

Ventana a la Ciencia, “ Lo que el ojo no ve ”

Consortio Parque de las Ciencias
Departamento de óptica. Facultad de Ciencias
Universidad de Granada

Introducción

El Parque de las Ciencias, museo interactivo dedicado a la divulgación de la cultura científica, ha consolidado desde el año de su apertura 1995, su labor divulgativa para todas las sectores de la población. Desde su inicio ha desarrollado una labor intensa en la que ha contado desde el principio con las instituciones del ámbito científico como colaboradores necesarios para cubrir los objetivos propuestos, la divulgación científica.

Por otra parte, se propone realizar las más diversas fórmulas para llegar a todas las personas interesadas en el conocimiento científico, promover distintos lenguajes y propuestas museográficas que permitan ver lo más cerca posible, la ciencia y la tecnología actuales.

Actualmente el Parque de las Ciencias termina la ampliación de sus instalaciones y ha considerado un espacio dedicado a mostrar al público investigaciones que actualmente se desarrollen en estos campos del conocimiento científico y dar a conocer proyectos de innovación docente y educativa singulares, en los que la ciencia y la investigación son las protagonistas.

Por otra parte, la Universidad de Granada, institución que colabora con el Museo desde su inicio, miembro del Consorcio, es un centro activo y generador de conocimiento y adquiere especial relevancia la investigación que desde los distintos departamentos se lleva a cabo.

Facultades como Medicina, Ciencias, Filosofía y Letras, Ciencias de la Educación, etc. han venido colaborando como expertos en distintas actividades realizadas. Cursos de formación, punto de actualidad científica, exposiciones etc. han sido algunas de las acciones realizadas en estrecha colaboración.

Con motivo de la ampliación del Museo hemos elaborado una serie de acciones a realizar de manera conjunta. Una de las propuestas que ha sido acogida con especial interés ha sido “Las ventanas de la ciencia”, espacio en el cual los investigadores, departamentos, etc. mostrarán de una manera cercana y activa cómo se hace ciencia en un laboratorio de biología, de óptica, de anatomía, etc. qué ciencia se hace en los distintos campos de la investigación. Es una forma directa de mostrar algunas líneas de investigación actuales y acercar la ciencia y la actividad de los científicos a la sociedad. Se trata de crear una verdadera ventana al conocimiento.

Para comenzar la andadura le propusimos realizar una propuesta al departamento de Óptica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada. Este equipo, que ha colaborado ya en otras ocasiones y ha demostrado una capacidad importante y eficaz en el desarrollo de actividades de divulgación, ha presentado la propuesta **“Lo que el ojo no ve”**

Lo que el ojo no ve

Resumen de la propuesta

La Ventana a la Ciencia “**Lo que el ojo no ve**” pretende mostrar a la ciudadanía aspectos interesantes de la Óptica relacionados con los límites de la visión humana y los avances científicos que han permitido superar esos límites. Deseamos que sea una actividad didáctica, divulgativa, interactiva y que fomente la reflexión del visitante.

El hilo conductor de la exposición será la visión humana y sus características de funcionamiento para, a partir de ahí, desarrollar aspectos de la Óptica y de la Visión que son esenciales para comprender la visión humana.

Completaremos explicando destacados instrumentos científicos que nos ayudan a extender la visión a rangos “invisibles” para el ojo humano, así como incidir en sus múltiples aplicaciones científicas, técnicas, médicas e industriales.

De forma colateral se abordarán otros temas relacionados con el hilo conductor, como son la visión de los animales, el fenómeno de la polarización, la visión en humanos anómalos, etc.

Antecedentes

El Departamento de Óptica de la Universidad de Granada posee una dilatada experiencia en la divulgación científica. Parte de esa actividad divulgativa se ha realizado en el Parque de las Ciencias: *jornadas de **puertas abiertas***, elaboración de *talleres*, colaboración en *exposiciones*, etc. También hemos colaborado en la ***semana de la ciencia*** en la Facultad de Ciencias, impartido *conferencias* en institutos de enseñanza secundaria, participado en el *aula de formación abierta de adultos*, etc. así como mostrado patentes en distintas *ferias de ciencia a nivel nacional*.

Esta experiencia en la divulgación y en la participación en distintas actividades que ofrece el Parque de las Ciencias nos permite abordar el reto de intentar mostrar a los visitantes de este museo los avances científicos en el campo de la Óptica relacionados con el alcance de la visión humana.

Por otra parte el equipo de trabajo que presenta este proyecto posee algo esencial para la divulgación: ilusión por trabajar y hacer llegar a la ciudadanía la investigación desarrollada en la Universidad. Somos conscientes de que la Universidad y la investigación que en ella se realiza no deben estar tan distantes del ciudadano de a pie. Es primordial divulgar y hacer tangible aquello que parece incomprensible y reservado únicamente a investigadores que se encierran en sus laboratorios. El científico debe ser “visto” y “oído”. Y lo que diga y enseñe debe hacerse en un lenguaje comprensible por cualquier persona y, sobre todo, debe servir para inculcar curiosidad por la ciencia.

Los miembros del grupo de trabajo que llevarán a cabo el Taller “Lo que el ojo no ve” llevan a cabo investigación en el campo de la visión y en el campo de la óptica fundamentalmente. Es por ello que los contenidos planteados están estrechamente ligados con los temas de investigación del Departamento de Óptica de la UGR. Incluso alguno de los experimentos interactivos que pretendemos mostrar están en estos momentos en fase de ser patentados.

Objetivos

Algunas ideas previas

Es bien conocido que nuestro ojo o, hablando con más propiedad, nuestro sistema visual humano (SVH) posee unas características como receptor que determinan sus rangos de funcionamiento. Nos estamos refiriendo por ejemplo a un “**rango espectral**” de la radiación electromagnética, que aproximadamente se sitúa en las longitudes de onda entre los 380 y los 780 nanómetros (nm), denominado el *espectro visible*. Por debajo de 380 nm y por encima de los 780 nm el SVH no es capaz de “percibir”. Este rango espectral es sumamente pequeño si lo comparamos con todo el espectro electromagnético que abarca, entre otras, las ondas gamma, los rayos X, el ultravioleta, el infrarrojo, las microondas, las ondas de radio, etc.

Análogamente el SVH necesita una mínima “**cantidad de luz**” para percibir. Por debajo de esa cantidad el SVH sería “ciego”. Cuando la cantidad de luz es muy grande, el SVH se satura o “deslumbra” e incluso puede tener el riesgo de dañarse de forma irreversible.

Igualmente también debemos considerar el rango de “**tamaños**” de los objetos que son “visibles” por el SVH. Todos sabemos que somos incapaces de “ver” detalles en un objeto cuyo tamaño está por debajo de un determinado valor. Y también somos incapaces de “ver” objetos lejanos que están situados a largas *distancias*.

Estas tres características (rango espectral, cantidad de luz y tamaño-distancia) son las que marcan los límites de funcionamiento principales de nuestro SVH. Afortunadamente la ciencia ha permitido ampliar estos límites, utilizando para ello distintos instrumentos. Por ejemplo las cámaras sensibles al rango espectral infrarrojo nos permiten “ver” las radiaciones provenientes de los cuerpos en el rango infrarrojo, radiaciones que no son “vistas” por el SVH. Estas cámaras poseen enormes aplicaciones industriales y médicas. O la lupa y el microscopio (óptico o electrónico) que otorgan la maravillosa posibilidad de ver, analizar y estudiar objetos extremadamente pequeños como células, microorganismos, etc.

Entre estos ejemplos podríamos también destacar los intensificadores de imagen (o visores nocturnos). Para nuestro ojo no hay luz “suficiente” y con este instrumento podemos intensificarla y ver, de este modo, la imagen “invisible”.

Incluso existen otras características de la luz, como la polarización, para las que nuestro SVH no está diseñado. Simplemente nuestro SVH no es sensible a la polarización de la luz, a diferencia de lo que le ocurre a otros animales, como las abejas, que usan la polarización de la luz del cielo y del Sol para orientarse. En relación con la polarización a un ingeniero le resultaría interesante poder estudiar, con un simple golpe de vista, las “fuerzas” que soporta un determinado objeto. En este sentido fenómenos como la fotoelasticidad aportan una información primordial en muchísimos campos técnicos e industriales (fabricación de piezas, construcción de puentes, industria del vidrio, prótesis ortopédicas, etc.). Gracias a la polarización de la luz y a la invención de las láminas polarizadoras podremos ser capaces de “ver” esas fuerzas que eran “invisibles” para nuestro ojo.

En todo lo anterior hemos supuesto un SVH normal, pero existen SVH “distintos” o “anómalos”. Todos nos hemos preguntado en alguna ocasión cómo “ve” un daltónico y por qué. Y si ampliamos el estudio a otros animales,

podemos plantearnos si todos los animales poseen los mismos rangos y características del SVH o son muy distintos. Hechos tan conocidos como la existencia de animales que son cazadores nocturnos ya nos dan una pista de que sus rangos de visión deben ser diferentes a los de los humanos, en cuanto a la visión del color, el rango espectral, la visión de la polarización, la visión del ultravioleta, la cantidad de luz mínima que “necesitan para ver”, la visión 3D, etc.

Tras esta introducción planteamos los principales **objetivos**

- Dar a conocer las características principales del sistema visual humano (SVH) y, en concreto, sus rangos de funcionamiento.
- Mostrar los avances científicos y los instrumentos que permiten ampliar los rangos de funcionamiento del SVH (hacen “visible” lo que es “invisible”) y conocer las aplicaciones científicas, técnicas, industriales, médicas, etc. de dichos instrumentos.
- Comparar el funcionamiento del SVH con el de otros animales.

Para lo que planteamos las siguientes **actividades**:

- Mostrar los rangos de funcionamiento del sistema visual humano (SVH)
- Conocer los límites espectrales del SVH
- Conocer los límites del SVH en cuanto a cantidad de luz
- Conocer los límites del SVH en cuanto a tamaños-distancias
- Mostrar instrumentos que amplían los límites espectrales del SVH
- Mostrar instrumentos que amplían la cantidad de luz del SVH
- Mostrar instrumentos que permiten ver objetos muy pequeños u objetos muy lejanos
- Mostrar aplicaciones de la luz polarizada
- Comparación de las características del SVH con las de los animales
- Analizar las características de los humanos con visión anómala

Metodología y plan de trabajo

Para conseguir los objetivos planteados anteriormente dividiremos nuestro trabajo en tres etapas, en estrecha colaboración con el Parque de las Ciencias.

1. La primera abarcará hasta la fecha de la inauguración de la exposición, consistirá en la puesta a punto de la actividad y podríamos desglosarla en los siguientes sub-etapas:
 - Revisión bibliográfica de los tópicos de la actividad: consulta de revistas científicas y de divulgación, búsqueda en Internet, consulta de catálogos de experimentos, que permitan conocer el estado actual de los avances científicos así como el material necesario para poder mostrar estas experiencias en la exposición planteada.
 - Coordinación y distribución de trabajo entre los miembros del grupo: los participantes se reunirán periódicamente con los coordinadores del grupo, se formarán pequeños grupos de trabajo para abordar los distintos aspectos de la actividad y finalmente se pondrán en común el estado del trabajo, los problemas surgidos y la forma de solventarlos.
 - Fabricación y/o montaje de las experiencias y/o instrumentos que requieran una puesta a punto previa.
 - Elaboración de los paneles explicativos y de material impreso necesarios.

2. La segunda etapa abarca la duración del Taller y requerirá la presencia de los integrantes del grupo en el mismo.
 - Se realizará una distribución temporal de la presencia de los miembros del grupo para abarcar el máximo tiempo posible.
 - Se estudiará el grado de aceptación de la actividad y realizaremos los ajustes necesarios para solventar los errores observados.
 - Se recabarán las opiniones de representantes de centros educativos que asistan con el fin de plantear la posibilidad futura de realizar esta exposición como exposición itinerante.

3. Una vez finalizado el taller, la tercera y última etapa consistirá en evaluar si los objetivos y planteamientos iniciales se han satisfecho, el grado de satisfacción de los visitantes, del Parque de las Ciencias y de los miembros del grupo de trabajo, con vistas a analizar el futuro de la

itinerante, de dejarla de forma permanente en el Parque de las Ciencias, de adaptarla, etc.

Resultados esperados, difusión y explotación, en su caso, de los mismos

El Parque de las Ciencias es un Consorcio Público formado por nueve entidades que cuenta con un amplio y variado equipo de profesionales con perfil muy interdisciplinar. Desde su inauguración en 1995 ha sido visitado por más de 4.000.000 personas y ha desarrollado gran número de actividades educativas, culturales, de producción, divulgación, investigación, asesoramiento, etc., entre las que podemos mencionar: Cursos de Actualidad Científica y de Profesores; I^{er} Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia; Jornadas y Seminarios sobre ciencia, tecnología y medio ambiente; producido y adaptado más de 32 Exposiciones temáticas, algunas de las cuales han sido expuestas en Museos de Ciencia de nuestro país, como “*Anatomía humana. Viaje al cuerpo humano*” en el Museo de Ciencia de la Comunidad de Castilla-La Mancha en Cuenca; asesorado a instituciones y proyectos de ámbito nacional e internacional, como La Cité des Sciences de Túnez, el Instituto Biodiversidad de Costa Rica, Gobierno Regional de Macedonia-Tracia (Grecia), etc.; Programa de Divulgación Científica de Andalucía, programa pionero de estas características en España que cuenta con una veintena de periodistas científicos distribuidos por los medios de comunicación y gabinetes de prensa de instituciones científicas; más de 55 Convenios y Acuerdos de colaboración con entidades e instituciones nacionales e internacionales, etc., son suficientes garantías para que esta actividad se ajuste a los planteamientos propuestos.

De acuerdo con la experiencia del Parque de las Ciencias y la apertura de las nuevas instalaciones, esperamos que la Ventana a la ciencia sea una de las actividades novedosas y atractivas para todos los visitantes.

Descripción del carácter multidisciplinar y transversal del proyecto

Aunque el proyecto se titule “Lo que el ojo no ve” y parezca que sólo se centrará en la visión humana, en realidad la Óptica posiblemente sea una de las ramas de la Ciencia con más conexiones y aplicaciones en otros campos.

La Óptica ha jugado y sigue jugando un papel fundamental en la ciencia y es a nivel instrumental una de las herramientas básicas en cualquier disciplina científica, técnica e industrial. Es por ello que la actividad propuesta mostrará el carácter multidisciplinar de la Óptica y de sus aplicaciones. Pretendemos que el visitante se lleve de la visita precisamente esa idea.

Incluso poder plantearnos la posibilidad que pueda ser usada de forma itinerante en centros educativos, en ferias de la ciencia, en jornadas de puertas abiertas, en el aula de formación abierta de mayores, en conferencias y charlas sobre ciencia y, en definitiva, en cualquier ocasión en la que sea útil acercar la ciencia a la ciudadanía.

Por otra parte la acción no solo transmite contenidos de un área concreta de la investigación científica, sino que se pretende acercar a la sociedad el papel y los logros de la ciencia que se realiza en la universidad, en centros de investigación y comprender la importancia del trabajo de las personas que se dedican a ella y las aplicaciones de todo ello en la vida cotidiana.

Teniendo en cuenta los objetivos del proyecto y la superficie del espacio disponible y de las características de la misma, tres paredes son de vidrio transparente, pensamos que la exposición más adecuada se realizaría con una cámara infrarroja que proyecte la imagen termográfica de los visitantes en tiempo real sobre una pantalla grande situada dentro de la exposición mediante un cañón LCD de proyección. Esta cámara serviría para explicar cómo se puede ampliar el rango espectral de la visión a regiones como las del infrarrojo.

Para la ampliación al UV usaremos el fenómeno de la fluorescencia en una cabina con objetos que presentan este fenómeno. Asimismo se hará uso de otra cabina con tres tipos de luces (UV, luz-día, y luz cálida) que mostrará, al iluminar distintos tipos de flores, lo distinto que es la imagen percibida dependiendo del rango espectral de la luz, y que servirá para unir con el tópico de la visión en animales.

Para comprender los límites en tamaño-distancia de nuestra visión se usará un microscopio al que se le acoplará una cámara que proyectará su imagen sobre una pantalla plana LCD. Como complemento se mostrarán imágenes captadas por telescopios de estrellas y galaxias lejanas. También se dispondrá de lupas y de un prismático abierto para enseñar sus distintas partes así como el taller de cómo fabricar un sencillo telescopio.

En relación con las lentes y la fisiología del ojo humano realizaremos un pequeño experimento con unas lentes y unos líquidos para mostrar como aumenta o disminuye el efecto de una lente dependiendo del medio en el que está sumergida y que nos permitirá explicar el nulo efecto óptico que tiene la córnea en los peces y los anfibios.

Entrando en la limitación “cantidad de luz”, ésta se mostrará con un intensificador de imagen que se deberá usar en una pequeña cabina oscura, y mediante el uso de un vidrio de protección para soldadores. El Departamento de Óptica aportará distintos tipos de gafas y filtros así como sus curvas de transmitancia, y estos objetos permitirán explicar los criterios de seguridad exigidos para proteger al ojo en distintas actividades.

Adicionalmente, en el tema de la polarización se hará necesario disponer de un cabina con dos láminas polarizadoras cruzadas donde se observará el fenómeno de fotoelasticidad con distintos objetos: vidrios, plásticos, prótesis ortopédicas, etc.

Dentro del campo de la visión de los animales y el daltonismo, se mostrarán simulaciones de cómo ven distintos animales así como los defectos en la visión de un daltónico. Para ello necesitaremos un ordenador portátil y una pantalla plana acoplada. Mostraremos también un dispositivo que permite observar los glóbulos rojos en movimiento dentro de nuestra propia retina y que se mueven de forma sincronizada con nuestro pulso cardíaco. Otro dispositivo permitirá observar el entramado de venas de nuestra retina. Unas gafas especiales mostrarán cómo ven la mayoría de los daltónicos. La visión estereoscópica o en 3D es esencial en la supervivencia animal y también en los humanos. Por ello proporcionaremos al visitante la posibilidad de “ver” en 3D fotografías de la Granada de finales del siglo XIX, mediante unos visores construidos para tal fin.

Ira acompañada de pósters, carteles y material impreso que ilustren los contenidos, los experimentos, las actividades interactivas, etc.

Habrá una base de datos en ordenador en el que podremos observar las fotografías obtenidas de microscopio electrónico donde “lo muy pequeño” lo veremos muy grande. Un grano de polen, un microorganismo...