


Atención: esta versión ha sido completada con Google Translate, ciertamente contiene errores o inexactitudes.

El polariscopio (gemológico)

<p>Nombre y Apariencia</p>	<p>(Italiano - Polariscopio) (Inglés - Polariscopo) (Francés - Polariscopo) (Español - Polariscopio) (Portugués - Polariscópio) (Tailandés - โพลาริสโคป (Polariscop)) (Alemán - Polarisationsmikroskop) (Árabe - بولاريسكوب Polariscopio) (Ruso - Поляризационный микроскоп) (Mandarín - 偏光显微镜 (Piān G uāng X iǎn W ēi J ìng)) (Suajili - Polariskopi) (Hindi - पोलारीस्कोप (Polariscopio))</p>	<p>Foto</p> 
<p>Historia</p>	<p>El polariscopio es un dispositivo utilizado en gemología para identificar las propiedades ópticas de las piedras preciosas. Su historia se remonta a principios del siglo XIX, cuando el físico francés Étienne-Louis Malus descubrió el fenómeno de la polarización al estudiar la reflexión de la luz sobre una superficie. En 1810, inventó el primer polariscopio, utilizado para analizar la luz polarizada que pasa a través de varios materiales.</p> <p>El polariscopio fue inventado en 1811 por el físico francés Étienne-Louis Malus , quien descubrió la polarización de la luz. El polariscopio se utilizó originalmente para estudiar el comportamiento de los rayos de luz, pero con los años se ha desarrollado para su uso en gemología para identificar la presencia de refracción simple o doble en una piedra preciosa.</p> <p>Malus descubrió el fenómeno de la polarización de la luz a través de sus estudios de interferencia de la luz . El polariscopio consta de dos prismas de calcita colocados en un soporte para permitir la rotación de uno de los prismas con respecto al otro. La luz pasa a través del primer prisma, llamado polarizador , que polariza la luz en una sola dirección. Luego, la luz polarizada pasa a través de la muestra que se va a analizar y luego a través del segundo prisma, llamado analizador , que se coloca de manera que se pueda girar . La cantidad de luz que pasa a través del segundo prisma varía con el ángulo de rotación del prisma y esta variación se puede utilizar para determinar las propiedades ópticas de la muestra.</p> <p>Más tarde, en 1812 , el matemático y físico escocés Sir David Brewster desarrolló el primer polariscopio de mano , que se utilizó para identificar las propiedades ópticas de minerales y cristales . Su polariscopio constaba de dos filtros polarizadores dispuestos en un tubo, lo que permitía al usuario ver las propiedades ópticas de la gema examinada.</p> <p>En 1860 , el mineralogista alemán August F. Köhler desarrolló el polariscopio Köhler, que era una versión mejorada del polariscopio Brewster. El polariscopio de Köhler pudo medir tanto la doble refracción como la birrefringencia de las piedras preciosas. Esta innovación hizo posible distinguir entre gemas naturales y sintéticas.</p> <p>El primer polariscopio gemológico fue inventado en 1892 por el gemólogo francés Emile Bertrand. Sin embargo, su dispositivo era bastante voluminoso y difícil de manejar en comparación con los polariscopios gemológicos modernos.</p> <p>A principios del siglo XX, el mineralogista y físico francés Alfred Lacroix inventó el polariscopio conoscópico , que todavía se usa ampliamente en gemología en la actualidad. Este polariscopio consta de una fuente de luz, filtros polarizadores y una cuña de cuarzo que se puede girar para observar los patrones de interferencia de la gema que se examina.</p>	





La invención y evolución del polariscopio revolucionó el campo de la gemología. Al estudiar las propiedades ópticas de las piedras preciosas, los gemólogos pueden identificar las piedras preciosas naturales frente a las sintéticas, así como determinar la calidad y el valor de una piedra preciosa en función de sus propiedades ópticas. En el campo de la gemología, el polariscopio se utilizó por primera vez **en la década de 1930** para identificar piedras preciosas. El polariscopio gemológico fue desarrollado para tener una mayor precisión en las mediciones que el polariscopio general y consta de **una serie de filtros polarizados** y un analizador giratorio para determinar las propiedades ópticas de una piedra preciosa. El polariscopio gemológico se ha convertido en una herramienta vital para que los gemólogos y joyeros identifiquen piedras preciosas, ya que cada piedra preciosa tiene propiedades ópticas únicas que pueden identificarse mediante el análisis de la polarización de la luz a través de ella. Con el tiempo, el polariscopio gemológico se ha mejorado aún más con la adición de otras funciones, como la capacidad de medir la dureza y la densidad de las piedras preciosas.

Leyes científicas de referencia

luz polarizada

El descubrimiento de la luz polarizada fue el resultado del trabajo de muchos científicos y sus estudios sobre la interferencia y difracción de la luz.

El primero en observar el fenómeno de la polarización de la luz fue el físico francés Étienne-Louis Malus en **1808**, quien descubrió que la luz reflejada desde una superficie transparente se polariza cuando el ángulo de incidencia es de 57,5 grados con respecto al normal. En **1811**, Malus también descubrió que **el ángulo de refracción de la luz polarizada** es diferente de la de la luz no polarizada.

En **1828**, el matemático y físico francés **Augustin-Jean Fresnel** desarrolló una **teoría matemática para describir la polarización** de la luz y propuso la existencia de ondas de luz transversales que vibran en una sola dirección.

En **1852**, el físico inglés **William Rowan Hamilton** desarrolló una **teoría matemática para describir la propagación de la luz polarizada a través de un medio anisotrópico**, como los cristales de calcita, lo que condujo al desarrollo del polariscopio.

En **1877**, el físico francés Éleuthère Mascart demostró que la polarización circular de la luz se puede producir utilizando **un prisma de Fresnel**, también llamado prisma de Nicol.

En **1892**, el físico alemán **Wilhelm Röntgen** descubrió **los rayos X** utilizando un tubo de vacío y un detector fluorescente, que se basa en la polarización de la luz emitida por los rayos X.

En **1905**, el físico alemán **Albert Einstein explicó la polarización** de la luz utilizando **su teoría de la relatividad**, lo que condujo al desarrollo de nuevas tecnologías como el oscilador de microondas.

Además, **en el campo de la gemología, el polariscopio se utilizó por primera vez en la década de 1930** para identificar piedras preciosas, como se describe en la respuesta anterior.

Índice de refracción simple y doble, birrefringencia y carácter óptico

La birrefringencia es una propiedad óptica de las piedras preciosas anisotrópicas, es decir, aquellas piedras que tienen una estructura cristalina que no es simétrica en todas las direcciones. La birrefringencia significa que la luz se divide en dos haces a medida que atraviesa el cristal, y cada haz viaja a una velocidad diferente. Este efecto se conoce como doble refracción.

Las piedras preciosas anisotrópicas que presentan **doble refracción se denominan "piedras birrefringentes"** (las que no presentan este fenómeno se denominan **isotrópicas**). La birrefringencia es una característica óptica importante para identificar y distinguir las piedras preciosas. Por ejemplo, el diamante, que tiene una estructura cristalina cúbica simétrica, no tiene birrefringencia, mientras que piedras como el cuarzo, la turmalina y el zafiro exhiben birrefringencia.

En general, **los cálculos birrefringentes** se pueden clasificar en dos categorías: cálculos uniaxiales y cálculos biaxiales. Las piedras uniaxiales tienen un eje óptico, es decir, una dirección en la que no se produce la doble refracción, y tienen dos índices de refracción diferentes para rayos polarizados perpendicular y paralelos al eje óptico. Las piedras biaxiales, por otro lado, tienen dos ejes ópticos y tres índices de refracción diferentes.





El carácter óptico de las piedras birrefringentes puede afectar su brillo y coloración. Por ejemplo, en el caso de la turmalina, la birrefringencia puede provocar la separación de bandas de color, creando el efecto óptico conocido como pleocroísmo. Además, la doble refracción puede afectar la claridad y el brillo de la piedra, así como su resistencia al rayado.

La luz polarizada tiene muchas aplicaciones prácticas en varias áreas, que incluyen: Tecnologías ópticas: la luz polarizada se usa para crear filtros polarizados que se usan en anteojos de sol, pantallas de computadora, cámaras y teléfonos celulares.

Medicina : La luz polarizada se utiliza en microscopía para estudiar las propiedades de células y tejidos biológicos, así como en cirugía láser.

Comunicaciones : La luz polarizada se utiliza en fibras ópticas para transmitir información a largas distancias.

Gemología : el polariscopio gemológico, descrito en la respuesta anterior, utiliza la polarización de la luz para identificar las piedras preciosas.

Física : la luz polarizada se ha utilizado en varios descubrimientos y teorías físicas, como el descubrimiento de los rayos X y la teoría de la relatividad de Einstein.

Uso

Limitaciones

El uso del polariscopio en gemología puede tener algunas limitaciones, entre ellas:

- La capacidad de determinar solo el carácter óptico de la piedra, pero no su identidad específica o propiedades químicas.
- La necesidad de un buen conocimiento de la teoría de la óptica y de las características de cada piedra preciosa para interpretar correctamente las figuras ópticas observadas.
- La dificultad de distinguir entre piedras con propiedades ópticas similares pero diferentes caracteres de interferencia, lo que requiere más pruebas.
- La posible presencia de inclusiones o defectos internos en la piedra que puedan afectar a las figuras ópticas observadas.
- La limitación en la observación de piedras que son demasiado pequeñas o demasiado grandes para colocarlas correctamente en el soporte del polariscopio.
- La influencia de la iluminación exterior en la lectura de figuras ópticas, lo que requiere la utilización de un entorno de trabajo adecuadamente iluminado y sin deslumbramientos.

Cómo utilizar

- Estos son los pasos para usar un polariscopio para determinar si una piedra preciosa tiene refractividad simple (SR), doble (DR) o anómalamente doble (ADR):
- Encienda el polariscopio y asegúrese de que las dos lentes polarizadoras estén alineadas para que la luz pueda pasar a través de ambas lentes.
- Coloque la piedra preciosa en la mesa del polariscopio para que la luz pueda pasar a través de ella.
- Mire a través del ocular y observe la piedra. Inicialmente, la piedra parecerá estar iluminada por una luz blanca uniforme.
- Gire lentamente la piedra sobre la mesa del polariscopio. A medida que la piedra gira, la luz que la atraviesa comenzará a cambiar de color e intensidad.
- Observa cómo se comporta la luz cuando se gira la piedra. Si la piedra tiene una sola refracción, la luz pasará a través de la piedra de manera uniforme y no cambiará de color ni de intensidad a medida que se gira la piedra.
- Si la piedra tiene doble refracción, la luz que pasa a través de ella se separará en dos haces cuando se gire la piedra, creando un efecto de imagen doble. Estas imágenes pueden aparecer como dos puntos brillantes separados o como imágenes superpuestas con diferentes colores.
- Si la piedra tiene una refracción doble anómala, la luz que la atraviesa se dividirá en tres o más rayos cuando se gire la piedra, creando un efecto de múltiples imágenes superpuestas con diferentes colores.





- Para confirmar la naturaleza de la refractividad de la piedra, también se puede utilizar un filtro de conocimiento (filtro Chelsea) o una fuente de luz monocromática, que resaltará cualquier propiedad óptica adicional de la piedra.
- Este proceso puede ayudar a identificar la naturaleza de la refractividad de las piedras preciosas, que es una característica importante en su identificación y evaluación.

SR, DR y ADR

- Las diferentes figuras ópticas que se pueden observar a través de un polariscopio incluyen:
 - Uniaxial Negativo: Piedras preciosas que tienen un índice de refracción más bajo que las demás. Producen una sola cruz oscura que gira a medida que gira la gema. Los ejemplos incluyen turmalina y topacio.
 - Positivo uniaxial: piedras preciosas que tienen un índice de refracción más alto que las demás. Producen una sola cruz brillante que gira a medida que gira la gema. Los ejemplos incluyen granate y circón.
 - Biaxiales: Gemas que tienen dos índices de refracción diferentes que varían según la dirección de la luz que las atraviesa. Producen una serie de patrones de interferencia que cambian a medida que se gira la gema. Los ejemplos incluyen peridoto y apatito.
- Además de determinar el carácter óptico de la gema, el polariscopio también se puede utilizar para identificar la doble refracción (DR), la refracción simple (SR) y la doble refracción anómala (ADR) en piedras preciosas.
- Para determinar DR, coloque la gema en la mesa del polariscopio y mírela a través del filtro del analizador girándola 360 grados. Si la gema produce dos imágenes distintas, es de doble refracción.
- Para determinar SR, coloque la gema en la mesa del polariscopio y mírela a través del filtro del analizador girándola 360 grados. Si la gema produce una sola imagen continua, es una sola refracción.
- Para determinar el ADR, coloque la piedra preciosa en la mesa del polariscopio y mírela a través del filtro del analizador girándola 360 grados. Si la gema produce un patrón de interferencia que cambia a medida que gira la gema, se trata de una doble refracción anómala.
- El polariscopio puede ayudar en la determinación de la presencia de doble refracción en una piedra preciosa, pero no puede usarse por sí solo para determinar la autenticidad o la calidad de una piedra. Es necesario utilizar otras herramientas y métodos de evaluación.

Figuras ópticas

- Cuando se usa el polariscopio gemológico para determinar el **carácter óptico de una piedra preciosa**, se pueden observar ciertas figuras ópticas. Estas figuras ópticas pueden ayudar a identificar la naturaleza de la refracción de la piedra. Aquí están las figuras ópticas más comunes que se pueden observar:
 - **Isocromía**: esta figura óptica se produce cuando la piedra preciosa tiene una sola refractividad. Cuando la piedra se gira en el polariscopio, la luz pasa a través de la piedra uniformemente y no cambia de color ni de intensidad.
 - **Patrones de interferencia**: estos patrones ópticos ocurren cuando la piedra preciosa tiene refractividad doble o doble anómala. Cuando la piedra se gira en el polariscopio, la luz que la atraviesa se separa en dos o más haces que se superponen y crean un efecto de imagen doble. Estas imágenes pueden aparecer como dos puntos brillantes separados o como imágenes superpuestas con diferentes colores.
 - **Figuras de Becke**: Estas figuras ópticas se dan cuando la piedra preciosa tiene refractividad doble o doble anómala. Cuando la piedra se gira en el polariscopio, la luz que la atraviesa se divide en dos o más haces que se superponen y crean un efecto de imagen doble. Estas imágenes pueden aparecer como dos puntos brillantes separados o como imágenes superpuestas con diferentes colores. Las figuras de Becke se distinguen de las figuras de interferencia por tener una forma más compleja y simétrica.





- **Figuras de Uniaxialidad y Biaxialidad** : Estas figuras ópticas ocurren cuando la piedra preciosa tiene refractividad doble o anómalamente doble. Cuando la piedra se gira en el polariscopio, la luz que la atraviesa se divide en dos o más haces que se superponen y crean un efecto de imagen doble. La figura óptica que se puede observar depende del tipo de doble refracción de la piedra. Si la piedra tiene doble refracción uniaxial, la figura óptica tendrá forma circular o elíptica. Si la piedra tiene doble refracción biaxial, la figura óptica tendrá una forma más compleja y simétrica.
- Estas figuras ópticas pueden ser muy útiles para identificar la naturaleza refractiva de las piedras preciosas y para distinguir entre piedras con diferentes propiedades ópticas.

Líneas de tensión en el diamante.

- Para leer las líneas de tensión dentro de un diamante con un polariscopio gemológico, se debe colocar el diamante entre las dos lentes del polariscopio, de modo que la luz polarizada pase a través del diamante. En este punto, se debe girar el diamante y se debe observar la figura óptica que se forma a través de las lentes del polariscopio.
- Las líneas de estrés aparecen como líneas delgadas oscuras o negras que se extienden dentro del diamante. Estas líneas se forman debido a las tensiones que se han producido durante la formación del diamante. Las líneas de tensión pueden ser causadas por inclusiones, microfisuras u otras imperfecciones dentro del diamante.
- Para leer las líneas de tensión, se debe observar el patrón óptico mientras se gira el diamante. A medida que gira el diamante, las líneas de tensión aparecen como bandas oscuras o negras que se mueven por el diamante. A veces, las líneas de tensión pueden formar una forma de "V" o "X" dentro del diamante.
- Observar las líneas de tensión dentro de un diamante puede proporcionar información importante sobre su historia y calidad. Las líneas de estrés pueden indicar la presencia de inclusiones o microfisuras que pueden afectar la fuerza y la belleza del diamante. En general, los diamantes con menos líneas de tensión se consideran de mayor calidad que los que tienen muchas líneas.

Accesorios

Tenedor de prueba : es un accesorio opcional que se puede conectar a la base del polariscopio y que le permite probar la dureza de la piedra.

Lámpara de luz fría : es una lámpara que emite una luz fría y uniforme, que se puede utilizar para iluminar la piedra durante la observación.

Difusor : es un accesorio opcional que se puede colocar sobre la lámpara de luz fría para distribuir la luz de manera más uniforme sobre la piedra.

Microscopio : es un accesorio opcional que se puede conectar a la parte superior del polariscopio y que permite observar la piedra con detalle.

Pinzas : son herramientas similares a pinzas que se pueden usar para manipular la piedra mientras se examina con el polariscopio.

Líquidos de prueba : son líquidos especiales que se utilizan para determinar las propiedades ópticas de la piedra, como el índice de refracción.

Precauciones

El uso del polariscopio gemológico requiere algunas precauciones para garantizar la seguridad del aparato y la correcta lectura de las figuras ópticas de las piedras preciosas. Algunas de las precauciones necesarias incluyen:

Evite exponer el polariscopio a **fuentes de calor** o humedad y manéjelo con cuidado para evitar dañar las partes del dispositivo.

Use solo **piedras preciosas limpias y secas** para evitar distorsiones o interferencias en las figuras ópticas.

Asegúrese de tener **una buena iluminación ambiental** y evite los reflejos en la superficie de la piedra cuando observe.

Nunca fuerce las piezas del polariscopio o las piedras preciosas al insertarlas o retirarlas del dispositivo.

Utilice los accesorios del polariscopio correctamente y solo cuando sea necesario para evitar dañar las piezas del dispositivo o las piedras preciosas.

Limpie periódicamente el polariscopio y los accesorios para evitar la acumulación de polvo o residuos que puedan interferir en la lectura de las figuras ópticas.





	<p>No utilice el polariscopio continuamente durante períodos prolongados para evitar el sobrecalentamiento del dispositivo.</p> <p>Cierre siempre el polariscopio después de su uso para evitar la acumulación de polvo o humedad dentro de las partes del dispositivo.</p>	
Activar	<p>Partes del polariscopio gemológico:</p> <p>Base : esta es la parte inferior del polariscopio y está diseñada para proporcionar estabilidad al instrumento durante su uso.</p> <p>Montaje superior : esta es la parte superior del polariscopio y está diseñado para sostener el filtro polarizador.</p> <p>Filtro polarizador : Este es un filtro especial que polariza la luz que ingresa al polariscopio. Este filtro se encuentra en la parte superior del polariscopio.</p> <p>Prisma del conocimiento : este es un prisma de vidrio que se utiliza para proporcionar una iluminación uniforme a la piedra que se examina.</p> <p>Objetivo : es el objetivo a través del cual se observa la piedra. Por lo general, consta de dos lentes polarizadores colocados en un tubo de metal.</p> <p>Rueda giratoria : es una rueda que se puede girar manualmente para hacer girar la piedra y observar las figuras ópticas que genera el polariscopio.</p> <p>Piedra de apoyo : es una pequeña plataforma que se ubica en el centro del polariscopio y sirve para sostener la piedra que se examina.</p>	
Unidad de medida	<p>El polariscopio se usa normalmente para determinar si un cálculo es refractivo simple (SR), refractivo doble (DR) y de reacción anormal simple (ADR)</p>	
Tipos	<p>Existen diferentes tipos de polariscopio gemológico en el mercado , con diferentes características según el modelo y el fabricante. Los primeros modelos de polariscopio gemológico consistían en dos prismas de nicol montados sobre una base de madera o metal, con una abertura para insertar la piedra preciosa. Estos modelos eran muy simples pero efectivos para determinar el carácter óptico de las piedras preciosas. Posteriormente, se desarrollaron polariscopios gemológicos más avanzados, equipados con accesorios y funciones adicionales para mejorar la precisión y la facilidad de uso. Algunos ejemplos incluyen:</p> <p>Polariscopios gemológicos con filtro de Bertrand : Estos modelos de polariscopios gemológicos están equipados con un filtro de Bertrand, que permite observar y medir con mayor precisión el ángulo de interferencia de las piedras preciosas.</p> <p>Polariscopios gemológicos con iluminación LED : estos modelos de polariscopios gemológicos utilizan una fuente de luz LED, que proporciona un mayor brillo y una mejor reproducción cromática que la iluminación incandescente tradicional.</p> <p>Polariscopios gemológicos con analizador de polarización : Estos modelos de polariscopio gemológico están equipados con un analizador de polarización, que permite determinar con mayor precisión el carácter óptico de las piedras preciosas.</p> <p>Polariscopios gemológicos con calefacción : Estos modelos de polariscopios gemológicos están equipados con una función de calefacción, que permite eliminar las tensiones internas de las piedras preciosas y mejorar la legibilidad de las figuras ópticas.</p> <p>Polariscopios gemológicos portátiles : Estos modelos de polariscopios gemológicos son compactos y ligeros, y están pensados para su uso en movimiento o sobre pequeñas piedras.</p> <p>En general, los polariscopios gemológicos más nuevos se caracterizan por una mayor precisión, versatilidad y facilidad de uso que los modelos más antiguos.</p>	
Modelos famosos	<p>Aquí hay algunas marcas de polariscopios gemológicos en el mercado. Estas son algunas de las marcas más conocidas y su precio aproximado:</p> <p>BelOMO - El precio medio de un polariscopio gemológico BelOMO ronda los 150-200 euros.</p> <p>GIA - El Instituto Gemológico de América produce un polariscopio gemológico de alta calidad, con un precio que oscila entre los 600 y los 800 dólares estadounidenses.</p>	





	<p>Eurotool : se puede comprar un polariscopio gemológico Eurotool de gama media a partir de unos 150 euros.</p> <p>Presidium - El precio medio de un polariscopio gemológico Presidium ronda los 300-400 euros.</p> <p>GemOro - El precio promedio de un polariscopio gemológico GemOro varía entre 200 y 500 dólares estadounidenses, según el modelo y las funciones disponibles.</p> <p>Sin embargo, es importante tener en cuenta que los precios pueden variar según el modelo, el fabricante y las funciones disponibles.</p>	
Innovación	<p>Las perspectivas de desarrollo de los polariscopios gemológicos en los próximos años podrían referirse principalmente a la tecnología utilizada para la producción de los instrumentos y la integración de nuevas funciones. Por ejemplo, se podrían utilizar materiales más resistentes y ligeros para mejorar la fiabilidad y el manejo del dispositivo .</p> <p>se podrían implementar nuevas funciones para simplificar el uso del polariscopio y mejorar la precisión de las mediciones. Por ejemplo, se podrían integrar herramientas de análisis espectroscópico o fotométrico para identificar las propiedades de las piedras preciosas con mayor precisión.</p> <p>Finalmente, una evolución adicional podría referirse a la integración de polariscopios gemológicos con otras tecnologías , como la inteligencia artificial , para mejorar la capacidad de analizar e interpretar datos. Sin embargo, es importante señalar que estas son solo algunas de las posibles perspectivas para el desarrollo de polariscopios gemológicos, y que el futuro podría deparar nuevas sorpresas.</p>	
ponte curioso	<ol style="list-style-type: none">1. Uno de los datos más curiosos relacionados con el polariscopio es que también se ha utilizado para analizar el chocolate . De hecho, las propiedades cristalinas del chocolate se pueden estudiar utilizando un polariscopio gemológico. Además, el polariscopio también se ha utilizado en investigaciones sobre la bioquímica y la estructura de las proteínas.2. El polariscopio gemológico también se ha utilizado en el campo artístico para identificar la presencia de cristales e inclusiones en obras de arte, como pinturas y esculturas .3. A lo largo de la historia, los polariscopios gemológicos también se han fabricado con materiales inusuales como el marfil y la obsidiana .4. Algunos polariscopios gemológicos están equipados con una luz LED para mejorar la visibilidad de la piedra preciosa.5. El uso de un polariscopio gemológico requiere algo de experiencia y conocimiento de las propiedades ópticas de las piedras preciosas, y es una habilidad que puede llevar años de práctica para perfeccionarse.6. en el mercado polariscopios gemológicos portátiles y compatibles con teléfonos inteligentes , que le permiten analizar piedras preciosas de forma rápida y precisa incluso fuera del laboratorio.7. En algunos países , el uso del polariscopio gemológico está regulado por ley , y solo los profesionales del sector pueden utilizar este instrumento para analizar piedras preciosas.	
Desparramar	<p>El polariscopio es un instrumento relativamente simple de usar y fácil de transportar (especialmente los modelos más pequeños). Es una herramienta de referencia para todos los gemólogos y, por lo tanto, se utiliza constante y frecuentemente en la identificación de piedras preciosas donde no existe un equipo más sofisticado.</p>	

