

# Acto Académico de Graduación

ESCUELA UNIVERSITARIA DE ÓPTICA

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Promoción 2011

Viernes, 1 de julio, 2011

17:30 horas

Paraninfo de la Universidad Complutense

c/ San Bernardo, 49

## PROGRAMA

1. Veni Creator.
2. Discurso del Profesor Doctor D. Miguel Ángel Muñoz Sanz.
3. Entrega de los Premios Extraordinarios de Doctorado de los cursos 2008-2009 y 2009-2010.
4. Entrega de Diplomas a los Sres/as. Doctores/as., promoción 2011.
5. Entrega de Diplomas a los Sres/as. Graduados/as. del Máster, promoción 2011.
6. Entrega de los Premios Extraordinarios de Diplomatura del curso académico 2009-2010.
7. Entrega de Diplomas a los Sres/as. Diplomados/as., promoción 2011.
8. Palabras de los representantes de los estudiantes.
9. Palabras del Director Ilmo. Sr. D. Javier Alda Serrano.
10. Clausura del Acto. Los asistentes puestos en pie cantarán el Gaudeamus Igitur.



# ¿POR QUÉ VEMOS LO QUE VEMOS?

## Una introducción a la visión evolutiva

Miguel Ángel Muñoz

Catedrático de Escuela Universitaria

A lo largo de estos años en la Escuela hemos intentado enseñar todo, o mejor dicho, todo lo posible acerca del ojo, del sistema visual y de la visión. Aspectos anatómicos, fisiológicos, ópticos, moleculares, optométricos, farmacológicos o patológicos. De manera que, lo aprendido, a nuestros ópticos-optometristas les debe servir para ser unos buenos profesionales. Pero con la gran cantidad de conocimientos que hemos aportado, no sólo deberán ejercer perfectamente su profesión sino que, además, les debe permitir plantearse algunas preguntas y desarrollar los mecanismos para buscar y encontrar sus respuestas. Porque obviamente, ni como profesionales ni como individuos están, o estamos, aislados. No voy a decir que se busque la verdad de las cosas, de la vida o de la visión. Porque ¿qué es la verdad?, pregunta básica de la Filosofía. Pero sí que es interesante que se indague y profundice continuamente en los conocimientos adquiridos y se amplíen, tanto como ópticos-optometristas y como personas.

Los estudiantes que han asistido a mis clases saben que suelo empezar en esta línea, con un planteamiento pseudofilosófico, discutiendo algunas cuestiones que un óptico optometrista al final de sus estudios debería conocer.

La primera pregunta y quizá más importante sería: ¿Por qué tenemos los ojos que tenemos? Aunque sería más correcta la ampliación con otra: ¿Por qué tenemos el sistema visual que tenemos? Las respuestas se encuentran entre las que se referirían a algo tan simple como, porque es lo que nos hace falta para ver, y en el otro extremo, las que intentan dar una explicación completa, pero que al final se pueden perder en divagaciones parciales. Yo, para empezar, me quedaría con la primera respuesta. Porque es la estructura que necesitamos para ver. Para, de esta manera, intentar llegar a una explicación más completa y científica. Esta pregunta, que no es inocente, se responde perfectamente con el conocimiento evolutivo del sistema visual.

Pero mi osadía va más allá y les suelto a los estudiantes: si en ese momento se encontrara aquí un pez, un saltamontes, un periquito y nosotros, ¿verían lo mismo? Aunque al principio hay un poco de desconcierto, aquí casi siempre la respuesta es unánime y clara: NO, de manera rotunda. Pero yo entonces contraataco y les suelto: si no ven lo mismo ¿quién ve la realidad? Aquí abordo el tema de la realidad, ni más ni menos. Las respuestas son variadas: nosotros, todos, ninguno. Cuando están ya confundidos y preguntándose algo así como ¿este tío qué quiere? Les digo: piensen que cada especie tiene los ojos que necesita y ve lo que tiene que ver para desarrollar su ciclo vital. Esto les tranquiliza, no se por qué, pero parece que todo queda resuelto.

Nada más lejos de la "realidad", porque cuando parece que ya se han tranquilizado retomo la pregunta inicial un poco modificada y les planteo otra tanda de preguntas: ¿Por qué vemos lo que vemos? ¿Vemos siempre igual en nuestra vida? ¿La especie humana ha visto siempre igual?



Por supuesto, NO voy a responder a todas esas preguntas, sino sólo voy a intentar responder a una de ellas y posiblemente de manera parcial. ¿Por qué vemos lo que vemos?

## ¿Por qué aparecen los ojos?

Los ojos aparecen como una adaptación del mundo animal primitivo a la presencia de la luz. La luz del sol ha sido una fuente de energía para el planeta y una fuente de información para muchas especies biológicas. Posiblemente, la luz sea de las fuerzas selectivas la más importante en la evolución biológica de las especies. La aparición de los ojos, o mejor dicho, de estructuras primitivas fotosensibles tuvo lugar más de una vez en el inicio de la vida animal pluricelular. Seguramente, esas estructuras sólo informaban de la presencia o no de luz, pero fue suficiente para conseguir algún tipo de ventaja selectiva de unos individuos y especies sobre otras del entorno. No podemos decir que estas estructuras eran ojos, porque deberíamos considerar lo qué es un ojo. Sobre la definición del ojo cabe también una discusión muy interesante, ya que se mezclan conceptos como fotosensibilidad, integración neuronal, enfoque óptico y formación de imagen, etc. Se podría considerar como un ojo primitivo a un acúmulo de células fotorreceptoras, rodeadas de pigmento y con un sistema óptico básico para formar una imagen sobre estas células. Estos tipos de ojos se dan en la naturaleza y son los más frecuentes con diferencia. Sin embargo, sus capacidades visuales son muy básicas.

## Evolución de los ojos

Obviamente estos ojos tienen poco que ver con los nuestros, sin embargo han evolucionado a partir de ellos. La evolución de los ojos, es quizás una de las más complejas desde el punto de vista orgánico. Ya Darwin (1) en "El origen de las especies", estableció que el ojo era un órgano de "extrema perfección y complicación" y que difícilmente se podía explicar su evolución por selección natural.

"La razón me dice que si numerosas gradaciones desde un ojo sencillo e imperfecto a uno complejo y perfecto se puede demostrar que existen, siendo cada grado útil para su poseedor, como es el caso, y si, además, el ojo cada vez varía y las variaciones se heredan, como es también sin duda el caso, y si estas variaciones deben ser útiles a cualquier animal con arreglo a las condiciones cambiantes de la vida, entonces la dificultad de creer que un ojo perfecto y complejo pudo formarse por selección natural, aunque insuperable por nuestra imaginación, no debe ser considerada como subversiva de la teoría" (1).

Por supuesto, los nuevos conocimientos moleculares y genéticos han demostrado esos cambios evolutivos. Aunque el ojo está lejos de ser un órgano perfecto y presenta numerosos errores de diseño (2).

Parece ser que los ojos aparecieron y evolucionaron al menos 40 veces diferentes (3). Y aunque se ha barajado el origen poliflétrico de los ojos basándose en las evidencias morfológicas, actualmente, los datos genéticos y moleculares han variado la propuesta, sobre todo por la presencia de un gen "maestro" y controlador, el Pax-6, que puede iniciar la formación de un ojo independientemente de la especie de que se trate (4). Quizá merece la pena destacar un hecho, todos los fotorreceptores que existen en el mundo animal contienen el mismo grupo de proteínas, las opsinas, lo que indica varias cosas: en primer lugar,



que debe ser la molécula que mejor reacciona a la luz y produce una información más completa; segundo, que es capaz de interactuar con fotones de energía muy diversa, y en tercer lugar, que las mariposas, los calamares y las gallinas son nuestros primos. Sin embargo, como decíamos antes, desde el punto de vista morfológico y embriológico los ojos de vertebrados e invertebrados difieren bastante, lo que indicaría, posiblemente, un origen polifilético. Dándose la paradoja, de presentar a nivel morfológico y óptico un origen polifilético y a nivel molecular y fisiológico un origen monofilético (5). De todas formas, si los ojos han evolucionado una o más veces es algo que no está cerrado.

La adquisición de un sistema óptico que permita formar en la retina una imagen de cierta calidad es el segundo paso importante en la evolución ocular. Si el primer paso era la fotosensibilidad más o menos dirigida y la presentan la gran mayoría de grupos animales. Este segundo paso sólo lo dan unos pocos grupos, si bien están representados por numerosas especies, desde los ojos compuestos de los insectos, arácnidos o moluscos hasta los ojos en cámara de los vertebrados. Esta incorporación supuso un gran avance visual y, además, fue bastante rápido, allá por el periodo Cámbrico (hace 550 millones de años) (6) y tuvo una repercusión muy importante en el comportamiento de las especies, sobre todo en aspectos relacionados con la predación, la reproducción y, en general, con la relación con otros individuos de la misma o de diferentes especies.

Si nos fijamos en los vertebrados, vemos que el modelo ocular es muy parecido para la formación de imágenes, el enfoque del cristalino y, además, hay otras proteínas comunes a todos ellos que son las cristalinas. Por tanto, se observan otra vez las relaciones filogenéticas claras en este grupo. Esta similitud no es sólo referente al ojo, si comparamos el ADN de un chimpancé y un ser humano, la coincidencia de bases es del 98,5%.

Pero, como decíamos al principio, existen diferencias visuales entre unas especies y otras. Esto se debe, fundamentalmente, a algo que hemos omitido hasta ahora y es que el ojo no ve, sino que lo hace el cerebro, en nuestro caso, la corteza visual. Debe existir una perfecta sincronización entre el ojo y las estructuras que forman la imagen y la capacidad del cerebro, en concreto del centro visual, en reconocer esa información, para que cualquier especie pueda ver lo mejor posible con sus capacidades orgánicas. Hay que tener en cuenta que cada especie ve lo que tiene que ver, ni más ni menos, lo necesario para desarrollar su ciclo biológico de manera adecuada y mantenerse integrada con el entorno, con individuos de la misma especie, de otras especies, etc. No hay que olvidar que procesos como la alimentación, la reproducción o la supervivencia dependen en gran parte de su sistema visual.

El ojo es un órgano que surge como una adaptación a la luz, aunque, al mismo tiempo, es el propio recurso luminoso el que determina que exista un número finito y pequeño de tipos oculares. De hecho, se ha establecido que existen diez modelos diferentes de sistemas oculares desarrollados (3).

### **¿Por qué vemos lo que vemos?**

La respuesta a esta pregunta ya se comentaba al principio de esta exposición y podría ser algo así como: vemos lo que tenemos que ver, o lo que podemos ver, o lo que nos hace falta ver, como se quiera. Vemos lo que la evolución del sistema visual ha permitido en cuanto a elaboración de la imagen. Lo que la cór-



nea y el cristalino, adaptados a un medio terrestre aéreo, han permitido. Y lo que el sistema nervioso y sus redes han posibilitado en cuanto a la integración de la información nerviosa, desde la retina hasta la corteza visual.

Está claro que nuestra visión presenta unos límites, debidos a la propia estructura del ojo y al desarrollo del sistema nervioso. Quizá uno de los límites más llamativo es la visión del color, porque nosotros y la mayoría de los vertebrados percibimos tan sólo una banda estrecha de las longitudes de onda que provienen del sol. Esto se debe a que el origen de los ojos fue en el medio acuático y el filtrado del agua con respecto a la luz marcó esa percepción de la luz. Y, aunque las especies colonizaran el medio aéreo terrestre, siguen presentando ese límite sensorial. No debido ahora al medio sino a los procesos bioquímicos que se establecieron en origen, en el medio acuático.

La evolución biológica, y la del ojo también, es un proceso vivo y dinámico que actúa continuamente. De hecho, ahora todos los procesos evolutivos están actuando en este momento en todos nosotros y en todas las especies vivas del planeta. Así, sabemos que las capacidades visuales de cada uno de nosotros cambian a lo largo de nuestra vida, porque participan factores fisiológicos, psicológicos, emocionales, nutritivos, etc. No vemos igual de niño que de anciano. Pero yo iría más allá, nuestra percepción global de la vida cambia y nuestra visión también cambia a lo largo de nuestra vida. De manera que, aunque todos los que nos encontramos aquí tenemos la misma estructura ocular y el mismo sistema nervioso, no vemos exactamente lo mismo: variaciones en la percepción del color, en la refracción, en la binocularidad, etc. Es lo que conocemos como variabilidad visual individual. Pero si comparamos nuestra situación visual y la de hace dos generaciones, nos llevaríamos una sorpresa viendo que, por ejemplo, con el aumento de la visión próxima, a nivel poblacional nos hemos miopizado (7), lo que puede indicar un posible cambio en la tendencia evolutiva de la visión en la población.

Por eso cuando nos preguntemos ¿por qué vemos lo que vemos? Debemos responder algo así como, porque es lo que tenemos que ver, o porque es la mejor visión que podemos tener, o porque es la que nos hace falta para desarrollar nuestra actividad, o porque es la que nuestra corteza occipital puede interpretar, o algo parecido. Pero con una perspectiva dinámica cambiante, tanto a nivel individual como a nivel poblacional y específico. Y para acabar con esta breve charla, podríamos acabar con otra pregunta: ¿Cómo veremos en el futuro?

## Referencias

- (1) Darwin, C. 2010. El origen de las especies. Ed. J. Sosa. Ed. Espasa-Calpe.
- (2) Dawkins, R. 1998. Escalando el monte improbable. Tusquets eds.
- (3) Land, M. F. & Fernald, R. D. 1992. The evolution of eyes. *Annu. Rev. Neurosci.*; 15: 1-29.
- (4) Gehring, W. J. & Ikeo, K. 1999. Pax 6: mastering eye morphogenesis and eye evolution. *Trend Genet.*; 15: 371-377.
- (5) Fernald, R. D. 2000. Evolution of eyes. *Curr. Opin. Neurobiol.*; 10: 444-450.
- (6) Nilsson, D.-E. 1996. Eye ancestry: old eyes for new genes. *Cur. Biol.*; 6 (1): 39-42.
- (7) González, F.; Sanz, J. C & Muñoz, M. A. 2008. Axial Length, Corneal Radius, and Age of Myopia Onset. *Optom. Vis. Sci.*, 85 (2): 89-96.

# PREMIOS EXTRAORDINARIOS DE DOCTORADO

2008-2009

D<sup>a</sup>. Catalina Palomo Álvarez

2009-2010

D. César Villa Collar

## DOCTORADO

Promoción 2011

D. Juan Gonzalo Carracedo Rodríguez

D. José Luis Hernández Verdejo

D<sup>a</sup>. María Asunción Peral Cerdá

## MÁSTER

Promoción 2011

D<sup>a</sup>. Laura Batres Valderas

D<sup>a</sup>. Cristina Bautista Triviño

D<sup>a</sup>. Alicia Cediél Córdoba

D<sup>a</sup>. Laura de Diego García

D<sup>a</sup>. Laura Fernández Quiñones

D<sup>a</sup>. Begoña Fonseca Vázquez

D. Borja Font Aparicio

D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup>. Teresa García Antón

D<sup>a</sup>. Elena Salobrar García Martín

D<sup>a</sup>. Ruth Gutiérrez Blázquez

D<sup>a</sup>. Teresa del Rosario López Serrano

D<sup>a</sup>. Inmaculada Lucas García

D. Santiago Mayorga Pinilla

D<sup>a</sup>. Nadia Mínguez Caro

D<sup>a</sup>. Concepción Molina Gómez

D<sup>a</sup>. María Nombela Palomo

D<sup>a</sup>. Ana Orfali Soria

D<sup>a</sup>. Leticia Santamaría García

D<sup>a</sup>. Marta Sanz Rigo

D. Mario Vadillo Miguel

D<sup>a</sup>. Miriam Velasco Ocaña

D. Alfonso Yuste Cabello

# PREMIOS EXTRAORDINARIOS DE DIPLOMATURA

Curso 2009-2010

D. Diego Llames Cue

D<sup>a</sup>. Belén Villacañas Rodríguez



# DIPLOMATURA DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

Promoción 2011

D<sup>a</sup>. Inmaculada Aguaza Rider  
D<sup>a</sup>. Esther Alcoceba Gutiérrez de León  
D<sup>a</sup>. Belén Alonso Nieto  
D<sup>a</sup>. Alba de Antonio Ramírez  
D<sup>a</sup>. Laura Arjona Luque  
D<sup>a</sup>. Elena Ayuso de Frutos  
D<sup>a</sup>. Itziar Azpeitia Urdampilleta  
D. Juan José Benito García  
D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup>. Pilar Blanco Izquierdo  
D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup>. Ángeles Bonilla Lora  
D. Bernardino Calvo López  
D<sup>a</sup>. Jessica Castaño Prieto  
D. Javier Castellanos Jerez  
D<sup>a</sup>. Mercedes Checa Borrego  
D<sup>a</sup>. Yu Gyn Cho Lee  
D<sup>a</sup>. Yarey Concepción Hernández  
D<sup>a</sup>. Paula Conde Llorente  
D. Ricardo Corrales Parejo  
D<sup>a</sup>. Verónica de la Cova Martínez  
D<sup>a</sup>. Alexandra Cruzado Martín  
D<sup>a</sup>. Beatriz de Diego de Mingo  
D<sup>a</sup>. Patricia Díaz Gutiérrez  
D<sup>a</sup>. Melissa Echeverry Sepúlveda  
D<sup>a</sup>. Rocío Fernández de la Torre  
D<sup>a</sup>. Nazaret Fernández Fernández  
D<sup>a</sup>. Alba Fernández Gutiérrez  
D<sup>a</sup>. Beatriz Fernández Jiménez  
D<sup>a</sup>. Marta Fernández Moreno  
D<sup>a</sup>. Sara Fernández Núñez  
D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup>. del Camino Fuertes Bañuelos  
D<sup>a</sup>. Patricia García de la Fuente  
D<sup>a</sup>. Raquel García Gil  
D<sup>a</sup>. Beatriz García Rueda  
D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup>. José González Melendo  
D<sup>a</sup>. Sonia Guillén Pingarrón  
D<sup>a</sup>. Laura Guirles Lammers  
D<sup>a</sup>. Tamara Herrero Núñez  
D<sup>a</sup>. María Indave Sotillos  
D<sup>a</sup>. Mónica Isabel López  
D<sup>a</sup>. Isabel Jiménez Lapeña  
D. Gerardo de Juana López  
D. Gorka Laucirica Sáez  
D<sup>a</sup>. Carolina Lema Catota  
D. Samuel López Rodríguez  
D<sup>a</sup>. Raquel Llorente Martín  
D<sup>a</sup>. Silvia María Márquez Santos  
D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup>. del Carmen Márquez Viñuela  
D<sup>a</sup>. Andrea Martín Jiménez  
D<sup>a</sup>. Nuria Martín Ollero  
D<sup>a</sup>. Patricia Maté González  
D<sup>a</sup>. Rocío Matía Sánchez  
D<sup>a</sup>. Yohana Medina Morales  
D<sup>a</sup>. Carolina Menéndez Martínez  
D<sup>a</sup>. Aída Morán Ballesteros  
D<sup>a</sup>. Estíbaliz Nieto Terradillos  
D. Javier Oliver Díaz  
D<sup>a</sup>. Cristina Oraá Imaz  
D<sup>a</sup>. Mónica Ortega Rojo  
D<sup>a</sup>. Laura Pajares Liberal  
D. Magín Parra Serrano  
D<sup>a</sup>. Inmaculada Pascual Gallardo  
D<sup>a</sup>. Leyre Peinado Vicente  
D. Jorge Peral Perea  
D<sup>a</sup>. Begoña Pérez Armendáriz  
D<sup>a</sup>. Cristina Pérez-Cejuela Rodríguez  
D. Sergio del Pozo García  
D<sup>a</sup>. María Ramírez López-Infantes  
D<sup>a</sup>. Leticia Renedo Criado  
D<sup>a</sup>. Alba Rodríguez Gutiérrez  
D. Guillermo Rubio Martín  
D<sup>a</sup>. Ruth San Vicente Lozano  
D<sup>a</sup>. Isabel Sánchez Martínez  
D<sup>a</sup>. María Sanz Sánchez  
D. Raúl de la Torre Álvarez  
D<sup>a</sup>. Diana Vicente López  
D. Chan Voong  
D<sup>a</sup>. Tamara Yebra Martínez

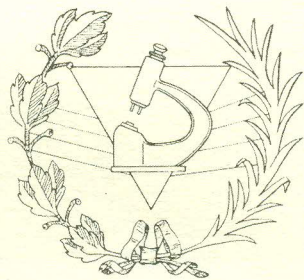


## GAUDEAMUS IGITUR

Gaudeamus igitur  
iuuenes dum sumus,  
post iucundam iuuentutem  
post molestam senectutem  
nos habebit humus,

ubi sunt qui ante nos  
in mundo fuere.  
Adeas ad inferos  
transeas ad superos  
hos si uis uidere.

Viuat academia,  
uiuant professores,  
uiuat membrum quodlibet,  
uiuant membra quaelibet,  
semper sint in flore.



ESCUELA UNIVERSITARIA DE ÓPTICA  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID