


UN NUEVO ENFOQUE DE LA REFRACCIÓN SUBJETIVA


La llegada de los forópteros con variación continua de potencia permite proponer nuevas técnicas de refracción subjetiva. Una de ellas consiste en buscar la refracción de un paciente mediante algoritmos semiautomáticos utilizando cambios simultáneos en la esfera, el cilindro y el eje en intervalos de dimensiones variables^(*). Este artículo presenta los principios generales y muestra cómo se puede determinar la refracción con mayor precisión, facilitando al mismo tiempo el trabajo del especialista.



 **Adèle Longo**
Responsable Estudios
División Instruments
Essilor International

Adèle Longo obtuvo su certificación de optometrista tras cursar estudios en el Instituto de Ciencias de la Visión, en Saint Étienne (Francia). En 2011, se incorporó al Departamento de Investigación y Desarrollo de Essilor, concretamente al Centro de Investigación de la Baja Visión en el Instituto de la Visión, en París. En este contexto, se dedicó a trabajar en la mejora de la evaluación funcional de los pacientes con baja visión. Actualmente trabaja en Essilor Instruments como responsable de un equipo de investigación en optometría, y participa paralelamente como asesora en centros de personas con discapacidad visual o en el mundo de la enseñanza.



 **Dominique Meslin**
Director Soluciones de Refracción
División Instruments
Essilor International

Dominique Meslin, óptico y optometrista de formación, ha desarrollado la mayor parte de su carrera en Essilor, primero en el Departamento de Investigación y Desarrollo y después en distintos puestos técnicos de Marketing y Comunicación en Francia y en Estados Unidos. Durante 10 años, fue director de la Essilor Academy Europe y posteriormente responsable de Relaciones Profesionales en Essilor Europe. En la actualidad, se encarga de las nuevas Soluciones de Refracción en la División Instruments de Essilor International. A lo largo de su carrera, Dominique Meslin ha dirigido numerosos seminarios para profesionales de la visión. Es autor de varios artículos científicos y de innumerables publicaciones técnicas de Essilor, en especial de la serie «Cahiers d'Optique Oculaire» (Cuadernos de Óptica Ocular).

Desde hace más de 150 años, la refracción se determina utilizando lentes de pruebas cuya potencia se mide en intervalos de 0,25 D. Las técnicas de refracción subjetivas utilizadas actualmente datan de principios del siglo XX. El «método del emborronamiento» se deriva de los trabajos publicados por el físico inglés William Swaine, en 1925, sobre la relación entre el desenfoque y la agudeza visual⁽¹⁾. El método de la búsqueda del cilindro mediante la técnica de los Cilindros Cruzados con Giro fue propuesto por el oftalmólogo americano Edward Jackson en 1907. Estas técnicas de refracción siguen muy extendidas actualmente y han evolucionado poco desde su origen. Solo la manera de presentar las lentes ha cambiado para hacerla más cómoda y práctica para el especialista: las tradicionales gafas de prueba, conocidas ya en el siglo XVIII, fueron sustituidas por el foróptero manual que surgió hacia 1930 y el foróptero automático poco antes del año 2000. En todos estos métodos, las lentes se presentan siempre en intervalos de 0,25 D y la técnica de refracción prácticamente no ha cambiado desde hace casi un siglo. Actualmente, la refracción consiste a menudo en una simple verificación subjetiva de la fórmula de refracción objetiva establecida por el autorrefractómetro mediante lentes que varían en intervalos de 0,25 D.

Debido a su diseño, los forópteros clásicos tienen sus limitaciones: si bien permiten actuar por separado sobre la potencia de la esfera, la potencia del cilindro y la orientación del eje del cilindro, no admiten una acción simultánea e instantánea en estos tres componentes. Por lo tanto, el método de examen solo puede consistir en determinar por separado los tres componentes de la refracción, esfera, eje y cilindro, cuando en realidad están estrechamente relacionados entre ellos. Por eso los forópteros clásicos, que utilizan series de lentes, limitan intrínsecamente la precisión de la refracción.

PALABRAS CLAVE

«Refracción subjetiva», «Digital Infinite Refraction™», «Espacio dióptrico», «AVA™»

* Este nuevo enfoque de la refracción es el que propone el foróptero Vision-R 800 de Essilor y se integra en el concepto AVA™ –Advanced Vision Accuracy– asociado a él.

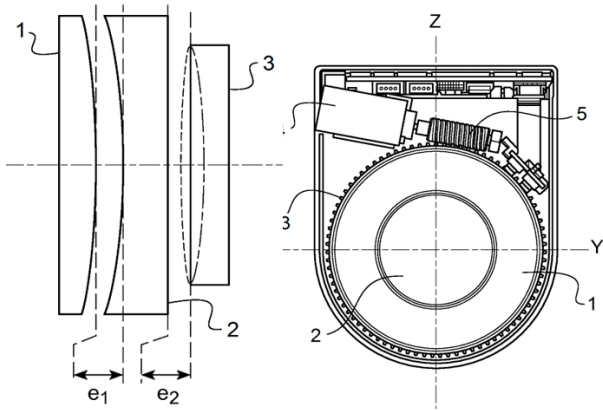


Figura 1: Módulo óptico con variación continua de potencia.

Actualmente, la evolución de la tecnología de la óptica instrumental y la optoelectrónica permite realizar sistemas ópticos que producen variaciones continuas de potencia. De este modo, se ha podido desarrollar un módulo óptico compuesto por una lente esférica deformable y dos lentes cilíndricas giratorias, controladas mediante micromotores (figura 1).

Este módulo permite generar todas las potencias esféricas (de -20,00 D a +20,00 D, en intervalos de 0,01 D), todas las potencias cilíndricas (hasta 8,00 D, en intervalos de 0,01 D) y todas las orientaciones posibles del eje del cilindro (de 0° a 180°, en intervalos de 0,1°).

Además, la esfera, el cilindro y su eje se pueden modificar simultáneamente, lo que permite tener acceso a una fórmula completa de refracción de manera instantánea. Gracias a esta propiedad, se puede mejorar la técnica de la refracción para que sea más eficaz y precisa.

La refracción clásica: un camino indirecto

La técnica clásica de la refracción consta de 4 etapas sucesivas:

1. determinación de la potencia de la esfera,
2. determinación del eje del cilindro,
3. determinación de la potencia del cilindro
4. ajuste de la esfera.

Este método se enseña y se practica en todo el mundo y ha sido objeto de numerosas publicaciones.⁽²⁾

Todas las refracciones se expresan tradicionalmente mediante sus tres componentes (o «coordenadas polares»): potencia de la esfera, potencia del cilindro y eje del cilindro; las dos primeras se expresan en dioptrías y la tercera en grados. Para una mayor coherencia, es posible expresar cualquier corrección óptica mediante tres componentes dióptricos:

1. la potencia esférica equivalente (potencia de la esfera más la mitad de la potencia del cilindro),
2. la componente horizontal del cilindro con el eje a 0° (J0°)
3. la componente oblicua del cilindro con el eje a 45° (J45°).

Estas tres componentes (o «coordenadas cartesianas») de la refracción se expresan en dioptrías y al conocer las dos componentes J0° y J45° se puede saber la potencia y el eje del cilindro. A partir de ahí es posible representar cualquier valor de refracción situando sus tres coordenadas en un sistema de referencia tridimensional ortonormal y normalizado, denominado «Espacio Dióptrico»⁽³⁾, y seguir así la evolución de la refracción durante el examen. Queda claro pues que la determinación de la refracción mediante la técnica clásica sigue un camino bastante indirecto (figura 2). Consiste en la búsqueda de las diferentes componentes de la refracción en diferentes direcciones y comporta varias regresiones:

- a partir de un primer valor de inicio (refracción objetiva medida con el autorrefractómetro o dato de la prescripción anterior), se introduce una potencia convexa arbitraria (+1,50 D en el ejemplo) para emborronar significativamente la visión del paciente; esta potencia se reduce progresivamente, en intervalos de 0,25 D, hasta obtener la potencia de la «esfera a nivel» (1);
- después se busca el eje del cilindro mediante ajustes sucesivos (utilizando, por ejemplo, la técnica de los cilindros cruzados de Jackson) hasta que el paciente indica que se vuelva para atrás (2);
- finalmente, la potencia del cilindro se determina mediante modificaciones sucesivas de su valor hasta que el paciente la encuentra excesiva (3);
- para finalizar, se ajusta la esfera (en +0,25 D después de cada cambio de cilindro de -0,50 D) para mantener la potencia esférica equivalente constante (4).

De este modo, el examen tradicional de la refracción se asemeja a una búsqueda discontinua en distintas direcciones.



En la práctica, la refracción podrá determinarse, en un primer tiempo, mediante los algoritmos disponibles en el foróptero, lo que hace que su resultado dependa menos de la técnica y la experiencia del profesional.

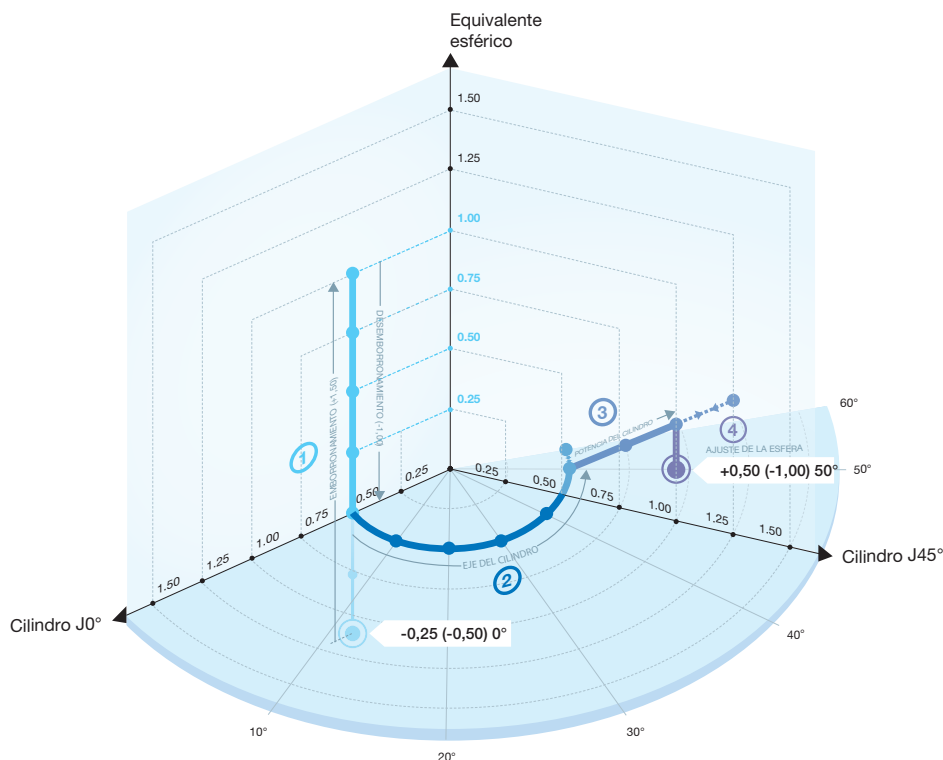


Figura 2: La refracción clásica: un camino indirecto

La Digital Infinite Refraction™: una vía más directa y más precisa

Gracias a las propiedades del módulo óptico con variación continua de potencia, que permite una acción simultánea en la esfera, el eje y el cilindro, es posible seguir un camino más directo para determinar la refracción del paciente. Una serie de pruebas que utilizan algoritmos semiautomáticos, en los que se registran las sucesivas respuestas del paciente, permiten determinar la refracción rápidamente y con mayor precisión. El examen de la Digital Infinite Refraction™ se efectúa según la secuencia siguiente:

Búsqueda del umbral de esfera equivalente

En un primer momento, se utiliza un «método de emborronamiento» nuevo para favorecer la relajación de la acomodación del paciente: dos algoritmos semiautomáticos permiten, por un lado, definir el nivel de emborronamiento de la visión del paciente y, por otro, proceder a un desemborronamiento rápido en tres etapas. A diferencia de la técnica clásica que consiste en introducir brutalmente una potencia convexa delante del ojo del paciente y medir sus efectos en la agudeza visual, el principio del algoritmo de emborronamiento se basa en definir el nivel de potencia convexa necesario para emborronar la visión del paciente hasta un nivel de agudeza visual definido y seleccionado previamente. Para ello, se utilizan optotipos especiales, de tipo «Vanish» (letras negras ribeteadas de blanco presentadas

sobre un fondo gris), que tienen la propiedad de desaparecer confundándose con el fondo de la imagen cuando se alcanza el nivel de borrosidad deseado.

A continuación, se efectúa el desemborronamiento con un algoritmo que calcula, para varios niveles de agudeza seleccionados, los intervalos de desemborronamiento necesarios, en función de las respuestas del paciente y de la relación conocida entre la agudeza visual y el nivel de borrosidad dióptrica. Esta técnica aprovecha las propiedades de continuidad del módulo óptico, con intervalos de desemborronamiento de dimensiones distintas y calculados con una precisión de 0,01 D. Permite determinar con rapidez y precisión el valor de la «esfera a nivel», es decir, la potencia convexa máxima que proporciona al paciente la agudeza de 10/10. Posteriormente se puede ajustar el valor de la esfera con un test duocromo o una prueba de cilindros cruzados fijos, utilizando un algoritmo específico que busca el valor exacto del umbral de esfera mediante un método psicométrico y proporciona al paciente su agudeza visual máxima.

Determinación simultánea del eje y de la potencia del cilindro con potencia esférica equivalente constante

Si con la técnica clásica de la refracción, la búsqueda del eje del cilindro, su potencia y el ajuste de la esfera se efectúan en tres tiempos sucesivos, la Digital Infinite Refraction™ recurre a un algoritmo que permite realizar la búsqueda de estos tres componentes en una secuencia única. Utiliza una técnica de refracción vectorial en la que

la potencia y el eje del cilindro varían simultáneamente, mientras que el valor de la potencia esférica equivalente se mantiene exactamente constante (a más/menos 0,01 D). Para el especialista, el método se asemeja a una búsqueda del cilindro con el método de los cilindros cruzados de Jackson, pero en el que los tres valores de la esfera, el eje y el cilindro evolucionan simultáneamente a medida que se van registrando las respuestas del paciente y que se interrumpe automáticamente cuando se ha evaluado el astigmatismo con la precisión y fiabilidad deseadas. Cabe señalar que en el foróptero no hay presentes físicamente cilindros cruzados, sino que se producen efectos ópticos de cilindros cruzados en el módulo óptico, mediante cálculo en combinación con la corrección ya existente. Esta técnica permite determinar el valor del cilindro de una manera más directa y más precisa, a la vez que más independiente de la técnica del profesional (figura 3).

Determinación del equilibrio biocular exacto

Una vez determinadas las refracciones de cada ojo, es necesario realizar el equilibrio de las correcciones entre el ojo derecho y el ojo izquierdo. La técnica clásica consiste en emborronar ligeramente los dos ojos (por ejemplo, con dos lentes de +0,50 D) y equilibrar después la visión del paciente en la borrosidad (añadiendo una potencia convexa adicional en el ojo que ve mejor) antes de retirar las lentes de emborronamiento introducidas. A veces no se puede obtener el equilibrio biocular perfecto y debe elegirse entre el ojo derecho y el ojo izquierdo, dando prioridad al ojo dominante.

La Digital Infinite Refraction™ utiliza un principio similar, con la diferencia de que el equilibrio biocular se realiza mediante un algoritmo semiautomático y se determina de manera exacta (a más/menos 0,01 D) mediante un cálculo tras integrar todas las respuestas del paciente.

Para el profesional, se trata de introducir las respuestas y observar las inversiones preferentes del paciente para la imagen vista por el ojo derecho y por el ojo izquierdo hasta que el algoritmo se interrumpa.

Determinación de la adición en la visión de cerca

Para determinar la adición, la Digital Infinite Refraction™ propone dos algoritmos: uno permite acercarse al valor de la adición (en el caso de ausencia de adición de inicio) y el otro permite ajustar la adición mediante el método de los cilindros cruzados fijos. Estos algoritmos permiten prescribir la adición para la visión de cerca de forma precisa y sin excesos.

Un método psicométrico de medición de la refracción

Para cada prueba utilizada en la Digital Infinite Refraction™, el principio no consiste en medir exactamente el valor buscado, como la igualdad rojo-verde en el test duocromo o la igualdad en el nivel de borrosidad entre dos posiciones del cilindro cruzado, sino en controlar el valor buscado y generar inversiones en las respuestas del paciente. Se recurre a un método psicométrico de determinación de los

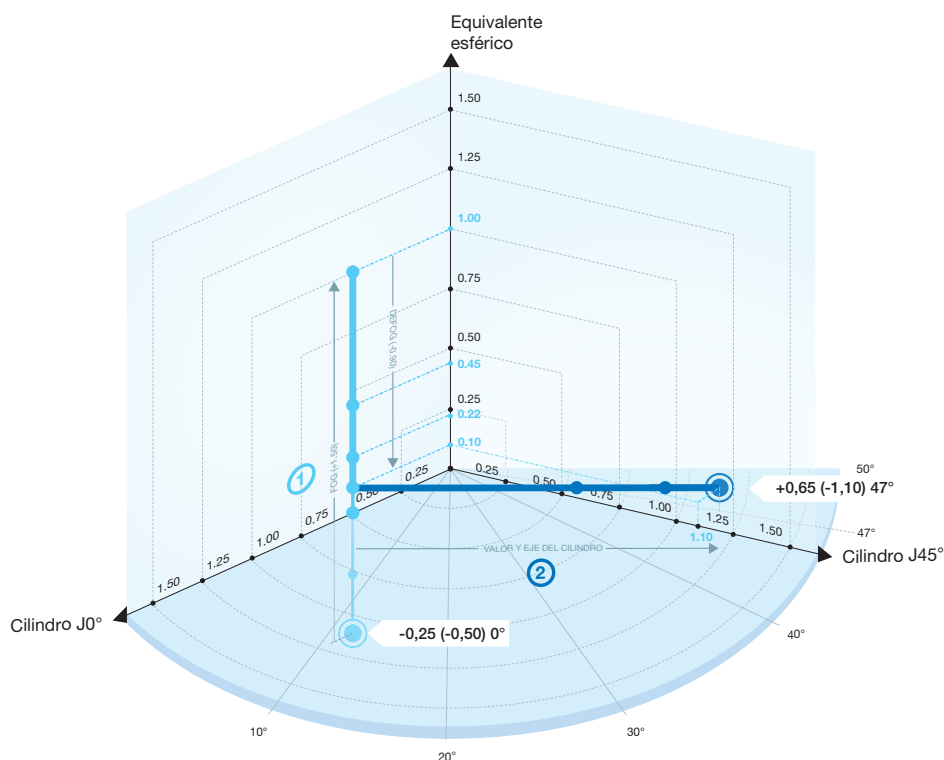


Figura 3: La Digital Infinite Refraction™: una vía más directa y más precisa hacia la refracción final.

umbrales de refracción y todos los valores buscados se calculan de manera estadística tomando como base el conjunto de respuestas del paciente⁽⁴⁾. Durante la refracción, se evalúa la sensibilidad del paciente a los cambios dióptricos y el intervalo de variación se adapta en consecuencia: se reduce si el paciente es sensible o se aumenta si es poco sensible. De este modo, al paciente le resulta más fácil distinguir las diferencias y la determinación de su refracción es más precisa.

Conclusión: ¡«Refracción» no es «Prescripción»!

Hoy en día, la evolución de la tecnología de los forópteros permite proponer algoritmos de búsqueda de la refracción que hacen que la medición de la refracción subjetiva de un paciente sea más automática y más objetiva. Si bien no hay duda de que estas técnicas ayudan al profesional en su práctica diaria, no pueden sustituir su función de prescriptor de la corrección. En la práctica, la refracción podrá determinarse, en un primer tiempo, mediante los algoritmos disponibles en el foróptero, lo que hace que su resultado dependa menos de la técnica y la experiencia del profesional. En un segundo tiempo, se establecerá la prescripción partiendo de esta base: o bien la refracción encontrada se mantendrá tal cual, o bien se ajustará en función de la corrección anterior del paciente, sus necesidades visuales, el uso que hará de su corrección o el tipo de lentes o lentes de contacto previsto.

Así pues, la evolución de la tecnología de los instrumentos de refracción permite actualmente facilitar la práctica de la refracción subjetiva y debería contribuir a mejorar su precisión. Podrá favorecer el trabajo «en colaboración» y contribuir a tratar de manera más eficaz la corrección óptica de los pacientes.



INFORMACIÓN CLAVE

- Se ha desarrollado una nueva generación de forópteros subjetivos con variación continua de potencia: las potencias de la esfera y el cilindro se controlan mediante intervalos de 0,01 dioptrías y los ejes del cilindro mediante intervalos de 0,1° y es posible una acción simultánea en la esfera, el cilindro y el eje.
- Gracias a esta tecnología, se ha diseñado un nuevo método de refracción: a diferencia del método clásico que toma un camino indirecto (esfera, eje, cilindro, ajuste de la esfera), sigue una vía más directa y más precisa (esfera media, cilindro + eje + ajuste de la esfera simultáneos).
- Durante esta refracción, el objetivo no es medir el valor de los distintos componentes de la refracción (esfera, cilindro, eje, equilibrio biocular), sino estimar de manera estadística el valor umbral de cada uno de sus componentes por medio de algoritmos semiautomáticos.
- A partir de ahora la refracción de un paciente se puede determinar de forma muy precisa, a intervalos de 0,01 dioptrías, y se le puede proporcionar la corrección exacta de su ametropía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Swaine, W., «The relation of visual acuity and accommodation to ametropia», Trans. Opt. Soc, 1925, vol. 27, nº 1.
2. Meslin, D., Cahier d'Optique Oculaire «Réfraction Pratique», 2008, Essilor Academy Europe, www.essiloracademy.eu
3. Touzeau, O.; Costantini, E.; Gaujoux, T.; Borderie, V.; Laroche, L., «Réfraction moyenne et variation de réfraction calculées dans un espace dioptrique», Journal français d'ophtalmologie, 2010, 33, 659-669.
4. Marin, G.; Perrin, J.L.; Boutinon, S.; Hernandez, M., «A new subjective refraction methodology», conferencia Vision and Physiological Optics, Atenas, 2018.