

Lo que Moisés le enseña a la ingeniería

What Moses teaches engineering

Un experimento de la antigüedad narrado en la Biblia enseña, a la luz de hoy, posibilidades para la ingeniería verde y el manejo de materiales.



Por:
Santiago Burbano Orozco
santiago.burbano@upb.edu.co

Fotos:
Divulgación Científica
y Comunicaciones

Cuando Moisés bajó del monte Sinaí, después de recibir las tablas de la ley por parte de Dios, se encontró con una escena que lo enfureció: los israelitas, a quienes Yahvé había sacado de su esclavitud en Egipto y se dirigían a la tierra prometida, durante su ausencia, habían fundido el oro que traían consigo y fabricaron con él un becerro para adorarlo como dios. Ante la idolatría, Moisés, lleno de ira, rompió las tablas y se dirigió al becerro para quemarlo, molerlo y disolverlo en agua para darle de beber al pueblo como signo de castigo por su pecado.

Este episodio completo, narrado en el capítulo 32, versículos 15 al 24, del libro del Éxodo en la Biblia, ha sido objeto no solo de exégesis teológica, sino también de análisis desde el punto de vista de la ingeniería de materiales y la nanotecnología. ¿Es realmente verosímil y posible este relato?, ¿pudo Moisés, con los pasos descritos en el texto, manipular de esa manera el oro? Y, en caso de que sí, ¿qué puede aportar al conocimiento científico de la actualidad?

En la literatura bíblica más reciente al respecto, del año 1994, el autor David Frankel establecía que el fragmento era impreciso y que los pasos no correspondían a un proceso plausible, opinión compartida por comentarios bíblicos posteriores. Fue sobre esta premisa que los investigadores [Piedad Gañán Rojo](#) y [Emigdio Mendoza Fandiño](#), del [Grupo de Investigación sobre Nuevos Materiales](#) de la Escuela de Ingenierías de la UPB, se vincularon con el investigador del [Grupo Teología, Religión y Cultura](#) de la Escuela de Teología, Filosofía y Humanidades, presbítero [Tarcisio Gaitán Briceño](#), para de nuevo cuestionar la verosimilitud del procedimiento. "Si uno hace una lectura rápida, sin una crítica desde lo técnico, parece posible. Pero al detenerse sobre la dificultad de fundir un metal en una hoguera, tratar de molerlo cuando normalmente se deforma, o dispersarlo en agua cuando tiende a asentarse, ahí aparece la duda", explica el profesor Mendoza. Por eso, la solución fue llevar este experimento de más de 4000 años de antigüedad a los laboratorios de la Universidad.

Los israelitas conocían el trabajo con oro por influencia egipcia, una de las primeras civilizaciones en tratar este material, pues su territorio era una ruta natural entre Egipto y Mesopotamia.

Ilustración: Mary Pérez Mendoza



Del desierto al laboratorio

El equipo de investigadores, después de una revisión bibliográfica para conocer la tradición orfebre de los judíos de entonces y de los pueblos con los cuales pudieron estar en contacto, determinaron cuáles características tecnológicas había en el momento y qué tipo de oro podrían poseer con el fin de hacer el experimento lo más fiel posible al relato.

Moisés tomó el becerro y lo puso al fuego, seguramente en una hoguera con madera que tenían al alcance, hasta que este llegó al punto de fusión, que en el oro es de más de 1064 °C. El equipo, por su parte, tomó unas joyas de oro recicladas de cadenas, pues la fuente de oro empleada para elaborar el becerro, según el texto del Éxodo 32, versículos 2 al 3, correspondía a joyas

recolectadas entre la población, las pusieron en un crisol y adicionaron madera. Luego, el sistema fue introducido en una mufla (pequeño horno para la cocción de ciertos materiales cerámicos y metales) para simular el primer verbo del relato bíblico: quemar. Después de una noche de expectativa el resultado fue positivo: el oro se había fundido por el calor de la madera y, tras enfriarse, tenían un material con impurezas y porosidad generadas por los gases formados durante el proceso térmico.

Luego, Moisés molió el becerro ya fundido hasta obtener pequeñas partículas. Los investigadores fabricaron un tipo de molino primitivo en el que una piedra se frota contra otra para generar la fricción, y fue allí que se desgarró el material el cual, por las porosidades e impurezas, se pudo fragmentar de manera más sencilla.

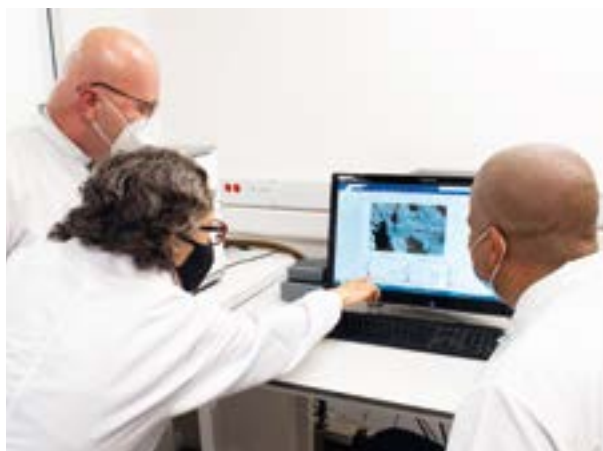
Al final, Moisés lo esparció en agua y lo dio de beber a los israelitas. En el laboratorio, tras ver que se habían logrado obtener partículas casi nanométricas después de la molien- da (una nanopartícula se considera a partir de los 100 nanó- metros hasta 1 nanómetro en alguna de sus dimensiones),

limpiaron el recipiente con agua que fueron enfrascando y analizando en el microscopio. Verificaron que el tamaño y forma de las laminillas permitía que quedaran en suspensión y no se asentarán, y se hallaron concentraciones de oro de entre 70 % y 85 %, con lo cual confirmaron que el procedimiento narrado en la Sagrada Escritura era correcto y posible desde el punto de vista técnico tal cual estaba escrito, replanteando así la última tesis propuesta por Frankel.

Los principios de la ingeniería verde son, entre otros, bajo consumo de energía, poco impacto ambiental, protección de la salud humana, soluciones innovadoras para la sostenibilidad y bajos costos.



El crisol contiene las joyas de oro y madera.



En el microscopio se observó la presencia del oro junto con impurezas del recipiente y la madera.



La mufla calienta la madera que, a su vez, derrite el oro.



La solución obtenida tiene concentraciones de oro entre el 70 % y 85 %.

Un aporte a la ingeniería desde el pasado

En nanotecnología existen dos tipos de procedimientos para obtener partículas o estructuras de ese tamaño: el primero, *bottom-up*, que consiste en ir juntando capas de moléculas y partículas nanométricas hasta obtener las dimensiones deseadas. Esta síntesis conlleva procesos químicos que suelen tener mayor impacto ambiental. El otro procedimiento es el caso del proceso narrado, *top-down*, el cual se hace a la inversa, partiendo de una composición más grande y, mediante técnicas mecánicas, físicas, reducirlo al tamaño adecuado.

Así, la investigación permitió concluir no solo que la Biblia puede ser una fuente de inspiración técnica para procesos de ingeniería actuales, sino además que el método allí descrito está alineado con los principios actuales de la ingeniería verde: demanda poco consumo energético, se puede llevar a cabo con materiales de bajo costo y biocompatibles, y reduce el impacto ambiental al tratarse de una práctica limpia y accesible, elementos que podrían ser utilizados incluso en procesos a escala industrial.

"Las subespecializaciones nos alejan cada vez más, nos aíslan, y a veces parece imposible un diálogo entre ciencias duras y blandas, pero un trabajo como este demuestra que sí se puede y resalta el valor de la interdisciplinariedad", concluye el padre Gaitán.



Así luce el 'becerro de oro' después de la fusión y enfriamiento.



Investigadores (de izquierda a derecha): Tarcisio Gaitán Briceño, Piedad Gañán Rojo y Emigdio Mendoza Fandiño.



Los detalles técnicos de los resultados de esta investigación fueron publicados en la revista científica internacional *Verbum et Ecclesia*.

<https://www.verbumeteclesia.org.za/index.php/vv/article/view/1275/443>

Ficha técnica

Nombre del proyecto: La destrucción del becerro de oro (Ex 32:20): una perspectiva desde la ciencia de los materiales.

Palabras clave: Interdisciplinariedad; Materiales; Teología; Ingeniería verde; Oro.

Grupo (s) de Investigación: Teología, Religión y Cultura, y Nuevos Materiales.

Escuela: Teología, Filosofía y Humanidades, e Ingenierías.

Seccional: Medellín.

Líder del proyecto: Piedad Gañán Rojo.

Correo electrónico: piedad.ganan@upb.edu.co