

# Etnoclimatología de los Andes

Un estudio convergente de diferentes disciplinas pone de manifiesto el fundamento científico del método que los campesinos de los Andes siguen para predecir el carácter de la estación de lluvias

Benjamin S. Orlove, John C. H. Chiang y Mark A. Cane

A finales de junio, los campesinos de los Andes peruanos y bolivianos se congregan en pequeños grupos hacia la mitad de la noche. Han subido empinadas pendientes y, a menudo, escalado los picos. Tras el solsticio de invierno, son las noches más largas del año y, con frecuencia las más frías también. Cientos de tales grupos de aldeanos se reúnen en una zona extensa, desde Huancayo, a unos 12 grados al sur del ecuador, hasta Potosí, que queda a 19 grados sur. Los campesinos se apiñan en impaciente espera. Están aguardando el momento en que puedan ver las Pléyades, un cúmulo estelar de la constelación de Tauro. En esa época del año, las Pléyades aparecen a baja elevación en el cielo nororiental cuando empieza a alborar. Los campesinos han acudido convencidos de que, según se muestren las Pléyades, podrán pronosticar el momento de la llegada, meses más tarde, de la estación lluviosa y la cantidad de precipitación que caerá. Aunque esta forma curiosa de astrología podría dar la impresión de tratarse de una forma singular de superstición, hemos demostrado que se asienta sobre base científica.

Nuestro proyecto comenzó después que dos de los autores (Orlove y Cane)

oyeran hablar, por separado, de tales prácticas. Orlove tropezó con ellas en 1973, cuando realizaba una investigación de campo en los Andes peruanos meridionales para su tesis doctoral en antropología. Movidio por la curiosidad, se puso de acuerdo para unirse a un grupo de campesinos indígenas y asistir a ese acontecimiento anual. Subió con ellos a la cima de la montaña inmediata, a esperar la aparición de las Pléyades sobre el horizonte. Redactó luego un artículo sobre esa costumbre, que forma parte de la fiesta de San Juan, celebrada cada 24 de junio. Pero se ciñó a los mecanismos sociales que impulsaban a la gente a formar los grupos, sin prestar atención a la exactitud de las predicciones en sí mismas. Ahí terminó su preocupación por la cuestión. Las notas recogidas en aquel trabajo de campo permanecieron sepultadas en un cajón de la mesa.

Cane se enteró de esa práctica andina mucho más tarde, durante unas vacaciones en Perú en 1994. Allí, a menos de 150 kilómetros del campo de trabajo de Orlove, entabló una conversación con el guía local sobre el tiempo y el clima. El guía le habló de las predicciones, que despertaron su curiosidad. Especialista en climatología, aquello le parecía curiosa-



**1. EL CULTIVO DE PATATA EN LOS ALTOS ANDES** de Perú y Bolivia. Se trata de una actividad dura, habida cuenta de lo accidentado del terreno y los limitados recursos de la mayoría de los lugareños. Quién sabe si esa misma rudeza movió a los indígenas

a idear su sistema de predicción de las lluvias mediante observaciones astronómicas sencillas. Los autores demuestran que el método practicado en esta parte de los Andes, muy fiable, se apuntala sobre una firme base científica.

mente coherente. Tomó notas detalladas, entre ellas el nombre de las Pléyades en quechua, el idioma de los indios. De regreso a casa, suscitaba el tema de vez en cuando ante personas que podrían estar interesadas. Cierta día de 1996, un estudiante de segundo ciclo de antropología, conocido suyo, le sugirió que hablara con Ben Orlove. Coincidencias de la vida, Orlove y Cane se habían criado a seis manzanas uno del otro en Brooklyn y habían asistido a las mismas escuelas. Pero desde su adolescencia, hacía un cuarto de siglo, habían perdido el contacto.

Tras un cruce epistolar, comprobaron que compartían las mismas inquietudes. ¿Cómo podía el aspecto

de las estrellas guardar relación con la lluvia? ¿Cómo podía la gente recordar siquiera el aspecto de las estrellas de un año a otro? Su creencia, y las prácticas agrícolas consecuentes, parecían tan implausibles como pronosticar el resultado de una batalla examinando los intestinos de un toro sacrificado al efecto.

Mas, por otro lado, tampoco era imposible. En muchas áreas de conocimiento la sabiduría indígena ha mostrado su valía. La aspirina y la quinina, por ejemplo, constituyeron largo tiempo meros remedios populares. Los agrónomos acuden a los campesinos para aprovechar sus conocimientos sobre variedades locales de semillas. Y en muchas partes del mundo, los archi-

tectos están adoptando los estilos tradicionales de construcción de los pueblos del desierto al reconocer que esos sistemas representan soluciones ahorradoras de energía para los climas áridos. Si hay ejemplos de conocimiento tradicional que tienen una firme base en medicina, agricultura y arquitectura, ¿por qué no en ciencias atmosféricas?

Esas conversaciones no tardaron en confluir en un propósito: preparar un artículo sobre la cuestión. Cane sugirió que Chiang, alumno suyo, se comprometiera en el proyecto. Hijo de un diplomático taiwanés, Chiang se había educado en Sudáfrica y le interesaban los temas relacionados con el desarrollo en los países del Tercer Mundo. En

su tesis de grado abordaba los mecanismos de variabilidad climática en los trópicos; le atraía la perspectiva de aplicar su conocimiento a un problema social.

Así, la conjugación de nuestros conocimientos y experiencia permitía la investigación a desarrollar. Además, en el curso de su trabajo antropológico de campo, Orlove había vivido en zonas rurales del altiplano andino tres años largos y conocía los ritmos de la agricultura de la patata en esa región. Los campesinos sobreviven allí entre los estrechos límites impuestos por la altura y el clima y por los requerimientos básicos de la siembra. Hay un período de crecimiento bien definido durante la estación lluviosa, de octubre a marzo. Al tratarse de los meses más cálidos y de días más largos, son los mejores para la cosecha. Sin embargo, las patatas tienen unos requerimientos muy restrictivos. Si la humedad del suelo es demasiado baja tras la siembra, no se producirán renuevos fuertes. Si el suelo se hiela, dañará las plantas. Los campesinos, que conocen bien la necesidad de adecuadas humedad y temperatura del suelo, plantan el tubérculo al comienzo de la estación lluviosa, para así garantizarle un período largo con las condiciones adecuadas.

El clima y la agronomía no son las únicas preocupaciones que centran la atención de los campesinos a la hora de la siembra. Importan también la organización espacial y temporal de su agricultura. Cultivan cada campo sólo un año o dos; luego, lo dejan en barbecho durante varios años para que el suelo recupere su fertilidad. Este período baldío reduce el impacto de los nemátodos que atacan las patatas. Las plagas disminuyen durante los años de barbecho, mientras que el cultivo continuo aumenta su población, con el riesgo consiguiente de la cosecha.

### Esfuerzos coordinados

En cientos de aldeas del altiplano peruano y boliviano, las familias sincronizan el ciclo de siembra y barbecho. ¿Por qué? Como los aldeanos apacientan sus ganados en las hierbas y matojos que crecen en las tierras en barbecho, les conviene que los campos cultivados que-



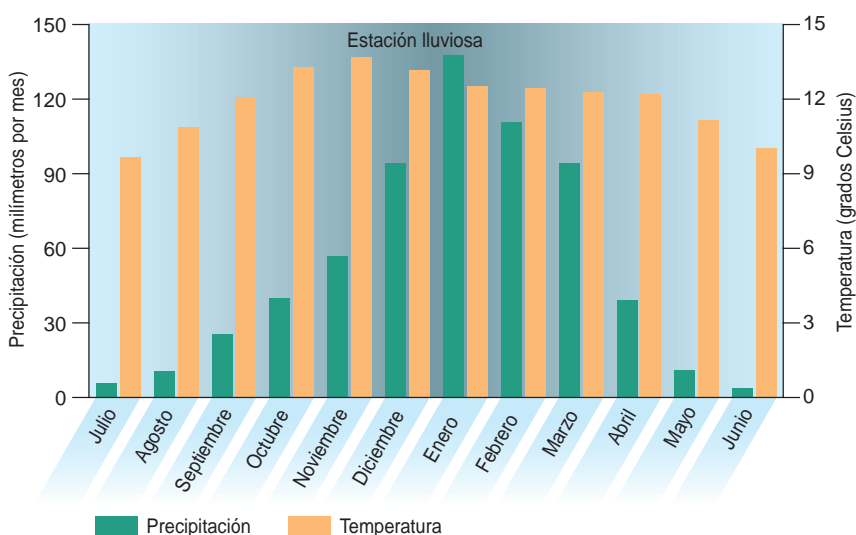
2. DOCE PUEBLOS (círculos rojos) situados en los Andes de Perú y Bolivia constituyeron el foco del estudio de los autores.

den juntos, a cierta distancia de los pastos que alimentan a sus ganados de ovejas, vacas y llamas. La coordinación alcanza niveles impresionantes; a menudo, afecta a miles de campos de cultivo que cubren en total muchos kilómetros cuadrados. Puesto que retiran los ganados de los campos en barbecho antes de volver otra vez a cultivarlos, resulta imperativo que se pongan de acuerdo sobre la época de siembra.

Estaba claro que los campesinos andinos tenían un motivo poderoso para conocer la naturaleza de la estación lluviosa próxima. Una pre-

dicción acertada reduciría su riesgo de pérdida de cosechas y les ayudaría en la complicada tarea de coordinar la plantación. Abriéramos la profunda sospecha de que su esquema podría guardar relación con un fenómeno bien conocido del clima tropical: El Niño.

El anormal calentamiento de la superficie del mar en el este del Pacífico ecuatorial que precede a un episodio de El Niño afecta a las pautas del tiempo y del clima en todo el globo. Como este imponente factor de la variabilidad climática natural se halla tan cercano, nos pa-



3. EL CICLO METEOROLOGICO ANUAL de la región bajo estudio queda reflejado por la temperatura media mensual y la precipitación en cuatro puntos; de ellos los autores pudieron obtener datos fidedignos. La estación lluviosa (*fondo oscuro*) abarca de octubre a marzo.



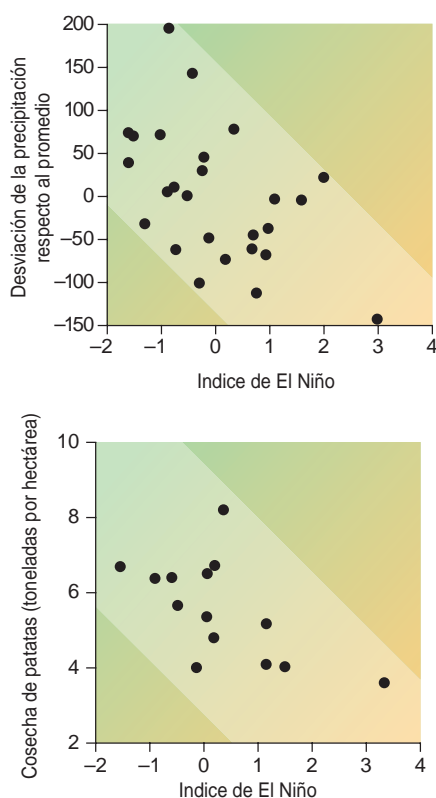
recía plausible su incidencia en el altiplano andino, influyendo sobre la precipitación durante los meses lluviosos (octubre a marzo) y repercutiendo —no sabíamos cómo— en la luminosidad de las Pléyades en junio, mucho antes de que comenzara la estación lluviosa.

¿Cómo descifrar el misterio? Había que empezar por coger una información completa de lo que sucedía. Hicimos un vaciado exhaustivo de la bibliografía, importante y menor; rebuscamos antiguas colecciones de folclore, compendios de técnicas indígenas y tesis doctorales inéditas. A partir de esas fuentes, establecimos una lista de doce aldeas distribuidas por toda una región contigua de los Andes, donde los campesinos miran al firmamento en junio para predecir la lluvia que caerá meses después.

Sus creencias, según descubrimos, guardaban estrechas semejanzas de un lugar a otro. Todos los aldeanos declaran que las Pléyades son las estrellas que hay que observar. Algunos afirman que miran para ver si el cúmulo estelar brilla o no con intensidad. Otros mencionan que también consideran si las Pléyades son visibles antes del 24 de junio o si no aparecen hasta la fiesta de san Juan o incluso después. En algunos pueblos valoran el tamaño del cúmulo.

Lo curioso del caso reside en lo siguiente: todas las observaciones se hallan relacionadas con la claridad relativa de la atmósfera. Así, el “tamaño” de las Pléyades varía con la transparencia atmosférica, porque, cuando las estrellas más débiles se hacen visibles, el número de miembros de las Pléyades aumenta de 6 a 11 y crece en un 25 por ciento el diámetro aparente del cúmulo. En dos pueblos, los campesinos mencionaron que ciertas estrellas parecen “romperse” cuando las condiciones de observación son óptimas. Interpretamos sus palabras en el sentido de que pueden percibir estrellas adicionales y débiles junto a otras de brillo mayor.

Sólo uno de los atributos observados nos dejó confusos: los aldeanos afirmaban que la estrella más luminosa del cúmulo podía alterar su posición con respecto a las otras. Aunque una estrella brille más que



el resto de la formación, nunca resolvimos por qué podría hallarse en lugares diferentes. Tal vez parecía alterar su posición relativa en las noches claras, cuando se distinguen las estrellas más débiles.

Nos llamó la atención la fe que los aldeanos ponen en tal observación de estrellas, que les movía a actuar de acuerdo con lo contemplado. En los años en que las Pléyades se muestran brillantes, grandes y numerosas, entre otras condiciones favorables, plantan la patata en la fecha acostumbrada. Pero si aparecen mortecinas, pequeñas y escasas, es decir, desfavorables, prevén que las lluvias llegarán tarde y dispersas; en consecuencia, demoran varias semanas la siembra. Este recurso a la predicción para cambiar la fecha de siembra quedó patente en diez de los doce pueblecitos. Los informes que teníamos de los otros dos no proporcionaban suficiente información sobre las actividades allí emprendidas, después de junio, para determinar si los campesinos modificaban o no el momento de sembrar.

### La exactitud cuenta

¿Ayudaba este método tradicional a los campesinos? Ahí residía el

4. LA LLUVIA ESTIVAL en la zona bajo estudio, expresada aquí como desviación respecto al valor medio, varía en proporción inversa a la intensidad de las condiciones de El Niño, señaladas mediante un índice de rigor (*arriba*). En consecuencia, la cosecha de patatas en esta región varía en proporción a la intensidad de El Niño (*abajo*).

nudo de la cuestión. Para desatarlo, necesitábamos contar con registros de las fluctuaciones de la precipitación y de la cosecha. Habría que explorar, luego, un conjunto de causas naturales, relacionadas con El Niño, que pudieran influir sobre la observación directa del firmamento.

La primera tarea nos obligaba a reunir series de datos atmosféricos que complementaran la información antropológica que ya habíamos recogido. Chiang examinó los datos meteorológicos andinos extraídos de boletines de la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica de los EE.UU. Tales series de datos (en particular los relativos a países en vías de desarrollo) resultan a menudo demasiado fragmentarias para poder examinar variaciones anuales secuenciales, adolecen de vacíos apreciables y son generalmente poco fidedignas.

Pese a todo, Chiang pudo sacar cuatro estaciones representativas de la región donde se realizan los pronósticos: Ayacucho, Cuzco y Juliaca en el Perú y La Paz en Bolivia. De cada estación había datos bastante completos desde julio de 1962 hasta junio de 1988. Estas observaciones meteorológicas confirmaban lo que habíamos supuesto. Existía una estrecha vinculación entre un episodio de El Niño y el carácter de la precipitación: la lluvia era decididamente más baja durante los años de El Niño. La asociación se tornaba manifiesta para los tres meses de precipitación más alta (diciembre, enero y febrero). Importa subrayar que la lluvia de octubre también disminuye con El Niño, lo que sugiere que la estación lluviosa comienza tarde en esos años.

Algo más difícil resultó recabar información sobre las cosechas de patatas. Los campesinos, que viven dispersos en remotas aldeas, no in-

forman sobre sus cosechas a ninguna organización. Sin embargo, el Centro Internacional de la Patata en Lima, uno de los principales centros internacionales de investigación agrícola, había recogido datos sobre toneladas cosechadas y la superficie plantada en diversas provincias del departamento de Puno en Perú; para nuestra fortuna, en el mismo centro de la región de interés. Las estadísticas reflejaban una estrecha relación entre la variabilidad climática y la producción patatera, apreciablemente más baja en los años de El Niño. Dada la sensibilidad del tubérculo a la sequía, entraba en lo razonable que acusara los efectos de las bajas precipitaciones que trae El Niño. Las temperaturas superiores a lo normal durante un episodio de El Niño repercuten también en la cosecha.

Habiendo vinculado, con episodios de El Niño, la precipitación y las cosechas, emprendimos la siguiente tarea: buscar algún factor atmosférico que relacionase el fenómeno climatológico con el brillo aparente de las Pléyades. Se dispone en astronomía de un sistema de ecuaciones bien establecido que describe el efecto de diversas variables atmosféricas sobre el brillo aparente de las estrellas. Por hallarse las Pléyades cerca del horizonte cuando se realizan las tradicionales observaciones, los aldeanos perciben la formación a través de una capa de aire mucho más espesa de lo que sería si el cúmulo estelar se encontrara próximo al zenit. Por consiguiente, la claridad atmosférica constituye un factor importante.

Consideramos diversas hipótesis. Investigamos primero la posibilidad de que, en los años de El Niño, contuviera más polvo el aire que soplaba sobre los Andes. Joe M. Prospero y su grupo, de la Universidad de Miami, habían mostrado con anterioridad que los vientos alisios transportaban grandes cantidades de polvo sahariano a través del Atlántico Norte tropical a América cada año; había indicios de que El Niño modulaba dicho transporte. Con la ayuda de Reha Calmur, del Instituto Goddard de Ciencias del Espacio, examinamos las observaciones de los satélites, pero los resultados fueron de-

cepcionantes. Había muy pocos signos que respaldaran la presencia de una cantidad apreciable de polvo sobre los Andes. Además, en razón de su peso, el polvo atmosférico tiende a concentrarse en la zona baja —los primeros pocos kilóme-

tros sobre el nivel del mar—, por lo que no resultaba probable que el polvo sahariano afectara al altiplano andino.

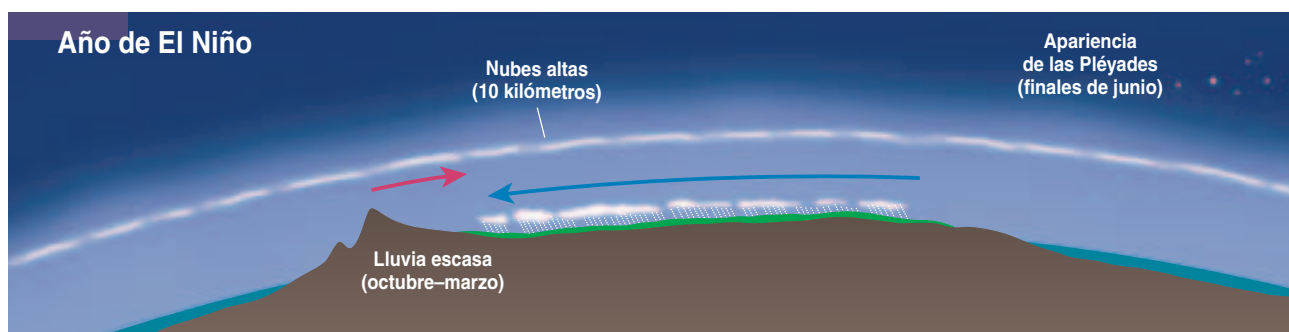
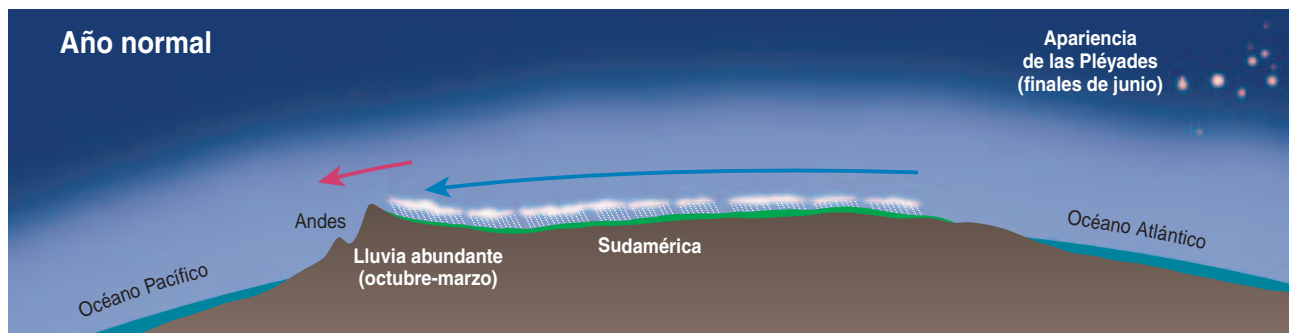
Por indicación de Gene Rasmussen, meteorólogo de la Universidad de Maryland, decidimos centrarnos en otro agente posible: las nubes altas. Estas podrían parecer un candidato improbable. Después de todo, la mayoría de las nubes adquieren tal espesor, que bloquean la luz de las estrellas. Y el pequeño ángulo de visión con que los predictores andinos observan las Pléyades significa que la luz de las estrellas ha de atravesar una buena porción atmosférica. Pero las nubes tropicales a alturas de más de diez kilómetros no son nubes típicas, sino cirros altos. Aunque esas tenues nubes dispersan la luz, son tan finas que no se distinguen a simple vista. Su *espesor óptico* (equivalente a la fracción de luz atenuada al pasar a través de la nube) es del orden del 3 por ciento o menor. De aquí que se llamen frecuentemente “subvisuales”.

Esta hipótesis pareció dar buen resultado. Las cantidades de nubes altas, compiladas por el Proyecto Internacional de Climatología de Nubes por Satélite (*International Satellite Cloud Climatology Project, ISCCP*), mostraron un aumento durante los años de El Niño en la región al nordeste del altiplano andino (la dirección tomada al observar las Pléyades) a fines de junio.

La prueba del ISCCP, aunque sugerente, no era definitiva; por una razón: en ese conjunto de datos, la categoría de nubes altas incluye no sólo cirros finos, sino también otros tipos. Pudimos, sin embargo, aprovechar las mediciones realizadas por un sensor espacial muy indicado para nubes situadas por encima de 10 kilómetros: el Experimento de Aerosol y Gas II (*Stratospheric Aerosol and Gas Experiment II, SAGE II*), instrumento transportado a bordo del Satélite de Balance de Radiación de la Tierra (*Earth Radiation Budget Satellite*), que evalúa el espesor óptico midiendo la intensidad de la luz solar que atraviesa la atmósfera terrestre a un ángulo rasante y escapa nuevamente al espacio. A diferencia de la construcción de imágenes empleada por el ISCCP, que



5. REPRESENTACION SIMULADA de las Pléyades. Así podrían aparecer durante un año normal, cuando los cirros apenas afectan al cielo nocturno; mostraría 11 estrellas visibles (*arriba*). Observando el cúmulo estelar durante un año de El Niño, cuando abundan los cirros altos, se verían menos estrellas (*abajo*). Las condiciones entre esos extremos permitirían, a su vez, observar un número intermedio de estrellas (*centro*).



**6. AUNQUE LOS VIENTOS ESTIVALES** a alto nivel que soplan sobre los Andes son variables, en un año normal (*arriba*) cursan por término medio de este a oeste (*flecha roja*). Estos vientos traen aire húmedo que se mueve al oeste de la cuenca septentrional del Amazonas y después hacia el sur a lo largo de los flancos de la cordillera (*flecha azul*) ascendiendo hacia los Andes propiamente dichos. El Niño provoca que los vientos estivales a alto nivel soplen, por término medio, de oeste a este, lo

que inhibe la aportación de este aire húmedo y da lugar a una estación seca para los campesinos de la región (*abajo*). Sin embargo, éstos pueden pronosticar la cantidad de lluvia que cabe esperar durante el verano, usando como guía el aspecto de las Pléyades a mediados de invierno: como El Niño también produce una capa atenuadora de finas y altas nubes sobre gran parte de los trópicos, las Pléyades se perciben más tenues, pronóstico de tiempo seco.

observa la atmósfera directamente hacia abajo, el método del SAGE II puede detectar nubes de una finura sutil.

Un análisis previo de estos datos del SAGE II, publicados por Geoffrey S. Kent y su equipo, de la Corporación de Ciencia y Tecnología de Washington, D.C., sugería que los cirros subvisuales revelaban, en su variación, una estrecha dependencia de El Niño. Basados en sus resultados y teniendo en cuenta el ángulo de visión de los campesinos andinos, estimamos que la atenuación resultante de las Pléyades para un año de El Niño, comparado con un año normal, se hallaba entre las magnitudes astronómicas 0,1 y 1, esto es, el brillo relativo del cúmulo estelar cambiaba en un factor entre 1,1 y 2,5. Así, esas nubes altas podían mitigar en cuantía notable la luminosidad de las Pléyades; ahora bien, ni siquiera cuando alcanzan mayor espesor hacen desaparecer el cúmulo.

Fue una suerte disponer de los datos del ISCCP y los del SAGE II; cualquiera de ellos por sí solo no habría bastado para decidir: el conjunto de datos del ISCCP tenía suficiente resolución temporal y espacial para vincular las nubes altas con El Niño, pero carecía de sensibilidad para detectar cirros finos. Por el contrario, los datos del SAGE II gozaban de la sensibilidad necesaria para los cirros finos, pero les faltaba resolución espacial y no cubrían un intervalo temporal de amplitud conveniente. Tomados en conjunto, sin embargo, apuntan a las nubes altas y delgadas como el eslabón entre las observaciones de los campesinos y El Niño.

Pese a ello, exploramos otras posibles influencias atmosféricas sobre el brillo aparente de las Pléyades. En particular, aprovechamos la experiencia de los astrónomos aficionados para descubrir otros plausibles mecanismos. Una de tales posibilidades consistía en una va-

riación del contenido atmosférico de vapor de agua; otro, en la turbulencia atmosférica, causante de la apariencia borrosa de las estrellas. Resulta que ambos parámetros aumentan durante un episodio de El Niño, tendiendo a hacer más tenues las Pléyades. Además, los niveles altos de vapor de agua y una mayor turbulencia van generalmente asociados a la formación de nubes. Sin embargo, el efecto directo de esas variables sobre el brillo de las Pléyades es pequeño, comparado con la nubosidad.

Hay otra razón para pensar que las nubes altas y subvisuales rigen los pronósticos. Tales nubes duran mucho; su número no varía tanto como el de las nubes más bajas, que cambian diariamente con el tiempo atmosférico. Por consiguiente, los campesinos que observan las Pléyades una sola noche pueden obtener, con probabilidad, una estima muy aproximada de la cantidad típica de nubes altas, dato con-

veniente para deducir las condiciones climáticas sobre el Pacífico oriental, que controlan si será un año normal o uno de El Niño.

La ciencia ignora cómo se forman las nubes subvisuales y por qué su cobertura sobre los trópicos aumenta en los años de El Niño. Quizá se deba a las corrientes de convección atmosféricas, que arrastran la humedad hasta la alta troposfera, donde el vapor de agua se condensa en cristales de hielo creando cirros altos. Se sabe que tal actividad convectiva aumenta sobre el Pacífico tropical durante el episodio de El Niño. Por tanto, se pueden formar allí entonces más nubes subvisuales que, arrastradas por los fuertes vientos a alto nivel, se extienden sobre el resto de los trópicos, incluido el altiplano andino.

Desde hace tres años, cuando iniciamos nuestra investigación científica sobre este tema, han venido agregándose nuevos datos ligados a este fenómeno y su relación con las lluvias andinas. En particular, un estudio empírico del equipo encabezado por Mathias Vuille, de la Universidad de Massachusetts en Amherst. Apoyados en datos más completos de estaciones de observación y análisis refinados, ha puesto la vinculación entre El Niño y la lluvia andina sobre una base estadística más sólida.

En otro trabajo destacable, René Garreaud y Patricio Aceituno, de la Universidad de Chile, proponían un mecanismo muy interesante sobre la repercusión de El Niño, a través de diversos indicios, en los altiplanos andinos. De acuerdo con ambos autores, durante un episodio de El Niño, el flujo de viento sobre los Andes cursa más a menudo de oeste a este que en sentido inverso. Esto impide, en apreciable medida, que el aire húmedo sobre las laderas y las tierras bajas al este de las montañas ascienda hasta el altiplano. Al constituir éste el principal camino para transportar la humedad a la región, disminuye la precipitación.

Para resumir, el brillo aparente de las Pléyades a fines de junio guarda una correlación real con la lluvia durante la estación de crecimiento de la patata en los siguientes meses, de octubre hasta marzo. Por lo



7. EN VERANO, EL AIRE HUMEDO de la cuenca amazónica asciende hasta las alturas andinas, transportando humedad. Este proceso queda evidenciado por las nubes que se ven en la fotografía del paso montañoso en la escarpadura oriental, que también muestra una iglesia situada a unos 4500 metros sobre el nivel del mar.

que sabemos, ésta es la primera vez que se ha ofrecido una explicación científica de una práctica meteorológica popular. Se trata de un caso de enorme interés por su singularidad; los campesinos de países más desarrollados no acostumbran recurrir a las predicciones climáticas estacionales. En los Estados Unidos, por ejemplo, menos del diez por ciento de los campesinos aprovechan las predicciones estacionales para modificar sus operaciones.

### La tarjeta de tanteo

La resolución de un enigma suele plantear otros. Nuestra investigación ha analizado cuatro puntos principales. Conciérne el primero a la exactitud de las predicciones. Nuestra

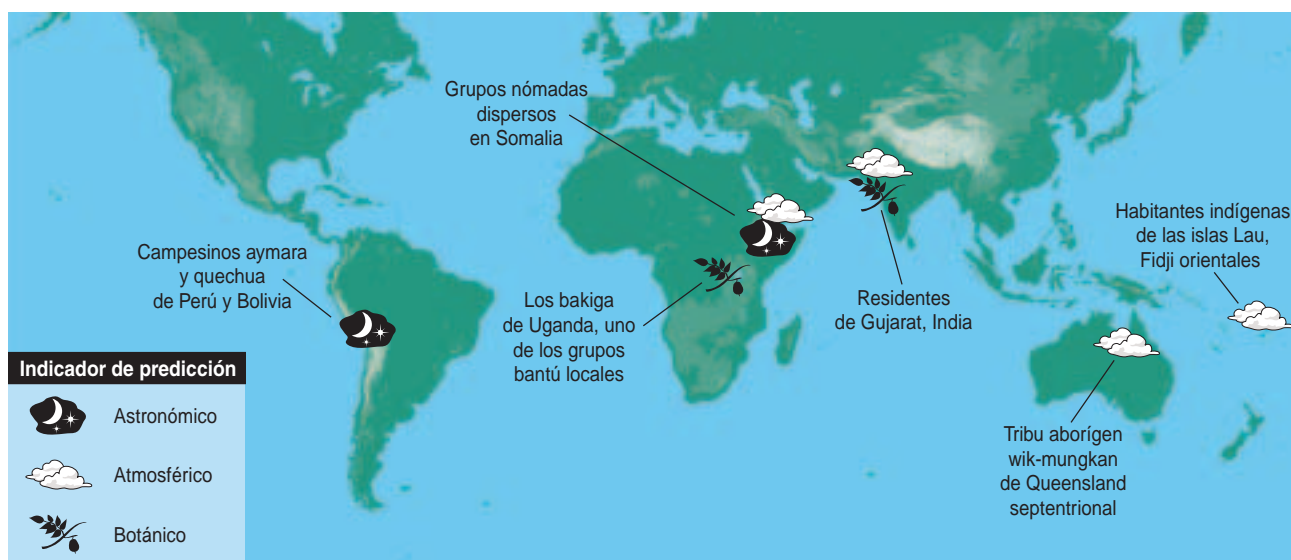
valoración es todavía incompleta. El coeficiente de correlación entre cirros altos en las horas anteriores al amanecer a fines de junio (los responsables de atenuar las Pléyades) y la precipitación en la siguiente estación lluviosa (determinada a partir de las observaciones de satélites) se cifra en  $-0,3$ , lo que corresponde a una exactitud de la predicción en torno al 65 por ciento. Este valor excede la exactitud de las modernas predicciones científicas, a similar plazo, para la precipitación sobre las altiplanicies andinas, que oscila entre 55 y 60 por ciento.

Ni que decir tiene que las observaciones a simple vista de las Pléyades suministran una medida incompleta de la cantidad de nubes

Pueblo	Año	Indicador en junio	Predicción en junio	Resultado en el año siguiente
Sicuaní	1973	Estrellas débiles	Mala cosecha	Mala cosecha
Cuyo-cuyo	1986	Estrellas débiles	Mala cosecha	Mala cosecha
Cuyo-cuyo	1987	Estrellas brillantes	Buena cosecha	Buena cosecha
Chayantaka	1991	Aparición tardía	Mala cosecha	Mala cosecha
Chayantaka	1992	Estrellas grandes y brillantes	Buena cosecha	Buena cosecha

8. SE HAN DOCUMENTADO cinco predicciones basadas en la observación de las Pléyades. Todas ellas resultaron correctas.





**9. GRUPOS LOCALES E INDIGENAS** de diversas partes del mundo tratan de pronosticar las condiciones meteorológicas a largo plazo, recurriendo a sencillas observaciones de su entorno. Los ejemplos representados aquí han atraído la atención de los autores, que están reuniendo información acerca de tales prácticas en

todo el mundo. Curiosamente, tales esquemas predictivos parecen ser más corrientes en latitudes tropicales. Estas predicciones muestran qué aspectos del clima esperan discernir quienes las practican y en qué época unas predicciones fidedignas serían de utilidad para ellos.

altas. Cabe, pues, preguntarse sobre el valor real de las predicciones hechas por los campesinos. Hemos encontrado sólo cinco casos en los que los investigadores tomaron nota de las predicciones de junio y después siguieron allí o volvieron al punto de estudio para ver si las predicciones se cumplían. En los cinco casos, las predicciones fueron correctas. Como sólo hay dos categorías —años buenos y años malos, en aproximadamente igual número—, esta situación es similar a anunciar que uno puede predecir de qué lado caerá una moneda y acertar en cinco casos de cinco. Si la proporción de años buenos y malos es la misma, tal nivel de exactitud aparecería por azar sólo alrededor de un tres por ciento del tiempo.

Ciertos descubrimientos recientes de un grupo de investigadores de la Universidad de Missouri apoyan también la validez del método de los campesinos andinos. Estudiaron pueblos indígenas alrededor del lago Titicaca, en la misma región de nuestro estudio. Para hacer sus predicciones acerca de la próxima estación lluviosa, los aldeanos de esta región observan las Pléyades, pero toman también en consideración otros factores: así, el momento de

la floración y el comportamiento de los pájaros. En esta zona, los campesinos pronosticaron correctamente la sequía de 1989-90 y las lluvias normales de 1990-91 y 1997-98, las tres estaciones lluviosas que el grupo de científicos analizó con mayor detalle.

Una muestra de sólo cinco —u ocho, si se incluyen los casos del Titicaca— no basta para proporcionar una cifra firme de la exactitud de las predicciones. Cabe esperar su refinamiento en los próximos años: el Ministerio de Agricultura peruano está emprendiendo un proyecto para estudiar las predicciones locales y su exactitud.

Este y otros proyectos similares podrían ir más allá de la mera comparación entre el sistema moderno y el tradicional. Podrían explorar sus complementariedades. Los físicos del aire podrían beneficiarse al centrarse en los fenómenos que los pueblos indígenas observan (aquí, las nubes altas y finas en una región específica), de igual modo que los campesinos podrían tomar en consideración atributos de la atmósfera distintos de los que ya observan. Cada grupo podría aprender del otro, a imagen de lo que acontece en medicina; los médicos aprovechan la medicina tra-

dicional y los curanderos visitan las farmacias.

El punto segundo atañe al origen de esas prácticas. Su amplia distribución refleja una larga historia, profundamente enraizada en otras creencias indígenas de los Andes. Los aldeanos encuentran razonable que las Pléyades sean grandes en los años en que las lluvias y las cosechas son abundantes. Sus convicciones están basadas en la hipótesis de coherencia y correspondencia de muchas características en el mundo natural y en la noción de que los años son unidades temporales definidas. Las Pléyades se encuentran entre los primeros signos que pueden observar en el año nuevo, que en sus sistemas de cálculo se inicia alrededor del solsticio de invierno.

Nuestra primera fecha firme de esta forma de predicción se remonta a finales del siglo XVI. Una fuente escrita hacia 1600, relativa al extremo NO de la zona que contiene los doce pueblos, incluye el siguiente texto en su lista de estrellas: “Las siguientes son las que llamamos Pléyades; si aparecen muy grandes, la gente dice: ‘Este año tendremos abundancia’. Pero si salen muy pequeñas, la gente dice: ‘Este será un año muy duro’”.



El año 1600 no dista mucho de otra efeméride, la de 1532, cuando los españoles iniciaron la conquista del imperio inca. Nada impide suponer que estas predicciones datan de tiempos precolombinos y representan una supervivencia de antiguas tradiciones andinas. Varias clases de indicios apoyan la hipótesis. De entrada, la finura de los conocimientos astronómicos de los incas; aquel pueblo consideraba que las Pléyades constituían una formación muy importante del firmamento. Además, los astrónomos incas observaban el cielo preauroral a fines de junio, alrededor de la época del solsticio de invierno, como parte de su *Inti Raymi* o festival del Sol. Por sugerentes que sean, estos indicios sólo permiten establecer una conjetura.

El tercer punto se centra en el carácter singular, único, de esta práctica. Sabemos de otras cinco culturas que mantenían idénticas creencias. Pero esta cifra puede subestimar el número real de estrategias predictivas, carentes de base documental suficiente. Sospechamos que, con el tiempo, el estudio científico de las culturas indígenas descubrirá un número mucho mayor de tradiciones para pronosticar el tiempo.

Hasta la fecha, sólo unas pocas tradiciones de éstas se han sometido a prueba. Purshottambhai Kanani, agrónomo de Gujarat, ha examinado las creencias locales desde mediados del decenio de 1990. En el intervalo temporal abarcado en su estudio, la variación en la floración del árbol del chubasco dorado (*Cassia fistula*) ha dado buen resultado para predecir el comienzo del monzón, que tuvo lugar muy cerca de la creencia de los campesinos según la cual el máximo de floración ocurre un mes y medio antes del inicio de las lluvias. Los ecólogos vegetales han establecido relaciones entre la variabilidad climática y el tiempo de apertura del capullo, la floración y otros indicadores fenológicos; podemos admitir que los lugareños observaran tales nexos.

Los aldeanos en la región de estudio de Kanani también recurren a la variabilidad atmosférica para pronosticar los monzones. De acuerdo con su cultura tradicional, los vientos del norte y del oeste en el fes-

tival de Holi, en la Luna llena de marzo, indican que las lluvias monzónicas, que llegan en junio o julio, serán suficientes o abundantes, mientras que los vientos del este en esa fecha pronostican una precipitación escasa. En los seis años abordados por Kanani, estas predicciones demostraron ser en general correctas. Aunque demasiado pronto para anticipar qué porcentaje de creencias meteorológicas populares se confirman con la recogida sistemática de datos objetivos, parece improbable que el caso andino sea único.

Por último, se trata de valorar la utilidad del estudio de tales predicciones indígenas. Desde la perspectiva de la investigación básica, importa documentar la capacidad del hombre para observar las regularidades de la naturaleza y modificar de acuerdo con ellas sus actividades de subsistencia. Esta capacidad, componente clave de muchas culturas, ha contribuido a convertirnos en una de las especies más ampliamente distribuidas sobre el planeta. Dentro del campo de la antropología, estas predicciones forman parte del más amplio tapiz del conocimiento popular acerca del me-

dio, campo de floreciente interés en años recientes.

Desde la perspectiva de la investigación aplicada, el estudio de las predicciones indígenas se encuadra en una red de extensión creciente que pone en conexión a investigadores del clima, responsables políticos, administradores y ciudadanos. Las predicciones demuestran que las poblaciones locales no se hallan resignadas a aceptar, por fatal destino, la variabilidad climática como una dura realidad. Por el contrario, buscan información que puedan aplicar para adaptarse. Las estrategias empleadas señalan la anticipación con que se requiere la predicción y ofrecen apuntes sobre las condiciones climáticas que los lugareños desean conocer por adelantado. Esta información puede ayudar a los meteorólogos a preparar predicciones útiles y puede mejorar la comunicación entre los productores y los consumidores de predicciones científicas modernas. Puede contribuir también a las diversas respuestas ante el cambio climático que se debaten ahora. Observadores próximos de la variabilidad climática, esos pueblos deberían ser escuchados.

## Los autores

**Benjamin S. Orlove**, profesor del departamento de ciencia y política ambientales en la Universidad de California en Davis e investigador adjunto del Instituto Internacional de Predicción del Clima de la Universidad de Columbia, se recibió de doctor en antropología por la Universidad de California en Berkeley en 1975. Desde hace más de un decenio, ha centrado su tema de estudio en los pueblos indígenas de los Andes. **John C. H. Chiang**, doctorado por la Universidad de Columbia en 2001 con una tesis sobre la dinámica climática, comparte la docencia en la Universidad de Berkeley con su trabajo en el Instituto Conjunto para el Estudio de la Atmósfera y el Océano, adscrito a la Universidad de Washington en Seattle. **Mark A. Cane**, que obtuvo el grado de doctor en meteorología en el Instituto de Tecnología de Massachusetts en 1975, ocupa la cátedra G. Unger Vetlesen de la Universidad de Columbia.

© *American Scientist Magazine*.

## Bibliografía complementaria

EVERYTHING IS WRITTEN IN THE SKY!: PARTICIPATORY METEOROLOGICAL ASSESSMENT AND PREDICTION BASED ON TRADITIONAL BELIEFS AND INDICATORS IN SAURASHTRA. P. R. Kanani y A. Pastakia, en *Eubios Journal of Asian and International Bioethics*, vol. 9, págs. 170-176; 1999.

FORECASTING ANDEAN RAINFALL AND CROP YIELD FROM THE INFLUENCE OF EL NIÑO ON PLEIADIES VISIBILITY. B. S. Orlove, J. C. H. Chiang y M. A. Cane, en *Nature*, vol. 403, págs. 68-71; 2000.

INTERANNUAL RAINFALL VARIABILITY OVER THE SOUTH AMERICAN ALTIPLANO. R. D. Garreaud y P. Aceituno, en *Journal of Climate*, vol. 12, págs. 2779-2789; 2001.