta vivo, no sólo por los seres que la habitan, sino porque has estado en constante movimiento desde su formación, por las fuerzas internas que dan origen a las montañas, las corrientes de convección, el vulcanismo, y las depresiones oceánicas, entre otras cosas.

Prueba de ello es que el paisaje del mundo actual no se parece en nada al de hace 100 millones de años ni, mucho menos, al de hace mil ó 4 mil millones de años. Y para lograr ese entendimiento, hemos tenido que auxiliarnos de diversas disciplinas científicas: Física, Química, Biología, Paleontología, Geología, Mineralogía, vulcanología, Astronomía y muchas más.

La Evolución en plenitud: Los primeros seres

La única manera que tenemos de conocer la historia de la vida en la Tierra es mediante los registros fósiles, es decir, las impresiones que esos testigos del pasado dejaron "grabados" en la roca, pues la materia orgánica no se preserva. Es apropiado comentar que, inicialmente, estos organismos quedan sepultados, ya sea en el océano, lagos, ríos, etc. Posteriormente, son objeto de varios procesos.

Capas, que en ocasiones son de varios cientos de metros de espesor, cubren los organismos. Al estar enterrados, son sometidos a enormes presiones y temperaturas. Mucho tiempo después, debido a los grandes movimientos de bloques regionales y continentales de suelo, la misma tierra que los enterró, los devuelve a la superficie, donde es posible encontrarlos, gracias a la erosión eólica, los ríos y los glaciares, entre otros.

Gracias a los estromatolitos (camas de piedra), estructuras formadas por algas azules y cianobacterias, por ejemplo, tenemos los primeros registros de organismos que vivieron hace unos 3 mil 500 millones de años; los anteriores a esa época tenían cuerpos demasiado blandos para formar fósiles, por lo que apenas dejaron rastros.

La tierra y la aparición de la vida: la ciencia nos explica

Es realmente sorprendente saber que provenimos de un mismo árbol genealógico, de la misma raíz, aunque resulta sumamente complicado comprenderlo, pues la dimensión del tiempo en la historia de la Tierra es inmensa, difícil de asimilar para la humanidad. Sólo estamos unas cuantas décadas sobre el planeta y los cambios que podemos apreciar en ese tiempo en el entorno son muy pocos. Se necesitan miles y miles de años para poder percibir los cambios.

¿Sabía Usted, por ejemplo, que en el monte Everest (el pico más alto del mundo, con poco más de 8 mil metros sobre el nivel del mar) se encuentran fósiles en forma de caracol? El hecho sorprendió a la humanidad desde tiempos inmemoriales, tanto que, como en muchos otros casos, se buscaron, incluso, explicaciones sobrenaturales.

Finalmente, la ciencia dio la respuesta: los fósiles encontrados en la cima del mundo son de origen marino... vivían en el mar, y por el choque de lo que hoy es la India (de forma triangular) con Asia, se produjo, como cicatriz, una enorme cordillera que, incluso hoy, sigue creciendo. Entender estos fenómenos no es tarea fácil, pero la ciencia nos ayuda a ello.

Lo mismo ocurre con otras regiones del mundo, como la península de Baja California, que estuvo pegada a Sonora hace unos 30 millones de años, aunque ahora están separadas por el Mar de Cortés; la brecha sigue ampliándose actualmente, a una tasa de 6 centímetros cada año. Las fuentes hidrotermales y fallas transformes del fondo del Mar de Cortés son evidencia del movimiento de los continentes y de las enormes fuerzas internas de nuestro planeta.



La era de los dinosaurios: los grandes reptiles

La vida antigua aparece, un tanto más organizada, en la Era Paleozoica. Es en este tiempo cuando se crea un ambiente favorable para su diversificación, y aparecen los trilobites, que son los fósiles indicadores del período. Aparecen también los primeros peces, corales y medusas en los océanos, y al final, las plantas en los continentes; de hecho, son éstos los primeros organismos que invaden la tierra.

Seguramente, lo más sorprendente para la humanidad es comprobar que en épocas pasadas vivieron unos seres que servirían de base para motivar el estudio de la evolución y de las Ciencias de la Tierra: los reptiles, pero muy en concreto los dinosaurios, tan importantes que la Era Mesozoica es llamada, por ellos, la Era de los Dinosaurios. Estos majestuosos seres habitaron el planeta por más de 160 millones de años, distribuyéndose ampliamente por todo el globo. Así, se han encontrado lo mismo huellas de pisadas o impresiones de su piel, que huesos fósiles, cráneos y vértebras. Los dinosaurios fueron, sin duda, unos seres extraordinarios sobre los que aún se debate si tenían sangre caliente o fría como los reptiles de hoy.

Diversos estudios señalan que fueron los organismos más exitosos que han

poblado la Tierra, sobresaliendo otras especies de reptiles, como el cocodrilo y la tortuga. El ambiente de los dinosaurios fue benigno; baste imaginar el clima, agua y alimento necesarios para permitir el desarrollo de organismos tan grandes como el Titanosaurio, de más de 30 metros de largo.

Pero aún queda mucho por estudiar sobre este tema, porque en el mar también hubo un florecimiento de la vida con las amonitas, los reptiles acuáticos, los peces y las algas; y en la tierra firme y los humedales, una gran diversidad de plantas herbáceas, gigantescos árboles, que permitieron una gran proliferación de la vida.

Su extinción: las aves

Pero hace 65 millones de años, algo cambió en la Tierra, algo tan impresionante, que causó la extinción de todos los dinosaurios y más del 60 por ciento de las otras especies del planeta.

De pronto, en términos geológicos (cientos, miles de años), la mayoría de los organismos que habitaban la Tierra, incluidos los exitosos dinosaurios, dejaron de existir, dando lugar a otras especies. Muchas teorías se han formulado para explicarnos, a través de la ciencia, la extinción de estos majestuosos seres. La más impactante y con mayor número de adeptos es, sin duda, la catastrofista, ésa que habla del impacto de un meteorito sobre nuestro planeta.

Al respecto, vale la pena aclarar que no fue el meteorito, directamente, lo que causó la muerte de los dinosaurios, sino los efectos de su impacto, los cuales alteraron el medio ambiente y, en consecuencia, a los organismos que lo habitaban.

Entre otros datos aportados por algunos científicos, destaca el tamaño del meteorito, de cerca de 15 kilómetros de diámetro, el cual hizo un cráter de unos 200 kilómetros de diámetro y uno de profundidad.

El hallazgo de la estructura resultante, de forma anular, como la que dejan regularmente los impactos de los meteoritos, lo hizo PEMEX, al explorar, geofísicamente y por barrenado, la península de Yucatán. Al margen de lo que haya sido, lo cierto es que el medio ambiente cambió: alimento, agua, energía, oxígeno.

Otros opinan que en esa época se registró en todo el mundo una actividad volcánica sin precedentes, que alteró significativamente la atmósfera, por las cenizas expelidas, impidiendo el paso de los rayos solares. Algunos más suponen la aparición de flores venenosas, y los hay hasta más curiosos, que atribuyen la extinción a que primitivos mamíferos, tales como los roedores, se comieron masivamente los huevos de los dinosaurios.

Surgen los mamíferos

La ley de la vida y la evolución es así. Los organismos que no han sido capaces de adaptarse a las condiciones de vida existentes, mueren... es la selección natural.

Con la extinción de los dinosaurios, los nuevos amos y señores son los mamíferos. Y es esto lo que marca el inicio de la Era Cenozoica. La Tierra vuelve a mover las fichas del dominó; retorna un medio ambiente favorable para la vida y, una vez más, el planeta vuelve a llenarse de diversidad biológica, con nuevos seres poblándolo.



Surgen aquí especies que antes casi no contaban, como las aves. Hay, incluso, muchos científicos que afirman que los dinosaurios no se extinguieron, sino que evolucionaron en aves, pues afirman haber encontrado alguna variedad de estos reptiles con plumas. La ciencia nos dará luz al respecto, seguramente en años venideros.

Los ancestros del hombre

Mamuts, elefantes, caballos, felinos, anfibios, reptiles, proliferan armónicamente en este período; el clima, en general, es benigno y da paso nuevamente a la diversidad de organismos en aire, mar y tierra. Una vez más, las condiciones fundamentales para la vida se integran y las nuevas especies surgen de acuerdo con las características de cada región geográfica.

Aparentemente, en esta Era, el clima ya no fue el mismo que en la época de los dinosaurios, pues se tienen evidencias de climas más extremos, tanto en los polos como en el ecuador. Los registros de las glaciaciones hablan de lugares muy fríos y también de otros muy calientes, similares a los que tenemos hoy.

Surgen entonces organismos con pelo o plumas en el cuero. Durante los cerca de 65 millones de años que lleva la Era Cenozoica, se intensifica la vida en la Tierra, pero con un paisaje muy diferente al que sirvió de escenario a los dinosaurios. Lo conocemos también gracias a la ciencia.

De aquí se tienen estudios tan precisos como el de la evolución de la ballena, que, según algunas investigaciones, inicialmente era un mamífero terrestre, pero que evolucionó en el organismo animal más grande que habita nuestro planeta. Otro caso es el del caballo, que originalmente era

una especie de perro enano, que evolucionó en lo que conocemos ahora.

Muchos organismos mamíferos se han extinguido en forma espontánea, con base en la historia natural alimenticia. Los organismos que no se han adaptado a las condiciones de vida, ya sea por los peligros propios de su hábitat con otros organismos, o por las condiciones ambientales, han terminado por desaparecer. Aprender de ello es de vital importancia para la humanidad, para poder comprender y aprender del pasado y actuar en consecuencia en el presente, para mantenerse en el futuro.

La humanidad y la ciencia

Como producto de la evolución aparecen los primeros homínidos, nuestros más remotos ancestros. Y aquí es necesario reflexionar acerca del enorme sendero de la evolución de las especies: unas surgen y proliferan por el mundo; luego se extinguen, aparecen otras, se diversifican y se extinguen otra vez, todo esto ligado a los cambios que ocurren en nuestro planeta en forma natural.

En el Cenozoico, como ya se dijo, proliferan los mamíferos, pero en estos 65 millones de años se ha dado también la aparición de una gran cantidad de organismos que no han resistido el paso del tiempo ni las

condiciones imperantes; la sabia naturaleza, gracias a la selección natural, ha dejado con vida sólo a aquéllos que se han adaptado a las condiciones actuales del entorno.

En el proceso evolutivo, la aparición de los homínidos marca el inicio de la historia de nuestros ancestros, una historia fascinante que la ciencia no ha logrado aún discernir completamente. ¿Cómo es que la evolución de las especies da lugar a un primer ser capaz de razonar, de acumular conocimiento, de observar y de reflexionar, con un cerebro más desarrollado y con capacidades que le permiten dominar a los demás seres terrestres, marinos y voladores.

El ser humano marca la cúspide de la evolución de las especies. Sin embargo, su desarrollo no ha sido fácil. Recordemos que se necesitaron decenas de miles de años para que fuera aprendiendo a utilizar algunos materiales, como en la Edad de Piedra, la Edad de Bronce, el uso del fuego, el descubrimiento de la agricultura, la domesticación de los animales, para dar paso, luego, al trabajo en equipo, la construcción de las primeras viviendas, sus primeras casas, hasta llegar a nuestros días, en los que funda grandes ciudades y explora el Universo, con la ambición de llegar a otros planetas, gracias al conocimiento científico y tecnológico acumulado.





Reflexiones finales sobre el medio ambiente y la responsabilidad del conocimiento

Desde el big-bang, hace unos 15 mil millones de años, se desarrolla un largo proceso de evolución del Universo, que da como uno de sus resultados la formación de la Vía Láctea, donde se encuentra nuestro Sistema Solar. Desde ese primer momento, tuvieron que pasar unos 10 mil 400 millones de años para que se formara la Tierra. A partir de ahí se inicia el experimento natural que desencadena la formación de la vida, en el que tuvieron que pasar cientos de miles de años para el surgimiento de los primeros organismos unicelulares.

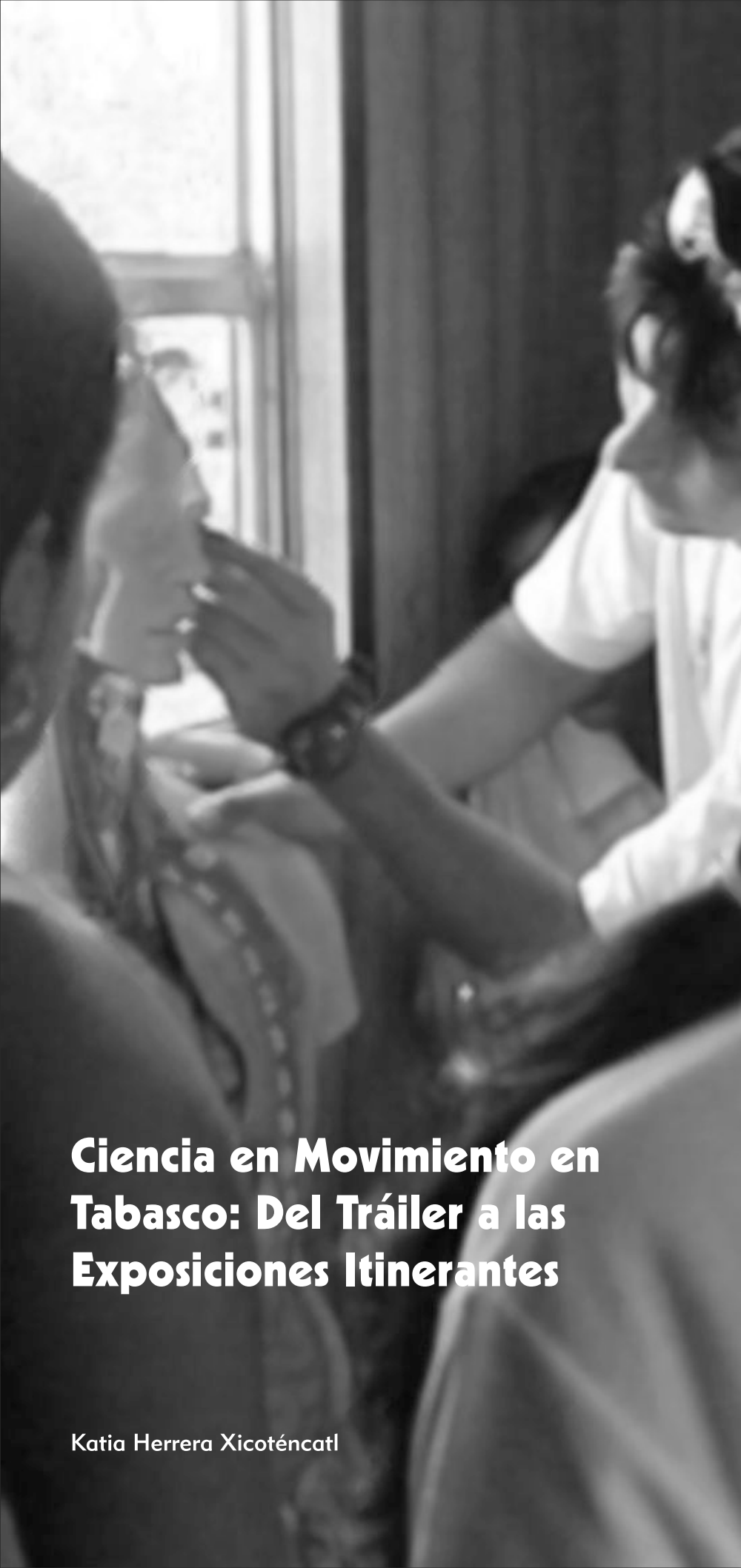
Cuando se logra la integración de los cuatro elementos fundamentales de la vida: oxígeno, luz, alimento y agua, se produce el big-bang de la vida en la Tierra. Pero numerosas investigaciones han revelado que nuestro planeta ha sufrido un sinnúmero de cambios en períodos bien definidos, llamados eras geológicas, los cuales han sido marcados por catástrofes naturales que han motivado extinciones masivas de organismos; pero también que tras estas desapariciones han surgido nuevos organismos más fuertes y con un mayor grado de desarrollo.

De esta enorme pasarela evolutiva, y después de casi 4 mil 600 millones de años, surge el género humano en la Tierra, un grupo de seres privilegiados que poseen un cerebro que les permite razonar y generar conocimiento nuevo. Actualmente, este conocimiento lo ha convertido en el ser que tiene un dominio absoluto sobre la vida, sobre el medio ambiente. Gracias al conocimiento científico y tecnológico acumulado, ha podido erigir grandes ciudades; crear sistemas de información hasta hace poco inimaginables, como la Internet y la telefonía celular; y viajar al espacio para conocer otros mundos, por ejemplo. Los avances no tienen precedentes; nunca antes, en la historia de la vida, se había gestado este tipo de desarrollo.

Sin embargo, es preciso reflexionar sobre el uso racional del conocimiento científico y tecnológico, pues, según datos oficiales, el calentamiento global de nuestro planeta va en aumento, debido a la acción del ser humano, al llamado progreso; cada vez tenemos un mundo más contaminado, más desechos y uso irracional de los recursos naturales; una crisis alimentaria que conlleva a una mayor desnutrición de la población mundial con más pobreza, índices bajos en educación y cultura de la sociedad; hay pocos países más ricos y muchos países más pobres; estamos acabando con los bosques y aumentando la superficie de los desiertos; alrededor de mil millones de personas en zonas pobres del mundo no tienen acceso al agua potable; muchas especies se encuentran en peligro de extinción.

En pocas palabras, parece que estamos acabando con la vida en nuestro planeta, cuando el avance de la ciencia debiera apuntar en sentido contrario. El reto es que el conocimiento científico y tecnológico nos sirva para tener un mundo en el que todos sus habitantes tengamos una vida digna, en la que prevalezca la equidad, la armonía y el bienestar social.

Si los dinosaurios se extinguieron hace 65 millones de años en forma natural, da la impresión de que ahora se ha iniciado la destrucción de la humanidad, sólo que provocada por ella misma. Una reflexión a propósito de la XVI Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, pero que debiéramos de hacer todos los días, es sobre la evolución de la vida en la Tierra, y aceptar el reto de pugnar por tener un mundo mejor. Volvámonos portavoces para que los gobernantes, los empresarios, las universidades, los centros de investigación, las comunidades, etc., cerremos filas para lograr un desarrollo económico y social sobre las bases de la sustentabilidad, haciendo que el conocimiento científico y tecnológico tenga un impacto positivo en los seres vivos que habitamos el planeta más hermoso del Sistema Solar: la Tierra.



Ciencia en Movimiento en Tabasco: Del Tráiler a las Exposiciones Itinerantes

Katia Herrera Xicoténcatl

Durante poco más de seis años, el “Tráiler Interactivo de la Ciencia” recorrió la mayor parte de Tabasco e, incluso, un Municipio del vecino Estado de Campeche, llevando a cada sede un cargamento de equipos, talleres, alegría y mucho más. Fue el primer museo de ciencia y tecnología de la Entidad, precedente para otras acciones emprendidas más tarde.

Sin ser parte de un programa de educación formal, acercó la ciencia y la tecnología a grandes y pequeños por igual, para mostrarles su lado entretenido y hasta divertido, a cambio de los tabúes de seriedad y aburrimiento que de manera errónea se les han asignado, y despertar en ellos la inquietud de seguir aprendiendo. Así, la experiencia resultó enriquecedora no sólo para los visitantes, sino también para quienes trabajaron en este museo itinerante.

Inaugurado en abril de 2001, en el marco de la Feria Tabasco, en Villahermosa, y presentado por última vez en Oxolotán, Tacotalpa, en octubre de 2007, el Tráiler Interactivo de la Ciencia sumó poco más de 100 mil visitantes, dejando tan buen sabor de boca, que aun ahora hay quienes preguntan qué fue de él.

Al concluirse la vida útil de éste, que fue el primer museo itinerante de ciencia en el Sureste, surgió de inmediato la necesidad de plantear nuevos proyectos que pudieran dar continuidad a las funciones y objetivos del mismo. Fue así como, en octubre de 2008, se dio paso al proyecto Ciencia en Movimiento.

Bajo esa idea de continuidad del trabajo realizado por el Tráiler Interactivo de la Ciencia, se mantiene el objetivo central de crear espacios de vinculación entre niños y jóvenes con el conocimiento científico en todo el Estado de Tabasco, a través de un



museo móvil que comprenda exposiciones temáticas, juegos interactivos, actividades lúdicas, y demostraciones.

Conocimiento a bordo

Entrevistada al respecto, la Arq. Miriam Areli Velázquez Aquino, Directora de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología, del CCYTET, y responsable, en su momento, de la operación del Tráiler Interactivo de la Ciencia, habla sobre los recursos utilizados, sus alcances y repercusiones, así como de los primeros resultados alcanzados con el nuevo proyecto Ciencia en Movimiento y el impacto que representa para la Entidad despertar el interés hacia el conocimiento científico y crear una mayor conciencia sobre su importancia.

“El Tráiler fue un museo móvil interactivo de ciencia y tecnología. La idea bajo la cual se creó fue llevar a los principales centros de población de todo el Estado, una manera informal, divertida y diferente, de acercar la ciencia a los niños y jóvenes; no se trataba de dar una clase ni de servir como apoyo académico a los maestros, sino de que los niños y jóvenes fueran a jugar con los interactivos y, dentro de ese juego, pudieran aprender o comprender algo”.

Creado dentro del Programa de Formación Científica y Tecnológica para Niños y Jóvenes de Tabasco, el Tráiler Interactivo de la Ciencia tenía los siguientes objetivos:

- Impulsar el desarrollo de las facultades creativas, sensoriales y analíticas de niños, jóvenes y adultos.
- Fomentar entre la niñez, la juventud y público en general, el interés por la ciencia y la tecnología.

- Contribuir a la educación formal, en temas orientados hacia la ciencia y la tecnología.

Para tal efecto, el Tráiler, propiamente dicho, estaba dividido en tres áreas: una Sala de Cómputo, un Área de Exposiciones Temporales, y una Sala Audiovisual, que constituían el Conocimiento a Bordo; y se complementaba con dos áreas exteriores: una de Equipos Interactivos y una de Talleres”.

En la Sala de Cómputo, había seis computadoras de escritorio en las cuales los visitantes podían acceder a programas interactivos de Matemáticas y Ciencias Naturales, básicamente; el Área de Exposiciones Temporales albergaba, regularmente, uno o dos interactivos; y en la Sala Audiovisual, con capacidad para 30 personas, se exhibían videos de corte científico con duración de 10 minutos.

En el exterior se montaban los 20 interactivos que componían el equipamiento del Tráiler, ordenados en cinco áreas temáticas, conforme a la siguiente distribución:

Estructura de la Materia

- Silla de Impulso Angular
- Mesa de Toques
- Placas de Chladni
- Caja Giroscópica
- Charolas de Burbujas
- Prisma de Ligas

Matemáticas

- Pizarrón de Penrose
- Torres de Hanoi

- Ángulo de Espejos
- Cubo de Espejos
(Espacio Euclidiano)
- Sección de Espejos
- Pared de Clavos

Energía

- Conos Sorprendentes
- Esfera de Plasma
- Generador de Van de Graaff

Biodiversidad

- Lotería de la Biodiversidad
- Mapa de Tabasco

Salud y Cuerpo Humano

- Torso Unisexo
- Mesa de Luz
- Laberinto

Y todo ello se complementaba con el Área de Talleres, en la que los visitantes podían participar en diversos juegos matemáticos (Arijuego, Tangramas, Dominó Numérico, Memorama, Cuadro Geométrico de Ligas, etc.) o, a solicitud de los maestros, demostraciones experimentales de Química para Primaria, Secundaria o Bachillerato.

La ruta del tráiler

A lo largo de su existencia, el Tráiler Interactivo de la Ciencia recorrió más de 20 sedes, abarcando 15 de los 17 Municipios del Estado de Tabasco (en algunos de ellos en más de una ocasión; sólo Comalcalco y Jalpa de Méndez no fueron sus anfitriones). Incluso, fue invitado especial en la

Feria del Carmen 2004, en Ciudad del Carmen, Campeche. Además, estuvo presente en varias ocasiones en la Feria Tabasco, así como en el Festival de la Infancia y de la Juventud.

¿Cuál fue el grado de aceptación popular?

“La aceptación en los Municipios fue mucha. Cuando veían llegar el Tráiler, toda la gente se mostraba asombrada, como si se tratara de un circo. Con ayuda del Ayuntamiento y de las autoridades educativas, programábamos visitas de grupos escolares por las mañanas y tardes, de lunes a viernes. Pero la gente se acercaba a preguntar y en las tardes atendíamos también a niños que llegaban por sí solos. El fin de semana abríamos a todo público. Regularmente, nos instalábamos en sitios estratégicos, como parques o casinos, a la vista de todos. Había niños que iban de visita todos los días: por la mañana los llevaban de su escuela, pero regresaban por las tardes con sus papás. En promedio, cada sede recibió una visita de unas 6 mil personas, que nos permitieron acumular un total de más de 100 mil visitantes. Las sedes con mayor asistencia reunieron alrededor de 8 mil personas”.

¿Qué experiencias dejó el Tráiler Interactivo de la Ciencia?

“Muchas. Gracias a ellas pudimos aprender una mejor manera de aproximarnos a los niños, de ponerlos en contacto con la ciencia y la tecnología, y confirmar que les interesa saber y conocer más. Los pequeños tienen muchas preguntas y el Tráiler nos dejó experiencia en su atención, en el desarrollo de actividades de divulgación, de talleres y en el diseño de exposiciones. En cierta forma, pudimos empezar a preparar cosas nuevas, aparte de las





que ya teníamos y que le habíamos comprado, en su mayor parte, al Museo Universum, de la UNAM; algunos interactivos los compramos a diferentes instancias o empresas, pero con la experiencia adquirida, pudimos desarrollar luego nuestras ideas y hacer cosas originales”, explica la entrevistada.

Y añade: “También creo que en muchos de los jóvenes que participaron, el proyecto sembró la semilla del interés por la ciencia y la tecnología, incluso para continuar su carrera con estudios de posgrado. Un ejemplo claro de este efecto es el caso de Dayana Santiago, que inició trabajando como guía del Tráiler, y aún labora en el Consejo, ahora como Jefa del Área de Fomento a la Cultura Científica y Tecnológica. Por lo regular, cuando los muchachos entraban a la capacitación como guías, lo hacían asustadísimos, porque no tenían ninguna experiencia previa al respecto ni una idea clara de lo que es la ciencia, y no sabían ni qué hacer. Sin embargo, al terminar su estancia, todos salían con gusto y con la satisfacción de poder entender muchas cosas que antes desconocían; había, incluso, quienes se despedían con lágrimas, deseando que el Tráiler continuara en su sede”.

Pionero en el Estado de Tabasco

Como ocurre con todos los proyectos, el Tráiler Interactivo de la Ciencia tuvo diversos aspectos favorables, pero también enfrentó algunos obstáculos, y de ello nos habla también la Arq. Miriam Areli Velázquez Aquino.

“Entre los aspectos favorables destaca el haber podido despertar en los niños el interés por el conocimiento, y, sobre todo, el haber abierto camino, como pionero de los museos de ciencia y tecnología en la Entidad, pues cuando el Tráiler se creó no existía ninguna actividad de ese tipo enfocada a niños y jóvenes, y fue hasta mucho después cuando se construyó el Museo Interactivo Papagayo”, explica.

Y añade: “Los obstáculos no faltaron, pero pudieron superarse con creatividad e ingenio, para cumplir el objetivo de acercar la ciencia a los niños. El mayor de ellos fue la falta de recursos económicos, porque no siempre los Municipios podían solventar los gastos correspondientes, y el Consejo tampoco tenía la suficiencia necesaria para que la estancia resultara totalmente gratuita para las autoridades municipales. En algunos casos, buscaban patrocinadores para poder llevar el Tráiler a su territorio”.

Después de una breve pausa, prosigue: “Un inconveniente del Tráiler fue el no contar con un vehículo propio de arrastre, pues tenía que ser movido por una camioneta de tres toneladas o por un tractor, pero conseguirlos no era tarea fácil. Algunas veces, era la Secretaría de Educación quien nos apoyaba; otras, lo hacía el Ayuntamiento”, reconoce.

¿De qué manera contribuían los Municipios para la estancia del Tráiler?

“El Ayuntamiento se hacía cargo de varios conceptos. El primero de ellos era el espacio, gratuito cuando la sede se montaba en un parque, pero que tenía que pagarse cuando había necesidad de ocupar otro tipo de espacios, como el casino, por ejemplo. Luego, la instalación eléctrica y otros servicios, incluida la vigilancia del lugar. También tenía que cubrir el hospedaje y la alimentación de

los muchachos responsables de la operación del Tráiler, incluidos algunos que no eran parte del personal del Consejo, durante las 3 ó 4 semanas que duraba la estancia, regularmente, en la sede. En estos casos, el Municipio les ofrecía, además, un pago único por el servicio prestado. Asimismo, en coordinación con las autoridades educativas, garantizaban la participación de 40 jóvenes de nivel bachillerato o superior, para atender los dos turnos en calidad de guías, y hacían la programación de visitas escolares. El último compromiso era desarrollar una campaña de promoción", recuerda la funcionaria.

Algo que mucha gente aún se pregunta es por qué "se terminó" el Tráiler.

"Bueno, eso tiene qué ver con su origen mismo. La caja del Tráiler fue usada como oficina "fija" en Tenosique por la Coca-Cola durante 10 años, hasta el 2001, cuando nos la entregó en comodato. Cuando la recibimos, le hicimos un mantenimiento mayor, que no había tenido nunca, junto con las adecuaciones necesarias. Pero los constantes viajes le hicieron mella, por su edad, y hubo necesidad de llevar a cabo otro mantenimiento general dos años más tarde; la inversión valió la pena, porque siguió en operación cinco años más, hasta que llegó el momento en que el desgaste hizo materialmente imposible su uso. Además, sólo faltaban dos Municipios por visitar y algunos de los equipos interactivos, no obstante las renovaciones hechas, ya mostraban cierto deterioro".

¿Eso dio paso a la renovación?

"En efecto. La idea fue crear un nuevo concepto, de bajo costo y alto impacto, que no requiriera tanto

tiempo de montaje ni mucha capacitación. Ambos aspectos representaban un costo tanto para el Ayuntamiento como para el propio Consejo, y por eso se buscaba tener algo más económico, pero con un impacto similar al del Tráiler, que no requiriera de contar con un vehículo tan grande para mover las cosas, sino que tuviera una mayor facilidad de transportación. Queríamos una versión más versátil, más rápida de instalar, con cosas nuevas, diferentes a lo que teníamos, y creadas por nosotros mismos, localmente. Una idea de partida fue contar con varias exposiciones modulares, de bajo costo, que pudieran integrarse en algo más grande", señala.

Y nace ciencia en movimiento

En septiembre de 2008, con la realización del Seminario "Ciencia en Movimiento v. 2", surge el nuevo

proyecto, que lleva el mismo nombre, con la misión de promover el desarrollo de una cultura científica en el Estado de Tabasco, buscando hacer conciencia entre la sociedad, a través de un novedoso concepto de museo itinerante, flexible y sin paredes.

¿Qué es Ciencia en Movimiento?

"Se trata de una versión de ciencia móvil, con el mismo objetivo del Tráiler, pero con un concepto diferente, novedoso, basado en exposiciones modulares sobre diferentes temas, que puedan llevarse a los Municipios e, incluso, en otros Estados, pero con mayor versatilidad; la idea es ampliar el impacto, mediante su exhibición en lugares públicos muy concurridos. Nuestro primer esfuerzo en ese sentido fue la integración de la colección: "No Todo lo que Ves es lo que Ves", y este año estamos elaborando: "Puntos y



Rayas... Matemáticas Mayas". En forma paralela, estamos preparando otra muestra, como parte del proyecto regional "Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Desde el Sur", que después de cumplir su cometido se sumará también a Ciencia en Movimiento", explica Velázquez Aquino.

Un inicio con el pie derecho

Para la Directora de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología del CCYTET, la experiencia vivida con esta nueva estrategia ha sido tan exitosa, que bien puede decirse que "se inició con el pie derecho", tanto por la aceptación en los espacios disponibles o potenciales, como por la afluencia de visitantes que ha generado.

Para empezar, la exposición "No Todo lo que Ves es lo que Ves" ha visitado ya 12 sedes: cuatro de ellas ubicadas en

centros educativos, otras cuatro como parte de eventos de cultura científica, una en un espacio museográfico, y, de manera significativa, tres más en plazas comerciales, lo que ha permitido contabilizar una visita conjunta del orden de 12 mil 250 personas.

Por otro lado, y gracias a una donación de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), desde octubre del año pasado se cuenta con la colección "La Historia de la Ciencia y la Técnica en Tabasco", que constituye un reconocimiento a los hombres, mujeres e instituciones que han forjado el conocimiento en la Entidad. Esta colección se ha presentado en tres sedes: la Nave 1 del Parque Tabasco, durante la XVI Semana Nacional de Ciencia y Tecnología; el Colegio "Latino", en Cárdenas; y el Museo de Historia de Tabasco "Casa de los Azulejos", con una visita acumulada de 4 mil 600 personas.

¿Cuál es la propuesta de Ciencia en Movimiento?

"Partimos del propósito de llegar a diferentes públicos, con diversos temas, tratados de una manera entretenida e informal, que acerquen a la sociedad el conocimiento relacionado y la ayuden a despejar dudas que normalmente no se

externan. Para ello, pretendemos tener, al menos, cuatro exposiciones de manufactura propia en operación. En este momento contamos con una ("No Todo lo que Ves es lo que Ves"); estamos en proceso de producción de otras dos ("Puntos y Rayas... Matemáticas Mayas" y una de carácter regional, dentro del proyecto "Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Desde el Sur"); y nos queda una más por definir. A este paquete se suma la ya mencionada donación de la SOMEDICYT ("La Historia de la Ciencia y la Técnica en Tabasco")", explica Velázquez Aquino.

¿Y cómo se va a operar cuando las exposiciones estén listas?

La respuesta es inmediata: "De hecho, el proyecto ya está en operación, porque la primera de las colecciones propias y la donada ya han estado a la vista del público. Pero la idea final es poder tenerlas todas en exhibición, colocando una o dos en cada sede, conforme al espacio disponible y del público esperado en ellas, así como de los intereses de los organizadores de las exposiciones; en todos los casos, los escenarios potenciales los constituyen los centros educativos, así como instalaciones culturales, parques y, de manera particular, centros comerciales".

Pero la actividad del CCYTET en materia de exposiciones ha trascendido ya el compromiso de "Ciencia en Movimiento", hacia otros programas que cuentan con recursos federales.

"El año pasado desarrollamos la exposición interactiva "Petro-Rally", para Petróleos Mexicanos, y eso nos abrió una ventana de oportunidad en un área antes desconocida para nosotros. También participamos en una Convocatoria de la Comisión



Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), para publicar materiales de divulgación, y obtuvimos recursos para la impresión de 5 mil ejemplares de la "Lotería de la Biodiversidad", que fue parte del Tráiler Interactivo de la Ciencia; en breve estaremos haciendo la distribución gratuita de la misma. Asimismo, en un concurso convocado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), ganamos recursos para crear una exposición sobre Cambio Climático, que entregaremos a dicha instancia después de exhibirla en dos sedes", comenta.

Y añade: "Aparte de las exposiciones, hay una serie de actividades que se dan de manera cotidiana, como son los talleres de ciencia, pláticas y proyección de videos científicos, que algunas escuelas solicitan para sus alumnos. Se trata de acompañar la presencia de la exposición, de arroparla con estas actividades promotoras de cultura científica, y que juzgamos necesarias para la apropiación social del conocimiento".

¿Qué se espera, finalmente, de las exposiciones?

"La idea es emprender un movimiento por la ciencia; sensibilizar a la población, acercarla a la ciencia de una manera diferente, que no la haga sentir temor, para que pueda verla de otra manera, comprenda su valor y la haga suya. Estamos conscientes de que con las exposiciones la gente no va a aprenderlo todo; quizá pueda retener algunos de los conceptos nuevos y aprender algo, pero lo que buscamos, primordialmente, no es que aprenda, sino que le pierda el miedo a la ciencia, al conocimiento", puntualiza Velázquez Aquino.

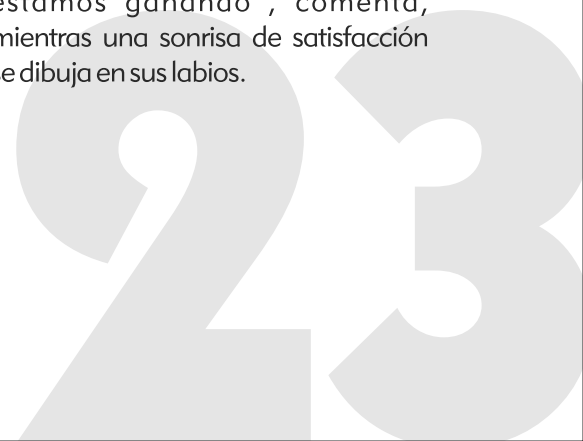
Aquí, la Directora de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología,

del CCYTET, hace un silencio mientras hurga en el baúl de los recuerdos. Luego, prosigue: "Una referencia con respecto al impacto que podemos esperar de las exposiciones, podemos encontrarla en la experiencia del Tráiler, con sus más de 100 mil visitantes acumulados. Para nosotros, hubiera sido suficiente con que los niños y jóvenes pudieran tener una visión distinta de la ciencia y que pudieran sorprenderse y, quizá, aprender algo, pues siempre hemos estado conscientes de que los resultados de una acción de este tipo no pueden darse de un día para otro, y que no tenemos forma de hacer una medición exacta. Sin embargo, pudimos aplicar encuestas durante las estancias e, incluso, posteriormente. Así pudimos darnos cuenta que las visita sí tuvieron un impacto positivo en los niños; que muchos recordaban lo vivido y que, a partir de ello, percibían la ciencia como "algo divertido". Por eso pensamos que el Tráiler sí cumplió con el propósito de fomentar la cultura científica en la población atendida, y que lo mismo podemos esperar de las exposiciones. Mucha gente se acerca a nosotros para preguntarnos por el Tráiler, particularmente en escuelas a las que seguimos atendiendo con talleres, juegos y algunos de los interactivos que aún conservamos", comenta.

La entrevistada aborda el caso de "No Todo lo que Ves es lo que Ves" y



apunta: "La experiencia que hemos tenido con esta primera colección de "Ciencia en Movimiento" ha sido muy buena, pues mucha gente se ha acercado con interés, con curiosidad, para sorprenderse al descubrir los engaños de que es víctima nuestro cerebro. Desafortunadamente, no se ha realizado un conteo formal, sólo aproximado, pero sus visitantes suman ya miles. Más allá de las cifras, está el impacto cualitativo, que podemos apreciar porque muchos se interesan por saber más acerca del tema y preguntan dónde pueden obtener más información. Y con despertar ese interés, creo que ya estamos ganando", comenta, mientras una sonrisa de satisfacción se dibuja en sus labios.



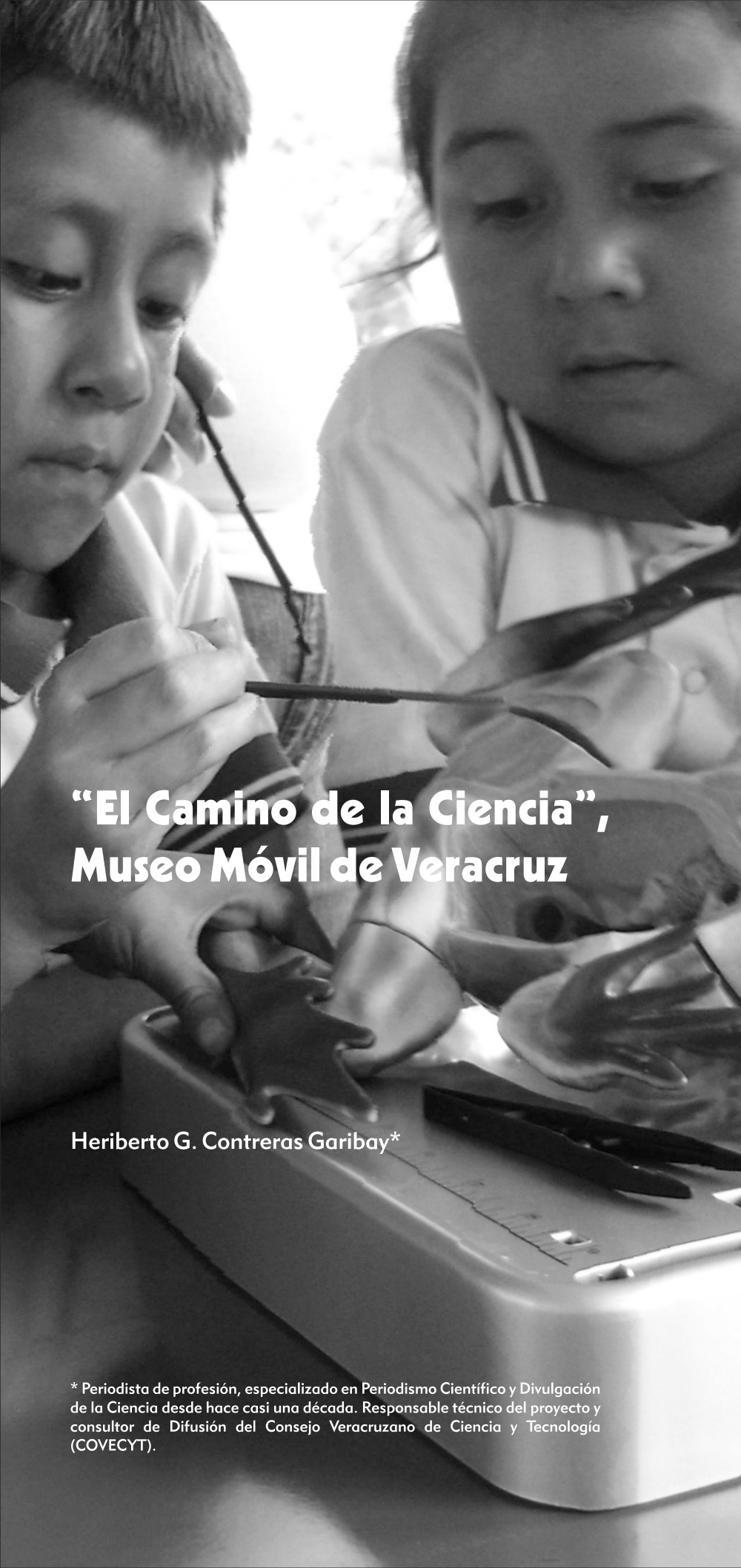
Lo que viene

El proyecto de “Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Desde el Sur”, abre una nueva ventana de actuación en materia de exposiciones, que dinamice esta singular forma de sensibilización y de promoción de la cultura científica, y así lo considera la también coordinadora general de dicho proyecto regional.

“Creo que vamos a lograr un efecto muy importante, nunca antes registrado en el Sureste. Cuatro de los seis Estados participantes: Veracruz, Chiapas, Quintana Roo y Tabasco, cuentan con programas de ciencia móvil, pero su alcance e impacto es casi estrictamente local. Por eso, la elaboración en cada Entidad de una colección de carácter estatal que pueda mostrarse en toda la región, tiene una relevancia mayor. Significa que cada uno de los Estados tendrá la oportunidad de exhibir seis colecciones diferentes a lo largo de un año, y eso es muy importante, porque permitirá al público conocer diversos temas de interés regional, y hacerlo de manera constante”, explica.

Para concluir, la Arq. Miriam Areli Velázquez Aquino enfatiza: “Estamos convencidos que la sensibilización que podamos lograr con las colecciones itinerantes, acompañada del efecto producido por las demás actividades planteadas en el proyecto, redundará, finalmente, en un verdadero movimiento de la ciencia en todo el Sureste, y en un mayor acercamiento de la sociedad hacia el conocimiento científico y su apropiación”.





“El Camino de la Ciencia”, Museo Móvil de Veracruz

Heriberto G. Contreras Garibay*

* Periodista de profesión, especializado en Periodismo Científico y Divulgación de la Ciencia desde hace casi una década. Responsable técnico del proyecto y consultor de Difusión del Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología (COVECYT).

Combatir la pobreza y fomentar el crecimiento económico es la preocupación fundamental de cualquier gobierno, y una de las estrategias más importantes para lograrlo es detectar y alentar las vocaciones científicas y tecnológicas desde edades tempranas, a fin de ampliar las posibilidades de crecimiento de la masa crítica de recursos humanos con capacidad para incidir en la generación de conocimiento y transformación positiva del entorno.

Tal es el caso del Estado de Veracruz, en México, donde la creación de “El Camino de la Ciencia” es punta de lanza de la estrategia. Se trata de un autobús que alberga la réplica de un museo de ciencia, en el que se incluyen estaciones interactivas de ciencia, como Física, Matemáticas, Biología, Salud Humana y Ecología, además de una sala de proyección digital y un planetario.

Creado por iniciativa del Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología (COVECYT), en colaboración con la Universidad Veracruzana (UV) y el Museo Interactivo de Xalapa (MIX), en el marco de la convocatoria 2008-1 del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz, el proyecto busca dar cumplimiento a lo estipulado en la Ley 869 de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, la cual, en su Artículo 11 numeral II, señala que es responsabilidad del COVECYT formular las acciones tendientes a la generación, divulgación y difusión, así como la aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación en el Estado.

El objetivo específico de “El Camino de la Ciencia” es desarrollar en los niños y jóvenes estudiantes habilidades y actitudes que los

lleven, en el futuro, a despertar vocaciones orientadas hacia la ciencia y la tecnología, así como fomentar en la población en general una cultura científica y tecnológica como eje de progreso económico y social del Estado.

La creciente tasa de migración y dispersión de las comunidades ha favorecido que las zonas rurales del país presenten una gran marginación social, por su aislamiento geográfico y el no contar con vías de acceso que faciliten la interacción con las zonas urbanas. Veracruz no es la excepción, y ello repercute negativamente en la educación básica, la cual, a pesar de su amplia cobertura y de los esfuerzos de la Secretaría de Educación, presenta elevadas tasas de deserción y reprobación escolar, sobre todo en el renglón de los conocimientos básicos sobre la ciencia.



En respuesta a esta situación particular fue que se desarrolló "El Camino de la Ciencia", vehículo equipado con antena satelital para conexión a la Internet en cualquier punto de la geografía veracruzana, y una sala de proyección digital, donde se muestran, mediante documentales videográficos, aspectos biológicos y ecológicos referentes al Bosque de Niebla de Veracruz, la Traslocación de los Monos Aulladores, los Arrecifes de Coral, la Migración y el Cambio climático, entre otros, elaborados por el Área de Ciencias Biológico-Agropecuarias y el Departamento de Televisión Universitaria de la UV.

Asimismo, las áreas interactivas permiten al visitante jugar con la ciencia y entenderla de manera divertida. Módulos como: el Teorema de Pitágoras, los Tangramas, Matemáticas al Extremo, o las Torres de Hanoi, ofrecen una concepción diferente de conceptos matemáticos tales como: trigonometría, álgebra, probabilidad y estadística, entre otros.

Del mismo modo, mediante Palancas y Máquinas simples, el Péndulo de Newton, el Tren Fantasma o el Simulador de Ondas, -siempre jugando, tocando y divirtiéndose- el visitante asimila conceptos de la Física, tales como: óptica, acústica, movimiento, y gravedad, por citar algunos. Cabe mencionar que todos los equipos interactivos fueron desarrollados por el Departamento de Contenidos Educativos del Museo Interactivo de Xalapa.

A todo esto, "El Camino de la Ciencia" suma como oferta la posibilidad, en las comunidades rurales y marginadas, el visitante pueda admirar y, más allá de eso, aprender acerca de los planetas, las



estrellas, las constelaciones nebulosas y agujeros negros, que son elementos y conceptos de una ciencia de gran alcance e investigación, como la Astronomía, mediante un planetario móvil que cuenta con un domo de 3 metros de diámetro y, al momento, único en el país, en cuanto a su proceso de ensamblaje y montaje.

México es un país de gran riqueza natural y cultural. Tiene un millón 964 mil 375 kilómetros cuadrados, sobre los que se distribuyen 107 millones 550 mil 700 personas. Junto con China, India, Colombia y Perú, se encuentra entre los cinco países llamados "megadiversos", los cuales, en conjunto, albergan entre el 60 y el 70 por ciento de la diversidad biológica conocida. Específicamente, México reúne el 12 por ciento de la biodiversidad terrestre del planeta.

Por su parte, el Estado de Veracruz, es la tercera Entidad del país con mayor diversidad biológica. Cuenta con el 35 por ciento de las aguas dulces nacionales. Sus litorales se extienden a lo largo de 745 kilómetros en el Golfo de México. Además, dispone de grandes reservas petroleras y desarrolla el 93.2 por ciento de la petroquímica básica del país. Por su población, ocupa el tercer lugar a nivel nacional, con el 46.6 por ciento de asentada en comunidades rurales de menos de 5 mil habitantes.

Bajo tales consideraciones, es fácil entender la importancia de contar con elementos como "El Camino de la Ciencia", que puedan mostrarle a los miembros de estas comunidades la trascendencia de preservar el equilibrio ecológico, el uso de nuevas tecnologías y, por supuesto, fomentar una cultura que contribuya al desarrollo científico y tecnológico del Estado.



Es primordial mostrarle a la fuerza productiva y académica del Estado que existen profesionales dedicados a la investigación, que estudian de diversas formas la naturaleza, con el propósito de generar mejores condiciones de vida. De ahí el objetivo que "El Camino de la Ciencia" busca lograr en los niños y jóvenes estudiantes.

Por otro lado, el proyecto constituye un espacio donde los veracruzanos de todas las edades puedan tener la oportunidad de entrar en contacto con la ciencia y la tecnología de manera informal, divertida y gratuita, y experimentar con los distintos fenómenos científicos y tecnológicos: viendo, oliendo, tocando, escuchando y degustando, de tal manera que se propicie el aprendizaje en un ambiente distinto al tradicionalmente ofrecido en el aula.

Durante las misiones, es decir, las visitas a las sedes programadas, el equipo de trabajo lo conforman un jefe de misión, un asistente, un conductor y dos becarios. Se trabaja, en primera instancia, con niños y jóvenes de los centros educativos de las comunidades visitadas, quienes asisten al museo interactivo acompañados por sus profesores. "El Camino de la Ciencia" se ubica, según las condiciones del lugar, en las presidencias municipales o en otros sitios designados por el propio Ayuntamiento.

Después de la visita estudiantil, el museo abre sus puertas al público en general, a fin de que lo aprendido por los niños pueda ser apuntalado por sus padres y autoridades, a quienes se les invita en sesiones distintas. Con esto se busca que la alfabetización científica sea integral y genere un mayor impacto en las comunidades visitadas, al extenderse a todos los sectores de la localidad. Cabe resaltar que la asistencia es totalmente gratuita.

A la fecha, "El Camino de la Ciencia" tiene en operación cinco meses, a lo largo de los cuales ha visitado nueve municipios de Veracruz y atendido alrededor de 8 mil visitantes. Los primeros impactos obtenidos han mostrado que este proyecto es, realmente, una alternativa para adquirir conocimientos y experiencia relacionados con una mejor comprensión del mundo que nos rodea, a través de la participación activa.

Las encuestas realizadas a la entrada y a la salida, revelan que los visitantes han comprendido que la investigación científica es una de las mejores vías para lograr desarrollar las tecnologías necesarias para generar un crecimiento, y que es necesario promover la divulgación de la ciencia en todos los sectores de la población, para incrementar el desarrollo de las vocaciones científicas.



INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Los textos publicados en "Diálogos" deberán estar orientados hacia el análisis y la reflexión en torno a los diversos aspectos que caracterizan la relación ciencia-tecnología-sociedad, tales como: educación, ética, desarrollo, bienestar, género, divulgación, etc.

Se sugiere ubicar los análisis y reflexiones preferentemente en el contexto local, aunque también se aceptan los de carácter nacional y general.

Las colaboraciones serán evaluadas, invariablemente, por el Comité Editorial de "Diálogos", órgano de arbitraje que determinará la publicación de las mismas, bajo los siguientes criterios preponderantes: calidad, precisión de la información, interés general y lenguaje claro y comprensible.

Los textos sometidos a la consideración del Comité Editorial de "Diálogos" deberán ser originales y no estar siendo considerados para publicarse en ningún otro medio, bajo el entendido de que los derechos de autor sobre la publicación se transfieren a la revista.

En caso de considerarlo conveniente, el Comité Editorial de "Diálogos" podrá incluir en cada número textos aportados por invitación y/o la reproducción autorizada de artículos anteriormente publicados en otro medio, impreso o electrónico.

El Comité Editorial de "Diálogos" determinará la temática de cada número, por lo que la publicación de los trabajos no seguirá, necesariamente, el orden de su aceptación.

NORMAS EDITORIALES

Los escritos sometidos a consideración del Comité Editorial de "Diálogos", deberán remitirse impresos en impresora laser o de inyección de tinta (original y dos copias), y deberán estar redactados en español, con letra Arial a 12 puntos y doble espacio, utilizando mayúsculas y minúsculas, en papel tamaño carta, con márgenes superior, inferior e izquierdo de 2.5 centímetros, y derecho de 4 centímetros.

Los trabajos deberán incluir una portada, en la que se señale con claridad el título de la colaboración (preferiblemente no más de 15 palabras); el nombre completo del autor, incluyendo su grado académico; la institución en la cual labora y el cargo que ocupa; sus direcciones postal y electrónica; números de teléfono y fax; y un resumen de no más de 200 palabras.

Los textos sometidos a consideración del Comité Editorial de "Diálogos" no deberán tener una extensión menor de 2 cuartillas ni mayor de 8, y todas las páginas deberán estar numeradas, en la parte inferior derecha.

El texto impreso deberá acompañarse de su correspondiente archivo electrónico, en un disco de 3.5 pulgadas, utilizando un procesador de palabras WORD (Office 2000 o superior, de preferencia).

En caso necesario, podrá utilizarse un número reducido de figuras para ilustrar el texto. En todo caso, deberán enviarse dibujos o fotografías de buena calidad, los cuales serán evaluados por el Comité Editorial de "Diálogos".

Los dibujos y fotografías (preferiblemente en color, aunque se impriman en blanco y negro) deberán enviarse montados sobre cartulina ilustración y correctamente identificadas al reverso. Las dimensiones no excederán el tamaño carta. Todas las ilustraciones y sus textos deberán ser capaces de soportar reducciones al 50-66 por ciento, sin perder claridad.

El autor deberá incluir, al final del texto, la descripción de cada dibujo o fotografía que envíe, y el Comité Editorial de "Diálogos" se reserva el derecho de determinar si se publican con pie o no.

Las tablas habrán de escribirse a doble espacio, sin líneas verticales y contener numeración consecutiva dentro del encabezado. No deberán duplicar información contenida en el texto o las ilustraciones. Si la información contenida en las tablas ha sido publicada anteriormente, deberá citarse la fuente o referencia.

Las citas se señalarán mediante superíndices numerados consecutivamente, y se describirán al final del texto, en el mismo orden.

Cuando se trate de referencias a libros, éstas deberán ajustarse a los siguientes ejemplos:

Fierro Gossman, Julieta. 1999. Las Estrellas. Tercer Milenio. México. Pp. 42-43. (Si la cita corresponde a una parte específica del libro.)

o

López R., M. 1995. Normas Técnicas y de Estilo para el Trabajo Académico. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 148 p. (Cuando se trata de una referencia hecha sobre el contenido de todo el libro.)

Las referencias a artículos en revistas periódicas deberán incluir el nombre del autor, o de los autores, si se trata de más de uno, de acuerdo con el siguiente modelo. El título de la revista se escribirá completo en la primera cita y abreviado en las subsecuentes en que aparezca.

Torres Martínez Emanuel S., "Matemáticas y letras", ¿Cómo ves?, Revista de divulgación de la Universidad Nacional Autónoma de México. 2001. 27, p. 31.

Rodríguez B. Myrna Olivia. "Los ácaros: compañeros anónimos", ¿Cómo ves? 2001. 27, p. 18.

En todos los casos, y en la medida de lo posible, se tratará de mencionar los nombres completos de los autores.



consejo de ciencia y tecnología
del estado de tabasco

Estimado lector:

Le recordamos que estamos actualizando nuestro registro de suscripciones. Si desea renovar o iniciar la suya (gratuitamente), sólo tiene que entregar este formato, debidamente llenado (a máquina o con letra de molde), en:

Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Tabasco
Revista «Diálogos»
Sindicato Agrario No. 208,
Col. Adolfo López Mateos
86040 Villahermosa, Tabasco, México

También puede enviarlo por correo o al fax:
01-(993)142-0316 al 18, Ext. 1

o hacer llegar la información solicitada, a través
del correo electrónico a: dialogos@ccytet.gob.mx

¡Muchas gracias, y no olvide avisarnos
si cambia de domicilio!

NOMBRE: _____

CARGO: _____

INSTITUCIÓN: _____

Deseo recibir la Revista «DIÁLOGOS» en esta dirección:

DOMICILIO: _____

COLONIA: C.P.: _____

CIUDAD: _____

TEL. OFICINA: _____ **TEL. PART.:** _____

CORREO ELECTRÓNICO: _____

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS _____



consejo de ciencia y tecnología
del estado de tabasco

Estimado lector:

Le recordamos que estamos actualizando nuestro registro de suscripciones. Si desea renovar o iniciar la suya (gratuitamente), sólo tiene que entregar este formato, debidamente llenado (a máquina o con letra de molde), en:

Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Tabasco
Revista «Diálogos»
Sindicato Agrario No. 208,
Col. Adolfo López Mateos
86040 Villahermosa, Tabasco, México

También puede enviarlo por correo o al fax:
01-(993)142-0316 al 18, Ext. 1

o hacer llegar la información solicitada, a través
del correo electrónico a: dialogos@ccytet.gob.mx

¡Muchas gracias, y no olvide avisarnos
si cambia de domicilio!

NOMBRE: _____

CARGO: _____

INSTITUCIÓN: _____

Deseo recibir la Revista «DIÁLOGOS» en esta dirección:

DOMICILIO: _____

COLONIA: C.P.: _____

CIUDAD: _____

TEL. OFICINA: _____ **TEL. PART.:** _____

CORREO ELECTRÓNICO: _____

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS _____

