

LO QUE EL OJO NO VE: ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA

J.A. García-García¹, R. Huertas¹, L. Gómez-Robledo¹, F.J. Perales² y J. Romero¹.

¹Departamento de Óptica; ²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Universidad de Granada. Correspondencia: fperales@ugr.es

[Recibido en Abril de 2010, aceptado en Junio de 2010]

RESUMEN

Durante diez meses hemos realizado una actividad-exposición en el Parque de las Ciencias de Granada. En el espacio "Ventana a la Ciencia" la exposición "Lo que el ojo no ve" ha pretendido mostrar a la ciudadanía aspectos de la Óptica relacionados con los límites de la visión humana y los avances científicos que han permitido superar dichos límites. Ha sido una actividad didáctica, divulgativa e interactiva, que ha buscado fomentar la reflexión del visitante.

El objetivo fundamental de este trabajo es analizar dicha experiencia, planteándonos si experiencias como ésta contribuyen a fomentar la cultura científica de la ciudadanía. Para realizar la evaluación de la misma se ha aplicado una encuesta a una muestra de los visitantes cuyos resultados muestran que más del 90% considera que ha aprendido de ella, al tiempo que la valoran como divertida. Así mismo, al pedirles que la calificaran, lo han hecho con una nota media de 9 sobre 10.

Por la experiencia vivida y por los resultados obtenidos, consideramos que actividades como ésta resultan de interés y debieran potenciarse como una vía válida para la divulgación científica.

Palabras Clave: *Exposiciones científicas; Visión; Divulgación de la Óptica.*

INTRODUCCIÓN

A partir de la segunda mitad del siglo XX se ha apreciado una evolución significativa en las instituciones museísticas. De la concepción elitista del museo, entendido como un centro reservado a eruditos e incomprensible para el resto de la sociedad, se ha pasado a una más democrática, abierta a toda la ciudadanía y orientada a la difusión y divulgación de la cultura. Los museos pasan a ocupar un papel importante dentro de la educación no formal como instituciones capaces de facilitar la educación permanente de la sociedad. Por ello juegan un papel destacado en la llamada alfabetización científica del conjunto de la ciudadanía, cuya importancia ha sido puesta de manifiesto en un gran número de investigaciones (Gil-Pérez y Vílches, 2005).

Desde su apertura, El Parque de las Ciencias de Granada ha considerado prioritaria la función educativa en su política, organización y funcionamiento, realizando gran cantidad de actividades tanto dirigidas a colectivos específicos como al público en general. La apertura de la cuarta fase del Parque ha permitido la creación de nuevos

espacios museísticos en los que desarrollar las más diversas fórmulas para llegar a las personas interesadas en la cultura científica. Así nace "*La ventana a la Ciencia*", un espacio transparente abierto a la actualidad de la ciencia y la tecnología, con objeto de estimular la curiosidad de los jóvenes y dotar al público más adulto de mecanismos cercanos y accesibles que despierten su interés y le ayuden a adentrarse en estas materias.

El "Grupo para la divulgación de la Óptica del Departamento de Óptica de la Universidad de Granada" fue el encargado de realizar la primera "ventana a la ciencia", surgiendo así "lo que el ojo no ve", donde se exponen al público algunos de los campos de investigación relacionados con la luz, el color y la física de la visión en que trabajamos, así como el instrumental necesario para mostrar los aspectos más interesantes de la Óptica relacionados con los límites de la visión humana y los avances científicos que han permitido superarlos.

El objetivo fundamental del presente trabajo es realizar un análisis de la actividad desarrollada durante diez meses, verificar si ésta ha sido adecuada según el público que la ha visitado y si, por tanto, se contribuye con este tipo de actividades a mejorar la cultura científica de la ciudadanía en general.

MARCO TEÓRICO

Todo espacio museístico que pretenda provocar una experiencia educativa debe adaptarse, como cualquier recurso didáctico, al público al que va dirigido, a la disciplina en cuyos contenidos se basa (respeto al rigor científico) y a las características del medio en el que se desarrolla (Pastor, 2004). Asimismo debiera promover un aprendizaje a partir de experiencias gratificantes desde el punto de vista emotivo, esto es, que entronque con la tradición de "ciencia recreativa o divertida" (Oliva, Matos y Acevedo, 2008)

En este sentido se hace preciso enfatizar que el enfoque seguido en la exposición trata de marcar una frontera frente a lo que han sido las señas de identidad de la actual generación de museos de ciencia, es decir, el lema de "prohibido no tocar", y lo que consideramos que debiera ser una estrategia de aprendizaje más allá de la visión inductivista que dicho lema parece representar. Estimamos que el cambio radical entre la visión del conocimiento pasivo, representado por la generación anterior de museos ("prohibido tocar"), y la actual, ha pecado de cierta ingenuidad, asumiendo que el aprendizaje se genera espontáneamente a través de esa interacción (muchas veces próxima al "ensayo-error"), eludiendo aspectos claves como la contextualización científica y social de cada módulo, la puesta en cuestión del conocimiento previo de los alumnos o su propia actitud hacia el aprendizaje.

De hecho, la forma de plantear la visita puede describirse como sigue:

La visita se realizaba con un número reducido de personas, alrededor de 15. Se hacía una introducción general brevísima y se pasaba a cada experiencia en particular, donde podríamos hablar de tres "fases" de actuación: primero contar de qué trataba, qué fundamento poseía, etc.; esa fase se iba superponiendo con el "mostrar y ver"; y, por último, el visitante podía tocar, comprobar, preguntar, tratar de explicar, etc. Hicimos también algunas observaciones con personas que entraron

por su cuenta y querían ver la exposición solos, en cuyo caso solían cansarse e irse antes; la gente desea saber, pero también es cómoda y prefiere que le cuenten algo antes y no tener que leer.

A modo de ejemplo:

¿Vemos todos igual? (exp. 7). Hemos oído hablar de "daltónicos": ¿cómo ve un daltónico?, ¿hay distintos tipos? Estas preguntas nos llevan a que alguien se coloque las gafas con las que simulamos la visión del anómalo rojo-verde y que observe objetos cotidianos (ha de intentar ponerse en el lugar de un daltónico). Todo esto nos llevará a ¿cómo podemos descubrir un daltónico?, con un test Ishihara en el ordenador pueden ver una lámina con gafas y sin ellas, con lo que tendrán distintas observaciones. Se busca también eliminar posibles errores cotidianos (p. ej., es habitual que la gente piense que los daltónicos no ven los colores).

Con pequeñas diferencias entre unas y otras experiencias, según el montaje o quién efectúa la explicación, se plantean las 13 de forma similar, durando la visita en torno a una hora.

Esta exposición se planteó como punto de partida este enfoque y las premisas que Blanco (2001) considera imprescindibles a la hora de poner en marcha un programa educativo, tales como:

- Los contenidos deben ser asequibles al nivel al que va dirigidos, adaptándose a los intereses y la naturaleza del grupo/individuo
- Se ha de favorecer en lo posible el contacto con el objeto, de manera que sean ellos los artífices de su propio aprendizaje y que la función del profesor/monitor sea animar a la acción
- Las actividades no deben dirigirse sólo hacia la información sino que también estimulen la curiosidad
- La estructura de las actividades ha de ser flexible de forma que la atención no decaiga
- Se debe propiciar en todo momento el carácter participativo y lúdico.
- Los contenidos objeto de exposición no sólo han de tener en cuenta la lógica interna de la materia, sino también las necesidades de los visitantes
- Debiera proporcionarse una oportunidad para que el público construya su visión de la Óptica mediante la interacción con los distintos objetos y experiencias.
- El espacio de exposición tendría que permitir que el visitante establezca conexiones entre el contenido de la exposición y sus concepciones y experiencias previas.

Para ello se ha recreado museísticamente un laboratorio de Óptica en el que el público (figura 1):

- Participa activamente mediante el planteamiento de preguntas y comentarios, quedando a criterio del mediador el ritmo a seguir y el nivel de los contenidos

- Dispone de materiales en distintos soportes que permiten el aprendizaje por descubrimiento, asociación...
- Realiza algo más que una visita convencional, ya que se ha requerido de su participación e implicación directa.



Figura 1.- Visitantes realizando distintas experiencias.

CONTENIDOS

Con el hilo argumental de “lo que el ojo no ve” y con la filosofía y planteamientos expuestos anteriormente, se presentan un conjunto de 13 experiencias que pretenden ir fijando los límites de funcionamiento del Sistema Visual Humano y, cómo con ayuda de la Tecnología, se han ido superando. Describimos muy brevemente, a continuación, estas experiencias.

Nuestro ojo es sensible a radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda está comprendida entre 380 y 760 nm aproximadamente. Para analizar estos límites surgen las dos primeras experiencias: Florescencia y fosforescencia (Exp. 1) y Cámara de infrarrojos (Exp. 2).

La limitación de nuestro ojo a la cantidad de luz conduce a las siguientes experiencias: Intensificador de imagen (Exp. 3) y Conocer nuestra pupila y cómo protege el ojo (Exp. 4).

Quizás el límite más conocido surge de la imposibilidad de ver de forma nítida objetos demasiado pequeños o demasiado lejanos. La experiencia 5, Microscopios y telescopios, analiza el tema y pone de manifiesto cómo su invención (avances en Óptica) ha posibilitado también el avance en otras disciplinas.

No podemos ver las distintas tensiones que soportan diferentes puntos de un material transparente. Una experiencia (Exp. 6) sobre fotoelasticidad aborda nuestras limitaciones ante la luz polarizada.

Ponernos en el lugar de un daltónico, simular su visión del color y analizar cómo descubrirlos, constituye la experiencia 7. Y, siguiendo con la visión del color, la experiencia 8 analiza los iluminantes y qué implica usar unos u otros.

Las limitaciones temporales de la visión son analizadas con la experiencia 9 (Persistencia visual) y 10 (Estroboscopia).

Por qué tenemos dos ojos y lo que esto supone constituye la siguiente experiencia (Exp. 11). Anaglifos, estereoscopios y hologramas ayudarán a entender la visión estereoscópica.

Además de las partes externas del ojo que pueden observarse a simple vista (córnea, iris, etc.), algunas de las partes internas pueden verse con sencillos experimentos. Visualizar los capilares sanguíneos que riegan nuestra propia retina y el movimiento de las células por ellos son el objeto de la experiencia 12.

Se completan las experiencias con un conjunto de paneles (Exp. 13) en los que se muestra cómo es la visión de distintos animales respecto de la del hombre en cada una de las experiencias. Es decir, nos vamos preguntando si todos los animales tienen un sistema visual igual al humano o, por el contrario, si sus límites son diferentes.

ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

Aunque esta actividad tenía prevista una duración de dos meses y medio, la exposición estuvo abierta desde el día 4 de noviembre de 2008 (inauguración oficial de la cuarta fase del Parque), hasta el día 31 de agosto de 2009. Esta prolongación en el tiempo evidencia que este tipo de actividades resulta muy interesante tanto para el público en general como para la dirección del propio Parque. Además, la Dirección General de Universidades de la Junta de Andalucía ha reconocido su interés propiciando que distintos grupos de investigación de las distintas universidades andaluzas vayan mostrando su investigación en actividades sucesivas, siguiendo la pauta llevada a cabo en la nuestra. Estos hechos evidencian que podemos considerar un éxito la exposición. Sin embargo, para poder evaluarla adecuadamente debemos tener presente la opinión del público que la ha visitado. No en balde, son ellos el objetivo fundamental de su realización. Por ello, se ha ido realizando durante la misma una encuesta a los visitantes para poder cuantificar los resultados de la misma. A continuación mostramos las características de dicha encuesta y los resultados que de ella se derivan.

La encuesta se ha realizado durante distintos días distribuidos por todo el periodo de duración de la exposición, tanto laborables como fines de semana, de una forma totalmente aleatoria, y en distintas horas del día. En cada uno de los días elegidos, se

pedía a cuatro o cinco personas, al terminar su visita, que rellenasen la encuesta de forma anónima y sincera. De tal modo que podemos afirmar que la muestra que ha realizado la encuesta es representativa de los visitantes que tiene el Parque de las Ciencias. Así, se han tomado datos 11 días diferentes, contestándose un total de 54 encuestas; resaltemos que ninguna de las personas a las que se les ha pedido participar se ha negado a hacerlo. La encuesta puede verse en el Anexo 1.

Dado que la principal expectativa de un visitante que llega a un Museo de Ciencia es "pasar un día divertido aprendiendo", las preguntas fundamentales de la encuesta iban encaminadas a averiguar si ese objetivo se cumplía con la exposición. Así, se les preguntaba si han aprendido, si ha sido amena y divertida y si la recomendarían. A estas preguntas podían responder entre 0 (nada) y 5 (mucho). Los resultados muestran que un 91% de los visitantes han respondido 4 o 5 a si han aprendido, siendo la media 4,2, con una desviación típica de 0.82. Mientras que a la pregunta de si ha sido divertida y amena, las respuestas son de un 98% bastante (4) o mucho (5), con una media de 4,6 y una desviación típica de 0.60. Por último, a la cuestión de si la recomendarían, los resultados son aún mejores, ya que el porcentaje de bastante o mucho es del 98%, con una media de 4,9 y una desviación típica de 0.39. Estos resultados confirman lo ya indicado por otros autores (Guisasola y Morentín, 2007) en cuanto a que los aspectos afectivo y social del aprendizaje son los más beneficiados cuando se realiza una visita a un Museo de Ciencia.

Desde nuestro punto de vista, estos resultados son positivos, puesto que prácticamente el 100% de los visitantes considera que, además de pasar un día agradable y divertido, han aprendido cuestiones de ciencia que no sabían y que han llamado su atención. Sin embargo, cabe preguntarse si estos resultados son distintos o no dependiendo de las características personales de los sujetos.

Al principio de la encuesta les pedíamos que nos indicasen algunos datos personales: edad, sexo, nivel de estudios, profesión, si habían visitado antes el Parque y lugar de procedencia. Estos datos nos permiten plantearnos si las respuestas cambian significativamente según estos parámetros. A priori, las respuestas dadas por un chico de 15 años o un adulto de 50, pueden ser muy diferentes, o, por ejemplo, podrían aparecer diferencias como consecuencia del nivel de estudios. Para analizar todo esto, hemos dividido la muestra en grupos de edad, nivel de estudios, sexo, procedencia y si habían visitado o no el Parque con anterioridad. La figura 2 muestra los resultados para las cinco situaciones. Ya, con la simple observación de la figura, notamos que no aparecen diferencias significativas, lo que se ha visto corroborado al aplicar distintos test estadísticos, aunque podemos destacar algunos detalles. La franja de edad que ha dado una puntuación más alta en las tres preguntas ha sido la de los más jóvenes; respecto al sexo, es ligeramente más alta la puntuación de las chicas que la de los chicos, aunque están dentro del margen de error; tampoco aparecen diferencias significativas respecto del nivel de estudios, aunque los de nivel superior consideran que han aprendido más que los de nivel menor, en cambio éstos últimos la consideran más amena y divertida que aquellos; respecto de la procedencia de nuestros visitantes, los englobados en el grupo "Resto de Andalucía" son los que puntúan más alto a las tres preguntas, siendo el grupo "Fuera de Andalucía" el que presenta mayor variabilidad. Las respuestas son también muy similares entre sí si comparamos lo

indicado por las personas que ya conocían el Parque con anterioridad y las que lo visitaban por primera vez.

Se les pedía también a los encuestados que realizasen una valoración global de la exposición, calificándola con una puntuación entre 0 y 10. La figura 3 muestra los resultados de esa pregunta para los distintos grupos y para la muestra completa. De los resultados obtenidos en esta pregunta, destacamos, en primer lugar, la nota media obtenida, un 9, con una desviación típica de 0,96; dicho de otra forma, de los 54 encuestados, 53 la calificaron con una nota igual o superior a 7 y sólo una persona la calificó con un 6.

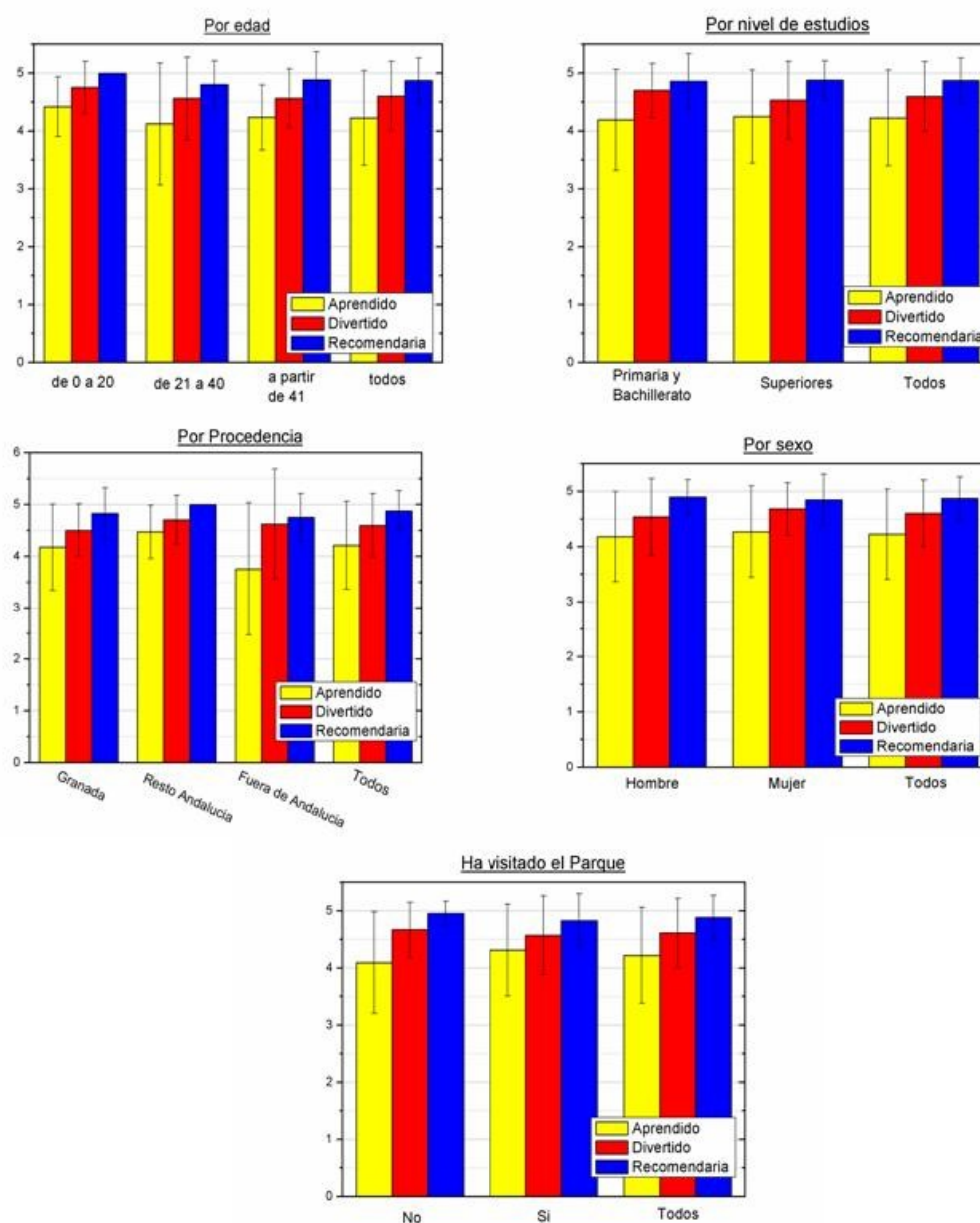


Figura 2.- Respuesta a las tres preguntas de la encuesta según edad, nivel de estudios, procedencia, sexo y si habían visitado o no antes el Parque.

Como podemos observar en esta última figura, tampoco aparecen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos grupos considerados en función de sus características. Así, tanto hombres como mujeres la califican con una nota prácticamente idéntica, y lo mismo ocurre al comparar distintas edades, el nivel de estudios o si habían visitado con anterioridad el Parque o no. Únicamente, cuando dividimos nuestro grupo según su lugar de procedencia, aparecen unas diferencias algo mayores, pero sin ser significativas, siendo los del resto de Andalucía (menos Granada) los que le otorgan una nota mayor. En todos los casos la calificación está por encima del 8,5, lo que se considera habitualmente como muy satisfactorio.

Algunos comentarios anotados por los visitantes al rellenar la encuesta se muestran en el Cuadro 1.

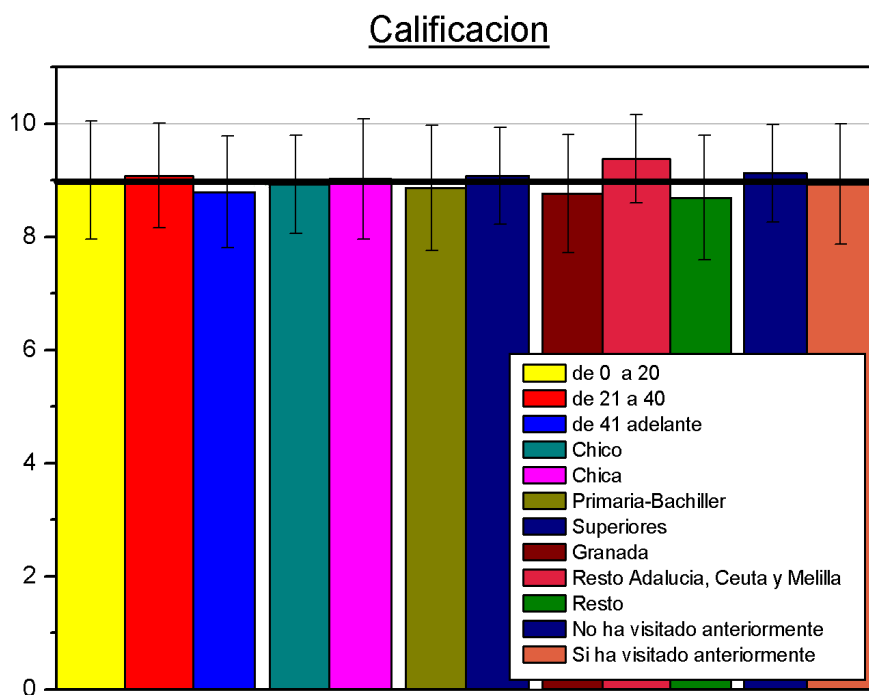


Figura 3.- Calificación, sobre 10, otorgada por cada uno de los grupos y media (línea horizontal) de todo el grupo.

Psicóloga, 46 años: "El monitor hace las explicaciones muy asequibles. Felicidades"
 Estudiante, 16 años: "Pues que me ha gustado mucho en general"
 Estudiante, 14 años: "Pues que t ato wapo"
 Electricista, 19 años: "Me gustó mucho y espero que siga esto".
 Estudiante, 20 años: "Me ha gustado mucho y he aprendido. Me ha parecido muy interesante".
 Terapeuta Ocupacional, 34 años: "Muy ameno y simpático, se nota que gusta lo que hace".

Cuadro 1.- Algunos comentarios realizados por los visitantes al rellenar las encuestas.

CONCLUSIONES

De la experiencia vivida y, sobre todo, de los resultados de la encuesta realizada ya comentados, nos atrevemos a afirmar que experiencias como ésta constituyen un instrumento muy adecuado para la divulgación de la Ciencia y, en definitiva, para acercarla a la sociedad a la que nos debemos y que está ávida por mejorar sus conocimientos científicos. Por todo ello, creemos necesaria una potenciación a todos los niveles de actividades de este tipo.

Por otra parte somos conscientes también de que los datos que aportamos representan sólo una primera aproximación a este reto, siendo necesario profundizar en el diseño y evaluación de exposiciones temporales como la descrita aquí con el fin de optimizar su rentabilidad didáctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, T. (2001) Una muestra de material didáctico. En C. Montañés (Coord.). *El museo un espacio didáctico y social*. Zaragoza: Mira Editores.
- Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿necesidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 302-329 (disponible en <http://www.apac-eureka.org/revista/index.htm>).
- Guisasola, J. y Morentín, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 401-414.
- Oliva, J.M., Matos, J. y Acevedo, J.A. (2008). Contribución de las exposiciones científicas escolares al desarrollo profesional docente de los profesores participantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1) (disponible en <http://www.saum.uvigo.es/reec/>).
- Pastor Homs, M. I. (2004). *Pedagogía museística. Nuevas perspectivas y tendencias actuales*. Barcelona: Editorial Ariel.

ANEXO 1

Le agradeceríamos mucho que, con la mayor sinceridad posible, nos contestase esta pequeña encuesta.

1.- Datos Personales

Edad: Sexo: Hombre - Mujer Nivel de estudios:

Profesión Ciudad de procedencia:

¿Había visitado antes el Parque de las Ciencias?: SÍ NO

2.- Sobre la ventana a la ciencia, "lo que el ojo no ve", en su conjunto.

¿La recomendaría?

1 (seguro que NO)	2 (probablemente NO)		
3 (no sé)	4 (probablemente SÍ)	5 (seguro que SÍ)	

¿A quién se la recomendaría?:

Cree que ha aprendido:	0 Nada	1 Poco	2 Algo
	3 Regular	4 Bastante	5 Mucho
La considera divertida:	0 Nada	1 Poco	2 Algo
	3 Regular	4 Bastante	5 Mucho

De cero a diez, la calificaría con un: _____

3.- Sobre experiencias concretas.

¿Qué experiencia es la que más le ha gustado?

¿Cuál la que más le ha sorprendido?

¿Ha habido alguna que no entendiese? ¿Cuál?

¿Le gustaría ampliar conocimientos sobre alguna experiencia? ¿Cuál?

4.- Quiere hacernos algún comentario y/o alguna sugerencia:

WHAT THE EYE DOES NOT SEE: ANALYSIS OF AN EXPERIENCE

SUMMARY

For ten months we have undertaken an action-exhibition at the Science Park of Granada. In the "Window on Science", the exhibition What the eye does not see has tried to show the public aspects of optics related to the limits of human vision and scientific advances that have enabled it to overcome these limits. It was an educational, informative and interactive activity, which has sought to encourage reflection on the visitor. The main objective of this study is to analyze the experience, asking whether experiences like this help to promote scientific culture of citizenship. To perform its evaluation a survey has been applied to a sample of visitors whose results show that over 90% think to have learned from it and consider it as funny. Likewise, when we asked they qualify it, they did so with an average of 9 out of 10.

For the experience and the results obtained, we believe that activities like this are of interest and should be strengthened as a valid way for the popularization of science.

Keywords: *Science Exhibition; Vision; Spreading optics.*