

# **Impresión 3D de superficies oculares artificiales para el aprendizaje práctico y cooperativo en contactología**

Diana Gargallo\*, Nerea Tolón, Jorge Ares, Eva María Terrado, María del Carmen López, María Concepción Marcellán, Francisco Javier Segura

## **Objetivos y contexto académico**

Durante las prácticas de la asignatura de Contactología de la Universidad de Zaragoza en el grado de óptica y Optometría, los estudiantes desarrollan las habilidades de adaptación colocando las lentes de contacto rígidas entre parejas de compañeros, donde uno porta la lente y el otro evalúa la adaptación, lo que impide al portador visualizar la adaptación y llevar a cabo un debate entre compañeros. Además, el hecho de que el alumnado porte las mismas lentes presenta desafíos logísticos debido a la necesidad constante de desinfección para eliminar los riesgos de queratitis bacterianas, lo cual implica un gasto económico considerable y una inversión significativa de tiempo. Además, el porte de este tipo de lentes inicialmente es molesto y produce sensación de incomodidad y lagrimeo lo que afecta a la motivación de los alumnos.

Por ello, este proyecto tiene como objetivo evaluar y perfeccionar las competencias en la adaptación de lentes de contacto rígidas en estudiantes del grado a través de la impresión en 3D de *Superficies Oculares Artificiales (SOA)*. Al adaptar las lentes sobre las SOAs se optimizan las condiciones de la práctica reduciendo molestias, tiempos muertos y riesgos de higiene.

## **Metodología**

El proyecto se desarrolló entre septiembre y noviembre de 2024, con la participación de 20 estudiantes que realizaron la práctica utilizando las SOAs. En lugar de adaptar las lentes sobre los ojos de los compañeros, las lentes eran adaptadas sobre las SOAs. La práctica se desarrolló en un formato de mesa redonda, en el cual el profesor guiaba la explicación y distribuía diferentes SOAs entre los estudiantes. Cada alumno debía seleccionar la lente adecuada o modificarla hasta lograr una adaptación óptima.

Se emplearon tres cuestionarios como instrumentos de evaluación: 1) para identificar el perfil del alumnado y su predisposición hacia la adaptación de lentes rígidas; 2) para detectar las deficiencias observadas durante las prácticas clínicas con ojos reales; y 3) para evaluar las mejoras derivadas de la implementación del nuevo método de enseñanza con SOAs.

## **TIC en que se ha apoyado**

La impresión 3D se ha consolidado como una herramienta innovadora con gran impacto en la educación, al permitir la visualización tangible de conceptos abstractos, facilitando su comprensión. Las superficies oculares artificiales se fabricaron con la impresora 3D Peopoly MOAI, que emplea tecnología de escaneo láser ultravioleta para polimerizar resina acrílica fotocurable, logrando una resolución óptima. El proceso se desarrolló en varias etapas: diseño de las superficies en Matlab V9.9.0, adición de soportes mediante el software Chitubox64 para facilitar la eliminación de residuos de resina, curado y pintado de negro para mejorar el contraste con la fluoresceína.

## **Carácter innovador**

El carácter innovador radica en la implementación pionera de SOAs impresas en 3D. Este enfoque permite superar limitaciones asociadas a las prácticas tradicionales, donde los alumnos adaptan las

lentes en sus propios ojos, enfrentándose a barreras físicas y psicológicas como el dolor, la incomodidad o el miedo a afectación corneal por desconocimiento del compañero. Además, este método permite simular una amplia variedad de casos clínicos, incluyendo córneas con astigmatismo, irregulares o patológicas, gracias a la personalización de geometrías mediante códigos generados en Matlab. Esto incrementa las oportunidades de aprendizaje y facilita la comprensión de adaptaciones complejas.

La eliminación del proceso de desinfección de las lentes optimiza el tiempo disponible, lo que permite dedicar más horas al análisis y aumentar el número de adaptaciones realizadas. Además, al poder ser observadas las adaptaciones (SOA + lente) por todos los alumnos, esta metodología facilita el debate entre compañeros, algo que no es viable en las prácticas tradicionales, donde el alumno que porta la lente no tiene la posibilidad de evaluarla directamente.

### **Mejoras en el aprendizaje**

De los resultados obtenidos en el cuestionario 3, se concluye que el 100% del alumnado percibe que la tecnología 3D aporta un atractivo adicional a la actividad. Asimismo, el 94% valora positivamente el debate entre compañeros como un elemento que enriquece el proceso de aprendizaje. Además, el 100% considera altamente enriquecedora la posibilidad de valorar diferentes casos clínicos, en lugar de limitarse únicamente a los ojos de sus compañeros. Finalmente, se destaca un 100% de coincidencia entre las observaciones realizadas en la adaptación sobre ojo real y en la superficie artificial, lo que refuerza la eficacia y la fiabilidad del método implementado.

### **Sostenibilidad y transferibilidad**

Con la práctica con SOAs se minimiza la necesidad de materiales desechables como solución salina, lágrimas artificiales y desinfectantes, ya que la adaptación de lentes sobre SOAs elimina la obligatoriedad de desinfectar entre usos. Además, estas superficies son reutilizables y requieren un mantenimiento sencillo, lo que refuerza su viabilidad económica.

Desde una perspectiva de transferibilidad, el 100% del alumnado consideró que esta actividad fue altamente enriquecedora y recomendó su incorporación en los siguientes cursos simultáneamente con las prácticas de ojo real.

Además, estas técnicas ofrecen un notable potencial para ser incorporadas en la práctica profesional de la contactología. La posibilidad de imprimir rápidamente y a bajo costo la superficie ocular del paciente permite al optometrista realizar múltiples pruebas y adaptaciones de lentes sin causar molestias al paciente. Esto no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también optimiza el tiempo del profesional al trabajar en un entorno controlado y sin la presión de la espera del paciente.

### **Conclusion**

En conclusión, el uso de SOAs impresas en 3D mejora significativamente la enseñanza de la adaptación de lentes de contacto rígidas, ya que optimiza el tiempo de práctica al eliminar la necesidad de desinfección y permite realizar múltiples adaptaciones sin causar molestias a los alumnos, todo ello en un entorno controlado. Aunque este método no se propone como sustituto de la práctica con ojos reales, sino que lo complementa, facilita el debate entre compañeros y la simulación de casos clínicos complejos, reduciendo así los riesgos de infecciones. Además, la implementación de esta tecnología despierta el interés por la impresión 3D y mejora la eficiencia del aprendizaje práctico, preparando mejor a los estudiantes para su futura práctica profesional.