



Los ríos Usumacinta y Grijalva son los más caudalosos de México; ambos nacen en la Sierra de los Cuchumatanes en Guatemala y en los primeros kilómetros de su recorrido transitan por su país natal para luego introducirse en México, discurrendo por el estado de Chiapas. Muy pronto el río Grijalva penetra en la zona montañosa, mientras que el Usumacinta la rodea. Los dos afluentes desembocan juntos en Tabasco pues, unos kilómetros antes de alcanzar el Golfo de México, se reúnen.

Estos ríos constituyen un sistema fluvial que drena una superficie de más de cien mil km², lo que equivale a 5% de la extensión de la República Mexicana; debido a las altas precipitaciones que reciben las zonas por las que discurren, su capacidad de transporte de agua y sedimentos es muy alta, lo cual se traduce en una fuerte modificación del relieve del territorio por el que se mueven y ésta se incrementa o disminuye a capricho de El Niño.

Cuando se menciona el fenómeno de El Niño, casi de manera instantánea se nos viene a la mente la imagen de un pequeño de pocos años; de hecho, si atribuimos características humanas a este fenómeno podríamos considerar

que a veces hasta hace travesuras. El nombre de esta anomalía climática hace alusión al Niño Dios debido a que la primera vez que se identificó se relacionó con un reverdecimiento de la flora en la costa árida de Perú, un hecho más o menos coincidente con las fechas en las que se celebra el nacimiento de Jesucristo en el cristianismo. Aunque se sabe que El Niño es un fenómeno físico que afecta al medio natural a escala global, todavía no se conocen exactamente los mecanismos que lo generan.

Efectos en el mar

Las peculiaridades que caracterizan a El Niño se manifiestan en el clima. Los periodos que tiene este fenómeno se determinan por la temperatura que

se registra en la superficie de los océanos. ¿Cómo se mide la temperatura superficial de los océanos? Consideremos una columna vertical en la masa de agua localizada en el interior de cualquier océano; la parte más superficial estará en contacto con el aire atmosférico y la parte más profunda tocará el fondo del océano. La longitud de esta columna vertical de agua puede fluctuar desde decenas de metros a más de una decena de kilómetros, según en qué punto del océano nos encontremos, pues existen irregularidades en el relieve de la cuenca oceánica. Sin embargo, a pesar de los cambios en la profundidad de la columna vertical, siempre encontraremos un patrón similar respecto de la temperatura oceánica: los primeros metros de la columna o superficie oceánica se encuentran en contacto con el aire atmosférico y el agua recibe la radiación solar, la temperatura (de aproximadamente 17 °C) es considerablemente más alta que en el resto y, a mayores profundidades, se registran temperaturas por debajo de 0 °C.

Debido a que la medición de la temperatura en la superficie oceánica depende de los distintos procedimientos empleados por la institución que



El Niño el Usumacinta y el Grijalva

realiza dichas medidas, ha sido difícil homogeneizar a nivel mundial los umbrales a los cuales se presenta una anomalía en la temperatura por debajo de tal superficie oceánica. Actualmente, y de manera más extendida, se considera que el fenómeno de El Niño se puede detectar cuando existe un incremento en la temperatura media de la superficie oceánica por encima de 0.5 °C durante al menos cinco meses consecutivos, esto en el océano Pacífico y entre los paralelos 5° norte y 5° sur. Existen dos puntos dentro de esta franja del océano que se encuentran en Darwin, Australia y en Tahití, Polinesia Francesa, los cuales son especialmente sensibles a los cambios de temperatura y es por ello que se les toma como medidas de referencia.

También se sabe que este calentamiento en la superficie del agua guarda relación con una serie de corrientes marinas que permiten la mezcla del agua de todos los océanos, por estar interconectados. La circulación global oceánica homogeneiza la temperatura de todas las masas de agua y su

salinidad. Aunque la temperatura varía en la superficie oceánica de manera estacional y diaria, lo que condiciona las corrientes marinas es el cambio de temperatura debido a la posición latitudinal del océano, ya que la radiación solar se reduce desde el ecuador hacia los polos y la temperatura es proporcional a la radiación absorbida en la superficie oceánica. De esta manera, el agua en los polos está más fría que en el ecuador y por ello existen corrientes entre estos puntos. Como el agua fría es más densa que la caliente, la primera descende por debajo de la segunda. Así, las corrientes frías se distribuyen bajo la superficie del océano y no se mezclan ni con el agua que se encuentra en superficie ni con el resto del agua que existe a mayor profundidad en la columna de agua oceánica. Por ello en las profundidades del océano se pueden registrar distintas temperaturas del agua según las corrientes que tengan lugar.

Respecto de la salinidad, ésta depende principalmente de la evaporación que existe

en la superficie del océano, la cual está determinada nuevamente por la radiación solar. De esta manera, en el ecuador el agua tiene mayor concentración de sales que en los polos, sin embargo, se considera que la circulación global oceánica está principalmente definida por los cambios de temperatura entre los polos y el ecuador, aunque un cambio de salinidad podría generar una modificación del régimen de la circulación global oceánica.

Ya que la circulación global oceánica guarda una estre-





cha relación con la radiación solar, entonces podemos deducir que ésta presenta un paralelismo con el modelo de circulación atmosférica que controla el clima terrestre. Así, al igual que los océanos exhiben corrientes marinas para homogeneizar la temperatura oceánica, la atmósfera manifiesta corrientes de aire para mezclar los vientos calientes con los fríos. Ambas corrientes circulan desde los polos al ecuador y viceversa, y además están subordinados al movimiento de rotación de la Tierra.

De lo dicho anteriormente se deduce que en la zona oceánica ubicada entre los paralelos 5° norte y 5° sur del océano Pacífico (donde se miden los cambios de temperatura sobre la superficie del océano para identificar el fenómeno de El Niño) las corrientes se dirigen desde el oeste, en las costas de Indonesia y Australia, hacia el oeste, en las costas situadas al sur del continente



americano a la altura de Perú. Un incremento en la temperatura de dicha corriente a tal latitud repercute en un cambio no sólo en la vegetación y la fauna acuática de las costas a las que afecta, sino que también guarda una estrecha relación con la temperatura del aire. De esta manera el clima también se modifica. Mientras que en las costas americanas durante El Niño generalmente se incrementan las precipitaciones, en las costas de Asia y Australia se presentan periodos de sequía.

Cabe mencionar que existe un fenómeno antagónico a El Niño conocido como La Niña, el cual se detecta por un descenso en la temperatura media de la superficie del océano Pacífico (0.5 °C), provocando que la costa americana sea más fría y la asiática más cálida de lo normal.

El efecto en los ríos

Como la circulación global oceánica y la atmosférica tienen un efecto a escala terrestre, los cambios que ocurren en la zona del Pacífico entre los paralelos 5° norte y 5° sur también producen modificaciones en el régimen climático y oceánico en otras partes del planeta; los ríos Usumacinta y Grijalva, que se encuentran a

una latitud por encima del paralelo 5° norte, también sufren durante El Niño y La Niña una alteración en su régimen de descarga de agua y sedimentos, ya que están controlados por el clima.

Debido a que tales ríos son los más caudalosos de México y que una parte importante de población mexicana vive cerca de sus cauces es importante determinar la influencia que tiene El Niño sobre ellos, pues un cambio en su régimen hidrológico puede alterar la vida de la gente de estas comunidades.

Existe en México una red de estaciones de aforo (útiles para medir el caudal y el nivel de los ríos) localizados en los cauces de los principales torrentes de México cuya gestión la realiza la Comisión Nacional del Agua.

Dichas estaciones de aforo consisten generalmente en unas secciones de corte en los cauces del río que constan de dimensiones conocidas para medir la altura de la columna de agua diariamente y calcular la descarga del río. En esa misma sección se recolecta parte del sedimento que transporta el flujo de agua, el cual se seca y pesa para calcular la descarga de sedimento del río.

A lo largo del tramo final de los ríos Usumacinta y Grijalva,

antes de su confluencia, se localizan cuatro estaciones de aforo que recopilan series temporales. Estos registros comienzan alrededor de 1950 y están disponibles los datos de descarga de agua y sedimento de manera casi continua hasta el momento actual. Las mediciones de temperatura sobre la superficie del océano Pacífico en Darwin y Tahití comenzaron también a documentarse en el año 1950 y los registros se mantienen sin interrupción hasta ahora; están disponibles en la red y los publica la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos.

Del estudio estadístico de estos datos recopilados por

más de sesenta años se deriva que durante los meses de El Niño y de La Niña la descarga en los ríos Usumacinta y Grijalva se eleva sustancialmente respecto del resto del año. Algunas de estas descargas han sido tan considerables que se han registrado inundaciones importantes en algunas poblaciones localizadas en las proximidades de los ríos Usumacinta y Grijalva, como es el caso de Villahermosa, Tabasco.

Aunque no es posible determinar con exactitud cuándo puede tener lugar una inundación que afecte catastróficamente a una determinada población, el estudio de la relación

entre los cambios de temperatura en la superficie del océano Pacífico y las descargas de agua y sedimento en los ríos Usumacinta y Grijalva pone de manifiesto que las relaciones entre fenómenos físicos de distinta índole guardan una estrecha relación a nivel global. Todavía no se conocen los mecanismos que rigen muchos de los fenómenos físicos que operan sobre la superficie terrestre, como el caso de El Niño y su influencia en los ríos más caudalosos de México, pero se siguen haciendo observaciones y experimentos para poder conocer un poco mejor la naturaleza de los fenómenos que se presentan en el planeta que habitamos. 🌍



Esperanza Muñoz Salinas
 Instituto de Geología,
 Universidad Nacional Autónoma de México.

IMÁGENES
 P. 18: Ikeno Taiga, *Pesca en primavera*, 1747; Itō Jakachū, *Crisantemos en un arroyo con rocas*, ca. 1760. P. 19: Sakai Hōitsu, *Flores de verano y otoño*, s. XIX; Takashi Murakami, *Kansei*, 2007. P. 20: Kaihō Yūshō, *Pino y ciruelo a la luz de la luna*, 1568-1615; Utagawa Hiroshige, *Jardín*

de lirios en Horikiri, ca. 1857. P. 21: Utagawa Hiroshige, *Cascada*, 1853.