

# Científicos de la UCR revelan misterio de río

Investigación explica el por qué del color del agua de río Celeste

10 SEPT 2013 Ciencia y Tecnología



Los investigadores determinaron que los aluminosilicatos de 566 nanómetros son los que hace que se disperse la luz en tonos celeste (foto Vicerrectoría de Investigación).

Un equipo interdisciplinario de investigadores de la Universidad de Costa Rica (UCR) y de la Universidad Nacional (UNA) se dieron a la tarea de analizar el color de las aguas que le dan nombre al famoso río Celeste, ubicado en el cantón de Guatuso, en la provincia de Alajuela y lograron develar el misterio.

En este trabajo participaron Max Chavarría Vargas y Erick Castellón Elizondo, de la Escuela de Química de la UCR María Laura Arias Echandi del Laboratorio de Microbiología de Aguas de la Facultad de Microbiología, William Vargas Castro de la Escuela de Física, ambos de la UCR, así como María Martínez del Ovsicori y Sergio Madrigal Carballo de la Universidad Nacional.

Muchas hipótesis, especulaciones y creencias se han planteado, entre ellas que se debía a la presencia de algún metal como el cobre, por estar cerca del volcán Tenorio o por minerales como carbonato de calcio y azufre. Pero todas esas explicaciones hoy se sabe que son falsas, ya que los análisis universitarios no detectaron cobre, ni ningún otro metal peligroso para el ser humano.



Para entender lo enigmático del asunto, hay que saber que **dos ríos completamente transparentes, el río Quebrada Agría y el Buena Vista, confluyen para formar el río Celeste**. Es precisamente a partir del punto de unión de ambos, que las aguas dejan de ser transparentes y se tornan celestes en los siguientes 14 kilómetros río abajo. Por esa razón, ese punto es conocido como El Teñidero.

## El misterio del teñidero

Los científicos tomaron **muestras de agua de ambos afluentes**, río arriba, en “El Teñidero” y varios puntos río abajo y las analizaron cuidadosamente en laboratorios de la UCR.

A los investigadores les llamó la atención que **el agua solo se mantenía celeste en el lecho del río, pues al tomar un poco en una probeta, el agua se veía totalmente transparente a través del vidrio**.



El Teñidero es el punto de unión de dos ríos completamente transparentes: el río Quebrada Agría y el río Buena Vista y desde donde nace del río Celeste (Foto Vicerrectoría de Investigación).

Entonces continuaron investigando y descubrieron que el color celeste que ve el ojo humano en las aguas del río, no es un fenómeno químico, sino óptico. Es decir que el celeste no es producido por una sustancia química que colorea el agua, sino que se trata de una percepción del ojo humano debido a la dispersión de la luz solar que ocasiona el agua.

La luz solar posee todo el espectro de colores, de manera similar como los vemos en un arcoíris. En cualquier otro río la luz solar penetra hasta cierta profundidad y esta no se desvía o refleja hacia la superficie ningún color en particular, por eso se ve transparente, mientras que **en río Celeste el agua deja pasar unos rayos de luz solar, pero refleja los del grupo de tonos azulados**. Por eso el agua aparece celeste al ojo humano. Esto aplica también para aparatos hechos a semejanza del ojo humano, como las cámaras fotográficas.

Hasta aquí todo claro, pero ¿Qué hace que el agua de río Celeste refleje la luz del Sol de esa manera? ¡Los científicos de la UCR no se quedaron con la duda! Todo lo contrario, profundizaron más en el asunto y lo esclarecieron también.

Lo primero que **observaron fue una capa de una sustancia blancuzca que recubría todas las piedras del fondo del río Celeste**. Fueron a los afluentes y buscaron la presencia de la misma sustancia y la **encontraron en mayor cantidad en el río Buena Vista y en poca cantidad, casi insignificante, en el Quebrada Agría**.



Al analizar la sustancia por microscopía electrónica en laboratorios de la UCR, descubrieron que **se trata de un tipo de mineral denominado aluminosilicatos. Está compuesto de aluminio, silicio y oxígeno, y al estar suspendido en el agua, es el responsable de reflejar la luz del Sol, de tal manera que el caudal se ve celeste.**

Pero si la sustancia está presente también en el río Buena Vista, ¿por qué no produce ese tono celeste en ese río y cuando se une con el Quebrada Agría sí?



El río Celeste llama mucho la atención de los visitantes por su color y su bella cascada (Foto Vicerrectoría de Investigación)

## Cuestión de tamaño

**La respuesta está en el tamaño de las partículas de estos aluminosilicatos**, porque el tamaño determina su manera de reflejar la luz solar.

En el río Buena Vista las partículas tienen un tamaño de 184 nanómetros (nm). **En el propio río Celeste son mucho más grandes, de 566 nm.**

Es precisamente al tener este tamaño, que las partículas dispersan la luz solar reflejando los tonos del grupo de los azules del espectro. Si tuvieran mayor o menor tamaño que ese, probablemente dispersarían los colores de otro grupo del espectro, y el río se vería de otro color.

Para demostrarlo, el físico especialista en óptica de la UCR, **Dr. William Vargas Castro, creó un modelo matemático de dispersión de luz que comprueba que los aluminosilicatos en tamaño de 566 nanómetros dispersan la luz en el grupo de los colores azules del espectro.** Ese fenómeno óptico se conoce en física como Mie scattering.

Lo último que restaba por averiguar, era por qué las partículas aumentan el tamaño que tenían en el río Buena Vista al mezclarse con el Quebrada Agría y formar el río Celeste.

Descubrieron que las aguas del afluente Quebrada Agría son altamente ácidas (grado de tres), es decir, contienen iones hidronio ( $H_3O^+$ ).





Max Chavarría Vargas y Erick Castellón Elizondo son los dos investigadores de la Escuela de Química de la UCR que se propusieron con su estudio lograr una explicación científica al color del río Celeste (foto Vicerrectoría de Investigación)

Al estar cargados positivamente, estos iones hacen que las cargas negativas de las moléculas de los aluminosilicatos ya no se repelan y se aglomeren en partículas más grandes.

Así lo explicó el **Dr. Max Chavarría Vargas**, investigador principal de este proyecto. Según lo expresó “cuando ocurre esta mezcla se da un fenómeno de aglomeración y de aumento del tamaño de las partículas desde los 184 nm hasta alrededor de los 566 nm.

**“Ese aumento en el tamaño es el que hace que la dispersión de la luz solar sea tal que ocurre principalmente en la región azul del espectro visible. Entonces por eso es que tenemos ese color tan espectacular de río Celeste”**, manifestó Chavarría.

Agregó que “es uno de esos caprichos de la naturaleza donde uno de los ríos provee material mineral con un tamaño y el otro río provee el medio ácido para que esas partículas crezcan”.

## Inteligencia tica

Un mérito más de la investigación es que fue realizada, cien por ciento por científicos nacionales de universidades públicas y con equipos de laboratorio que se tienen en el país sin que fuera necesario recurrir a apoyo científico del exterior.

El artículo de los científicos costarricenses fue recientemente aceptado por la prestigiosa **revista científica estadounidense Plos One**, la cual lo publicará próximamente con el patrocinio de la Vicerrectoría de Investigación. La revista es de acceso abierto, así que lo podrá consultar cualquier persona interesada.

Ahora a los turistas nacionales y extranjeros que visitan el lugar se les podrá dar una explicación veraz de los que ocurre en río Celeste.

Para ello el grupo de investigación desarrollará un proyecto de acción social que capacitará a los guías turísticos de la zona.

[Manrique Vindas Segura](#)  
Periodista Oficina de Divulgación e Información  
[mvindas@vinv.ucr.ac.cr](mailto:mvindas@vinv.ucr.ac.cr)

[Lidiette Guerrero Portilla](#)  
Periodista Oficina de Divulgación e Información  
[lidiette.guerrero@ucr.ac.cr](mailto:lidiette.guerrero@ucr.ac.cr)

**Etiquetas:** [rio celeste](#), [aluminosilicatos](#), [microbiología](#), [minerales](#), [max chavarria vargas](#), [erick castellon elizondo](#), [escuela química](#), [maria laura arias echandi](#), [william vargas castro](#), [maria martinez](#), [sergio madrigal carballo](#).

Comentarios: **7**

**Mariela González Castro** 2013-09-28 19:57:19

Que bien, que nos puedan explicar el fenómeno; pero me queda la duda, porqué después de los 14 km no continua el color celeste

**Guillermo Benavides Flores** 2013-09-12 17:52:38

Don Juan Rafael Vargas, no me queda claro, lo que usted dice, pues pareciera que lo descubierto ya era conocido, al menos en parte, es decir que el color celeste es producido por la presencia de sílice coloidal, que proviene de las profundidades y al enfriarse, se transforma el producto que da el color. ¿Lo descubierto es por que se produce el color celeste, eso no se sabía?

**Sandra M.** 2013-09-12 12:08:29

Excelente investigación... Muchísimas gracias por la explicación de este precioso fenómeno. Les felicito y sigan adelante con su excepcional trabajo...

**Flory Retana** 2013-09-11 17:46:10

Muy completa la explicación. Excelente artículo. Lo mejor es que lo culminan on un proyecto de acción social para capacitar a guías turísticos. Admiro eso de la UCR donde se fomenta que toda investigación pueda tener algún impacto en la comunidad.

**Juan Rafael Vargas Morales** 2013-09-11 16:16:57

El color celeste en aguas de origen geotérmico es un fenómeno conocido y explicado dentro de la comunidad geoquímica geotérmica. El color celeste es producido por la presencia de sílice coloidal (SiO<sub>2</sub> hidratado, semejante al pedernal), esta sílice es de origen hidrotermal y viene disuelta en las aguas que se originan en un reservorio geotérmico profundo de alta temperatura (T > 220 °C); al salir a la superficie, y bajar abruptamente su temperatura, la sílice disuelta se precipita como un coloide que, con el paso del tiempo, también forma el precipitado que mencionaron en el fondo del cauce del río, lo que le da un color más intenso aún. Su presencia se considera como un geotermómetro que indica la existencia de un reservorio geotérmico de alta temperatura apto para la producción geotermoeléctrica. MSc. Juan Rafael Vargas Morales, Geólogo, Geotermista, Hidrogeólogo y Recursos Hídricos. [juanvmailbox-cgcr@yahoo.com](mailto:juanvmailbox-cgcr@yahoo.com)

**Ricardo Arce** 2013-09-11 14:24:15

Bien por la investigación. El artículo menciona que si los aluminosilicatos tuvieran mayor o menor tamaño que ese, probablemente dispersarían los colores de otro grupo del espectro, y el río se vería de otro color. ¿Los aluminosilicatos se pueden manipular e introducir en otros ríos de manera que se percibieran de otro color al ojo humano aunque sigan siendo transparentes?

**EDGAR MATA RAMIREZ** 2013-09-11 10:18:17

Felicitaciones, me parece excelente el trabajo realizado. Cada día me siento más orgulloso de mi Universidad de Costa Rica.

---