



UNIVERSIDAD  
MODELO

## Plata Pura: Un Método No Invasivo de Identificación

Universidad Modelo

Rodrigo Gómez Paredes

15221654@modelo.edu.mx

Marco Antonio Moreno Sánchez

21091535@modelo.edu.mx

Ángel David Vázquez Mayo

155222200@modelo.edu.mx

**RESUMEN:** Esta investigación se centra en abordar la importancia de conocer el nivel de pureza en piezas de plata, explorando tanto métodos tradicionales como tecnologías no invasivas. Se propone un enfoque pionero que combina la espectroscopía de reflectancia, la medición de densidad y peso específico, y otras tecnologías emergentes. Este enfoque integral no solo revoluciona la identificación de pureza en plata, sino que también establece las bases para posibles aplicaciones en la industria joyera y numismática.

**PALABRAS CLAVE:** Industria / numismática / Prototipo / Refracción

**ABSTRACT:** This research focuses on addressing the importance of knowing the level of purity in silver pieces, exploring both traditional methods and non-invasive technologies. A pioneering approach is proposed that combines reflectance spectroscopy, density and specific gravity measurement, and other emerging technologies. This comprehensive approach not only revolutionizes silver purity identification, but also lays the foundation for potential applications in the jewelry and numismatic industries.

**KEY WORD:** Industry / Prototype / numismatics / Refraction

## 1 INTRODUCCIÓN

La pureza de la plata, un factor esencial en la industria joyera y numismática, ha sido históricamente evaluada mediante métodos tradicionales, como el uso de ácidos, que, aunque efectivos, presentan limitaciones significativas. Esta investigación aborda la necesidad de un enfoque innovador y no invasivo para determinar con precisión la composición de la plata, reconociendo la importancia de este conocimiento en la autenticación de piezas y la garantía de calidad.

Se investigó los métodos tradicionales, destacando sus desventajas y limitaciones, y en tecnologías no invasivas, como la espectroscopía de reflectancia y la medición de densidad y peso específico, como posibles soluciones vanguardistas. La combinación de estas tecnologías promete revolucionar la identificación de pureza en la plata, proporcionando un método más preciso, eficiente y no destructivo.

Este proyecto no solo se limita a la propuesta teórica; se materializa en la construcción de un prototipo de máquina de prueba respaldado por un software especializado. A medida que

se avanza en esta investigación, no solo buscamos superar las limitaciones existentes, sino también sentar las bases para futuras innovaciones en la industria, proponiendo un método integral que promete no solo elevar los estándares de autenticidad sino también abrir nuevas posibilidades en el mundo de la plata pura.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Reflexión lumínica

La reflexión lumínica es una propiedad que se haya presente en todos los materiales físicos, el grado de reflexión lumínica de un objeto varía según distintos factores como su color, forma y el material del que esté hecho, cada material cuenta con un índice de reflexión lumínica diferente, es por esto por lo que varios materiales se pueden diferenciar de otros con solo ver cómo se comportan los rayos de luz que le llegan [1]. Cuando los rayos de luz inciden sobre un objeto, este absorberá un porcentaje de dichos rayos de luz y el resto rebotarán fuera del objeto, es decir, serán reflejados haciendo que el objeto sea visible, estos rayos de luz que inciden sobre los objetos normalmente contienen en algún grado los tres colores primarios: azul, rojo y verde. Por lo tanto, cuando una luz incide sobre un objeto, la luz que este refleje contendrá un porcentaje de cada color. [2]

Los metales suelen tener un alto índice de reflexión lumínica, aunque esto depende de varios factores del metal, como la estructura cristalina de cada metal, el grado de pureza del metal y la longitud de onda que incida sobre el mismo, generalmente, los metales completamente puros poseen un brillo más intenso y uniforme, mientras que los metales aleados suelen tener un brillo más difuso.[3]

Uno de los metales con mayor índice de reflexión lumínica es la plata, pues en condiciones ideales, tratándose de una pieza pura de metal, limpia, lisa y pulida, es capaz de reflejar hasta un 95% de la luz que incide sobre ella [4].

#### 2.1.1 Métodos para medir la reflectancia

Existen varios métodos para medir el porcentaje de reflectancia de un objeto o material, por ejemplo, la fotometría, que mide la luz reflejada por un objeto en una única longitud de onda, o el reflectómetro de haz normal, que mide la intensidad de la luz reflejada por el material a partir de un haz normal a su superficie. Uno de los métodos más precisos y utilizados en



color de la luz reflejada por separado. [9]



Figura 2. Sensor TCS3200

industrias como la astrofísica o química es la espectrofotometría, ya que, de forma similar a la fotometría, mide la cantidad de luz reflejada por un objeto, pero con varias longitudes de onda, generalmente utiliza rayos de luz infrarroja, espectros UV y los espectros en rango visible (luz de diferentes colores). [5]

## 2.2 Plata

La plata es un elemento de la tabla periódica con el símbolo Ag, situado entre los metales de transición, posee un color blanco metalizado y se puede utilizar fácilmente para hacer aleaciones con otros metales, su dureza es levemente suave, presenta un magnetismo bajo, naturalmente se encuentra en estado sólido, tiene buena conductividad térmica y eléctrica y tiene un alto brillo, de hecho, es el metal más brillante que existe. [6]

Mayormente la plata es utilizada en la industria de la joyería, pues es muy usada para la elaboración de joyas como collares, cadenas, brazaletes, anillos, pendientes, entre otros. También se utiliza para elaborar diversos artículos como monedas o utensilios de mesa, además, gracias a sus propiedades puede ser utilizada en otras industrias como la electrónica, la medicina o la fotografía. [7]

Dentro de la industria joyera, existe una estandarización para identificar la aleación de la que está hecha una pieza de plata, además nos indica el nivel de pureza de plata en la misma, normalmente esta ley se representa con un número grabado en las piezas de joyería, lo que nos permite identificar las piezas fácilmente, por ejemplo, si nos encontramos con una pieza que contenga el grabado 999, entonces la pieza en cuestión será de un 99% plata, una pieza con el grabado 950, representa un 95% de plata y un 5% de cobre, una pieza con el grabado 925, representa un 92.5% de plata y un 7.5% de otros metales, esta es la aleación más empleada en la industria de la joyería de plata, ya que se trata de una aleación bastante pura pero con la suficiente dureza para elaborar joyas. [8]

## 3 Metodología

### 3.1 Materiales

#### 3.1.1 Sensor TCS3200

Un sensor TCS3200, como se muestra en la figura 2, es un sensor capaz de identificar el color de los objetos midiendo la intensidad de los rayos de luz reflejados por el mismo, para esto, el sensor activa cuatro luces LED's y los rayos de luz reflejados son medidos por un arreglo 8 X 8 fotodiodos, de los cuales 16 de estos tienen filtros azules, 16 tienen filtros verdes, 16 tienen filtros rojos y 16 no tienen filtros, de esta manera se puede medir la intensidad de cada

### 3.1.2 Arduino Uno

Placa de desarrollo electrónica de código abierto, diseñada para facilitar el prototipado y la programación en proyectos electrónicos. Equipada con el microcontrolador ATmega328P, el Arduino Uno proporciona una plataforma versátil con pines de entrada/salida para conectar sensores, actuadores y otros componentes. [10]

### 3.2 Diseño

Para el diseño del prototipo se optó por utilizar MDF con un grosor de 3 milímetros, esto debido a que es un material bastante económico y fácil de maquinar, lo cual lo hacía el material ideal para la fabricación del prototipo, en cuanto a la forma se optó por realizar paredes cuadradas con ranuras y salientes para que puedan ser unidas dando la forma de una caja como se muestra en la figura 3, para la tapa de caja se hicieron ranuras adicionales para poder encajar el sensor TCS3200 de una forma exacta para que este no se moviera y no permitiera la infiltración de iluminación del exterior como se muestra en la figura 4, igualmente fue necesario pintar el interior de la caja con pintura en aerosol de color negro mate, esto para que la luz reflejada por el material de la caja sea mínima y no entorpeciera las lecturas tomadas, además fue necesario sellar las uniones con cinta color negro como se muestra en la figura 5, esto debido a que algunos rayos de luz se infiltraban por las mismas, lo cual reducía la exactitud de nuestras lecturas.



## UNIVERSIDAD MODELO

finalmente promediarlas, de esta forma se obtiene un valor más preciso y exacto, a comparación de tomar una sola lectura.



Figura 3. Diseño estructural de la caja

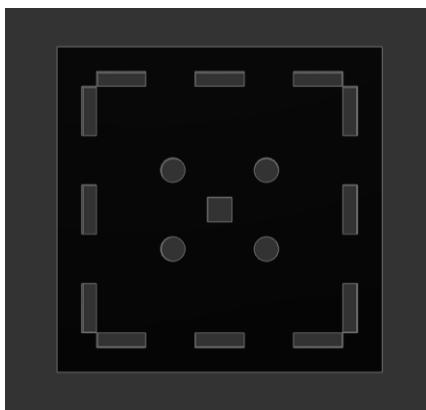


Figura 4. Diseño de la tapa con ranuras para el sensor.

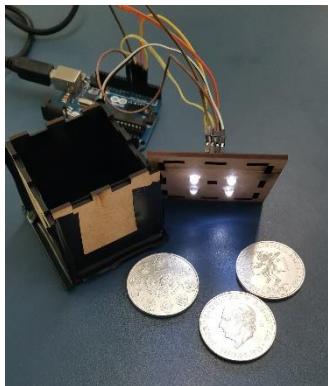


Figura 5. Prototipo armado

### 3.3 Desarrollo

Dar describir la implementación del software y su funcionamiento con el sensor

Una vez terminado el diseño del prototipo se procedió a elaborar el código que hiciera funcionar el sensor TCS3200 para tomar las lecturas necesarias para cada pieza, para esto, el código activa las lecturas para cada color y las registra por separado, de esta forma se evitan lecturas erróneas entre colores, posteriormente, esta estructura de código se repite cíclicamente hasta obtener un total de 100 valores de cada color para

## 4 Resultados Prácticos

Una vez confirmado que el prototipo funcionaba correctamente y que el sensor TCS3200 tomaba las lecturas de manera adecuada, se hicieron las mediciones para 3 piezas de plata, una moneda con 99.9% de plata, una moneda con 90% de plata y otra moneda con 72% de plata, los valores obtenidos para cada pieza fueron utilizados para establecer un rango de valores para cada pieza como se muestra en la tabla 1, dichos rangos se guardaron en el código como condicionales a comparar con nuevas lecturas, de esta manera, al tomar nuevos valores con el sensor, se compararán los rangos de valores obtenidos previamente, de esta manera, si los nuevos valores se encuentran dentro de alguno de los rangos previamente establecidos, entonces se detectará que la pieza a analizar cuenta con el mismo porcentaje de pureza que alguna de las piezas analizadas anteriormente.

VALORES OBTENIDOS	99% PLATA	90% PLATA	72% PLATA
MENOR ROJO	196.51	163.45	220.80
MAYOR ROJO	200.05	169.18	224.02
MENOR VERDE	211.57	173.89	237.39
MAYOR VERDE	215.28	179.14	240.89
MENOR AZUL	194.91	155.14	212.18
MAYOR AZUL	197.33	159.75	215.78

Tabla 1. Valores medidos por el sensor para cada moneda.

## 5 Conclusión

Se llevó a cabo un minucioso análisis destinado a determinar el nivel de pureza de la plata mediante la reflexión lumínica. El propósito era encontrar una metodología que permitiera evaluar la pureza de este precioso metal sin comprometer su composición, considerando que los métodos convencionales, basados en productos químicos, no solo presentan riesgos, sino que también afectan la pieza en cuestión y, por ende, su valor.

La clave de este enfoque reside en la utilización de la reflexión lumínica como una herramienta precisa y no invasiva. Para lograr resultados óptimos, se determinó que la plata debía ser analizada en un entorno de oscuridad controlada. De esta



manera, al exponer la plata a una fuente de luz, como un LED, en ausencia de luz externa, se facilita la reflexión sin interferencias no deseadas. Un componente crucial de este método es la incorporación de un sensor que registra el nivel de luz dentro del espacio designado. Esta integración permite una evaluación más precisa. Así, la variación en la intensidad de la luz reflejada proporciona información valiosa sobre la pureza de la plata, sin comprometer su integridad estructural.

## **6 Referencias:**

- [1] AreaCiencias. (2021, 30 agosto). Reflejo de la luz reflexión aprende fácil. Areaciencias. <https://www.areaciencias.com/fisica/reflejo-de-la-luz/>
- [2] Machado, M. (s. f.). Absorción y reflexión | Teoría del color. [https://rea.ceibal.edu.uy/elp/teoria-del-color/absorcion\\_y\\_reflexion.html](https://rea.ceibal.edu.uy/elp/teoria-del-color/absorcion_y_reflexion.html)
- [3] Aceroszapla, & Aceroszapla. (2020b, mayo 9). El misterio: ¿Por qué los metales brillan al recibir luz? Aceros Zapla. <https://aceroszapla.com.ar/por-que-los-metales-brillan-cuando-reciben-la-luz>
- [4] Plata (AG) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. (s. f.). <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/ag.htm>
- [5] Santos, M. D. (2023, 12 noviembre). Cómo medir la reflectancia de materiales: guía completa y consejos - Polaridad.es. <https://polaridad.es/reflectancia-de-materiales/>
- [6] MiTablaPeriodica.com. (2023, 21 septiembre). Plata (Ag) | Descripción, características, propiedades y usos. <https://mitablaperiódica.com/plata/>
- [7] M, A. M. (2023, 12 mayo). Usos comunes de la plata. Universo Didáctico. <https://universodidactico.com.mx/para-que-se-utiliza-la-plata/>
- [8] Bátiz, V. M. P. (2022, 4 noviembre). ¿Qué es plata de ley o plata 925? Vicari. <https://vicari.mx/blogs/blog-de-joyeria/que-es-plata-ley-o-plata-925>
- [9] TAOS. 2009. "Tcs3200, tcs3210 programmable color light-to-frequency converter". Dfrobot.com. 2009. <https://image.dfrobot.com/image/data/SEN0101/TCS3200%20TCS3210.pdf>.
- [10] UNO R3 | Arduino Documentation. (s. f.). <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>