

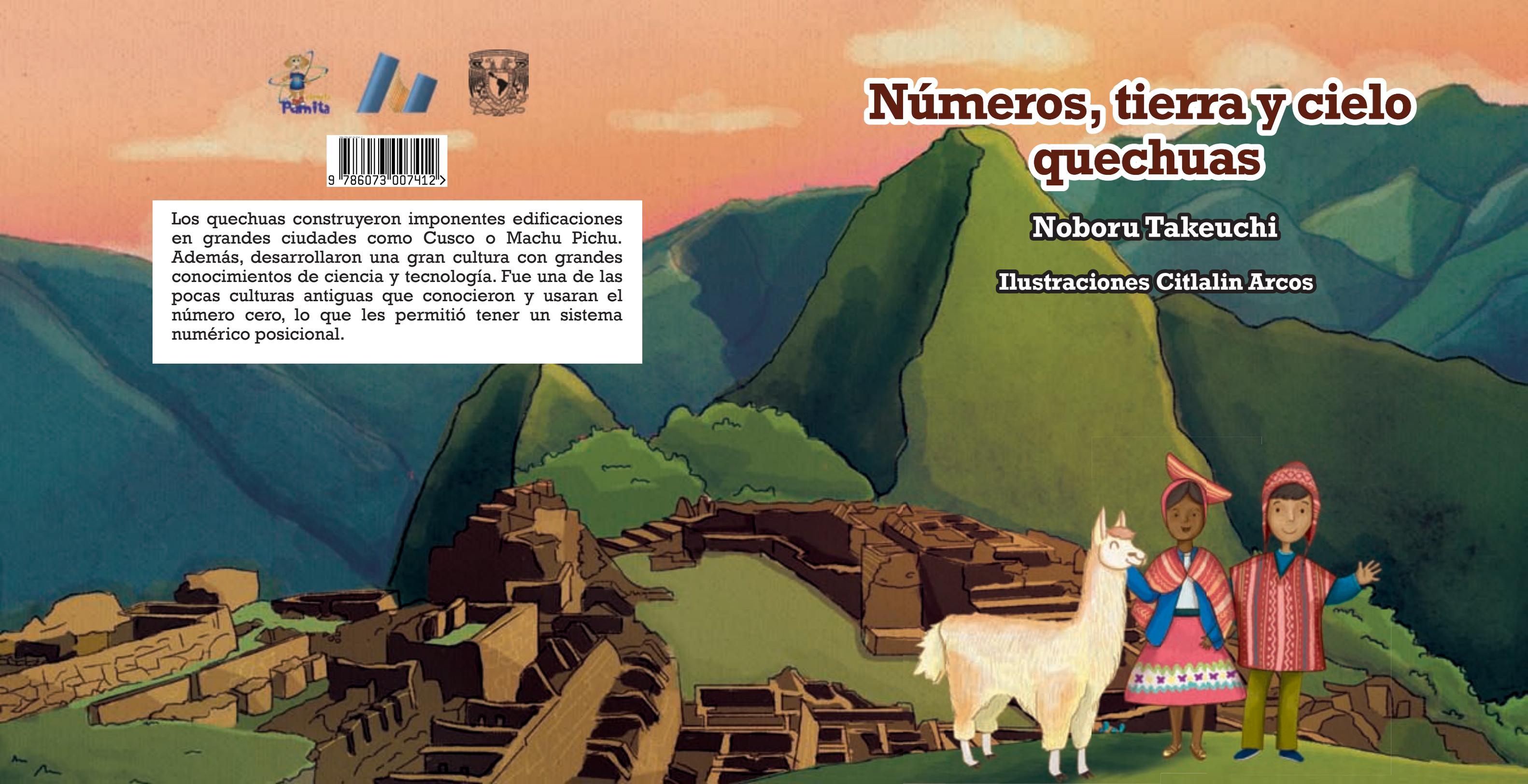


Los quechuas construyeron imponentes edificaciones en grandes ciudades como Cusco o Machu Pichu. Además, desarrollaron una gran cultura con grandes conocimientos de ciencia y tecnología. Fue una de las pocas culturas antiguas que conocieron y usaron el número cero, lo que les permitió tener un sistema numérico posicional.

# Números, tierra y cielo quechuas

**Noboru Takeuchi**

**Ilustraciones Citlalin Arcos**



# Números, tierra y cielo quechuas

Noboru Takeuchi

Números, tierra y cielo quechuas se terminó de imprimir el  
14 de Agosto de 2018  
en los talleres de Impresora del Noroeste  
ubicados en Calle Novena 718, Col. Bustamante,  
Ensenada, Baja California  
En la impresión de interiores se usó  
papel Couche Brillante de 150 g.  
El tiraje constó de 250 ejemplares.



Ilustraciones Citlalin Arcos



Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Enrique Graue Wiechers  
Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas  
Secretario General

Dr. William Lee Alardín  
Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Fernando Rojas Iñiguez  
Director Centro de Nanociencias y Nanotecnología

Dr. Noboru Takeuchi  
Editor Colección Ciencia Pumita

Q.I. Marisol Romo  
Asistente Editorial

Primera edición: 14 de agosto de 2018

ISBN 978-607-30-0741-2

DR Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Km 107 Carretera Tijuana Ensenada, Ensenada, Baja California, México, CP 22860

Este libro se publica con los auspicios de la DGAPA-UNAM proyecto PAPIIME No. PE100316. Ciencia Pumita es un proyecto y propiedad del Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM.

[www.diverticiencia.com](http://www.diverticiencia.com)

DISEÑO: Gabriela Sandoval Rodríguez

Este libro no puede ser reproducido total ni parcialmente, por ningún medio electrónico o de otro tipo, sin autorización escrita del editor.

This book may not be reproduced, whole or in part, by any means, without written permission from the publisher.

Impreso y hecho en México.  
Printed and made in Mexico.

Universidad Nacional Autónoma de México  
Av. Universidad 3000, Colonia UNAM C.U.  
Del. Coyoacán, Cd. México, C.P. 04510





## La antigua civilización inca o quechua

La civilización Inca, también conocida como civilización quechua, dominó política y militarmente una gran región de los Andes en Sudamérica. A la llegada de los españoles, controlaban un gran imperio que se extendió por los actuales países de Perú, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia y Ecuador. El Imperio Inca o Tawantinsuyo (palabra quechua que significa las cuatro regiones) fue el estado más grande de la América Prehispánica y quizás uno de los más grandes imperios en la historia de la humanidad. Su capital político, administrativo y militar estaba en Cusco, en la zona andina del sur del Perú.



El idioma que más se hablaba durante el período de máximo esplendor de la civilización inca fue el quechua, principalmente la variante de Cusco, su capital. Los quechuas construyeron imponentes edificaciones en grandes ciudades como Cusco o Machu Pichu. Además, desarrollaron una gran cultura con grandes conocimientos de ciencia y tecnología. Fue una de las pocas culturas antiguas que conocieron y usaron el número cero, lo que les permitió tener un sistema numérico posicional.



## Los quipus

Los antiguos quechuas guardaban sus registros numéricos y su contabilidad usando instrumentos llamados quipus. Eran objetos fabricados con cuerdas de lana o algodón de diferentes colores y en ellos, los números eran representados por combinaciones de nudos. Los datos que se almacenaban en los quipus eran por ejemplo inventarios de maíz, la cantidad de personas que vivían en una provincia, sus edades, etc. En los quipus, los quechuas también registraban fechas importantes que debían ser recordadas.

También se piensa que los quipus, servían además como una forma de escritura, donde también se almacenaba información no numérica como historias y biografías. Se cree que las combinaciones de colores y nudos representaban sílabas o palabras. El quipu está formado por una cuerda principal más gruesa, de la cual se amarran otras cuerdas de diferentes colores y tamaños. En esas cuerdas se guardaba la información mediante nudos de diferentes clases.





8

## Los Números

El sistema numérico de los quechuas, al igual que el de nosotros, tenía una base diez. Tal vez porque, al igual que nosotros, contaban con los diez dedos de las manos.

Nosotros contamos de diez en diez, y usamos diez dígitos. Cada uno tiene un símbolo especial: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Si queremos escribir un número más grande, usamos esos mismos dígitos, pero en diferentes posiciones y sus valores dependen del lugar donde estén colocados: aumentan de derecha a izquierda y se multiplica por 10 y sus múltiplos. Por eso decimos que la base es 10.

Posición	Centenas	Decenas	Unidades
Dígito	2	3	6
Valor	$2 \times 100$	$3 \times 10$	$6 \times 1$

2 centenas, 3 decenas y 6 unidades  
 $236 = (2 \times 100) + (3 \times 10) + (6 \times 1)$

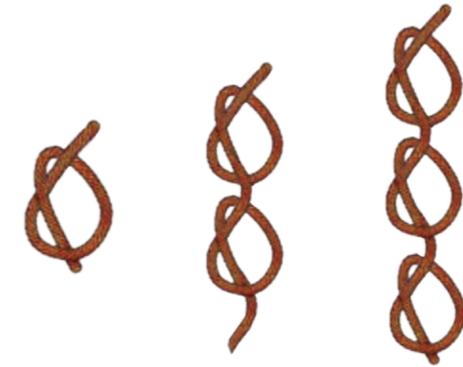
9

¿Y cómo sabemos que los antiguos quechuas usaron un sistema de numeración decimal?

Por medio de los quipus, los cuales están organizados de tal manera que el valor de sus nudos depende de su ubicación. Los nudos más alejados de la cuerda principal representan las unidades, los siguientes las decenas, luego las centenas y así sucesivamente. O sea que el valor de los dígitos aumenta de abajo hacia arriba.



En los quipus hay tres tipos de nudos diferentes: los simples, los largos y los de forma de ocho. Los nudos simples se usan para las decenas, centenas y potencias más grandes.



Los nudos largos solo se usan para las unidades del 2 al 9.



El nudo en forma de ocho representa al uno.



La ausencia de nudos en una posición representa al número cero. Claramente, los quechuas habían desarrollado el concepto del cero y su sistema numérico era posicional. Como las unidades son muy fáciles de identificar, en una misma cuerda podía haber varios números.



En la siguiente tabla se puede ver que el valor de cada dígito va aumentando de abajo hacia arriba al multiplicarse por múltiplos de 10. Y usando el mismo ejemplo, el número 236 se puede escribir como  $2 \times 100 + 3 \times 10 + 6 \times 1$

Posición	Valor	Número
Centenas	dígito $\times 10 \times 10$	2
Decenas	dígito $\times 10$	3
Unidades	dígito $\times 1$	6

Y sería el de la izquierda en la siguiente figura:



¿Puedes leer los otros dos números?  
(la respuesta la encontrarás en la página 39)





## Astronomía

Tener un sistema numérico no solamente nos permite contabilizar objetos materiales como árboles, o piedras, sino que también nos abre la posibilidad de contabilizar el paso del tiempo.

Desde la antigüedad, nos hemos percatado de que muchos de los cambios a nuestro alrededor no son completamente inesperados, más bien se repiten con cierta frecuencia, como el día y la noche, el tiempo que pasa entre los días más cortos o más largos, por mencionar solamente algunos. Esto nos permite no solamente observar la naturaleza, sino también el hacer predicciones.

Equinoccio de otoño



Solsticio de verano



Equinoccio de primavera



Solsticio de invierno

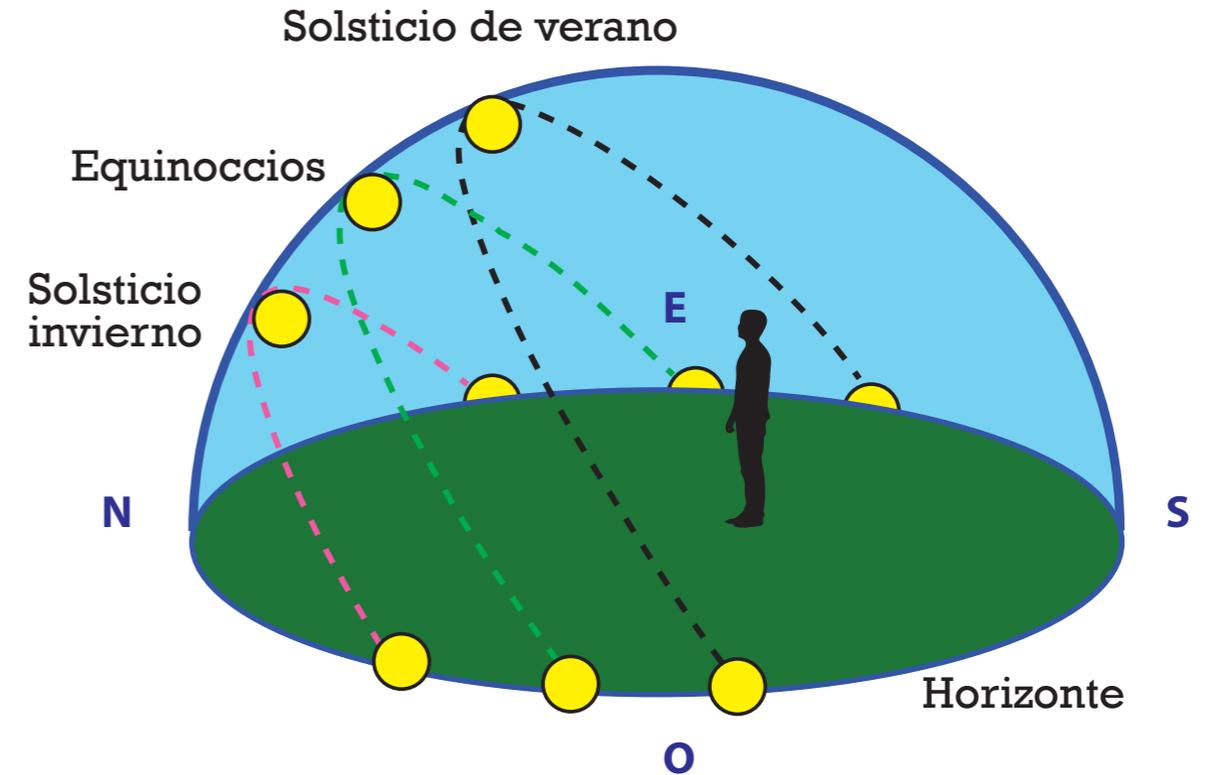
16

Al igual que para otras culturas de América, la civilización quechua tuvo un interés muy grande en el estudio del cielo y los astros, y la astronomía fue una de las ciencias más importantes. Estudiaron, por ejemplo, los solsticios y los equinoccios.

Recordemos que la tierra tiene dos movimientos principales, uno de rotación sobre su propio eje, el cual da lugar a los días y las noches y tarda un día en completar una vuelta. El otro es un movimiento de translación alrededor del Sol y tarda un año en dar la vuelta completa. Debido a que el eje de rotación de la Tierra está un poco inclinado con respecto a la vertical al plano de la órbita terrestre, se producen las cuatro estaciones. En el caso de Sud América, tenemos el verano cuando el hemisferio sur se encuentra inclinado hacia el Sol, en esos meses los días son más largos y los rayos solares llegan más perpendiculares a la superficie y las temperaturas son más altas. El caso contrario ocurre en el invierno, cuando los días son más cortos, se recibe menos horas de luz y los rayos del Sol llegan menos perpendiculares.

17

Los quechuas se dieron cuenta de que el sol sale (y también se oculta) por un lugar diferente cada día, cada vez más hacia el sur en el verano y hacia el norte en el invierno. Al día más corto del año, y por consiguiente la noche más larga, se le conoce como solsticio de invierno, y sucede cuando el sol sale más hacia el norte. El día en que el sol sale de su posición más hacia el sur se le conoce como solsticio de verano y se tiene el día más largo del año (y la noche más corta). Los dos días en que la noche y el día tienen la misma duración se conocen como equinoccios de primavera y de invierno.



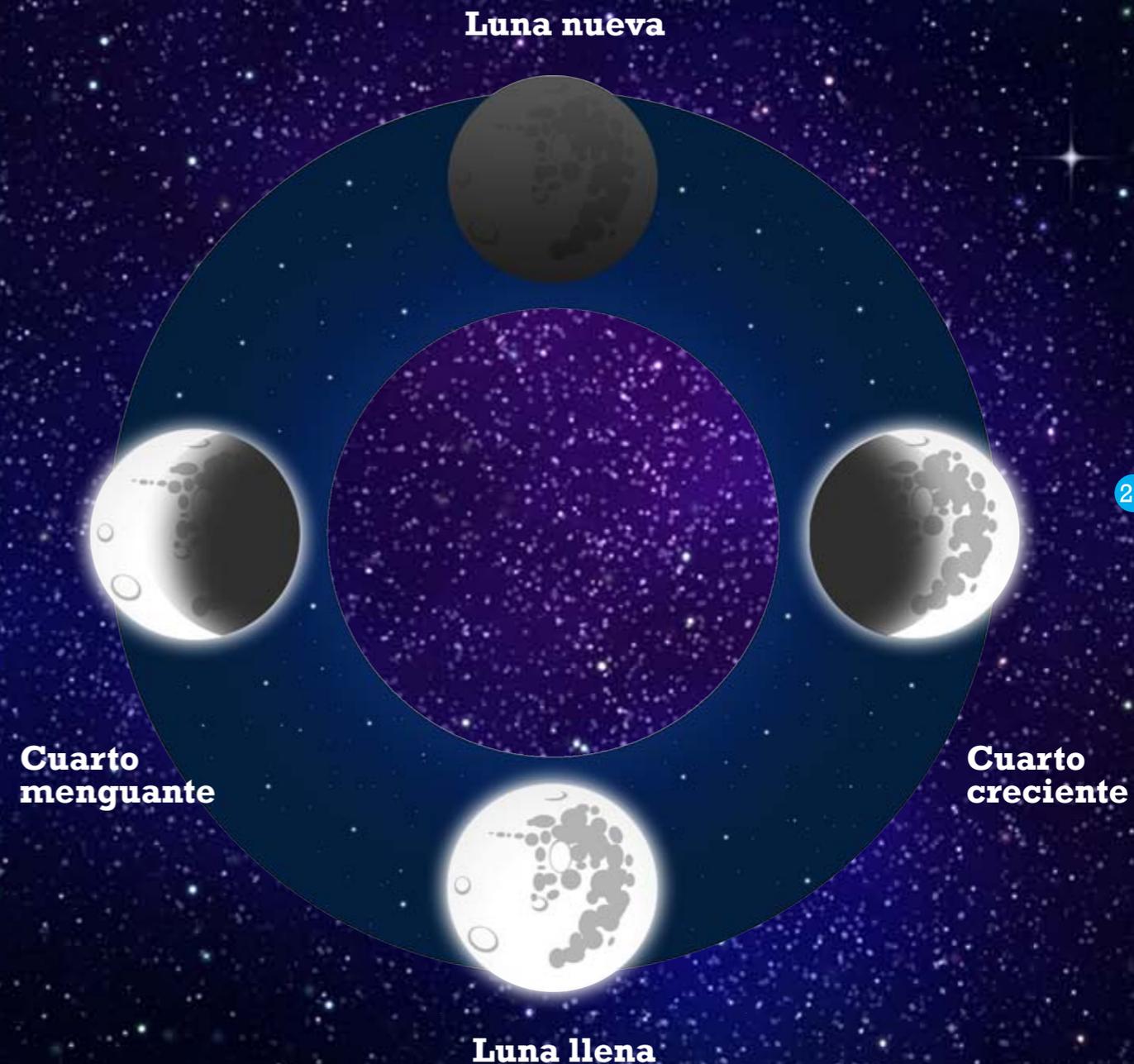
Debido al interés de los quechuas por los solsticios y los equinoccios, algunas ciudades quechuas se orientaron astronómicamente, de tal manera que se pueden apreciar estos fenómenos astronómicos a la salida o puesta del sol durante esos días. Por ejemplo, el Templo del Sol, en Coricancha, Cusco, tiene una orientación, de tal manera que algunos salones interiores opuestos miran hacia las posiciones de salida del Sol en el solsticio de invierno y de la puesta del sol en el solsticio de verano. Otros salones estaban dedicados a la Luna, Venus y las Pléyades. También en la ciudad de Machu Picchu se ha encontrado evidencia de edificios usados como observatorios para rastrear los solsticios de verano e invierno y el movimiento de la luna.



Los antiguos quechuas conocían con precisión los ciclos de la luna y muchas de sus celebraciones coincidían con la luna nueva.

Además, según algunos cronistas, en la ciudad de Cusco se construyeron un grupo de columnas en diferentes lugares, las cuales servían de marcadores para observar acontecimientos astronómicos como los solsticios y los equinoccios.

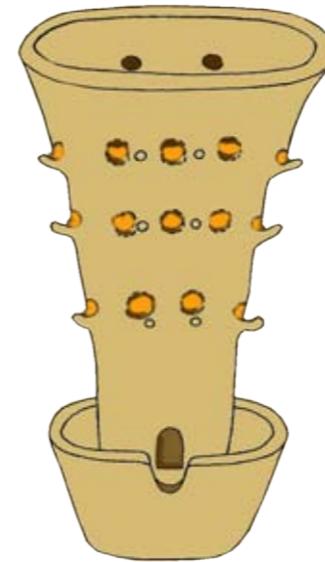
Este tipo de construcciones, nos indica el interés que tenía la cultura quechua por la astronomía. Por eso, no es de sorprender que sus calendarios tuvieran que ver con los astros. Los quechuas mantenían un calendario basado en los ciclos solares, que al parecer usaban para sus actividades agrícolas. Sin embargo, sus festividades y rituales estaban regidas también por un calendario lunar de 12 ciclos de 29.5 días cada uno. Como hay una diferencia de 11 días entre los dos calendarios, debían hacerse ajustes, para que los dos coincidieran.



## Metalurgia

Otra actividad en la que los antiguos quechuas sobresalieron fue en la ciencia y la tecnología de materiales. Al igual que muchos otros pueblos prehispánicos fueron expertos en la extracción y procesamiento de metales. Trabajaron el oro, la plata y el cobre, y además mezclaron el cobre con el estaño para fabricar el bronce. Sin embargo, no usaron el hierro. Metales como el bronce o el cobre los usaban para sus armas: en las puntas de sus flechas, o en las cabezas de sus hachas. También para sus utensilios de labranza, como en la tajilla o chaquitajlla, que es un palo puntiagudo, terminado en una punta metálica (o de piedra).

Los metales preciosos como el oro y la plata los usaban para fabricar objetos decorativos como joyas o utensilios ceremoniales. Los orfebres fundían los metales en hornos de barro crudo o de piedra llamados huayras (en quechua significa viento), en donde el fuego se avivaba con el viento y no necesitaba de fuelles.



## Tecnologías agrícolas

La agricultura fue una de las actividades más importantes de los quechuas, es por esto que desarrollaron técnicas agrícolas para hacer más eficiente el uso de las tierras. Algunas de ellas fueron: terrazas para evitar la erosión y además poder cultivar en las laderas de las montañas y acueductos o canales para llevar el agua y regar los cultivos.

En particular, desarrollaron un sistema de cultivo de camellones o waru waru: en una superficie plana, se hacían canales de agua, usando la tierra sobrante para formar zonas de cultivo elevadas por encima de la superficie del terreno. Los canales suministraban la humedad para los cultivos y además absorbían el calor de la radiación solar durante el día, el cual era re-emitido gradualmente durante las noches frías, lo que protegía las plantas durante las heladas. En estos camellones, era posible sembrar muchas plantas en un área pequeña. Era una forma muy ecológica de sembrar en tierras sujetas a inundaciones frecuentes.



Caber resaltar que en Moray, un sitio arqueológico cercano a Cusco, hay una estructura formada por varias depresiones arregladas en terrazas circulares concéntricas parecida a un anfiteatro. Su forma, profundidad y orientación con respecto al sol y a los vientos hace que cada terraza circular tenga un micro clima diferente, con el centro a una temperatura más alta, la cual va reduciéndose poco a poco al ir subiendo hacia las terrazas más exteriores. Se piensa que esta estructura fue usada para llevar a cabo experimentos agrícolas, para mejorar las especies cultivadas.



También los quechuas desarrollaron un método de secado de las papas exponiéndolos a ciclos de congelación en las heladas nocturnas para luego asolearles en el calor del día en forma consecutiva. En cada ciclo, la papa pierde agua hasta que finalmente se pisaban para terminar de extraer su humedad. De esta manera los quechuas producían una papa deshidratada, llamada chuño, muy ligera, fácil de almacenar y que conservaba el valor nutritivo de las papas. Un proceso similar de congelamiento y secado se usaba para fabricar el ch'arky, una carne deshidratada que duraba mucho, era menos pesada y se podía transportar con facilidad.





## Los Quechuas hoy

El imperio Inca, Tawantinsuyu, floreció en la zona andina durante los siglos XV y XVI, abarcando gran parte de los Andes de Sudamérica, desde el extremo suroccidental de Colombia hasta la mitad del norte de Chile. Durante su período de apogeo no solamente asimilaron los conocimientos de los pueblos conquistados, sino también desarrolló su propia cultura. Después de la muerte del undécimo inca, Huayna Cápac, el imperio inca entró en declive, debido principalmente a una disputa por el trono entre los hermanos Atahualpa y Huáscar (hijos de Huayna Cápac), que derivó en una guerra civil.

Poco después de vencer a su medio hermano Huáscar, Atahualpa fue capturado por Francisco Pizarro en Cajamarca, lo que significó el final del imperio Inca. La conquista de los españoles significó que muchos aspectos de la cultura Inca fueran destruidos, entre ellos el uso de los quipus que fue prohibido en 1583, lo mismo que algunos de los sistemas de cultivo usados por los quechuas.

Sin embargo, este no fue el final de los quechuas sino una transformación. Hoy, el idioma quechua se sigue hablando, siendo el cuarto idioma más hablado en América y la lengua originaria más usada en el continente. Se habla en el occidente de Sudamérica en Bolivia, Perú, Chile, Ecuador y Argentina. En muchos lugares en Perú y en Bolivia, se enseña el quechua en la escuela primaria y es una lengua oficial.

En el quechua se distinguen dos ramas: la quechua I que se habla en la sierra central y norcentral del Perú y la quechua II que tuvo una mayor expansión y se habla en Ecuador, el norte y sur de Perú, Bolivia, Chile y Argentina. También, parte de su ciencia se mantiene en lo que se conoce actualmente como conocimiento tradicional y hay un resurgimiento para usar las técnicas agrícolas desarrolladas por los quechuas y otras civilizaciones de los Andes, como los camellones. Además, se sigue usando en la actualidad el proceso de secado de las papas para poder almacenarlas con facilidad y conservar su valor nutritivo.



## Estrellas

Como mencionamos anteriormente, desde tiempos ancestrales, los quechuas han observado el cielo de la noche y han relacionado el movimiento de los astros con las actividades agrícolas. Por ejemplo, relacionaron el tiempo en que las Pléyades son visibles y el ciclo agrícola anual. Por esto, uno de los nombres con que llamaban a las Pléyades fue qollqa, que también es el nombre que usaban para los edificios usados para almacenar alimentos. El tiempo en que las Pléyades no se veían en el cielo de la noche, coincidía con el período de tiempo entre una cosecha y la siguiente época de siembra.

En la actualidad, en el Valle de Cuyo-cuyo, la noche del 24 de junio se observa a las Pléyades y dependiendo de la luminosidad de las tres estrellas principales, se decide uno de los siguientes escenarios para la siembra de la papa:

Se siembra en los períodos normales de fines de agosto a principios de septiembre.

Se adelanta la siembra, a partir de mediados de agosto

Se demora la siembra, de mediados de septiembre a principios de octubre.

Además, se considera que las plantas de papa sembradas en luna nueva no producirán papas, las plantas sembradas en luna llena producirá papas sin ojos, que no servirán como semillas en la siguiente temporada de siembra

## Números quechuas de hoy

Los números que actualmente se usan en la lengua quechua tienen una base diez, lo que confirma que el sistema usado por los antiguos quechuas era decimal. Estos son los números quechuas del 0 al 9:

0	Ch'usaq
1	Huk
2	Iskay
3	Kinsa
4	Tawa
5	Pisqa
6	Soqta
7	Qanchis
8	Pusaq
9	Esqon



## Del 10 al 19

10	Chunka
11	Chunka hujnin
12	Chunka iskayniyoq
13	Chunka kinsayoq
14	Chunka tawayoq
15	Chunka pisqayoq
16	Chunka soqtayoq
17	Chunka qanchisniyoq
18	Chunka pusaqniyoq
19	Chunka esqonniyoq

## Del 20 al 90

20	Iskay chunka
21	Iskay chunka hujnin
30	Kinsa chunka
40	Tawa chunka
50	Pisqa chunka
60	Soqta chunka
70	Qanchis chunka
80	Pusaq chunka
90	Esqon chunka



### Y otros más grandes

100	Pachak
200	Iskay pachak
201	Iskay pachak hujnin
500	Pisqa pachak
1000	Waranqa
1001	Waranqa hujnin
1100	Waranqa pachajnin
1101	Waranqa pachak hujniyoq
2012	Iskay waranqa chunka iskayniyoq
10,000	Chunka waranqa
100,000	Pachak waranqa
1,000,000	Hunu



Respuesta a la pregunta de la página 13: 121 y 312.

Foto de la página 35 cortesía de Davide De Martin & the ESA/ESO/NASA Photoshop FITS Liberator.

### Lecturas complementarias

La tecnología en el mundo andino, Heather Lechtman, Ana María Soldi, UNAM, México, 1985.

Los Incas, Terence N. D Altroy, Editorial Ariel, España, 2003.

Observadores del cielo en el México antiguo, Anthony F. Aveni, Fondo de Cultura Económica, México, 1991.

The Universal History of Numbers: From Prehistory to the Invention of the Computer Hardcover, Georges Ifrah, Wiley, Estados Unidos, 2000.

La metalurgia del bronce en los Andes Sur Centrales: Tiwanaku y San Pedro de Atacama, Heather N. Lechtman y Andrew W. Macfarlane, Estudios Atacameños N° 30, pp. 7-27, 2005.