

Mecanismos de la visión: una propuesta
extracurricular para Educación Secundaria,
con motivo de la celebración del Año
Internacional de la Luz

Chiara Cappelli

Especialidad: Biología y Geología

2014-2015

Fuentes imágenes portada (de izquierda arriba en sentido horario):

<http://sosleadership.com/blog/billy-moyer/vision-in-a-development-culture/>

<http://www.dreamstime.com/stock-image-composition-animal-eyes-isolated-white-background-image39622421>

<http://www.webdesignmash.com/design/stunning-optical-illusions-created-by-street-chalk-artists/>

<https://www.pinterest.com/pin/394346511099098216/>

**Mecanismos de la visión: una propuesta
extracurricular para Educación Secundaria,
con motivo de la celebración del Año
Internacional de la Luz**

Trabajo Final de Máster presentado por la Dra. Chiara Cappelli para optar al título de Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas por la Universidad de Granada.

Este Trabajo Final de Máster ha sido dirigido por la Dra. Alicia Fernández Oliveras profesora del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Granada, 27 de Septiembre de 2015

Resumen

Con motivo de la celebración del Año Internacional de la Luz numerosas iniciativas se han llevado a cabo y se siguen realizando por parte de diferentes entidades públicas y privadas con el objetivo de difundir los conocimientos, descubrimientos y tecnologías de la ciencia basada en la luz y su relación con la vida cotidiana, además de promover el interés hacia la cultura científica y las vocaciones científicas en el ámbito de la luz y sus aplicaciones.

El presente Trabajo Final de Máster (TFM) se enmarca en el ámbito de una iniciativa puesta en marcha por profesores de la Universidad de Granada con el fin de llevar a centros educativos propuestas relacionadas con el Año Internacional de la Luz. En concreto, se propone la realización de una actividad extracurricular o complementaria cuya acción principal es la visita a un museo de ciencia interactivo: el Parque de las Ciencias de Granada. En línea con los principales objetivos de la *alfabetización científica*, el presente trabajo quiere ser una respuesta al nuevo planteamiento acerca del proceso de enseñanza/aprendizaje y, en general, una propuesta para que “los estudiantes aprendan algo que le interese de manera que continúen estudiando ciencia, tanto formalmente como informalmente, en el futuro” (DeBoer, 2000, p. 597).

Siguiendo las directivas del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se ha enfocado la actividad extracurricular a contenidos de biología de 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), específicamente, la función vital de relación (receptores y efectores) y los mecanismos de la evolución, abarcando temas como los mecanismos de la visión, la biodiversidad o las estrategias de supervivencia relacionadas con la visión.

El trabajo se compone de dos partes: la primera es la descripción de una acción piloto realizada en el IES-Luis Bueno Crespo de Armilla; la segunda es la propuesta definitiva desarrollada a partir de los resultados obtenidos en la parte experimental. La actividad no se limita a la visita al museo de ciencia, siendo reforzada por una fase preparatoria (anterior a la visita) y una de prolongación (posterior a la visita), realizadas en aula. Las observaciones recogidas durante la acción piloto pusieron de manifiesto justamente la necesidad de una fase preliminar bien desarrollada para alcanzar los objetivos fijados.

Para facilitar la evaluación de las actividades grupales, tanto durante la visita al museo de ciencia como en aula, se ha desarrollado una rúbrica donde el docente puede asignar una calificación a cada grupo siguiendo unos criterios definidos. Además, mediante una escala de

valoración y una lista de control, el propio alumnado participa en un proceso de autoevaluación (individual y grupal) y coevaluación.

La propuesta desarrollada en el presente TFM nace, por un lado, de la idea de encontrar una herramienta atractiva para que los/as alumnos/as se acerquen a las temáticas científicas y a sus aplicaciones en la vida cotidiana y, por otro lado, de la búsqueda de un método de enseñanza basado en competencias. La implementación de la acción extracurricular diseñada se considera una posibilidad real que podría dar muy buenos resultados.

Palabras clave: alfabetización científica, actividad extracurricular, museo de ciencia, luz, visión, estrategias de supervivencia.

Abstract

On the occasion of the International Year of Light, different public and private entities have made and are still realizing several initiatives with the aim of disseminating knowledge, discoveries and technologies of light-based science and its relationship with everyday life, and promote the interest in scientific culture and vocations in scientific fields related to the light and its applications.

This Master's Final Project (TFM) is part of an initiative proposed by professors of the Optics and Didactics of Experimental Sciences Departments of the University of Granada whose main purpose is to carry propositions concerning the International Year of Light to education centres, as secondary schools. In particular, the project proposed in the present manuscript consists on an extra-curricular (or complementary) activity whose main action is the visit to an interactive science museum: the Science Park of Granada.

Accordingly with the main objectives of scientific literacy , this manuscript want to be a response to the new approach is rising up about the process of teaching/learning. Moreover, its general purpose is that "students could learn something that interests them so that they will continue to study science, both formally and informally, in the future " (DeBoer , 2000, p. 597).

In agreement with the directives of the Real Decreto 1105/2014, 26th of December, the extracurricular activity was focused on the didactic content of biology of 3rd and 4th of Secondary Education (ESO), specifically, the relationship, as one of vital functions (receptors and effectors), and the mechanisms of evolution, including topics such as the mechanisms of vision, biodiversity and survival strategies related to the vision.

The project consists of two parts: the first is the description of a pilot project conducted in the IES- Armilla Luis Bueno Crespo; the second is the final proposal developed on the base of the results obtained during the experimental part. The activity is not limited to the science museum visit, being reinforced by a preparatory phase (before the visit) and an extension phase (after the visit), performed in the classroom. The observations gathered during the pilot project have shown the need of a preliminary stage well developed to achieve the final objectives.

To facilitate the evaluation of group activities both during the visit to the science museum and in the classroom, it was planned a rubrica by which the teacher can assign a mark to each group according to defined criteria. In addition, using a valuation scale and a checklist,

the students themselves are involved in a process of self-assessment (individual and of group) and peer-assessment.

The proposal developed in this TFM rises, on the one hand, from the idea to move students closer to scientific topics and their applications in everyday life by an attractive tool and, on the other hand, to find a teaching method based on competencies. The implementation of the extracurricular action designed is considered a real possibility that could give good results.

Keywords: scientific literacy, extracurricular activity, science museum, light, vision, survival strategies.

Índice

Resumen.....	2
Abstract	4
Introducción	10
Marco teórico y justificación	11
Alfabetización científica	11
Actividad extraescolar	17
Marco normativo.....	19
Competencias clave.....	21
Contenidos y Objetivos	24
Metodología y recursos.....	27
Tareas	28
Acción piloto.....	28
Características del centro y del alumnado	28
Visita al Parque de las Ciencias de Granada.....	29
Tareas en clase	31
Consideraciones	31
Etapa de preparación	32
Tarea 1.....	32
Tarea 2.....	34
Competencias trabajadas.....	35
Etapa de realización	36
Inicio	36
Tarea 1. Anatomía del ojo y mecanismo de la visión	36
Tarea 2. Lentes e ilusiones ópticas.....	37
Tarea 3. Estrategias de supervivencia. Sala Biosfera.....	38
Tarea 4. Mimetismo. Mariposario.....	38

Tarea 5. Vuelo de los rapaces. Fin de la visita.....	39
Competencias trabajadas.....	39
Etapa de prolongación.....	40
Tarea 1.....	40
Tarea 2.....	40
Competencias trabajadas.....	41
Evaluación	41
Reflexión final.....	47
Referencias bibliográficas.....	49
Webgrafía.....	51
Anexo 1. Cuaderno de tareas. Visita Parque de las Ciencias. Alumnado.....	52
Anexo 2. Cuaderno de tareas. Visita Parque de las Ciencias. Profesorado.....	58
Anexo 3. Ejemplos de cuadernos completados durante la visita al Parque de las Ciencias.....	64
Anexo 4. Cuaderno de tareas. Fase de prolongación en clase.....	77
Anexo 5. Ejemplos de cuadernos completados durante la fase de prolongación en clase	84
Anexo 6. Presentación.....	96
Anexo 7. Ejemplos de cuestionarios finales	108

Índice de tablas

Tabla 1. Contenidos indicados en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato	22
Tabla 2. Competencias que se trabajan en cada actividad a realizar.....	25
Tabla 3. Contenidos relacionados con las tareas asignadas durante la actividad extracurricular.....	25
Tabla 4. Objetivos de etapa.....	26
Tabla 5. Objetivos específicos de Ciencias de la Naturaleza	26
Tabla 6. Objetivos didácticos.....	27
Tabla 7. Materiales y recursos para cada tarea	28
Tabla 8. Rubrica de evaluación. Las calificaciones de las etapas de realización y prolongación son sobre 10 y 4, respectivamente. La nota sobre 4 se convertirá a la escala 0-10 para poder hacer el promedio y obtener una única nota sobre 10. Los puntos extra, que sumando dan como máximo un punto, pueden subir la nota o determinar la obtención de una matrícula de honor.....	43
Tabla 9. Escala de valoración para la autoevaluación y la coevaluación de los miembros del grupo (a realizar individualmente por cada estudiante). Adaptada de: http://www.dailyteachingtools.com/cooperative-learning-evaluate.html	47
Tabla 10. Lista de control para la autoevaluación del grupo (a realizar grupalmente). Adaptada de: http://www.dailyteachingtools.com/cooperative-learning-evaluate.html	47

Índice de Figuras

Figura 1. Preparación a la visita al museo (Fuente: Pérez y Moliní, 2004).....	27
Figura 2. Plano del Parque de las Ciencias de Granada. Los números indican las etapas del recorrido de la visita, trazado con la línea punteada (Adaptado de: http://www.parqueciencias.com/parqueciencias/menus/informacion/index.html).	30
Figura 4. Visión de una flor humana (izquierda) y de una abeja (derecha). (Fuente: http://resolviendolaincognita.blogspot.com.es/2011/11/las-flores-tienen-disenos-que-no-todos.html).....	34
Figura 5. Ejemplares de mariposa del abedul. (Fuente: http://www.scilogs.com/a_mad_hemorrhage/adaptation-in-complex-systems/).....	35
Figura 7. Mecanismo de la visión. (Fuente: http://nuestroblogadtmelchor.blogspot.com.es/2015/03/el-ojo-humano-y-sus-partes.html)	37
Figura 8. Proyección de la imagen de un objeto, similar a lo que ocurre en el proceso óptico de la visión consistente en la formación de la imagen de los objetos en la retina. (Fuente: http://fisica.laguia2000.com/general/tipos-de-lentes).....	38

Introducción

En el año 2009, durante un encuentro científico en Baltimore, un grupo de científicos propuso organizar el Año Internacional de la Luz con la intención de influenciar la educación y la política hacia el conocimiento del potencial de la resolución de problemas (*problem-solving*) relativo a la ciencia basada en la luz ("The beginnings of the International Year of Light," s.f.) Tras el apoyo de la UNESCO y de muchos otros socios el 20 de diciembre de 2013, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en su 68ª Asamblea Anual proclamó finalmente 2015 como el Año Internacional de la Luz y las Tecnologías basadas en la Luz (International Year of Light - IYL 2015). Los principales objetivos del IYL 2015 indicados en la web española oficial son ("Año Internacional de la Luz 2015 - Objetivos," s.f.):

- *Mejorar el conocimiento de la sociedad acerca de cómo la luz y sus tecnologías relacionadas afectan a la vida cotidiana y son esenciales para el futuro desarrollo de la Humanidad.*
- *Desarrollar la capacidad educativa mediante actividades orientadas a la difusión de la cultura científica entre los jóvenes en todo el mundo.*
- *Aumentar la cooperación internacional.*
- *Difundir los descubrimientos de los siglos XIX y XX que han demostrado la importancia fundamental de la luz en la ciencia y el desarrollo científico.*
- *Destacar la importancia de la investigación y fomentar vocaciones científicas en el ámbito de la luz y sus aplicaciones.*
- *Promover la importancia de la tecnología de iluminación en el desarrollo sostenible y en la mejora de la calidad de vida en los países en vías de desarrollo.*
- *Dar a conocer la profunda relación que existe entre la luz, el arte y la cultura, así como fortalecer el papel de las tecnologías ópticas en la preservación del patrimonio cultural.*
- *Conseguir que los logros y objetivos anteriores perduren en el tiempo más allá de 2015.*

En España se está llevando a cabo un amplio programa de actividades para la conmemoración del IYL 2015 con el objetivo primario de comunicar a la sociedad la importancia en el mundo actual de la luz y sus relacionadas tecnologías, en áreas tan relevantes como la energía, la educación, la salud o la comunicación. Prestigiosas entidades como el Consejo Superior de Investigación Científica o la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología además del Ministerio de Economía y Competitividad, se han involucrado para el conseguimiento de los objetivos establecidos.

Además de la organización de congresos, conferencias, jornadas y talleres, muchos proyectos relacionados con el IYL 2015 se van a realizar en diferentes aéreas, entre las cuales se encuentra el ámbito docente en el área educativa. Colegios, institutos y universidades han organizado talleres, proyectos, exposiciones, campamentos y congresos con motivo del año internacional de la Luz.

En este contexto se introduce el presente trabajo sobre la Luz y la Visión que se propone como actividad extracurricular (o complementaria). En particular, este TFM se enmarca en el ámbito de una iniciativa de colaboración puesta en marcha por profesores de la Universidad de Granada pertenecientes al Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y el Departamento de Óptica, con el fin de llevar a centros educativos propuestas relacionadas con el Año Internacional de la Luz.

Durante la realización del Practicum del Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, realizado durante el curso 2014/2015, se ha podido implementar una acción preliminar como actividad complementaria en el IES – Luis Bueno Crespo de Armilla (Granada), que será presentada en el presente manuscrito como acción piloto. Dicha acción consta de la visita al Parque de la Ciencias de Granada, seguida por actividades en clase de refuerzo de los conceptos abordados durante la visita. Aunque el presente trabajo no se propone como investigación, los datos experimentales obtenidos han servido de guía para el desarrollo de la propuesta final completa. Dicha propuesta constituye una acción extracurricular, que puede realizarse tanto en el ámbito de la enseñanza formal como no formal. A fin de que resulte más atractiva, se le ha querido dar un enfoque lúdico a esta acción siguiendo, además, las indicaciones de autores que abogan por el juego como metodología de enseñanza-aprendizaje especialmente favorecedora de las capacidades propias del pensamiento científico (Bergen, 2009; Melo Herrera & Hernández Barbosa, 2014).

Marco teórico y justificación

Alfabetización científica

El Año internacional de la Luz, así como las iniciativas de divulgación científica promovidas por muchas entidades públicas o privadas, nace en un contexto internacional de cambio donde a una enseñanza de la ciencia basada únicamente en los contenidos y en el rigor científico se sustituye una orientación más humanista basada en las ideas del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS). Este cambio de visión de la educación científica

tiene sus fundamentos en la toma de conciencia de que en una nueva sociedad de la información y del conocimiento es necesario formar ciudadanos responsables, involucrados en la toma de decisiones en cuestiones de la vida real relacionadas con la ciencia y la tecnología (Acevedo Díaz, 2004). La orientación de la educación de la ciencia para la preparación de futuros especialistas deja ahora espacio a una educación que se plantea como parte de una educación general para todos los futuros ciudadanos/as (Peña & Pérez, 2001).

¿Cómo hacer que los ciudadanos, y especialmente las nuevas generaciones, puedan participar en discusiones acerca de temas científico-tecnológicos? Esto es uno de los retos de la alfabetización científica y tecnológica (*scientific literacy*) cuya definición sin embargo no es unívoca. De hecho, a pesar de su amplio uso, no hay todavía consenso sobre el significado del término “alfabetización científica” y de la manera de implementar un nuevo modo de “hacer ciencia” en el currículo, como muestran muchos estudios publicados sobre el tema (Alonso, Díaz, & Mas, 2003; DeBoer, 2000; Eisenhart, Finkel, & Marion, 1996; Hurd, 1998; Laugksch, 2000; Millar, 2006; Norris & Phillips, 2003).

En el estudio de DeBoer (2000) se reconoce la alfabetización científica como término usado desde el 1950 “para describir una deseada familiaridad con la ciencia por parte del público en general” (p. 582). El creciente interés a partir de esta década por la alfabetización científica en E.E.U.U. tiene sus raíces en el reconocimiento de la necesidad del apoyo público a la investigación científica y a la ciencia en general como respuesta al lanzamiento del Sputnik por parte de la Unión Soviética (Laugksch, 2000). Desde entonces muchas definiciones, más o menos amplias, han sido dadas para explicar el significado de alfabetización científica. Basándose en otros estudios e informes, Norris & Phillips (2003) reconocen diferentes interpretaciones que se han dado a la alfabetización científica:

- conocimiento del contenido sustancial de la ciencia y habilidad para distinguir lo que es ciencia de lo que no lo es
- comprender la ciencia y sus aplicaciones
- conocimiento de lo que cuenta como ciencia
- independencia para aprender ciencia
- habilidad para pensar científicamente
- habilidad para usar el conocimiento científico en el *problem-solving*
- conocimiento necesario para una participación inteligente en asuntos sociales basados en la ciencia
- entendimiento de la naturaleza de la ciencia, incluida su relación con la cultura

- valoración de la ciencia y comodidad a la hora de tratarla, incluyendo curiosidad y ganas de cuestionarse temas científicos
- conocimiento de los riesgos y beneficios de la ciencia
- habilidad para pensar de manera crítica sobre la ciencia y tratar con científicos expertos.

Sin embargo, los mismos autores consideran que ninguno de estos enfoques incluye el concepto clave para revelar el significado de la alfabetización científica. Su opinión es que nadie puede adquirir un buen nivel de conocimiento científico sin haber pasado antes por un proceso de alfabetización en su sentido fundamental, es decir, relacionado a la habilidad de leer y escribir.

Una posición extrema, acerca no solo de la definición de alfabetización científica sino del propio planteamiento que está a la base de su búsqueda, fue la tomada por Shamos en su libro de 1995 donde afirma que todos los esfuerzos para definir y alcanzar una alfabetización científica son fútiles y un desperdicio de recursos valiosos ya que potenciar los individuos para que puedan formular juicios racionales e independientes sobre asuntos sociales relacionados con la ciencia es impracticable. El autor considera mucho más valioso y efectivo dar a la población la posibilidad de recibir consejos de expertos sobre cuestiones sociales afirmando que "un mejor enfoque es desarrollar concientización y apreciación de la impresa científica, centrándose en la tecnología como práctica imperativa, y desarrollar el entendimiento del uso adecuado de la pericia científica" (Shamos, 1995, p. 229).

Esta posición se acerca a lo que Kolstø (2001) define como *tecnocracia* según la cual los expertos, como únicos individuos capaces de aplicar métodos racionales para el problem solving, se deben hacer cargo de las decisiones colectivas sobre temas sociales. Pero, ¿en qué experto confiar? El mismo Kolstø, realmente en contra del sistema tecnocrático, afirma la necesidad de formar los ciudadanos, especialmente los estudiantes, para que puedan analizar las evidencias científicas aportadas por los expertos, su validez y relevancia. Además explica la diferencia entre *science-in-the-making* y *ready-made-science*, que es decir "ciencia en proceso de construcción" y "ciencia construida", y pone hincapié en la importancia que tiene entender estos conceptos a la hora de evaluar y juzgar una declaración sobre asuntos relacionados con la ciencia.

La "ciencia construida" es la que se encuentra en los libros y domina sus contenidos; es el resultado de un consenso entre la comunidad científica que define por esto un *hecho* científico. Cuando un tema es todavía objeto de investigaciones, las discusiones y opiniones

discrepantes sobre la estructura de la realidad deben ser vistas como naturales y legítimas. El entendimiento de la ciencia como parte de un proceso, que puede o no terminar en un consenso, y que puede involucrar otros factores como los intereses políticos o económicos, es fundamental para que los estudiantes interpreten las declaraciones de los expertos (o políticos, empresarios, etc.) y construyan su opinión personal.

A favor de una alfabetización para todos el National Research Council (NRC) indica (Eisenhart et al., 1996, p. 265):

El objetivo del National Science Education Standards (NSES) del NRC es crear una visión para la persona alfabetizada científicamente y unos estándares para la ciencia de la educación que, cuando establecidos, permitan que la visión se vuelva realidad. Los estándares, encontrados en la práctica ejemplar y en las visiones contemporáneas del aprendizaje de la ciencia, de la sociedad y del hacer escuela, servirán para guiar el sistema de la ciencia de la educación hacia su objetivo de formar un ciudadano científicamente alfabetizado de manera productiva y socialmente responsable.

Y además como primer principio en el NSES se lee (Eisenhart et al., 1996, p. 266):

Todos los estudiantes, independientemente del género, del background cultural y étnico, de las inhabilidades físicas y de aprendizaje, de la aspiración, interés o motivación en ciencia, deben tener la oportunidad de alcanzar más altos niveles de alfabetización científica con respecto a los que actualmente poseen. Esto es el principio de equidad (...) tiene implicaciones para el diseño del programa y del sistema educativo, en especial manera la distribución de los recursos para asegurar que los estándares no exacerben las diferencias (...) que actualmente existen entre estudiante aventajados y desaventajados.

Como se ha dicho, la alfabetización científica abarca muchos aspectos, desde el mero aprendizaje de contenidos al entendimiento de la manera de “hacer ciencia”. Como afirma De Boer (2000, p. 582) “la alfabetización científica es un concepto que abarca muchos temas significativos acerca de la educación, desarrollados a lo largo de la historia, que han cambiado en el tiempo”. Por esto las definiciones que se encuentran en los documentos oficiales de organismos como el NRC suelen ser amplias y genéricas. En el NSES se escribe (DeBoer, 2000, p. 590):

Alfabetización científica significa que una persona puede preguntar, encontrar o determinar respuestas a preguntas que derivan de la curiosidad acerca de las experiencias del día a día. Esto quiere decir que esta persona posee la habilidad de describir, explicar y predecir los fenómenos naturales. La alfabetización científica implica ser capaz de leer con entendimiento los artículos científicos en la prensa popular y involucrarse en conversaciones sociales acerca de la validez de las conclusiones. Alfabetización científica implica que una persona puede identificar asuntos científicos subyacentes a decisiones nacionales y locales y expresar opiniones científicamente y tecnológicamente actualizadas. Un ciudadano alfabetizado [científicamente] debería ser capaz de evaluar la calidad de la información científica en base a su fuente y los métodos usados para generarla. Alfabetización científica implica también la capacidad de proponer y evaluar discusiones basadas en evidencias y aplicar las conclusiones de estas discusiones adecuadamente.

El NRC justifica además el contenido de los estándares indicados en el NSES mediante cinco puntos clave que en conjunto niegan la educación de la ciencia como mero medio propedéutico para la realización de carreras científicas. Se afirma (DeBoer, 2000, p. 590):

a) Cada uno necesita usar la información científica en sus elecciones diarias; b) cada uno debe poder desenvolverse en debates públicos acerca de asuntos relativos a la ciencia y la tecnología; c) cada uno merece compartir la emoción y la realización personal que surgen tras el entendimiento y el aprendizaje del mundo natural; d) el entendimiento de la ciencia y de sus procesos contribuyen al desarrollo de habilidades como aprender, razonar, pensar creativamente, tomar decisiones y solucionar problemas, todas habilidades exigidas en cada vez más trabajos; e) ciudadanos (estadunidenses) capacitados son necesarios para mantener el ritmo de los mercados globales.

En el *panel report*, Ciencia para todos los Americanos, del Proyecto 2061 de la Asociación Americana para los Avances Científicos (AAAS), se define la scientific literacy como tener y usar el conocimiento científico, matemático y tecnológico para tomar importantes decisiones tanto personales como sociales (Eisenhart et al., 1996). Rutherford and Ahlgren escriben en el mismo documento (Eisenhart et al., 1996, p. 263):

La alfabetización científica, que incluye la matemática y la tecnología así como las ciencias naturales y sociales, tiene muchas facetas. Estas incluyen poseer familiaridad con el mundo natural y respetar su unidad; ser consciente de las maneras en que las matemáticas, la tecnología y las ciencias dependen uno de otro; entender algunos de los conceptos clave y los principios de la ciencia; tener la capacidad para pensar de una manera científica; saber que las ciencias, las matemáticas y la tecnología son empresas humanas; y saber esto qué implica con respecto a nuestras fuerzas y limitaciones; ser capaz de usar el conocimiento científico y la manera de pensar para propósitos personales y sociales.

Esta visión de la alfabetización científica fue respaldada de la Asociación Nacional de los Enseñantes en Ciencia (NSTA). Sin embargo, a pesar del acuerdo entre las definiciones de la AAAS, el NRC o la NSTA, no hay un consenso general sobre los estándares y los métodos de implementación de la alfabetización científica en la educación escolar (DeBoer, 2000; Eisenhart et al., 1996; Kolstø, 2001). Se critica principalmente el asumir que enseñar conceptos claves y métodos científicos de indagación a los estudiantes lleva necesariamente a la formación de una ciudadanía capaz de (y/o motivada en) participar en discusiones y debates sobre asuntos científicos (tecnológicos) (Eisenhart et al., 1996).

Una respuesta a los nuevos movimientos en el campo de la educación científica (CTS, movimiento de asuntos sociocientíficos (SSI), etc.), que niegan la visión de la educación científica como conjunto de concepto y contenidos, ha sido el programa PISA (Programa para

la Evaluación Internacional del Estudiante) creado por la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD) en 1997. Este programa propone un sistema de evaluación basado en el aprendizaje de la ciencia interpretado como el entendimiento y el uso de la ciencia en situaciones de la vida *real*, condicionadas por perspectivas sociales, políticas, económicas y éticas (Zeidler & Sadler, 2009). Según el programa PISA, la alfabetización científica se refiere a cuatro características que interesan un individuo (Bybee, McCrae, & Laurie, 2009, p. 866):

- Conocimiento científico y el uso de ello para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos, trazar conclusiones basadas en evidencias sobre asuntos relacionados con la ciencia.
- Entendimiento de las características distintivas de la ciencia como forma de conocimiento e indagación humanos.
- Conciencia de cómo la ciencia y la tecnología dan forma a nuestro entorno material, intelectual y cultural.
- Inclínación a comprometerse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas científicas, como ciudadano constructivo, preocupado y reflexivo.

A pesar del planteamiento innovador de PISA, muchas son las críticas que en los últimos años han surgido en contra de sistemas de evaluación global y de estándares, y a favor de una educación científica cercana al contexto donde se imparte. De Boer (2000) afirma que es evidente como la educación basada en estándares tiene el potencial de inhibir la autonomía y la creatividad en clase de los docentes y de los estudiantes. Kolstø (2001, p. 307-308) opina que:

Si a nuestros estudiantes no se tienen que enseñar temas (...) como hechos y teorías para su reproducción en exámenes, sino como ideas sobre que reflexionar, entonces [los estudiantes] deben trabajar sobre estos asuntos donde naturalmente ocurren. Esto implica que problemas controvertidos actuales deben ser tratados en la clase de ciencias.

Los límites de PISA se reconocen cuando se empieza a enfocar toda la enseñanza de la ciencia hacia el cumplimiento de objetivos basados en las evaluaciones del programa aunque se valoren: “los *contextos* en que las tareas se enmarcan, las *competencias* que los estudiantes necesitan aplicar, los dominios del *conocimiento* involucrado y las *actitudes* del estudiante” (Zeidler & Sadler, 2009, p. 914).

Tanto los estándares del NSES como aquellos del PISA nacieron como recursos para apoyar una reforma en la educación pero en muchos casos han sido traducido como un listado

de contenidos a cumplir, pasando a ser desde *puntos guías* a *plan de acción* (DeBoer, 2000; Zeidler & Sadler, 2009). Los profesionales de la educación ciertamente deben actuar según los más altos estándares de la propia profesión usando el tiempo disponible sabiamente y con productividad, eligiendo contenidos que despierten el interés de los estudiantes y los muevan hacia el alcance de objetivos razonables. Es justo que la población adquiera conocimientos sobre la ciencia que le permita vivir de manera inteligente y moverse en un mundo donde la ciencia y la tecnología tienen tanta importancia, pero la realidad es que el rango de estos conocimientos es enorme y querer restringirlo artificialmente resulta más negativo que positivo (DeBoer, 2000).

Así que, aunque existen estudios experimentales y proyectos acerca de cómo y qué aspectos de la alfabetización científica deben ser implementados en el currículo (Blanco-López, España-Ramos, González-García, & Franco-Mariscal, 2015; Millar, 2006), como afirma Acevedo Díaz (2004, p. 8):

Dependiendo de para qué se considere relevante la ciencia escolar, el significado que se dé a esta alfabetización podrá ser uno u otro y, como es lógico, la manera de entenderla tendrá fuertes repercusiones en la planificación, diseño y puesta en práctica del currículo de ciencias.

Sin la pretensión de cubrir todos los aspectos detallados por Hurd en su artículo de 1998, donde se define en qué consiste ser una persona científicamente alfabetizada, la acción extracurricular elaborada en el presente trabajo se limita a ser, en palabras de DeBoer (2000, p. 597), una propuesta para que “los estudiantes aprendan algo que le interese de manera que continúen estudiando ciencia, tanto formalmente como informalmente, en el futuro”.

Actividad extraescolar

Estudios experimentales han comprobado que la participación de los estudiantes en actividades extracurriculares favorece la permanencia en la escuela y los logros académicos así como otros aspectos que llevan a un positivo desarrollo durante la adolescencia y la temprana edad adulta (Eccles, Barber, Stone, & Hunt, 2003; Eccles & Templeton, 2002; Mahoney, 2000). Las actividades extracurriculares dan la oportunidad de involucrar a los estudiantes en tareas estimulantes que promuevan el aprendizaje de valiosas habilidades, la construcción de sólidas relaciones sociales con adultos (no pertenecientes a la familia) y con compañeros, así como el desarrollo y la confirmación de identidades positivas (Eccles et al., 2003). La participación en estas actividades, además, se ha visto que ayuda a la disminución del abandono escolar temprano, de fenómenos de *bullying* y violencia (Eccles & Templeton, 2002). Por otra parte, en

su estudio del 2000 sobre la participación en actividades extracurriculares, Mahoney concluyó que la disminución de comportamientos antisociales se ve afectada por la participación de la red social del individuo (familiares, amigos, etc.) en las actividades.

Según Eccles & Templeton (2002) las siguientes características del contexto soportan el positivo desarrollo juvenil:

- Herramientas adecuadas para la seguridad física y psicológica.
- Nivel adecuado de desarrollo de estructuras y supervisión por parte de adultos.
- Fuerte apoyo social por parte de adultos y compañeros.
- Estructuras y redes de inclusión social.
- Sólidas normas sociales de comportamiento.
- Experiencias de aprendizaje intencionalmente diseñadas para enseñar habilidades necesarias para actuar bien en instituciones sociales como la escuela y el mundo del trabajo.
- Prácticas motivacionales que soporten el dominio del origen de la propia motivación.
- Oportunidades para *hacer la diferencia* (ej. experimentar el liderazgo)

De cara al contexto de realización de las actividades extracurriculares, los museos de ciencia han sido reconocidos como recursos didácticos y espacios no formales donde se puede incentivar la alfabetización científica (Calvo & Stengler, 2004; Pérez & Moliní, 2004). Los museos son recursos que posibilitan la mejor adquisición por parte del alumnado de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales (Calvo & Stengler, 2004). En España hay aproximadamente una veintena de museos de ciencia de los cuales varios han optado por utilizar otra denominación (ej. "Casa de las Ciencias" en la Coruña, "Parque de las Ciencias" en Granada, etc.). Lo cierto es que, debido a los cambios que estos museos han experimentados en las últimas décadas, un término más acertado para referirnos a ellos es *museos interactivos*, donde se introduce la idea de interactividad, es decir "la posibilidad de manipular, tocar, experimentar o interactuar con determinados módulos o exhibiciones del museo para comprobar, realizar o visualizar un determinado fenómeno, principio o ley del mundo natural" (Pérez & Moliní, 2004, p.341).

Una de las funciones principales de un museo de ciencia es la *divulgación* entendida como la acción de dar a conocer de una forma fácil y accesible los avances en alguna de las ramas de la ciencia, de manera que (Pérez & Moliní, 2004, p.344):

los *no especialistas* puedan informarse y tengan una idea clara de la importancia de los adelantos científicos y tecnológicos, y de las consecuencias del uso, desuso o mal uso de esos conocimientos en la vida diaria. Así, el público estará en condiciones reales de tener una opinión fundamentada sobre tales aspectos.

La propia función de divulgación puede desglosarse en seis diferentes funciones: informativa, educativa, social, cultural, económica y político-ideológica (Pérez & Molini, 2004). En estas funciones encontramos reflejada, de alguna forma, la base de la alfabetización científica, en su sentido más amplio.

En base a otros estudios efectuados sobre el aprendizaje en los museos, Pérez y Molini (2004) concluyen que una actividad educativa desarrollada en un museo permite y estimula un aprendizaje que no se limita nunca al plano cognitivo sino que incluye los planos afectivo e imaginativo. Identifica además diferentes procesos de aprendizaje o, en sus palabras, *apropiación*:

- Estimulo de la imaginación, intuición, creatividad y emoción (activación del hemisferio derecho).
- Aprendizaje mediante el sentido de la vista. Proceso de síntesis (se percibe un objeto en su totalidad antes de analizar sus partes).
- Diversidad de los puntos de vista. “El conocimiento de un objeto no exige un orden preciso. Puede uno interrogarse sobre su forma, su utilidad, sus colores o su significado”.
- Desarrollo del sentido crítico. La lectura de un objeto puede diferir del sentido dado por el creador. Así que un *alumno-visitante* realiza un proceso de cuestionamiento-ensayo/error-nuevo cuestionamiento hasta encontrar respuestas, creíbles y coherentes.

Tras esta breve descripción del tipo de educación que puede realizarse en un museo, parece de gran interés y valor una acción extraescolar (o complementaria) que incluya la visita a un museo de ciencia, como la que se propone en este trabajo.

Marco normativo

En España, en términos generales, las actividades complementarias y extraescolares están definidas en el artículo 51 de la Ley Orgánica de Derecho a la Educación 8/1985 del 3 de julio (Jefatura del Estado, 1985) que las reconoce como un derecho del alumnado. A nivel de

comunidad autónoma, la normativa de referencia comprende el Decreto 200/1997, de 3 de septiembre (Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía, 1997), por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de los Institutos de Educación Secundaria, y la Orden de 14 de julio de 1998 (Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía, 1998), por la que se regulan las actividades complementarias y extraescolares y los servicios prestados por los Centros docentes públicos no universitarios. Según este último:

se consideran actividades complementarias las organizadas por los Centros durante el horario escolar, de acuerdo con su Proyecto Curricular, y que tienen un carácter diferenciado de las propiamente lectivas por el momento, espacios o recursos que utiliza (Art. 2.1)

y por otro lado

se consideran actividades extraescolares las encaminadas a potenciar la apertura del Centro a su entorno y a procurar la formación integral del alumnado en aspectos referidos a la ampliación de su horizonte cultural, la preparación para su inserción en la sociedad o el uso del tiempo libre. (Art. 3.1) . . . se realizarán fuera del horario lectivo, tendrán carácter voluntario para todos los alumnos y alumnas del Centro, y, en ningún caso, formarán parte del proceso de evaluación por el que pasa el alumnado para la superación de las distintas áreas o materias curriculares que integran los planes de estudio (Art. 3.2)

La programación de sendas actividades, complementarias y extraescolares, que se vayan a realizar a lo largo del curso, debe estar definida en el Plan Anual del Centro, en línea con los criterios indicados en el Proyecto Curricular. Según el Decreto 200/1997 (Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía, 1997), en los Institutos de Educación Secundaria, el Departamento de Actividades Complementarias y Extraescolares, como órgano de coordinación docente, promueve, coordina y organiza estas actividades. Sin embargo el Jefe de dicho departamento colaborará con los Jefes de los Departamento Didácticos, con la Junta de Delegados de Alumnos, las Asociaciones de Alumnos y Padres y con el representante del Ayuntamiento en el Consejo Escolar. Por otra parte el Vicedirector, siempre cuando exista esta figura en el centro, es responsable de promover la realización de actividades extraescolares en colaboración con el Ayuntamiento y otras instituciones del entorno.

En el Artículo 7 del decreto (Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía, 1997) se detalla la financiación de las actividades complementarias y extraescolares. Los recursos económicos pueden ser cantidades:

- que apruebe el Consejo Escolar procedentes de la asignación que el Centro recibe de la Consejería de Educación y Ciencia en concepto de gastos de funcionamiento.
- procedentes de los Presupuestos Generales de la Comunidad Autónoma que puedan asignarse a los Centros con carácter específico para estas actividades.
- procedentes de cualquier entidad pública o privada.
- aportadas por los usuarios.

En el presente trabajo se propone una acción extraescolar o complementaria (a realizar en el horario lectivo, en este caso) que incluye una visita al Parque de las Ciencias de Granada, pensada para los cursos de 3º y 4º de ESO, que podría implementarse en el Plan Anual. La temática de la propuesta se centra en la visión y la estructura del ojo, con referencias a la naturaleza de la luz (como parte del amplio tema de la función vital de relación, subtema de receptores y efectores) y a la biodiversidad, la adaptación, la selección natural y la evolución (contenidos de biología de 3º y 4º de ESO, Tabla 1, previstos por el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015a) en base a cuanto definido en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Jefatura del Estado, 2013)).

Competencias clave

En 1998, durante la Conferencia Mundial sobre Educación Superior en la sede de la UNESCO, se expresó la necesidad del aprendizaje permanente y la construcción de las competencias adecuadas para contribuir al desarrollo cultural, social y económico de la sociedad (Vázquez, 2001). En la nueva *sociedad de la información*, esta necesidad se revela urgente a partir de las etapas Primaria y Secundaria.

Según las nuevas teorías de cognición, por competencia se quiere indicar los *saberes de ejecución*: saber pensar, saber desempeñar, saber interpretar, saber actuar en diferentes escenarios. En educación, una competencia es una convergencia de (Vázquez, 2001):

- conocimientos de la disciplina, sociales y afectivos

Tabla 1. Contenidos indicados en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato

3º de ESO		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<i>Bloque 1. Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica.</i>		
La metodología científica. Características básicas	1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto preciso y adecuado a su nivel. 2. Buscar, seleccionar e interpretar la información de carácter científico y utilizar dicha información para formarse una opinión propia.	1.1. Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito. 2.1. Busca, selecciona e interpreta la información de carácter científico a partir de la utilización de diversas fuentes. 2.2. Transmite la información seleccionada de manera precisa utilizando diversos soportes. 2.3. Utiliza la información de carácter científico para formarse una opinión propia y argumentar sobre problemas relacionados.
<i>Bloque 3. La biodiversidad en el planeta Tierra</i>		
Funciones vitales: nutrición, relación y reproducción.	3. Describir las funciones comunes a todos los seres vivos,	3.1 Comprende y diferencia la importancia de cada función para el mantenimiento de la vida.
<i>Bloque 4. Las personas y la salud. Promoción de la salud</i>		
La función de relación. Órganos de los sentidos: estructura y función.	4. Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos.	4.2. Describe los procesos implicados en la función de relación, identificando el órgano o estructura responsable de cada proceso. 4.3. Clasifica distintos tipos de receptores sensoriales y los relaciona con los órganos de los sentidos en los cuales se encuentran.
4º de ESO		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<i>Bloque 1. La evolución de la vida</i>		
Teorías de la evolución. El hecho y los mecanismos de la evolución.	1. Comprender los mecanismos de la evolución destacando la importancia de la mutación y la selección.	1.1 Establece la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural.

- habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales y motoras
- valores, que representan el contexto en que las habilidades y la aplicación de los conocimientos se basan.

Según Perrenoud (2006, p. 5) la formación de competencias "exige una pequeña «revolución cultural» para pasar de una lógica de la enseñanza a una lógica de la capacitación (coaching) basada en un postulado bastante simple: las competencias se crean frente a situaciones que son complejas desde el principio". Por consecuencia, los profesores deben reconsiderar su manera de dar clase e, incluso, su identidad y sus competencias profesionales. El enfoque por competencias invita a los profesores a:

- considerar los saberes como recursos a movilizar
- trabajar regularmente a través de problemas
- crear o utilizar otros medios de enseñanza
- negociar y conducir proyectos con los alumnos
- adoptar una planificación flexible e indicativa, improvisar
- establecer y explicitar un nuevo contrato didáctico
- practicar una evaluación formadora, en situaciones de trabajo
- dirigirse hacia una menor separación disciplinaria.

Como se informa en el Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015b):

La Comisión Europea, en la Estrategia Europea 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, señala que los Estados miembros necesitarán "Mejorar los resultados educativos, abordando cada segmento (preescolar, primario, secundario, formación profesional y universitario) mediante un planteamiento integrado que recoja las competencias clave y tenga como fin reducir el abandono escolar y garantizar las competencias requeridas para proseguir la formación y el acceso al mercado laboral".

En el Real Decreto 1105/2014 (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015a, p. 172), las competencias vienen definidas como:

“capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos”

Y siguiendo las recomendaciones europeas, se identifican, para el sistema educativo Español no universitario, las siguientes competencias clave con el nombre de competencias básicas:

- Comunicación lingüística (C1).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (C2).
- Competencia digital (C3).
- Aprender a aprender (C4).
- Competencias sociales y cívicas (C5).
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (C6).
- Conciencia y expresiones culturales (C7).

A continuación se detallan, en la Tabla 2, las competencias relacionadas con las actividades previstas en cada etapa de la presente propuesta (ver secciones “Metodología y recursos”). Para una explicación más detallada de las competencias asociadas a las actividades se remite al apartado "Tareas".

Contenidos y Objetivos

La Tabla 1 recoge los contenidos y sus respectivos criterios de evaluación y estándares de aprendizaje definidos en el Real Decreto 1105/2014 (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015a) relativos a la presente propuesta. En la Tabla 3 se resumen los contenidos relacionados con las actividades más adelante descritas, desglosados en conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Los objetivos relacionados con la propuesta se pueden distinguir en generales de etapa (Educación Secundaria Obligatoria) (Tabla 4), descritos en el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007), objetivos específicos de la enseñanza de Ciencias de la Naturaleza (Tabla 5), también especificados en el Real Decreto 1631/2006, y objetivos didácticos (Tabla 6), propios de la acción extraescolar o complementaria propuesta.

Tabla 2. Competencias que se trabajan en cada actividad a realizar.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
<i>Etapa preparación</i>							
Actividad 1	X	X			X		
Actividad 2	X	X			X		
Actividad 3	X				X		
Actividad 4	X				X		
Actividad 5	X	X			X		
<i>Etapa realización</i>							
Actividad 1		X			X		
Actividad 2		X	X		X		
Actividad 3		X	X		X		
Actividad 4		X	X		X		X
Actividad 5	X	X			X		
Actividad 6		X	X	X	X		
Actividad 7	X	X			X		
Actividad 8		X			X		
Actividad 9	X	X			X		
<i>Etapa de prolongación</i>							
Actividad 1	X	X	X	X	X	X	X
Actividad 2	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 3. Contenidos relacionados con las tareas asignadas durante la actividad extracurricular.

Contenidos conceptuales	Contenidos procedimentales	Contenidos actitudinales
<ul style="list-style-type: none"> Anatomía del ojo y mecanismo de la visión. La visión como percepción: interpretación de los estímulos externos. La naturaleza de la luz. Lentes e ilusiones ópticas. Anomalías visuales. Estrategias de supervivencia y para el desarrollo de las funciones vitales basadas en aspectos ópticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Experimentación con la luz mediante prismas (lentes) y otros medios disponibles en el museo de las ciencias. Investigación sobre las estrategias de mimetismo/camuflaje recolectando datos relacionados con la naturaleza. Búsqueda de información a través de documentación escrita e internet. Formulación de preguntas a los expertos. Dibujo de una paradoja óptica. Construir un microscopio casero. 	<ul style="list-style-type: none"> Participación en la realización de las actividades de grupo, encomendadas tanto en clase como durante la visita del museo de las ciencias. Respecto de las observaciones y sugerencias de los componentes del grupo. Valoración de la participación en una visita a un museo de las ciencias. Reflexión sobre la naturaleza de la luz y su relación con los organismos vivos. Reflexión sobre el papel del conocimiento y el estado emocional del individuo durante la interpretación de un estímulo visivo.

Tabla 4. Objetivos de etapa

1. Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
2. Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
3. Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos.
4. Concebir el conocimiento científico como un saber integrado que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
5. Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
6. Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos.
7. Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

Tabla 5. Objetivos específicos de Ciencias de la Naturaleza

1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de las ciencias de la naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos tecnocientíficos y sus aplicaciones.
2. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.
3. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.
4. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas.
5. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente.
6. Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

Tabla 6. Objetivos didácticos

1.	Conocer la anatomía del ojo y el mecanismo de la visión.
2.	Reconocer el papel del sistema nervioso en el mecanismo de la visión, entendiendo la relación entre el estado del individuo y su estructura cognitiva y la interpretación de la información visual recibida.
3.	Conocer las funciones de las lentes y saber relacionarlas con las anomalías visuales de tipo refractivo.
4.	Aplicar el conocimiento del comportamiento de la luz para entender fenómenos naturales.
5.	Comprender el origen de las ilusiones ópticas y saber identificar algunos tipos.
6.	Obtener información sobre estrategias de supervivencia y de desarrollo de las funciones vitales mediante recolección de datos y su interpretación.
7.	Reflexionar sobre como los mecanismos de la evolución, principalmente la selección natural, llevan a la diversidad biológica.

Metodología y recursos

El presente trabajo ha sido elaborado en torno a la realización de una visita al Parque de las Ciencias de Granada, basando el recorrido en el tema de la luz y la visión enfocado principalmente a la anatomía y la percepción visual, las funciones vitales y la evolución. Siguiendo lo indicado por el Grupo de Investigación sobre la Educación y los Museos de la Universidad de Québec sobre la utilización de los museos con fines educativos, e ilustrado en el artículo de Pérez y Molinié (2004, p. 346), un modelo de uso del museo como recurso didáctico se basa en:

. . . un enfoque del objeto museográfico desde tres perspectivas (interrogación, observación y apropiación) articuladas en un proceso de investigación (formulación de cuestiones, recolección de datos, análisis y síntesis) que se realizan en tres etapas sucesivas (preparación, realización y prolongación) correspondientes a tres momentos distintos (antes, durante y después de la visita al museo) y en dos espacios (escuela y museo).

Por tanto, la metodología de la propuesta sigue los pasos indicados en la Figura 1.

MOMENTOS	ESPACIOS	ETAPAS	ENFOQUES	PROCESOS
Antes	Escuela	Preparación	Interrogación	Cuestionamiento del objeto
Durante	Museo	Realización	Recolección de datos y Análisis	Observación y manipulación del objeto
Después	Escuela	Prolongación	Análisis y síntesis	Apropiación del objeto

Figura 1. Preparación a la visita al museo (Fuente: Pérez y Molinié, 2004)

Como ya se ha indicado inicialmente, se implementó un acción piloto en el IES-Luis Bueno Crespo de Armilla, en los distintos grupos del curso 3º de ESO. Por cuestiones prácticas, no pudo aplicarse la metodología completa descrita en la Figura 1. No hubo la posibilidad de desarrollar íntegramente la etapa de preparación, al estar la visita al Parque de las Ciencias preestablecida en una fecha concreta muy cercana al comienzo del Practicum. En la propuesta definitiva, todas las etapas están contempladas, uniendo la escuela y el museo en el mismo proyecto pedagógico (Pérez & Molini, 2004).

En cada etapa, son necesarios diferentes recursos para el desarrollo de las tareas previstas (Tabla 7). Además de los listados en la Tabla 7, el mismo Parque de las Ciencias proporciona los recursos necesarios para la experiencia durante la visita.

Tabla 7. Materiales y recursos para cada tarea

Tarea	Espacio	Materiales/Recursos
Etapa de preparación		
1	escuela	gafas, vasos, cucharillas, aceite; pizarra
2	escuela	Pizarra digital o proyector
Etapa de realización		
1-5	Parque de las Ciencias	cámaras digitales; cuadernos de tareas
Etapa de prolongación		
1-2	escuela	ordenadores

Los recursos humanos, además de los expertos de cada área, sala o pabellón del parque, tienen que incluir uno o dos profesores para la etapa de preparación y prolongación y un profesor por grupo para la etapa de realización. El tiempo previsto es de 2 horas para la etapa de preparación, 4 horas para la visita al Parque de las Ciencias y 3 horas para la etapa de prolongación, constituyendo un total de 9 horas.

Tareas

Acción piloto

Características del centro y del alumnado

Como ya se ha dicho, la acción piloto se realizó en el IES-Luis Bueno Crespo. Concretamente se implementó una actividad complementaria, es decir, en el horario lectivo, que incluía la visita al Parque de las Ciencias de Granada y una fase de análisis y síntesis en clase.

El IES-Luis Bueno Crespo cuenta con un amplio edificio de tres plantas que, además de las aulas y las salas para los departamentos y los equipos directivo y administrativo, dispone de espacio

para varios laboratorios (de química y física, biología, informática y música), una biblioteca, un aula audiovisual y un salón de actos. Este centro, muy bien organizado, posee un equipo docente que realiza sus actividades coordinadamente junto al equipo directivo/administrativo y los ordenanzas. Las normas generales de convivencia y la planificación del horario de cada categoría permiten una buena gestión de las actividades desarrolladas por los/as alumnos/as y de los posibles problemas que surgen en el ámbito escolar. Los recursos, especialmente los tecnológicos, son numerosos y permiten el buen desarrollo de las clases y la realización de actividades en aula, a pesar del elevado número de alumnos/as por curso. Por otro lado, parte del presupuesto del centro está destinado a actividades extracurriculares, entre las cuales hay visitas guiadas, encuentros con científicos y profesionales y viajes de estudios.

Los/as alumnos/as de la ESO se muestran curiosos y participativos, abiertos al debate y a la crítica, y mediamente implicados en las actividades de clase. De cara a las potencialidades de aprendizaje, así como en el grado de implicación, se ha observado nivel medio del alumnado bastante alto.

Visita al Parque de las Ciencias de Granada

La visita al Parque de las Ciencias se preparó de manera que los estudiantes pudieran seguir un recorrido físico y lógico. Durante dicho recorrido, los estudiantes, en grupos de máximo cuatro personas, realizaron una serie de actividades que registraron en un cuaderno de tareas diseñado expresamente para la visita (Anexo 1). Al profesorado, por otro lado, se le proporcionó un cuaderno diferente con indicaciones acerca de los contenidos relacionados con las actividades (Anexo 2), de manera que pudieran servir de apoyo a los estudiantes.

En la Figura 2 se muestra un mapa del Parque de las Ciencias de Granada en que se ha dibujado el recorrido previsto. La visita empieza en el Pabellón del *Viaje al Cuerpo Humano*. Aquí los profesores introdujeron los conceptos de evolución y biodiversidad, deteniéndose cerca del panel situado a la entrada de la sala que muestra un árbol filogenético de la vida.

Seguidamente, gracias a la colaboración de los monitores, fue posible enseñar a los estudiantes una maqueta de un ojo. El propósito era que, mediante la manipulación de la maqueta, los/as alumnos/as pudieran distinguir bien las partes que estructuran el ojo y apuntar las que no estaban indicadas en el cuaderno (Tarea 1, Anexo 1). Una vez cumplimentada la primera actividad, los profesores pasaron a explicar el mecanismo de la visión.

A causa de problemas sobre los horarios de las actividades del propio Parque, concretamente la demostración del vuelo de aves rapaces, se tuvo que cambiar el orden de las etapas del recorrido, con ciertas consecuencias negativas sobre la perspectiva que se quiso dar a la visita. De la sala del cuerpo humano, donde se había profundizado en la anatomía del ojo, se hubiera tenido que seguir con la experimentación con la luz y el efecto que las lentes tienen sobre ella (Tarea 2). Esta temática, algo más compleja para los estudiantes, se pensó tratarla durante la primera hora de la visita, para que los/as alumnos/as tuviesen un grado de atención y motivación lo más alto posible.



Figura 2. Plano del Parque de las Ciencias de Granada. Los números indican las etapas del recorrido de la visita, trazado con la línea punteada (Adaptado de: <http://www.parqueciencias.com/parqueciencias/menus/informacion/index.html>).

La Tarea 2 se realizó en la sala de *Percepción* donde se dejó a los estudiantes explorar por sí mismos los módulos y, en particular, se les pidió detenerse en los módulos *Investiga con la luz* y *Mezclar dos cara*. En el primer módulo los estudiantes pudieron investigar los fenómenos de la luz mediante fuentes luminosas y prismas. En este caso, se incitó a la reflexión y la experimentación mediante las preguntas planteadas. En el segundo módulo, se propuso realizar una actividad del *Cuaderno para el alumnado* del libro *Descubre la ciencia en el Parque de las Ciencias* (Consortio Parque de la Ciencias, 2002), que se basa en trabajar algunas de las características que pueden considerarse propias de los métodos científicos (observación, formulación de una hipótesis, experimentación, análisis de datos, conclusión). Debido a los cambios comentados, la Tarea 2 pasó a ser la última. Como consecuencia de ello, probablemente, los estudiantes acusaron el cansancio y la respuesta positiva hacia la última actividad fue más bien escasa (ejemplos en Anexo 3).

Antes de la Tarea 3, realizada en la Sala Biosfera y en el Mariposario (etapas 3-4 en el mapa), se le pidió a los estudiantes que rellenaran una ficha donde debían indicar, a lado de las fotografías de algunas aves rapaces, si determinadas características eran propias o no de estas aves (Anexo 1). Esta actividad se propuso para mantener la atención del alumnado durante la demostración del vuelo de aves rapaces y para estimular su pensamiento lógico y su creatividad.

Con la tercera tarea se quiso incitar el alumnado a reflexionar sobre la diversidad biológica y sobre la adaptación de los seres vivos al ambiente. El propósito fue el de introducir el tema de la selección natural y la evolución, relacionándolo con el camuflaje y el mimetismo. Sin embargo, como la actividad se realizó solo con estudiantes de 3º de ESO, no se profundizó en la discusión sobre la adaptación durante la etapa de prolongación en clase.

La Tarea 4 incluyó el módulo *Rapaces en vuelo* cuyo personal, altamente cualificado, cautivó el interés de los/as alumnos/as acompañando la demostración con explicaciones detalladas. Por cuestiones de tiempo, los estudiantes no pudieron acercarse al taller para conversar con los expertos.

Tareas en clase

Después de la visita al Parque de las Ciencias pudo realizarse una fase de *prolongación*. Durante dos horas de clase en el horario lectivo se intentó afianzar los conceptos introducidos durante la visita, no pudiendo, sin embargo, profundizar en temas relacionados con la evolución que no estaban incluidos en la programación curricular de 3º de ESO.

En la primera hora se propusieron a los estudiantes unas preguntas sobre la naturaleza de la luz (fuente: <http://grupoorion.unex.es/udoptica.pdf>) seguidas de la realización de actividades acerca de ilusiones ópticas y estrategias de supervivencia (Anexo 4). La contestación a las preguntas requería que el alumnado fuese capaz de realizar razonamientos sobre la relación entre la luz y el entorno. Además, para las siguientes actividades, los estudiantes tuvieron que llevar a cabo una búsqueda de información en la red. Los resultados fueron muy satisfactorios, lográndose una alta participación y un elevado grado de desempeño por parte de los/as alumnos/as (ejemplos en Anexo 5).

Durante una segunda hora de clase se repasaron todos los conceptos, apoyándose en la proyección de una presentación (Anexo 6), es decir, usando una modalidad de enseñanza más tradicional, aunque se intentó incitar a la participación mediante preguntas y la proyección de un video (Canal de *volunteersimplicity*, 2009) sobre la atención y la experimentación con un microscopio casero.

Consideraciones

La acción piloto, aunque encontró un buen grado de satisfacción entre los estudiantes (ver Anexo 7), puso de manifiesto algunas dificultades en la realización de la visita al Parque de las

Ciencias relacionadas, en parte con la falta de una etapa de preparación, y en parte con las eventualidades que tuvieron lugar durante la propia visita. A causa de un retraso en la llegada al museo no se pudo dedicar el tiempo previsto a cada actividad. Esto conduce a pensar que, aunque la temporalización se planifique en base a visitas previas a la definitiva, tal y como se hizo, se tiene que tener en cuenta que cualquier problema, por pequeño que sea, puede descuadrar los tiempos previstos. En este sentido, es necesario planificar la visita con cierta flexibilidad, para evitar que leves contratiempos afecten demasiado a los resultados esperados.

Otro problema encontrado durante la visita fue la dispersión que en algunos momentos se produjo. Los parques científicos tienen muchos atractivos y, debido a su carácter interactivo, los chicos/as fácilmente enfocan la atención hacia módulos u objetos diferentes de los previstos. Un método para mantener alto el interés en las actividades propuestas se describe a continuación (en el apartado *Etapas de realización*). Esto podría, en parte, evitar problemas relativos a la temporalización ya que se optimizaría la duración de cada tarea.

Etapas de preparación

Como se indica en la Figura 1, la etapa de preparación prevé una fase de *interrogación*. El propósito es despertar la curiosidad de los/as alumnos/as y concentrar su interés en las cuestiones que se irán luego tratando durante la visita. Desde esta etapa, la clase se va a dividir en pequeños grupos (máximo de tres personas), que permanecerán iguales durante y después de la visita al parque.

Tarea 1.

Actividad 1. ¿Por qué se distorsiona la imagen si me pongo/no me pongo gafas? ¿Por qué los astigmáticos, miopes o hipermétropes no usan las mismas gafas?

Descripción: se introduce el tema de la naturaleza de la luz y de la visión mediante “preguntas generadoras”. Se ponen a disposición de los estudiantes gafas con lentes de diferente tipo (lentes convergentes para miopía, lentes con potencia variable para astigmatismo, lentes divergentes para hipermetropía) que pueden ir probando intentando enfocar un objeto en concreto. Los pequeños grupos deberán dar respuesta a las cuestiones puestas. Las respuestas se compartirán con la clase (escribiéndolas en una pizarra, digital o tradicional) y cada grupo deberá votar la que le parezca mejor. Finalmente se enseñará una imagen con una explicación gráfica de las anomalías visuales refractivas y la visión normal sin anomalías refractivas (Figura 3), que el grupo que se ha acercado más a la respuesta correcta deberá interpretar y explicar al resto de la clase.

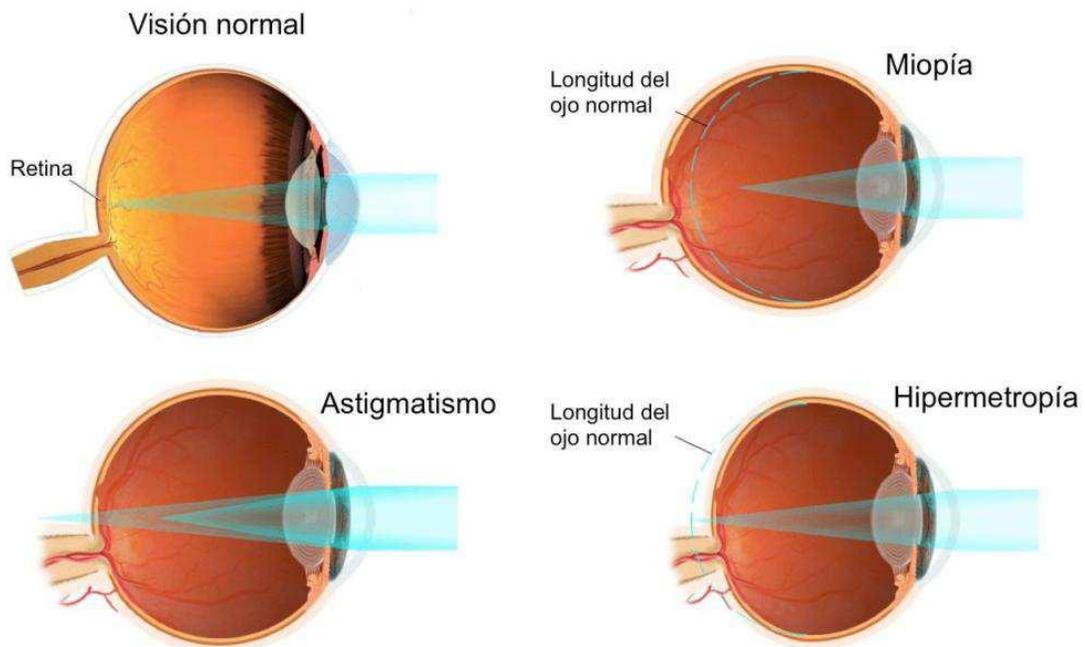


Figura 3. Dibujo explicativo de la visión normal sin anomalías refractivas y de las anomalías visuales de tipo refractivo. (Fuente: <http://centrocirurgiaocular.com/portfolio-items/defectos-refractivos-miopia-hipermetropia-astigmatismo-y-vista-cansada/>)

Actividad 2. *Poner en un vaso de agua una cucharilla. ¿Qué está pasando? Seguidamente verter delicadamente aceite encima del agua y volver a poner la misma cucharilla. ¿Qué ha cambiado?*

Descripción: a través de la experimentación los/as alumnos/as empiezan a investigar el comportamiento de la luz y su relación con los objetos. Se introduce el concepto de refracción para que los estudiantes profundicen el tema de la naturaleza de la luz y entiendan que más factores, como el medio que la luz atraviesa, determinan la imagen final que el ojo recibe.

Actividad 3. *¿Las fotos de la imagen son de la misma flor? Si es la misma flor, ¿por qué se ve de colores diferentes?* (Figura 4)

Descripción: en las imágenes de la Figura 4 se muestran las fotografías de una flor así como la vería un ser humano (izquierda) y como la vería una abeja (derecha). Igual que en la Actividad 1 los grupos contestan a las preguntas y las respuestas se comparten con la clase para su votación. Si ninguno de los grupos acierta las respuestas se desvelará que se trata de la visión de otro animal, por ejemplo:

- Perro

- Serpiente
- Abeja

Los grupos que contesten correctamente comunicaran sus razones.

El propósito de esta actividad es hacer que los estudiantes entiendan que algunas características físicas de los seres vivos son extremadamente funcionales. Mostrando la relación que existe entre la luz y las funciones vitales de los animales se introduce el tema de la adaptación evolutiva.

Tarea 2

Actividad 4. *¿Qué está haciendo el macho de ave del paraíso?*

Descripción: se muestra en clase un video sobre las aves del paraíso durante época de apareamiento (YatFu, 2007). El macho comba las plumas enseñando unos círculos y una franja muy grande y brillante. Una vez más, se pide a los grupos que den su opinión, explicando luego que lo que acaban de ver es una estrategia de apareamiento.



Figura 4. Visión de una flor humana (izquierda) y de una abeja (derecha). (Fuente: <http://resolviendolaincognita.blogspot.com.es/2011/11/las-flores-tienen-disenos-que-no-todos.html>)

Actividad 5. *¿Quién sobrevivirá con más probabilidad entre las dos mariposas del abedul?*

¿Por qué? (Figura 5)

Descripción: se muestra en clase una foto de dos ejemplares de mariposa del abedul, el claro y el oscuro (melánica, luego llamada *Carbonaria*), que han sido caso de estudio durante el siglo XIX. Con la respuesta a la pregunta se pretende dar la clave para el entendimiento del mecanismo de selección natural como mecanismo fundamental en la evolución de una especie.



Figura 5. Ejemplares de mariposa del abedul. (Fuente: http://www.scilogs.com/a_mad_hemorrhage/adaptation-in-complex-systems/)

Competencias trabajadas

Con las tareas 1 y 2 se prevé trabajar sobre las competencias:

- Básicas en ciencia y tecnología
Actividad 1 y 2. Los estudiantes manejan objetos cotidianos que deberán mirar bajo un punto de vista crítico y analizar utilizando como base su conocimiento científico.
Actividad 5. La pregunta formulada induce el alumnado a retomar sus conocimientos de biología y aplicar la lógica, siempre con una base científica, para encontrar una respuesta.
- De comunicación lingüística. Desarrollar esta competencia es necesario para que el trabajo sea efectivo dentro de cada grupo, entre los grupos y entre los grupos y el docente.

- Sociales y cívicas. Se empieza desde el principio a trabajar en grupos lo cual implica el desarrollo de habilidades sociales.

Etapa de realización

Tal y como se ha indicado, para hacerla más atractiva y favorecer con ella el desarrollo de capacidades científicas, la acción se plantea como un juego. Concretamente, se trata de un juego de competición que toma el nombre de *Gymkana de la ciencia: la luz y la visión*. El recorrido propuesto es el mismo de la acción piloto (Figura 1), pero esta vez los grupos deben realizar las actividades en el menor tiempo posible para pasar a la siguiente etapa donde se le dan nuevas indicaciones acerca de las tareas, y así en cada etapa.

Inicio

A la entrada del parque se proporciona información a los grupos acerca de los pasos a seguir y se les entrega la primera hoja de actividades. Todas las hojas, a entregar durante la visita al término de cada etapa, se evaluarán luego para comprobar que se hayan alcanzado los objetivos previstos. Además, se pide a los grupos que tomen fotografías durante el recorrido con las cuales luego, en la etapa de prolongación, deben montar un cuaderno con la síntesis de la *Gymkana*.

Tarea 1. Anatomía del ojo y mecanismo de la visión

Actividad 1. Para visualizar bien la anatomía del ojo se pide a los grupos que monten una maqueta. Para ello, se les proporcionan los nombres de las partes más relevantes del ojo escritas en pequeños trozos de papel. Los grupos deben encontrar la maqueta del ojo (desmontada) en la sala *Viaje al Cuerpo Humano* y, siguiendo el esquema de la Figura 6, montarla y pegar los papeles con los nombres correspondientes a cada elemento anatómico. A continuación, deben dibujar la imagen de la silla como es proyectada en la retina y como llega al cerebro (Figura 7).

Actividad 2. En el módulo de genética los grupos podrán *jugar* con la genética mediante un software que prevé el color de ojos de un individuo a partir del de los padres. Allí se le pregunta cuál es según ellos la “sustancia” que hace que un ojo sea más claro o más oscuro. Los grupos que acierten tendrán ventaja en la Tarea 4.

Antes de abandonar la sala, cada grupo deberá acercarse al panel del árbol filogenético universal y buscar el dominio al que pertenece la especie humana. Esto sirve para introducir el concepto de biodiversidad.

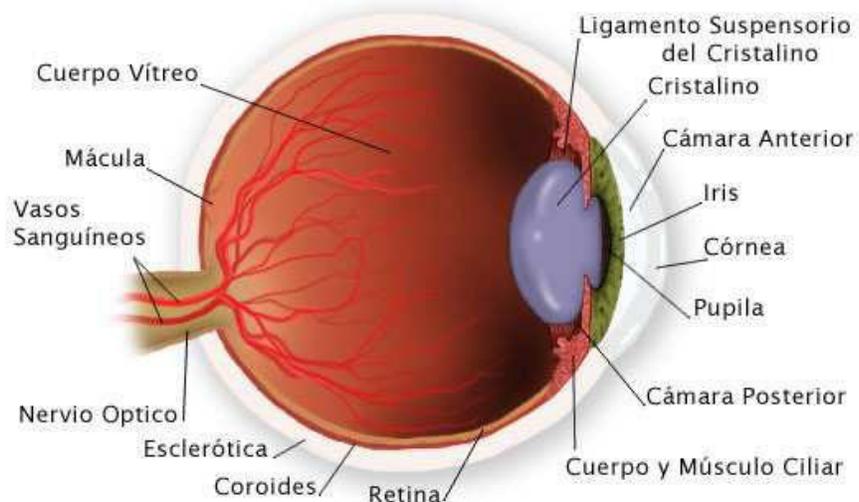


Figura 6. Anatomía del ojo. (Fuente: http://www.ocularlasercenter.com.pe/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=27)

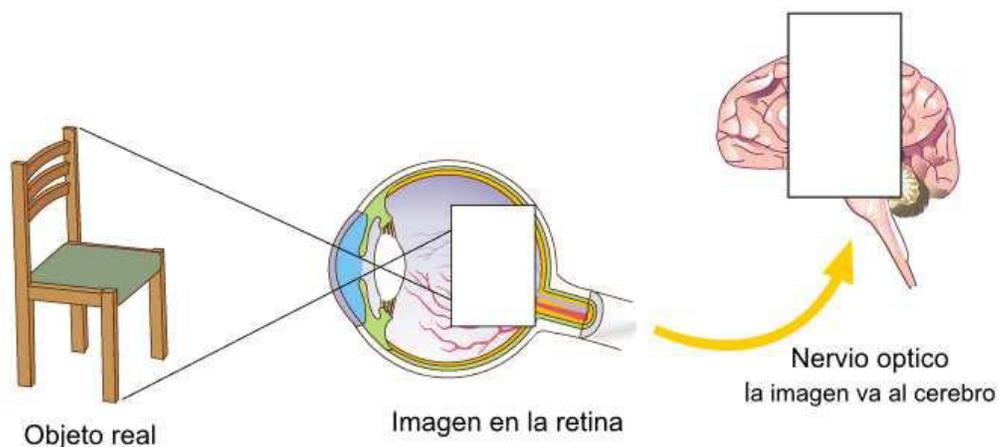


Figura 7. Mecanismo de la visión. (Fuente: <http://nuestroblogadtmelchor.blogspot.com.es/2015/03/el-ojo-humano-y-sus-partes.html>)

Tarea 2. Lentes e ilusiones ópticas

Actividad 3. Para entender bien el mecanismo de la visión, los grupos deben buscar en la sala *Percepción* una lente convexa y documentar, mediante fotografía, lo que le ocurre a los rayos luminosos cuando atraviesan esa lente. Se les proporciona un dibujo de la proyección de la imagen en una pantalla (Figura 8) para que puedan entender el paralelismo existente entre una lente biconvexa y el cristalino. Deberán indicar en el mismo dibujo qué elementos del ojo tienen la misma función que la lente y de la pantalla.

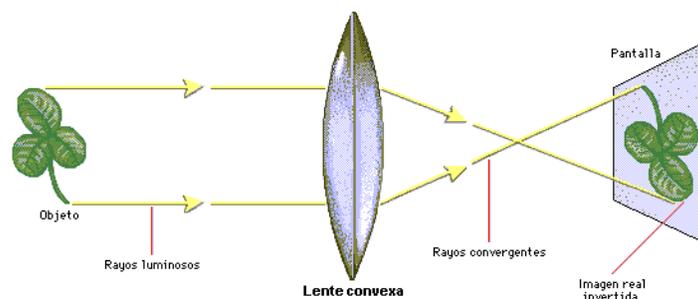


Figura 8. Proyección de la imagen de un objeto, similar a lo que ocurre en el proceso óptico de la visión consistente en la formación de la imagen de los objetos en la retina. (Fuente: <http://fisica.laguia2000.com/general/tipos-de-lentes>)

Actividad 4. En la sala *Percepción* hay muchos ejemplos de paradoja óptica. Esta actividad consiste en identificar tres de las paradojas, documentarlas con fotografías y apuntar lo que cada uno de los componentes del grupo ha experimentado.

Actividad 5. Esta actividad se mantiene como en la acción piloto, tal y como se indica en el cuaderno del alumno del mismo Parque de las Ciencias (Consortio Parque de las Ciencias, 2002), donde aparece como *Mezclar dos caras* (Anexo 1). Además de profundizar en la relación entre la visión y los fenómenos de la luz, esta actividad, como se ha dicho anteriormente, permite trabajar algunas de las características propias de los métodos científicos.

Tarea 3. Estrategias de supervivencia. Sala Biosfera

Actividad 6. Como en la acción piloto, cada grupo elige dos animales (o plantas) que encuentre en la sala *Biosfera* y rellena la ficha indicando la forma o el color correspondiente al hábitat y la estrategia de supervivencia usada (Anexo 1). Además se pide de buscar, en los módulos *El clima modifica el paisaje* y *Biodiversidad: millones de especies*, información detallada de las especies elegidas y de las características de su hábitat.

Actividad 7. Entre las especies presentadas en la sala *Biosfera*, los grupos deben elegir una especie animal con una visión diferente de la humana, explicar en qué consiste la diferencia y dar una posible razón de dicha diferencia.

Tarea 4. Mimetismo. Mariposario

Actividad 8. Como en el acción piloto, los grupos deben buscar las especies de mariposa (en sus diferentes estados) que se están mimetizando o camuflando (Anexo 1). Los grupos que en la Tarea 1 hayan conseguido encontrar la respuesta a la pregunta formulada recibirán ayuda acerca de los lugares donde buscar las especies. Es importante subrayar que, una vez encontradas las

mariposas, los grupos tendrán que preguntar al experto y acercarse al laboratorio del mariposario para completar la ficha.

Tarea 5. Vuelo de los rapaces. Fin de la visita.

El grupo que llegue antes al taller de aves rapaces será el ganador. Es importante notar que, independientemente de quien sea el primer grupo en terminar las actividades, hay un límite de tiempo fijado por el horario de la demostración.

Actividad 9. Antes de la demostración, cada grupo rellenará la ficha sobre aves rapaces (Anexo 1), que durante la demostración deberá ir comprobando para identificar los errores y los aciertos. Terminada la demostración, se propone una fase dedicada a la conversación con los expertos que estén atendiendo el taller de aves rapaces. Los grupos formularan preguntas a los expertos acerca del vuelo, las características físicas de los rapaces y su relación con la vista. Toda la información recogida será resumida posteriormente durante la fase de prolongación.

Competencias trabajadas

Las competencias trabajadas durante las actividades de la etapa de realización son:

- Básicas en ciencia y tecnología. Aunque a diferentes niveles, en todas las actividades el alumnado debe recurrir a sus conocimientos científicos conceptuales, procedimentales y actitudinales (como los relacionados con metodologías científicas y sus implicaciones), para resolver los problemas propuestos y desarrollar las actividades asignadas. En algunos casos, especialmente en la Tarea 2, la competencia básica en tecnología también se desarrolla. Por ejemplo, el uso de objetos de la vida cotidiana, como las lentes, se deriva de la aplicación de los conceptos relacionados con la naturaleza de la luz y la anatomía del ojo.
- De comunicación lingüística. Esta competencia se desarrolla a lo largo de la secuencia de actividades, pues en todo momento los/as alumno/as deben expresar sus ideas para interactuar entre ellos o con los expertos (Actividades 8 y 9).
- Competencia digital. Durante las Actividades 2, 3, 4 y 6 los estudiantes desarrollan sus habilidades con las TIC, bien para buscar información (mediante software y paneles interactivos) o bien para generar información, como en el caso del uso de foto-cámaras.

- Aprender a aprender. Esta competencia, de alguna forma, es intrínseca en la acción extra-curricular ya que los grupos trabajan para conseguir un objetivo común, aunque las actividades están dirigidas. Donde esta competencia se desarrolla más es en la Actividad 6, durante la cual cada grupo debe organizar el trabajo de búsqueda y selección de la información.
- Sociales y cívicas. Siendo todas las tareas realizadas en grupo, en todas las actividades el alumnado debe aplicar sus habilidades sociales y de convivencia. Un incentivo, además, es la organización de las tareas en una Gymkana, lo cual impulsa a cada alumno/a a colaborar con los demás para alcanzar un mismo objetivo final.
- Conciencia y expresiones culturales. Durante la Actividad 4 los/as alumno/as apreciarán las creaciones artísticas basadas en los principios físicos.

Etapa de prolongación

La etapa de prolongación, como se indica en la Figura 1, es una fase de análisis y síntesis. A diferencia de la acción piloto, las tareas propuestas para la acción extra-curricular definitiva intentan ser más atractivas e involucrar a los/as alumnos/as de forma más activa, directa y creativa.

Tarea 1.

Actividad 1. Cada grupo debe elaborar un *cuaderno de síntesis* cuya estructura se deja libre, pidiendo solo que:

- en los grupos se fije el papel de cada persona (recopilador de la información escrita, recopilador de las imágenes, escritor, etc.)
- haya información sobre cada una de las etapas de la visita al Parque
- se concluya con una hoja de preguntas y dudas
- la portada incluya o se inspire en la obra de algún pintor, escultor o artista en general que use la paradoja o la ilusión óptica.

Tarea 2.

Actividad 2. Se comparten con la clase las dudas y preguntas surgidas. En cada turno se lee lo apuntado en la última hoja del cuaderno de síntesis. Cada persona es libre de contestar o discutir acerca de las preguntas y dudas. Finalmente cada alumno/a y grupo completará las rúbricas de auto-evaluación (ver apartado Evaluación).

Competencias trabajadas

Durante la etapa de prolongación se trabajan en diferente medida todas las competencias, incluido el "sentido de iniciativa y espíritu emprendedor". De hecho, la creación libre de un cuaderno de síntesis y su sucesiva discusión necesita de todas las competencias para que el resultado final demuestre la efectividad del aprendizaje construido durante la acción extra-curricular.

Evaluación

Debido a la propia naturaleza de la actividad extra-curricular, los métodos tradicionales no parecen adecuados para una evaluación objetiva y fácil de implementar. Según Allen & Tanner (2006), en caso de una enseñanza en equipo para un único curso o de un curso dividido en más secciones, la rúbrica puede ser usada para que los estándares usados sean explícitos entre las partes involucradas en el trabajo. Del mismo modo, una actividad extracurricular, en la que participa un grupo de docentes y diferentes grupos de estudiantes, puede ser evaluada mediante una rúbrica que resulta especialmente útil cuando los estudiantes se encuentran delante una nueva tipología de trabajo (Allen & Tanner, 2006).

Las rubricas son "tablas que desglosan los niveles de desempeño de los estudiantes en un aspecto determinado, con criterios específicos sobre rendimiento" (Gatica-Lara & Uribarren-Berrueta, 2013, p. 61); son instrumentos que permiten identificar claramente los objetivos curriculares y la relevancia de los contenidos. En el presente trabajo se elaboró una rúbrica de tipo analítico donde se especifican los criterios de evaluación, las expectativas por cada nivel de desempeño y la puntuación por cada actividad o grupo de actividades realizadas (Tabla 8). Durante la realización de cada actividad, los profesores completarán la parte correspondiente en la rúbrica. En la Etapa de preparación no se prevé la realización de una evaluación, por ser una fase preparatoria a la actividad extra-escolar propiamente dicha.

Además de la rúbrica para la evaluación por parte de los docentes, se prevé la aplicación de otros instrumentos (una escala de valoración y una lista de control) para la evaluación del grupo por parte de los/as propios/as alumnos/as. Por un lado, cada miembro del grupo tendrá que evaluar individualmente su propio trabajo (autoevaluación) y el de los compañeros (coevaluación o evaluación entre iguales). Además, por otro lado, cada grupo hará una evaluación colectiva de su trabajo (Tablas 9 y 10). La autoevaluación se considera muy beneficiosa, representando un momento de reflexión del estudiante acerca de su actitud y desempeño durante las actividades desarrolladas. Además, la otra modalidad de evaluación participativa introducida, la coevaluación, también se

encuentra sumamente valiosa por ser un ejercicio de madurez que requiere un mayor grado de implicación por parte del alumnado, que se ve en la obligación de asumir el rol de evaluador desde la rigurosidad y la responsabilidad.

Tabla 8. Rubrica de evaluación. Las calificaciones de las etapas de realización y prolongación son sobre 10 y 4, respectivamente. La nota sobre 4 se convertirá a la escala 0-10 para poder hacer el promedio y obtener una única nota sobre 10. Los puntos extra, que sumando dan como máximo un punto, pueden subir la nota o determinar la obtención de una matrícula de honor.

<i>Etapa realización</i>				
Grupo	Criterio	0.5 puntos	0.25 puntos	0 puntos
Actividades 1 y 2	Conocimiento de la anatomía del ojo	Monta con rapidez y facilidad la maqueta	Monta con alguna dificultad la maqueta	No monta la maqueta
	Conocimiento de las funciones de las lentes y comprensión del mecanismo de la visión	Dibuja correctamente la proyección del objeto en la retina y la imagen del objeto en el cerebro	Dibuja correctamente la proyección del objeto en la retina pero no la imagen del objeto en el cerebro (o viceversa)	No dibuja tanto la proyección como la imagen del objeto
	Utilizo de fuentes tecnológicas para obtener información científica	Utiliza fácilmente el software de genética	Utiliza con algunas dificultades el software de genética	No sabe utilizar el software de genética
Actividades 3 y 4	Conocimiento los tipos de lentes y sus funciones	Identifica con facilidad la lente convexa y documenta con detalle los fenómenos observados	Identifica con dificultad la lente convexa y no documenta con detalle los fenómenos observados	No identifica la lente convexa.
	Comprensión del mecanismo de la visión mediante la aplicación de los conceptos relacionados con el comportamiento de la luz	Identifica fácilmente los elementos anatómicos asociados a la imagen	Identifica con dificultad los elementos anatómicos asociados a la imagen	No identifica los elementos anatómicos asociados a la imagen
	Comprensión del origen de las ilusiones ópticas	Documenta y aporta comentarios de forma completa acerca de las paradojas ópticas	Documenta y aporta comentarios de forma incompleta acerca de las paradojas ópticas	No documenta y no aporta comentarios acerca de las paradojas ópticas
	Adopción de actitudes críticas en el análisis de cuestiones científicas	Analiza críticamente las cuestiones propuestas	Analiza no muy críticamente las cuestiones propuestas	No analiza críticamente las cuestiones propuestas

Actividad 5	Comprensión del problema propuesto	Comprende fácilmente el tipo de actividad y su desarrollo	Comprende con dificultad el tipo de actividad y su desarrollo	No comprende el tipo de actividad y su desarrollo
	Adopción de actitudes críticas en el análisis de cuestiones científicas	Elabora de forma crítica la hipótesis del problema propuesto	Elabora de forma no muy crítica la hipótesis del problema propuesto	No elabora de forma crítica la hipótesis del problema propuesto
	Utilizo de métodos científicos y conceptos relacionados a la naturaleza de la luz para interpretar fenómenos naturales	Responde correctamente a las cuestiones propuestas	Responde correctamente solo a parte de las cuestiones propuestas	No responde a las cuestiones propuestas
	Utilizo adecuado del lenguaje oral y escrito para expresar mensajes con contenido científico	Utiliza un lenguaje oral (entre el grupo) y escrito apropiado	Utiliza un lenguaje oral (entre el grupo) y escrito suficientemente apropiado	Utiliza un lenguaje oral (entre el grupo) y escrito no apropiado
Actividad 6	Comprensión del concepto de estrategia de supervivencia	Identifica y explica correctamente la estrategia usada por la especie elegida	Identifica pero no explica correctamente la estrategia usada por la especie elegida	No identifica la estrategia usada por la especie elegida
	Obtención de información sobre estrategias de supervivencia y de desarrollo de las funciones vitales mediante recolección de datos	Recoleta información adecuada y exhaustiva demostrando un alta habilidad en el uso de los medios de información	Recoleta información bastante adecuada y exhaustiva demostrando una buena habilidad en el uso de los medios de información	Recoleta información poco adecuada y exhaustiva demostrando una escasa habilidad en el uso de los medios de información
	Adopción de actitudes críticas en el análisis de cuestiones científicas	Analiza e interpreta críticamente las informaciones recogidas	Analiza e interpreta con baja actitud crítica las informaciones recogidas	No analiza o interpreta críticamente las informaciones recogidas
	Utilizo adecuado del lenguaje oral y escrito para expresar mensajes con contenido científico	Utiliza un lenguaje oral (entre el grupo) y escrito apropiado	Utiliza un lenguaje oral (entre el grupo) y escrito suficientemente apropiado	Utiliza un lenguaje oral (entre el grupo) y escrito no apropiado
Actividad 7	Conocimiento de los distintos	Identifica y explica correctamente las	Identifica pero no explica	No identifica las diferencias en el

	elemento anatómicos del ojo	diferencias en el sistema visivo humano y de otra especie	correctamente las diferencias en el sistema visivo humano y de otra especie	sistema visivo humano y de otra especie
	Comprensión de los mecanismos evolutivos	Justifica las diferencias entre el sistema visivo humano y de otra especie utilizando los conceptos bases de la evolución de las especies	Justifica las diferencias entre el sistema visivo humano y de otra especie no utilizando muy adecuadamente los conceptos bases de la evolución de las especies	No justifica las diferencias entre el sistema visivo humano y de otra especie
Actividades 8 y 9	Adopción de actitudes críticas en el análisis de cuestiones científicas	Identifica todas las especies de mariposa que utilizan estrategias de supervivencia explicando correctamente las estrategias usadas	Identifica parte de las especies de mariposa que utilizan estrategias de supervivencia y no explica, o solo en parte, las estrategias usadas	No identifica ninguna especie de mariposa que utiliza estrategias de supervivencia
	Toma de confianza en sí mismo, comprensión de los conceptos adquiridos, aptitud crítica y espíritu de iniciativa	Participa al debate con los expertos de forma activa y constructiva	Participa al debate con los expertos de forma poco activa y constructiva	No participa al debate con los expertos
	Utilizo adecuado del lenguaje oral y escrito para expresar mensajes con contenido científico	Utiliza un lenguaje oral (entre pares y con los expertos) y escrito apropiado	Utiliza un lenguaje oral (entre pares y con los expertos) y escrito suficientemente apropiado	Utiliza un lenguaje oral (entre pares y con los expertos) y escrito no apropiado
<i>Etapa de prolongación</i>				
Grupo	Criterio	1 punto	0.5 punto	0 punto
Actividades 1 y 2	Adopción de actitudes críticas en el análisis de cuestiones científicas y aplicación de métodos científicos	Elabora el cuaderno de síntesis de forma completa, ilustrando todas las etapas de la actividad, y organizada	Elabora el cuaderno de síntesis de forma completa pero poco organizada o incompleta aunque organizada	No elabora el cuaderno de síntesis

	Capacidad de trabajar en equipo	Respecta los papeles asignados a cada componente del grupo	Respecta con alguna dificultad los papeles asignados a cada componente del grupo	No respeta los papeles asignados a cada componente del grupo
	Apreciación de la interdisciplinariedad de los saberes	Elabora el cuaderno de síntesis de forma muy creativa y original	Elabora el cuaderno de síntesis de forma bastante creativa y original	Elabora el cuaderno de síntesis de forma muy poco creativa y original
	Capacidad de debatir sobre cuestiones científicas	Participa de forma muy activa, crítica y ordenada al debate de clase	Participa de forma bastante activa, crítica y ordenada al debate de clase	No participa al debate de clase
<i>Puntos extra</i>				
Grupo	Criterio	0.3 punto	0.15 punto	0 punto
Todas las actividades	Participación responsable en las actividades	El grupo participa responsablemente en las actividades	Solo parte del grupo participa responsablemente en las actividades	El grupo no participa responsablemente en las actividades
	Cooperación entre los miembros del grupo	El grupo adopta actitudes de tolerancia, solidaridad y cooperación	Solo parte del grupo adopta actitudes de tolerancia, solidaridad y cooperación	El grupo no adopta actitudes de tolerancia, solidaridad y cooperación
	Espíritu de iniciativa	El grupo toma iniciativa y planifica bien las actividades	Solo parte del grupo toma iniciativa y planifica bien las actividades	El grupo no toma iniciativa y no planifica bien las actividades
Grupo ganador de la Gymkana		0.1 punto		

Tabla 9. Escala de valoración para la autoevaluación y la coevaluación de los miembros del grupo (a realizar individualmente por cada estudiante). Adaptada de: <http://www.dailyteachingtools.com/cooperative-learning-evaluate.html>

Nombre	Escribe el nombre de tus compañeros de grupo. Asigna un valor a ti mismo y a tus compañeros en cada criterio.				
Grupo	Valores: 4 = sobresaliente, 3 = notable, 2 = suficiente, 1 = insuficiente				
Criterio	Yo	Compañero 1	Compañero 2	Compañero 3	Compañero 4
Participación en las discusiones de grupo					
Ayuda en la realización de las actividades de grupo					
Contribución con ideas útiles					
Contribución con preguntas a los expertos					
Calidad del trabajo realizado					
Promedio					

Tabla 10. Lista de control para la autoevaluación del grupo (a realizar grupalmente). Adaptada de: <http://www.dailyteachingtools.com/cooperative-learning-evaluate.html>

Miembros del grupo		
Terminamos las actividades en tiempo y hicimos un buen trabajo	SÍ	NO
Realizamos las actividades trabajado cooperativamente y animando-nos los unos con los otros	SÍ	NO
Organizamos el trabajo de cada actividad de forma ordenada y eficiente	SÍ	NO
Hemos conversado civilmente, compartido cada uno sus ideas y escuchado y evaluado las ideas de los demás	SÍ	NO
Lo que mejor hicimos fue		
La próxima vez podríamos mejorar en		

Reflexión final

Con motivo del año Internacional de la Luz, empresas, centros de investigación y centros educativos han programado actividades de divulgación científica que tienen como objetivo principal incrementar el conocimiento de la sociedad acerca de los conceptos básicos de la ciencia y las tecnologías relacionadas con la luz. Entre las muchas propuestas se encuentra la iniciativa de colaboración puesta en marcha por profesores de la Universidad de Granada pertenecientes a los Departamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Óptica, en la que se enmarca el presente Trabajo de Fin de Máster.

Tomando en cuenta la discusión todavía muy de actualidad sobre el significado de alfabetización científica, la propuesta de acción extra-curricular (o complementaria) elaborada en

este trabajo, en línea con una definición más amplia de alfabetización científica, intenta ser una alternativa a la tradicional forma de enseñanza con el propósito de despertar curiosidad hacia la ciencia y desarrollar la habilidad de pensar científicamente.

Reconociendo el valor de los parques y museos científicos, la propuesta de acción extra-curricular prevé, específicamente, una visita al Parque de las Ciencias de Granada. La calidad de este museo interactivo y los resultados obtenidos de la acción piloto realizada en el mismo respaldan la elección tomada para la elaboración de este TFM.

La acción extra-curricular ha sido pensada en forma de *Gymkana* para motivar el alumnado e incitar a la colaboración dentro de los grupos de trabajo. Prevé una etapa de preparación y otra de prolongación, antes y después de la realización de la visita, respectivamente. Los resultados preliminares obtenidos gracias a la acción piloto ponen de manifiesto la importancia de una etapa de preparación bien desarrollada. Por otro lado, a diferencia de la acción piloto tras la cual no hubo evaluación, la evaluación de las actividades de la acción extra-curricular requiere una inversión adicional en términos de recursos humanos. Para limitar el número de profesores, se ha elaborado una rúbrica como herramienta de facilitación a la hora de la evaluación continua de los grupos de trabajo.

A nivel general, el desarrollo de la presente propuesta de acción extra-curricular ha servido para reflexionar sobre el significado de la alfabetización científica y de sus formas de aplicación, en particular, para el desarrollo personal de los estudiantes de secundaria.

Además, para que el texto explicara de forma exhaustiva la finalidad del trabajo, se ha aprovechado de parte de la extensa bibliografía disponible acerca de los temas tratados. Esto ha resultado muy beneficioso para, en primer lugar, ponerse al día con los últimos debates acerca de las finalidades de la educación científica y además enmarcar las nuevas reformas sobre educación en un cuadro global de cambio de perspectiva.

Finalmente, aunque la propuesta no pudo ser implementada en su forma definitiva en un centro escolar, la posibilidad de realizar una acción piloto ha resultado de gran utilidad en el proceso de elaboración de las tareas. Por lo tanto, se confía en que el presente Trabajo de Fin de Máster pueda ver sus resultados en una posible aplicación futura de la acción de actividad extra-curricular ideada.

Referencias bibliográficas

- Allen, D., & Tanner, K. (2006). Rubrics: Tools for Making Learning Goals and Evaluation Criteria Explicit for Both Teachers and Learners. *CBE-Life Sciences Education*, 5(3), 197-203. doi:10.1187/cbe.06-06-0168
- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3-16.
- Alonso, Á. V., Díaz, J. A. A., & Mas, M. A. M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(2), 1.
- Bergen, D. (2009). Play as the learning medium for future scientists, mathematicians, and engineers. *American Journal of Play*, 1(4), 413-428.
- Blanco-López, Á., España-Ramos, E., González-García, F. J., & Franco-Mariscal, A. J. (2015). Key aspects of scientific competence for citizenship: A Delphi study of the expert community in Spain. *Journal of research in science teaching*, 52(2), 164-198.
- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of research in science teaching*, 46(8), 865-883.
- Calvo, C. V., & Stengler, E. (2004). Los museos interactivos como recurso didáctico: El Museo de las Ciencias y el Cosmos. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3(1), 32-47.
- Consejería de educación y ciencia de la Junta de Andalucía. (1997). Decreto 200/1997, de 3 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Organico de los Institutos de Educación Secundaria. BOJA de 6 de septiembre 1997. Sevilla.
- Consejería de educación y ciencia de la Junta de Andalucía. (1998). Orden de 14 de julio de 1998, por la que se regulan las actividades complementarias y extraescolares y los servicios prestados por los Centros docentes públicos no universitarios. . BOJA de 14 de Julio 1998. Sevilla.
- Consorcio Parque de las Ciencias (2002). Cuaderno para el alumno. Descubre la ciencia en el Parque de las Ciencias. Granada: Proyecto Sur de Ediciones.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 582-601.

- Eccles, J. S., Barber, B. L., Stone, M., & Hunt, J. (2003). Extracurricular activities and adolescent development. *Journal of social issues*, 59(4), 865-889.
- Eccles, J. S., & Templeton, J. (2002). Extracurricular and other after-school activities for youth. *Review of research in education*, 113-180.
- Eisenhart, M., Finkel, E., & Marion, S. F. (1996). Creating the conditions for scientific literacy: A re-examination. *American Educational Research Journal*, 33(2), 261-295.
- Gatica-Lara, F., & Uribarren-Berrueta, T. d. N. J. (2013). ¿Cómo elaborar una rúbrica? *Investigación en educación médica*, 2(5), 61-65.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science education*, 82(3), 407-416.
- Jefatura del Estado (1985). LeyOrganica 8/1985, de 3 de julio, reguladora del Derecho a la Educación. Boletín Oficial del Estado, 4 de Julio de 1985, 21015-21022. Madrid.
- Jefatura del Estado (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, 10 de Diciembre de 2013, 97858- 97921. Madrid.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science education*, 85(3), 291-310.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science education*, 84(1), 71-94.
- Mahoney, J. L. (2000). School extracurricular activity participation as a moderator in the development of antisocial patterns. *Child development*, 71(2), 502-516.
- Melo Herrera, M. P., & Hernández Barbosa, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. In X. Martínez Ruiz (Ed.), *La educación artística en la innovación y el aprendizaje de las ciencias* (Vol. 14, pp. 41-63). Zacatenco: Daffny Rosado Moreno.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015a). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 3 de enero de 2015, 169-546. Madrid.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015b). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 29 de enero de 2015, 6986-7003. Madrid.

- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science education*, 87(2), 224-240.
- Peña, A. V., & Pérez, D. G. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*(43), 27-37.
- Pérez, C. A., & Moliní, A. M. V. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3(3), 339-362.
- Perrenaud, P. (2006). *Construir competencias desde la escuela*. Santiago: Sáenz, J.C.
- Vázquez, Y. A. (2001). Educación basada en competencias. *Educación: revista de educación/nueva época*, 16, 1-29.
- Zeidler, D., & Sadler, T. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of research in science teaching*, 46(8), 909-921.

Webgrafía

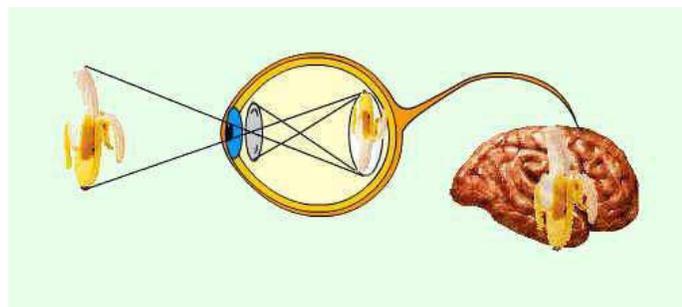
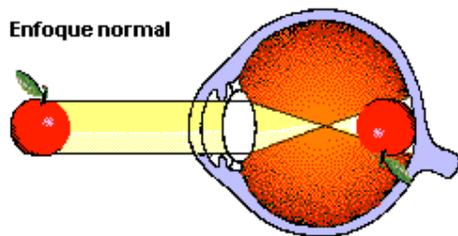
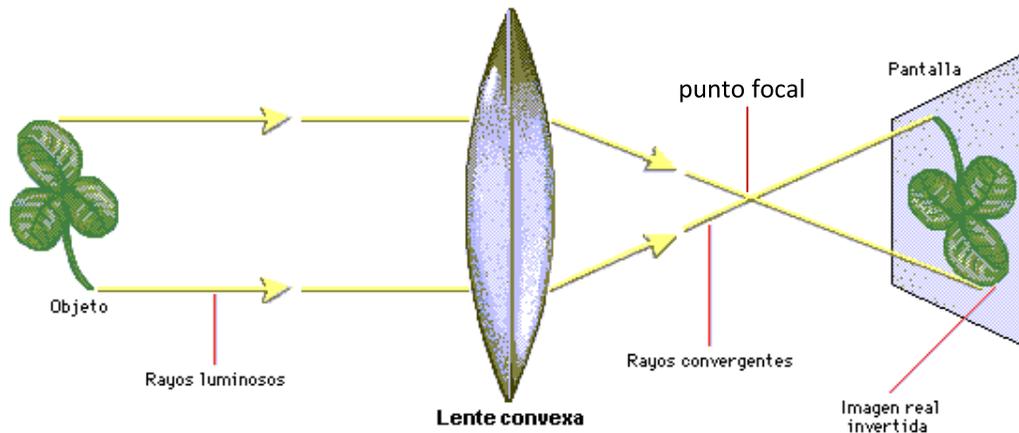
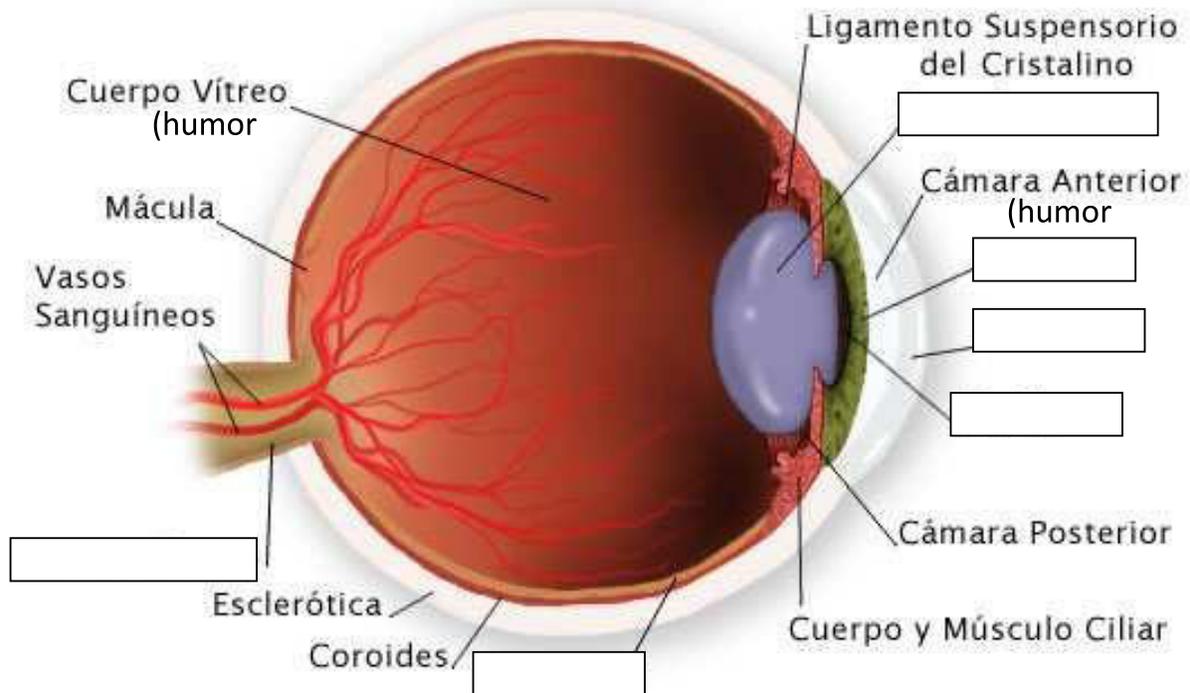
- Año Internacional de la Luz 2015 - Objetivos. (s.f.). Consultado el 13 de Junio 2015 de <http://www.luz2015.es/objetivos.php>.
- Canal de volunteersimplicity (2009, Noviembre 09). Experimento de Atención [video file]. Consultado de <https://www.youtube.com/watch?v=zvyxpHMmgU8>
- The beginnings of the International Year of Light. (s.f.). Consultado el 13 de Junio de 2015 de <http://light2015blog.org/2015/01/01/beginnings-international-year-of-light>.
- Unidad Didáctica de Óptica Geométrica (s.f.). Consultado el 13 de Abril de 2015 de <http://grupoorion.unex.es/udoptica.pdf>
- YatFu (2007, Abril 10). Weird Bird of Paradise [video file]. Consultado de <https://www.youtube.com/watch?v=6gAxbxxmYZ8#t=18>

Anexo 1

**Cuaderno de tareas. Visita Parque de las
Ciencias. Alumnado**

La luz y la visión

1. Anatomía del ojo y mecanismo de la visión



2. Lentes e ilusiones ópticas

➤ Investiga con la luz

- Busca el foco. ¿Qué fenómeno se está observando?

- ¿De cuantos colores se compone la luz blanca? Busca el arcoíris. ¿Qué fenómeno se está observando?

➤ Mezclar dos caras

Hipótesis

Condiciones de iluminación	¿Qué se observará?	¿Por qué?
Igual luz a ambos lados		
Más luz al otro lado		
Menos luz al otro lado		

Experiencia

Condiciones de iluminación	¿Qué se observa?	¿Por qué?
Igual luz a ambos lados		
Más luz al otro lado		
Menos luz al otro lado		

11:30-12:00 pausa --> completar ficha rapaces

Rapaz	Diurno/Nocturno	Características
<p>Lechuza común</p> 		
<p>Búho real</p> 		
<p>Halcón Borní</p> 		
<p>Milano negro</p> 		
<p>Águila escudada</p> 		
<p>Buitre común</p> 		

3. Estrategias para sobrevivir (sala biosfera y mariposario) (11:30-12:45)

Sala Biosfera: elije dos animales (o plantas), observa su forma y color y relaciónlo con el hábitat. ¿Qué estrategia está usando?

Animal	Forma	Color	Estrategia
1			
2			

Mariposario: busca el camuflaje.

Especie	Fase del desarrollo (mariposa/oruga/crisálida)	Estrategia

4. Demostración rapaces (12:45-13:15)

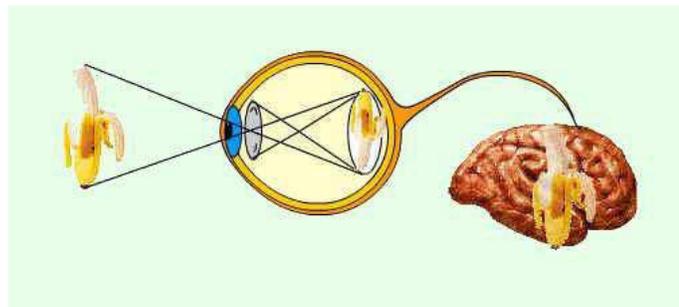
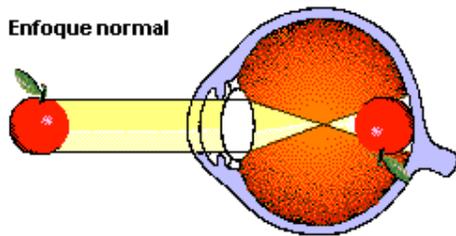
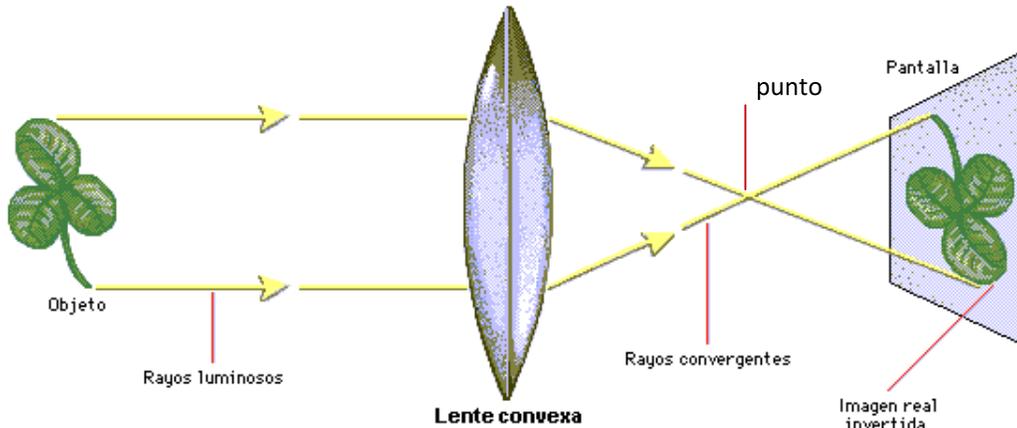
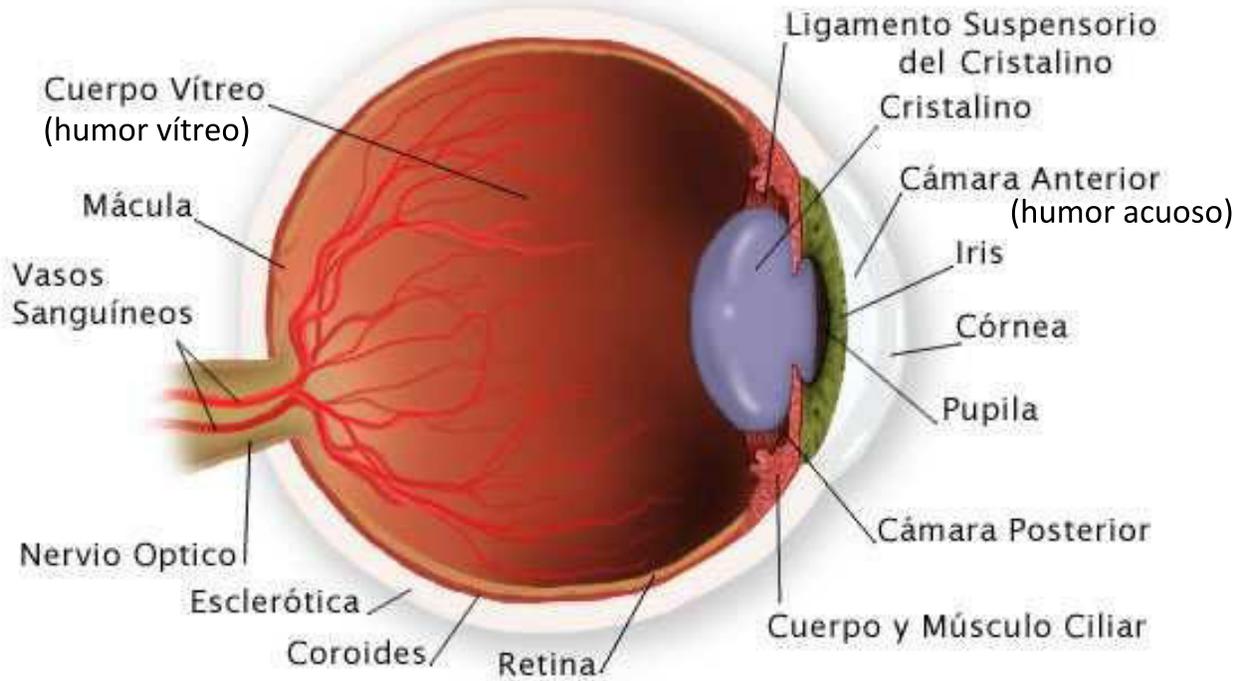
Taller rapaces: ¡Pregunta al experto!

Anexo 2

**Cuaderno de tareas. Visita Parque de las
Ciencias. Profesorado**

La luz y la visión

1. Anatomía del ojo y mecanismo de la visión (10:00-10:45)



1. Lentes e ilusiones ópticas (10:45-11:30)

- Investiga con la luz

- Busca el foco. ¿Qué fenómeno se está observando?

Refracción de la luz

- ¿De cuantos colores se compone la luz blanca? Busca el arcoíris.

¿Qué fenómeno se está observando?

7 colores fundamentales, el rojo, el naranja, el amarillo, el verde, el azul, el añil y el violeta. Dispersión refractiva.

➤ Mezclar dos caras

Hipótesis

Condiciones de iluminación	¿Que se observará?	¿Por qué?
Igual luz a ambos lados		
Más luz al otro lado		
Menos luz al otro lado		

Experiencia

Condiciones de iluminación	¿Que se observa?	¿Por qué?
Igual luz a ambos lados	<i>Mezcla de las caras</i>	<i>Refracción y reflexión, aproximadamente en la misma medida</i>
Más luz al otro lado	<i>La cara de mi compañero</i>	<i>Predominio de la refracción</i>
Menos luz al otro lado	<i>Mi cara</i>	<i>Predominio de la reflexión</i>

11:30-12:00 pausa --> completar ficha rapaces

Rapaz	Diurno/Nocturno	Características
-------	-----------------	-----------------

<p>Lechuza común</p> 		
<p>Búho real</p> 		
<p>Halcón Borní</p> 		
<p>Milano negro</p> 		
<p>Águila escudada</p> 		
<p>Buitre común</p> 		

3. Estrategias para sobrevivir (sala biosfera y mariposario) (11:30-12:45)

Sala Biosfera: elije dos animales (o plantas), observa su forma y color y relaciónlo con el hábitat. ¿Qué estrategia está usando?

Animal	Forma	Color	Estrategia
1			
2			

Mariposario: busca el camuflaje.

Especie	Fase del desarrollo (mariposa/oruga/crisálida)	Estrategia
Attacus atlas	<i>crisálida</i>	<i>Mimetismo: hoja seca</i>
Caligo memno y eurilodus (mariposa búho)	<i>crisálida</i>	<i>Mimetismo: hoja seca</i>
Caligo memno y eurilodus (mariposa búho)	<i>oruga</i>	<i>Mimetismo: nevadura de hoja de palmera</i>
Caligo memno y eurilodus (mariposa búho)	<i>mariposa</i>	<i>Automimetismo: despista los depredadores</i>
Morpho peleides	<i>mariposa</i>	<i>Automimetismo: desvía los depredadores</i>
Papilio Lowii	<i>oruga</i>	<i>Camuflaje: debajo de la hoja de limonero</i>

4. Demostración rapaces (12:45-13:15)

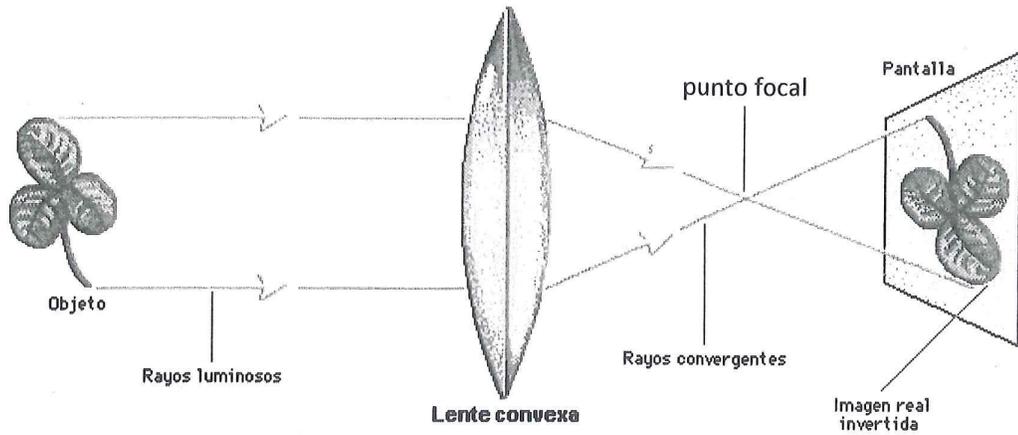
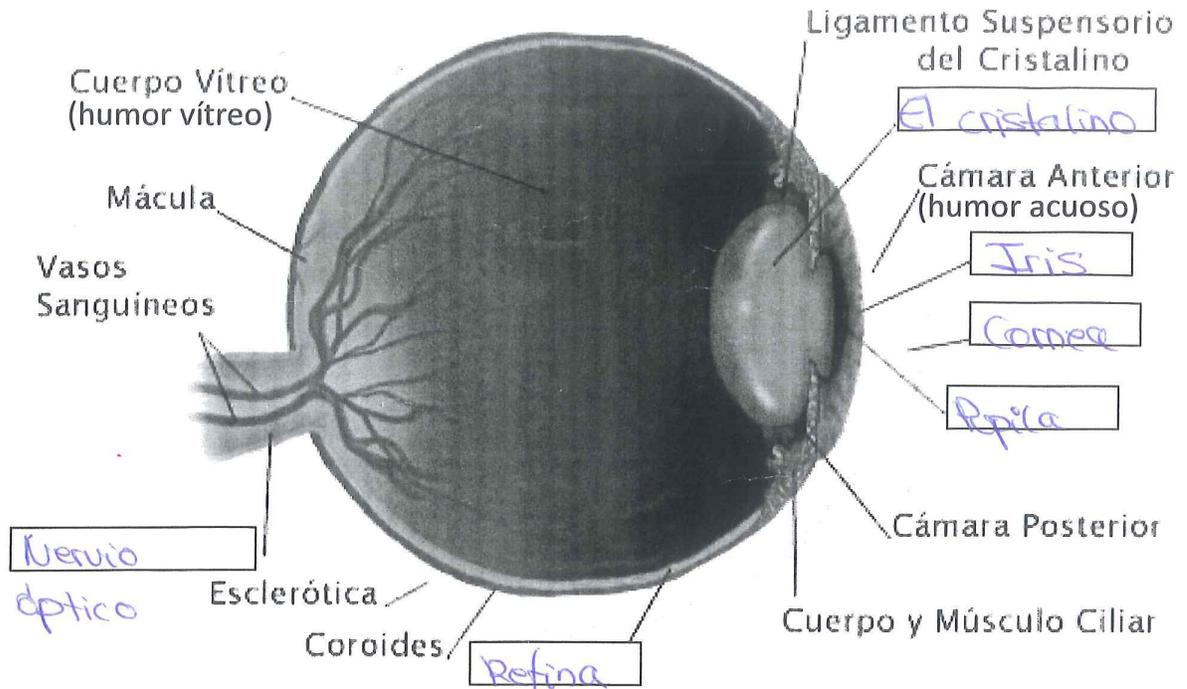
Taller rapaces: pregunta al experto!

Anexo 3

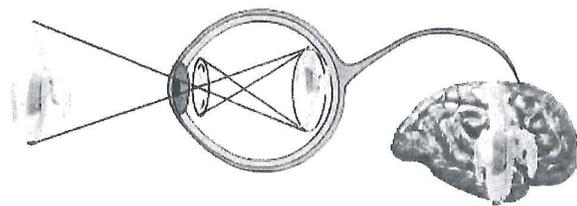
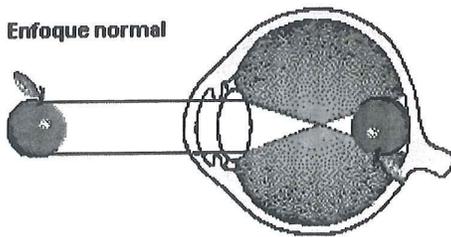
Ejemplos de cuadernos completados

durante la visita al Parque de las Ciencias

1. Anatomía del ojo y mecanismo de la visión (10:00-10:45)



Enfoque normal



2. Lentes e ilusiones ópticas (10:45-11:30)

➤ Investiga con la luz

- Busca el foco. ¿Qué fenómeno se está observando?

- ¿De cuantos colores se compone la luz blanca? Busca el arcoíris.
¿Qué fenómeno se está observando?

➤ Mezclar dos caras

Hipótesis

Condiciones de iluminación	¿Que se observará?	¿Por qué?
Igual luz a ambos lados		
Más luz al otro lado		
Menos luz al otro lado		

Experiencia

Condiciones de iluminación	¿Que se observa?	¿Por qué?
Igual luz a ambos lados		
Más luz al otro lado		
Menos luz al otro lado		

11:30-12:00 pausa --> completar ficha rapaces

Rapaz	Diurno/Nocturno	Características
Lechuza común 	nocturno	<ul style="list-style-type: none"> - Son blancas - Pico curvado
Búho real 	nocturno	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene los ojos muy grandes - Gira su cabeza 360 360 270° - Camuflaje
Halcón Borní 	Diurno	<ul style="list-style-type: none"> - Son depredadores - Es Africano
Milano negro 	Diurno	
Águila escudada 	Diurno	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene las uñas afiladas. - Son depredadores - Ahorran energía
Buitre común 	Diurno	<ul style="list-style-type: none"> - Carnívoros - De gran tamaño - Por su gran tamaño le cuesta abitar el suelo - Cuello muy largo

3. Estrategias para sobrevivir (sala biosfera y mariposario) (11:30-12:45)

Sala Biosfera: elije dos animales (o plantas), observa su forma y color y relaciónlo con el hábitat. ¿Qué estrategia está usando?

Animal	Forma	Color	Estrategia
Zorro 1 Ártico	Canina	Blanco	Cambia de color para protegerse camuflarse de la nieve
Insecto 2 palo	Alargado	Marrón claro	Se camufla con la hierba para protegerse de los depredadores

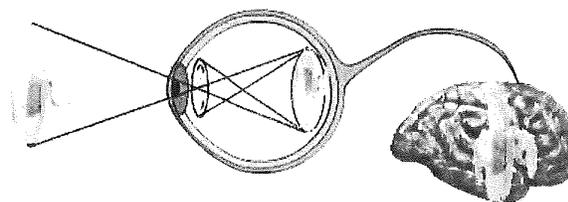
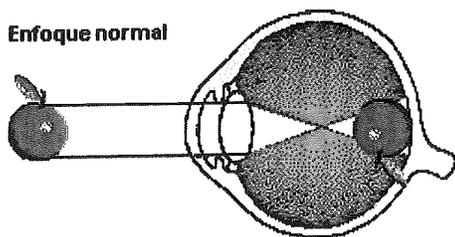
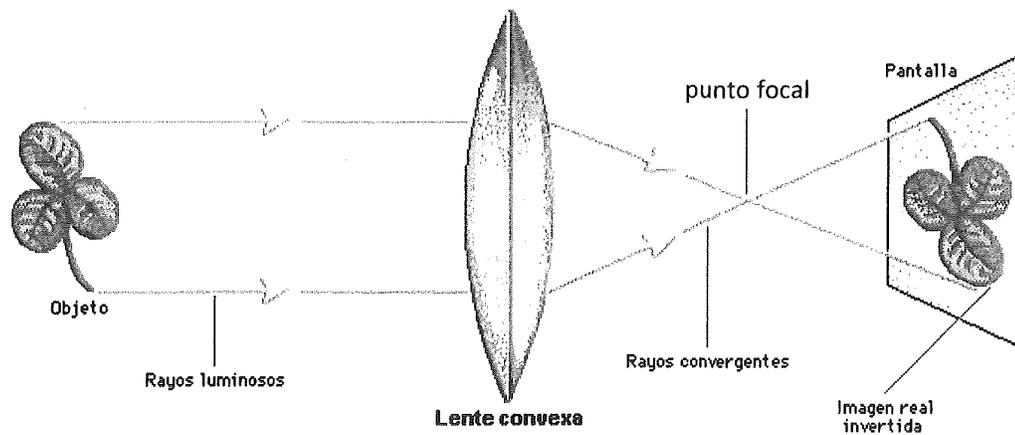
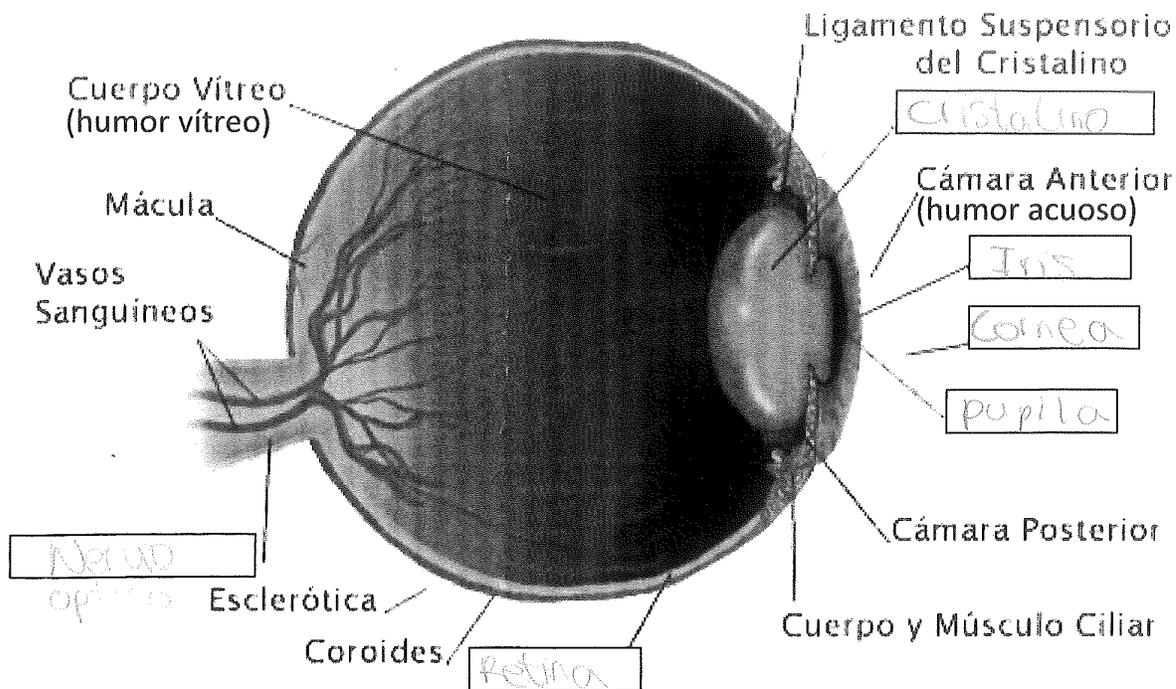
Mariposario: busca el camuflaje.

Especie	Fase del desarrollo (mariposa/oruga/crisálida)	Estrategia
Morpho yelida	crisálida	color de las alas
Papilio loxia	Mariposa/crisálida	color, forma
Papilio memnon	Mariposa/crisálida	
caligo memnon	crisálida	
Hypolimnys bolina	crisálida	
Dryas julia	crisálida	

4. Demostración rapaces (12:45-13:15)

Taller rapaces: pregunta al experto!

1. Anatomía del ojo y mecanismo de la visión (10:00-10:45)



2. Lentes e ilusiones ópticas (10:45-11:30)

➤ Investiga con la luz

- Busca el foco. ¿Qué fenómeno se está observando?

- ¿De cuantos colores se compone la luz blanca? Busca el arcoíris. ¿Qué fenómeno se está observando?

➤ Mezclar dos caras

Hipótesis

Condiciones de iluminación	¿Que se observará?	¿Por qué?
Igual luz a ambos lados		
Más luz al otro lado		
Menos luz al otro lado		

Experiencia

Condiciones de iluminación	¿Que se observa?	¿Por qué?
Igual luz a ambos lados		
Más luz al otro lado		
Menos luz al otro lado		

11:30-12:00 pausa --> completar ficha rapaces

Rapaz	Diurno/Nocturno	Características
Lechuza común 	<p>Nocturno</p>	<p>Se blanquea, color gris = 100' de máxima 10 de altura</p>
Búho real 	<p>Nocturno</p>	<p>Se jaspas de marrón, de gran tamaño. ojos muy grandes, no tiene plumas más gruesas y grandes, por tanto muy bien</p>
Halcón Borní 	<p>Diurno</p>	<p>Se caracteriza por tener el pecho blanco</p>
Milano negro 	<p>Diurno</p>	
Águila escudada 	<p>Diurno</p>	<p>Apartado, entrecolor, alas grandes y curvas, plumas muy abietas como muy bien perseguidas a un nivel</p>
Buitre común 	<p>Diurno</p>	<p>Cuello muy largo, en el cuello no tienen plumas</p>

3. Estrategias para sobrevivir (sala biosfera y mariposario) (11:30-12:45)

Sala Biosfera: elije dos animales (o plantas), observa su forma y color y relaciónlo con el hábitat. ¿Qué estrategia está usando?

Animal	Forma	Color	Estrategia
1 Zorro	Alargada, cuadrípodo	Blanco	En invierno se cubre de pelaje blanco
2 cactus	Alargada	Verde	Rostro falso: cuando se giran simulan un rostro humano

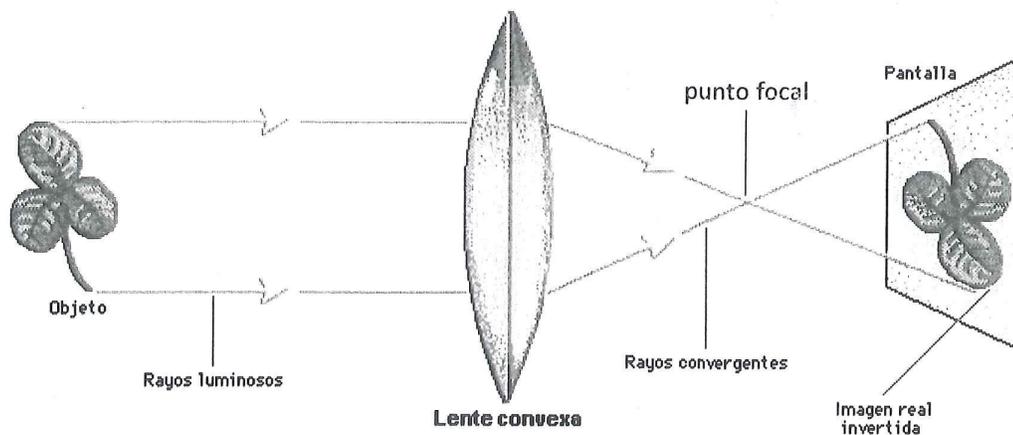
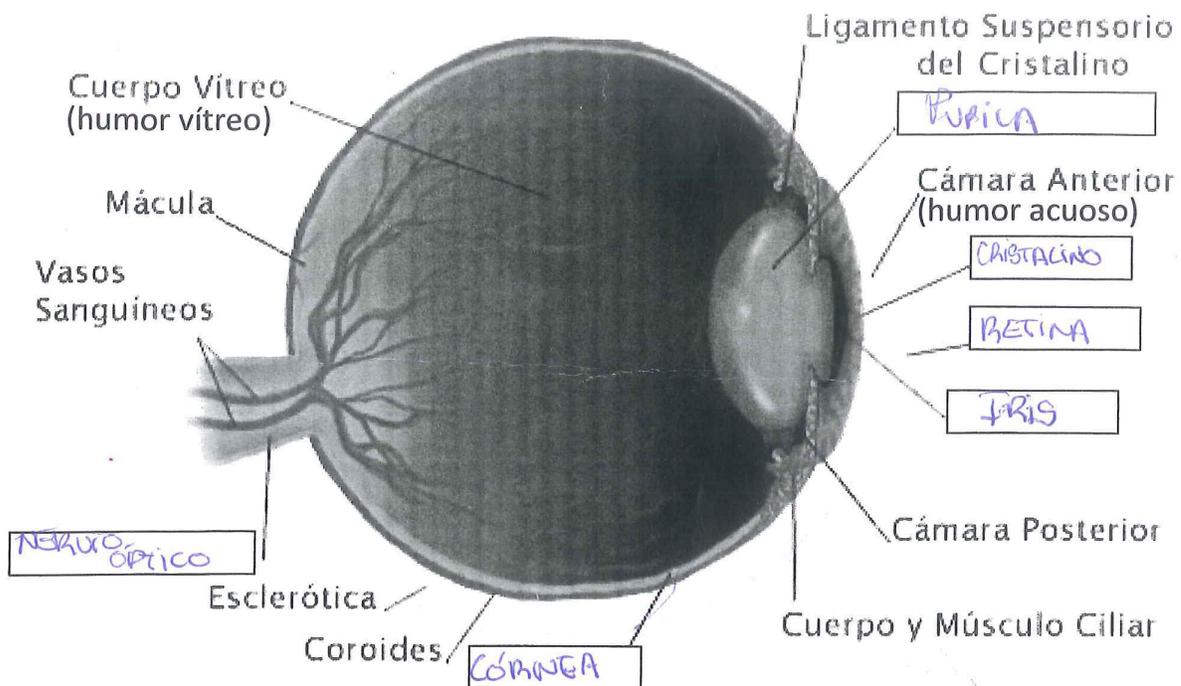
Mariposario: busca el camuflaje.

Especie	Fase del desarrollo (mariposa/oruga/crisálida)	Estrategia
Colibrí de montaña	Oruga	
Mariposa de la noche	Mariposa	
Colibrí de montaña	Oruga	
	Oruga	Ocultarse bajo hojas
Atacus atlas	Crisálida	
Hypoclidia calina	Mariposa	

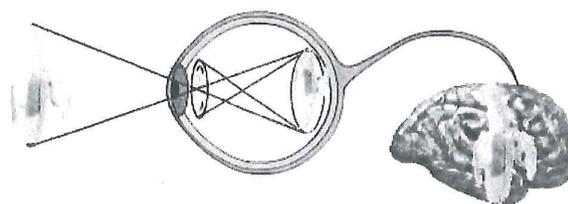
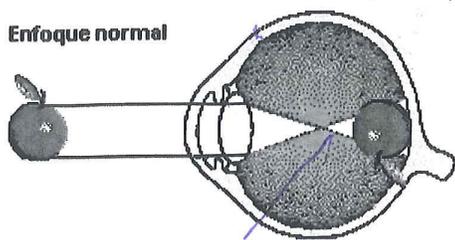
4. Demostración rapaces (12:45-13:15)

Taller rapaces: pregunta al experto!

1. Anatomía del ojo y mecanismo de la visión (10:00-10:45)



Enfoque normal



2. Lentes e ilusiones ópticas (10:45-11:30)

➤ Investiga con la luz

- Busca el foco. ¿Qué fenómeno se está observando?

- ¿De cuantos colores se compone la luz blanca? Busca el arcoíris. ¿Qué fenómeno se está observando?

➤ Mezclar dos caras

Hipótesis

Condiciones de iluminación	¿Que se observará?	¿Por qué?
Igual luz a ambos lados		
Más luz al otro lado		
Menos luz al otro lado		

Experiencia

Condiciones de iluminación	¿Que se observa?	¿Por qué?
Igual luz a ambos lados		
Más luz al otro lado		
Menos luz al otro lado		

11:30-12:00 pausa --> completar ficha rapaces

Rapaz	Diurno/Nocturno	Características
Lechuza común 	NOCTURNA	- MATAN CON EL PICO Y LAS GARRAS. SE VEN BLANCAS POR LA NOCHE
Búho real 	NOCTURNO	OJOS GRANDES VISTA BUENA ESCUCHA BIEN LOS ALAS NO HACEN RUIDO POR EL PLUMAJE
Halcón Borní 	DIURNO	ES UN PERERAZO • MUY RÁPIDO VUELA ALTO • ES PEQUEÑO
Milano negro 	DIURNO	planea al volar es muy rápido
Águila escudada 	DIURNO	vuela planeando y rápido.
Buitre común 	DIURNO	van andando, aunque también vuelan. comen los animales muertos

3. Estrategias para sobrevivir (sala biosfera y mariposario) (11:30-12:45)

Sala Biosfera: elije dos animales (o plantas), observa su forma y color y relaciónalo con el hábitat. ¿Qué estrategia está usando?

Animal	Forma	Color	Estrategia
1 ESCARABAZO	DE AVISPA	AMARILLO Y NEGRO	COPIA LOS COLORES PARA ADVERTIR
2 LECHUZA	RUHO	MARRÓN Y GRIS	DESPLIEGA SUS ALAS SIN LLEGAR (MOV. AMENAZA)

Mariposario: busca el camuflaje.

Especie	Fase del desarrollo (mariposa/oruga/crisálida)	Estrategia
Papilio memnon	mariposa , crisálida	adapta forma y color de las hojas
Caligo memnon	crisálida	se camufla por su color marrón
Papilio lexia	crisálida	parecen hojas secas.
Myscelia cyaniris	crisálida	es marrón y se camufla muy bien
Helicones melanone	crisálida	son de color oscuro
Morpho peleides	crisálida	es de un color verde hoja, por lo que se camufla en ellas

4. Demostración rapaces (12:45-13:15)

Taller rapaces: pregunta al experto!

Anexo 4

Cuaderno de tareas. Fase de prolongación
en clase

Tareas en clase:

luz, visión y estrategias de supervivencia



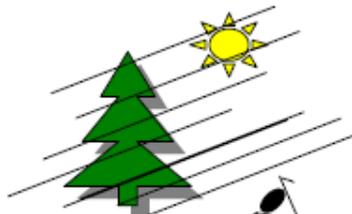
I. La luz y la visión

1. En una habitación, hay una lámpara encendida, un espejo, una mesa y varias sillas.

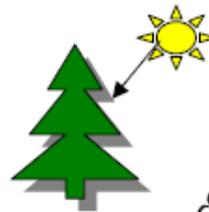
¿Dónde hay luz?:

- a) La luz está en la lámpara
- b) En la lámpara y en el espejo
- c) En todos los objetos: las paredes, el espejo, la mesa, las sillas....
- d) En toda la habitación

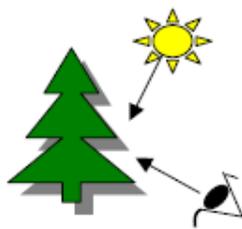
2. De los siguientes esquemas ¿Cuál crees tú que explica mejor por qué vemos el árbol?:



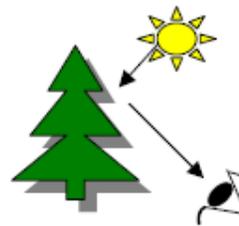
a) La luz del sol llena el espacio



b) El árbol está iluminado por el sol



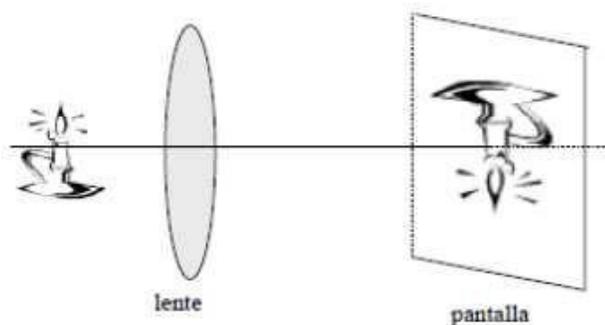
c) La visión va del ojo al árbol que está iluminado por el sol



d) La luz del sol se refleja en el árbol y llega a nuestros ojos

3. Observa la imagen invertida que de la vela forma la lente sobre la pantalla. Al quitar la lente:

- a) La imagen desaparece
- b) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero derecha
- c) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero más pequeña
- d) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero derecha y del mismo tamaño



4. Como en la cuestión anterior, observa la imagen de una vela, formada por una lente en la pantalla. Al quitar la pantalla:

- a) La imagen no se forma
- b) La imagen no se ve, pero sí se forma
- c) La imagen no desaparece pero está derecha
- d) La imagen no desaparece pero se hace más pequeña

II. Ilusión óptica

Algunas características importantes de la **percepción visual** (como las que dan lugar a las ilusiones ópticas) se explican debido a la codificación y procesamiento de la luz en la retina. La retina es una capa delgada de células nerviosas situadas en la zona trasera del globo ocular. Se puede comparar a la película de una cámara fotográfica. Cuando somos aún embriones se origina el nervio óptico y la retina como consecuencia del desarrollo cerebral. Por tanto, la retina es parte del sistema nervioso central, la única que recibe imágenes de forma directa.

El origen de las ilusiones ópticas puede estar en una causa fisiológica, como un deslumbramiento debido a un estímulo luminoso intenso que deja por unos instantes saturados los receptores luminosos de la retina, o por el contrario puede ser un fenómeno cognitivo, cuando la causa es la interpretación errónea por parte del cerebro de las señales que el ojo le envía, por ejemplo una malinterpretación de la dimensión relativa de dos objetos debido a la perspectiva. En este caso interviene nuestro conocimiento del mundo.

Busca ejemplos de ilusiones ópticas fisiológicas (en casa).

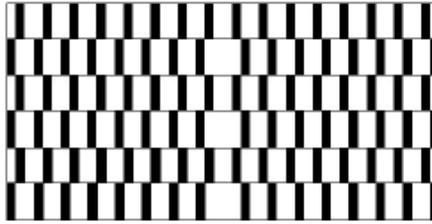
Las ilusiones cognitivas se subdividen en:

1. Ambigüedades: son figuras que presentan dos alternativas de percepción



Describe lo que ves.

2. Deformaciones: Consisten en errores de percepción del tamaño, la longitud, la curvatura, los ángulos o cualquier otra propiedad geométrica.



¿Cómo son las líneas?

4. Paradojas



Triangulo de Penrose. Objeto imposible, que puede existir solo como representación bidimensional y que no puede ser construido en el espacio.

¿Qué otros pintores, además de Escher, usan la técnica de la paradojas en sus obras? Nombra algunos.

Dibuja (inventa) una paradoja óptica y explícala (en casa, optativa).

III. Estrategias de supervivencia.

Mimetismo propiamente dicho: es un fenómeno que consiste en que un organismo se parece a otro con el que no guarda relación y obtiene de ello alguna ventaja funcional.



Falsa avispa



Avispa

Camuflaje o mimetismo críptico: es el mecanismo que permite a los organismos hacerse poco visiblemente para sus depredadores o para sus presas ya que de otra forma serian detectados por estos último, pues cuando la forma o color del organismo es similar al medio donde vive, se confunde fácilmente con él.



Animal/Planta	¿Mimetismo o camuflaje?	Estrategia
 <p data-bbox="472 1671 558 1703">Rombo</p>		

 <p>Hombre</p>		
 <p>Lithops (planta del desierto)</p>		
 <p>Guepardo</p>		
 <p>Insecto hoja seca</p>		

¿Qué otras estrategias evolutivas justifican la coloración y la forma de algunos animales?

—

Busca ejemplos.

Anexo 5

Ejemplos de cuadernos completados
durante la fase de prolongación en clase

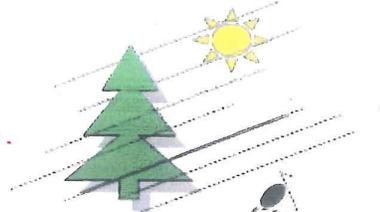
1. La luz y la visión

1. En una habitación, hay una lámpara encendida, un espejo, una mesa y varias sillas.

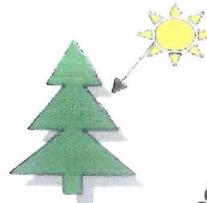
¿Dónde hay luz?:

- a) La luz está en la lámpara
- b) En la lámpara y en el espejo
- c) En todos los objetos: las paredes, el espejo, la mesa, las sillas....
- d) En toda la habitación

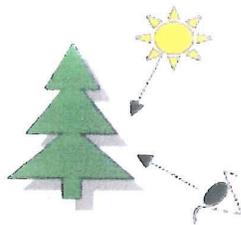
2. De los siguientes esquemas ¿Cuál crees tú que explica mejor por qué vemos el árbol?:



a) La luz del sol llena el espacio



b) El árbol está iluminado por el sol



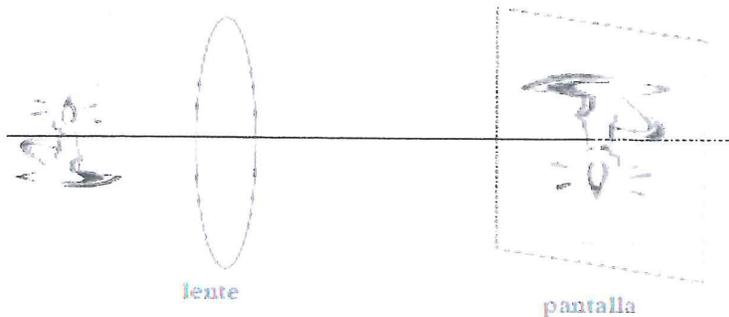
c) La visión va del ojo al árbol que está iluminado por el sol



d) La luz del sol se refleja en el árbol y llega a nuestros ojos

3. Observa la imagen invertida que de la vela forma la lente sobre la pantalla. Al quitar la lente:

- a) La imagen desaparece
- b) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero derecha
- c) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero más pequeña
- d) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero derecha y del mismo tamaño



4. Como en la cuestión anterior, observa la imagen formada de una vela por una lente en la pantalla. Al quitar la pantalla:

- a) La imagen no se forma
- b) La imagen no se ve, pero sí se forma
- c) La imagen no desaparece pero está derecha
- d) La imagen no desaparece pero se hace más pequeña

II. Ilusión óptica

Algunas características importantes de la **percepción visual** (como las que dan lugar a las ilusiones ópticas) se explican debido a la codificación y procesamiento de la luz en la retina. La retina es una capa delgada de células nerviosas situadas en la zona trasera del globo ocular. Se puede comparar a la película de una cámara fotográfica. Cuando somos aún embriones se origina el nervio óptico y la retina como consecuencia del desarrollo cerebral. Por tanto, la retina es parte del sistema nervioso central, la única que recibe imágenes de forma directa.

El origen de las ilusiones ópticas puede estar en una causa fisiológica, como un deslumbramiento debido a un estímulo luminoso intenso que deja por unos instantes saturados los receptores luminosos de la retina, o por el contrario puede ser un fenómeno cognitivo, cuando la causa es la interpretación errónea por parte del cerebro de las señales que el ojo le envía, por ejemplo una malinterpretación de la dimensión relativa de dos objetos debido a la perspectiva. En este caso interviene nuestro conocimiento del mundo.

Busca ejemplos de ilusiones ópticas fisiológicas (en casa).

Las ilusiones cognitivas se subdividen en:

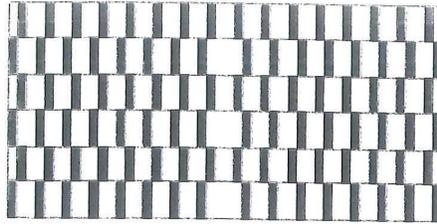
1. ambigüedades: son figuras que presentan dos alternativas de percepción



Describe lo que ves.

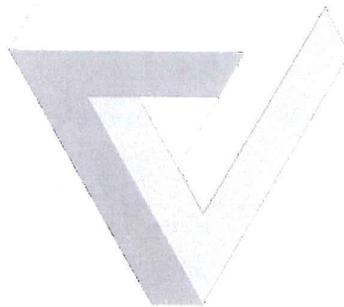
Veo un muñeco, una copa, dos botas, la
silueta de un hombre con sombrero

3. deformaciones: Consisten en errores de percepción del tamaño, la longitud, la curvatura, los ángulos o cualquier otra propiedad geométrica.



¿Cómo son las líneas? Son líneas rectas pero parecen curvadas

4. paradojas



Triángulo de Penrose. Objeto imposible, que puede existir solo como representación bidimensional y que no puede ser construido en el espacio.

¿Qué otros pintores, además de Escher, usan la técnica de la paradojas en sus obras?

Nombra algunos.

Hundertwasser, Penrose, Avelzalcedati

Dibuja (inventa) una paradoja óptica y explícala (en casa, optativa).

III. Estrategias de supervivencia.

Mimetismo propiamente dicho: es un fenómeno que consiste en que un organismo se parece a otro con el que no guarda relación y obtiene de ello alguna ventaja funcional.



Falsa avispa



Avispa

Camuflaje o mimetismo críptico: es el mecanismo que permite a los organismos hacerse poco visiblemente para sus depredadores o para sus presas ya que de otra forma serían detectados por estos último, pues cuando la forma o color del organismo es similar al medio donde vive, se confunde fácilmente con él.

Animal/Planta	¿Mimetismo o camuflaje?	Estrategia
Komodo	camuflaje	utiliza el color para camuflarse en los plintos
Hombre		
Lithops (planta del desierto)	mimetismo	Forma grupos de dos hojas acopladas que color se pueden estar estirados
Guebarro	camuflaje	las manchas le ayudan a camuflarse. punteados
insecto roña seca	camuflaje y mimetismo	protegerse de los depredadores

¿Qué otras estrategias evolutivas justifican la coloración y la forma de algunos animales?

Distracción, veneno, sonido, desprendimiento de cola, cortina de humo etc
 ↑
 olor

Busca ejemplos.

Pulpo, moeta, serpiente ...

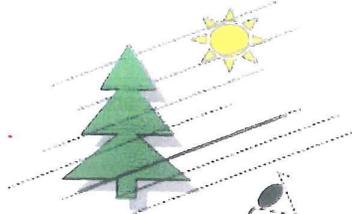
1. La luz y la visión

1. En una habitación, hay una lámpara encendida, un espejo, una mesa y varias sillas.

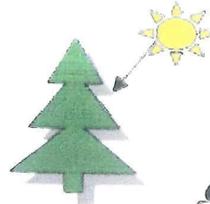
¿Dónde hay luz?:

- a) La luz está en la lámpara
- b) En la lámpara y en el espejo
- c) En todos los objetos: las paredes, el espejo, la mesa, las sillas....
- d) En toda la habitación

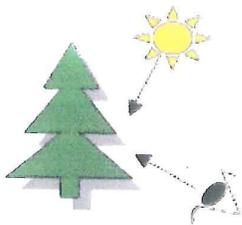
2. De los siguientes esquemas ¿Cuál crees tú que explica mejor por qué vemos el árbol?:



a) La luz del sol llena el espacio



b) El árbol está iluminado por el sol



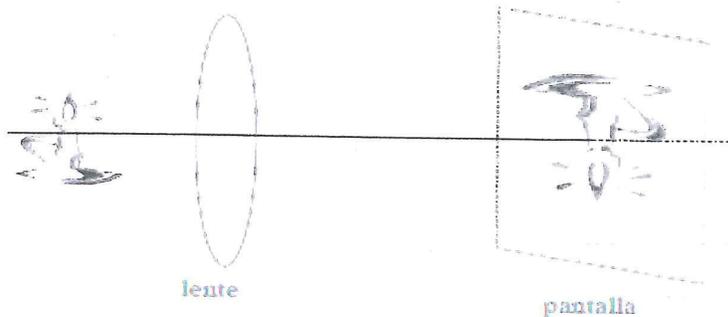
c) La visión va del ojo al árbol que está iluminado por el sol



d) La luz del sol se refleja en el árbol y llega a nuestros ojos

3. Observa la imagen invertida que de la vela forma la lente sobre la pantalla. Al quitar la lente:

- a) La imagen desaparece
- b) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero derecha
- c) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero más pequeña
- d) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero derecha y del mismo tamaño



4. Como en la cuestión anterior. observa la imagen formada de una vela por una lente en la pantalla. Al quitar la pantalla:

- a) La imagen no se forma
- b) La imagen no se ve, pero sí se forma
- c) La imagen no desaparece pero está derecha
- d) La imagen no desaparece pero se hace más pequeña

II. Ilusión óptica

Algunas características importantes de la **percepción visual** (como las que dan lugar a las ilusiones ópticas) se explican debido a la codificación y procesamiento de la luz en la retina. La retina es una capa delgada de células nerviosas situadas en la zona trasera del globo ocular. Se puede comparar a la película de una cámara fotográfica. Cuando somos aún embriones se origina el nervio óptico y la retina como consecuencia del desarrollo cerebral. Por tanto, la retina es parte del sistema nervioso central, la única que recibe imágenes de forma directa.

El origen de las ilusiones ópticas puede estar en una causa fisiológica, como un deslumbramiento debido a un estímulo luminoso intenso que deja por unos instantes saturados los receptores luminosos de la retina, o por el contrario puede ser un fenómeno cognitivo, cuando la causa es la interpretación errónea por parte del cerebro de las señales que el ojo le envía, por ejemplo una malinterpretación de la dimensión relativa de dos objetos debido a la perspectiva. En este caso interviene nuestro conocimiento del mundo.

Busca ejemplos de ilusiones ópticas fisiológicas (en casa).

Las ilusiones cognitivas se subdividen en:

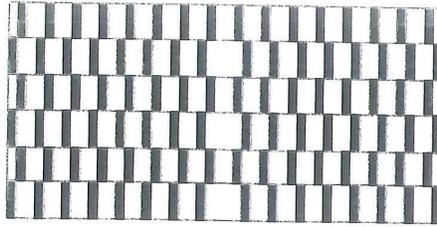
1. ambigüedades: son figuras que presentan dos alternativas de percepción



Describe lo que ves.

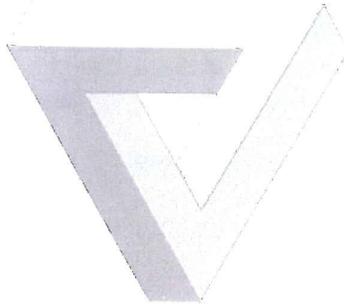
Veo a un payaso de negro (figura negra) y dos caras de payaso a los lados.

2. deformaciones: Consisten en errores de percepción del tamaño, la longitud, la curvatura, los ángulos o cualquier otra propiedad geométrica.



¿Cómo son las líneas? Las líneas horizontales están en paralelo

4. paradojas



Triángulo de Penrose. Objeto imposible, que puede existir solo como representación bidimensional y que no puede ser construido en el espacio.

¿Qué otros pintores, además de Escher, usan la técnica de la paradojas en sus obras? Nombra algunos.

Oscar Reutensvärd, Roger Penrose, Lionel / Bruno Ernst.

Dibuja (inventa) una paradoja óptica y explícala (en casa, optativa).

III. Estrategias de supervivencia.

Mimetismo propiamente dicho: es un fenómeno que consiste en que un organismo se parece a otro con el que no guarda relación y obtiene de ello alguna ventaja funcional.



Falsa avispa



Avispa

Camuflaje o mimetismo críptico: es el mecanismo que permite a los organismos hacerse poco visiblemente para sus depredadores o para sus presas ya que de otra forma serían detectados por estos último, pues cuando la forma o color del organismo es similar al medio donde vive, se confunde fácilmente con él.

Animal/Planta	¿Mimetismo o camuflaje?	Estrategia
Komodo		
Hombre	Camuflaje	Se camufla con el entorno para cazar a sus presas.
Lithops (planta del desierto)	mimetismo	Se parece a las rocas, por lo que no se distingue.
Guepardo	Camuflaje	Se camufla en las sombras de la vegetación.
Insecto hoja seca	Camuflaje	Se camufla con las ramas de los árboles.

¿Qué otras estrategias evolutivas justifican la coloración y la forma de algunos animales?

Los colores llamativos, como en las avispas, significa veneno, o las plantas con colores muy vistosos, o son venenosas o carnívoras.

Las serpientes cuya cabeza tiene forma de triángulo, significa que son venenosas. Las serpientes pequeñas son más venenosas, el tamaño engaña. La serpiente coralino, hay una muy venenosa y otra que la imita, y no es venenosa.

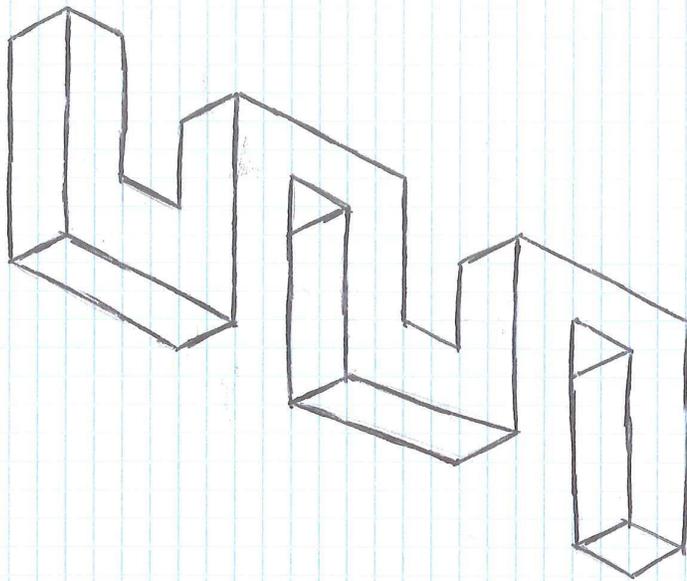
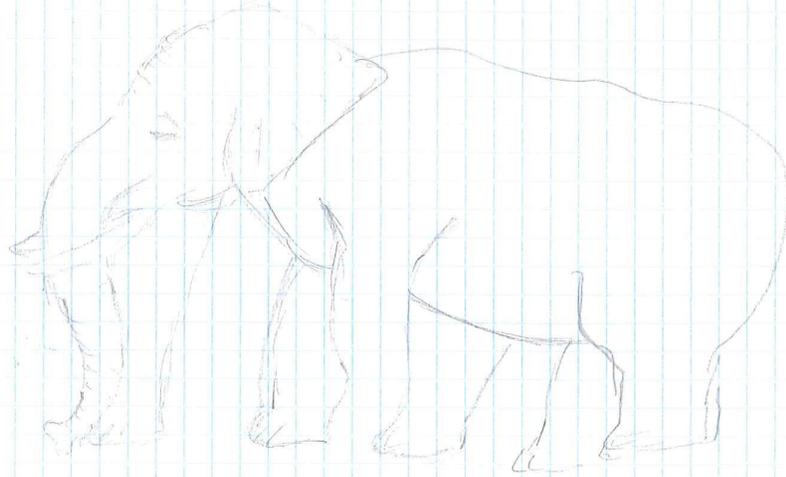
Busca ejemplos.

Schmeckt
hervorragend



Emilio Fernandez Velazquez 3PA

¿Cuántas patas tiene este elefante?



Amarillo Verde Naranja Rojo
AZUL Rojo Negro Amarillo
Verde AZUL Naranja Negro

Intenta decir el color de cada palabra, no la palabra, sino el color con el que está escrita.

- Parte derecha del cerebro: decir el color.
- Parte izquierda del cerebro: leer la palabra.

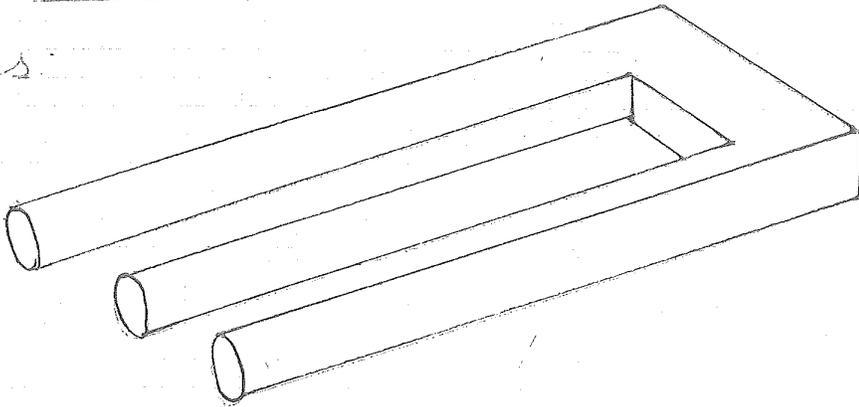
Martes, 28 de abril 2015

Figura 2:

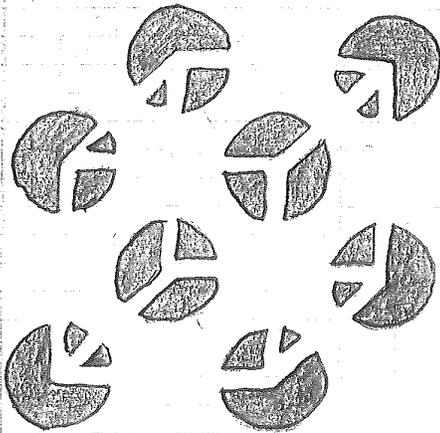
- Don Quijote en grande, en su barba se forma un caballo, el bigote es la lanza y la ceca izquierda es el yelmo, en sus hombros se distinguen dos caras. Don Quijote en sí es un molino por detrás.

Ilusiones ópticas

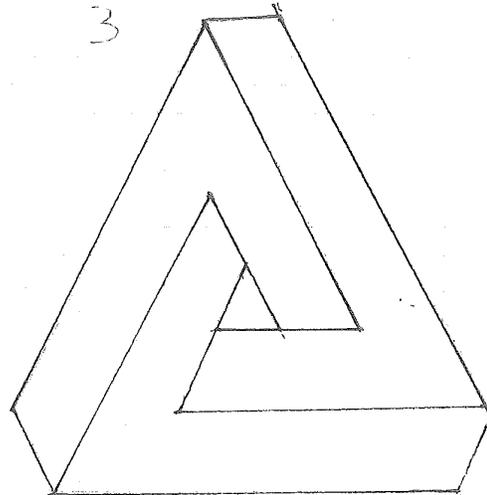
1.



2.



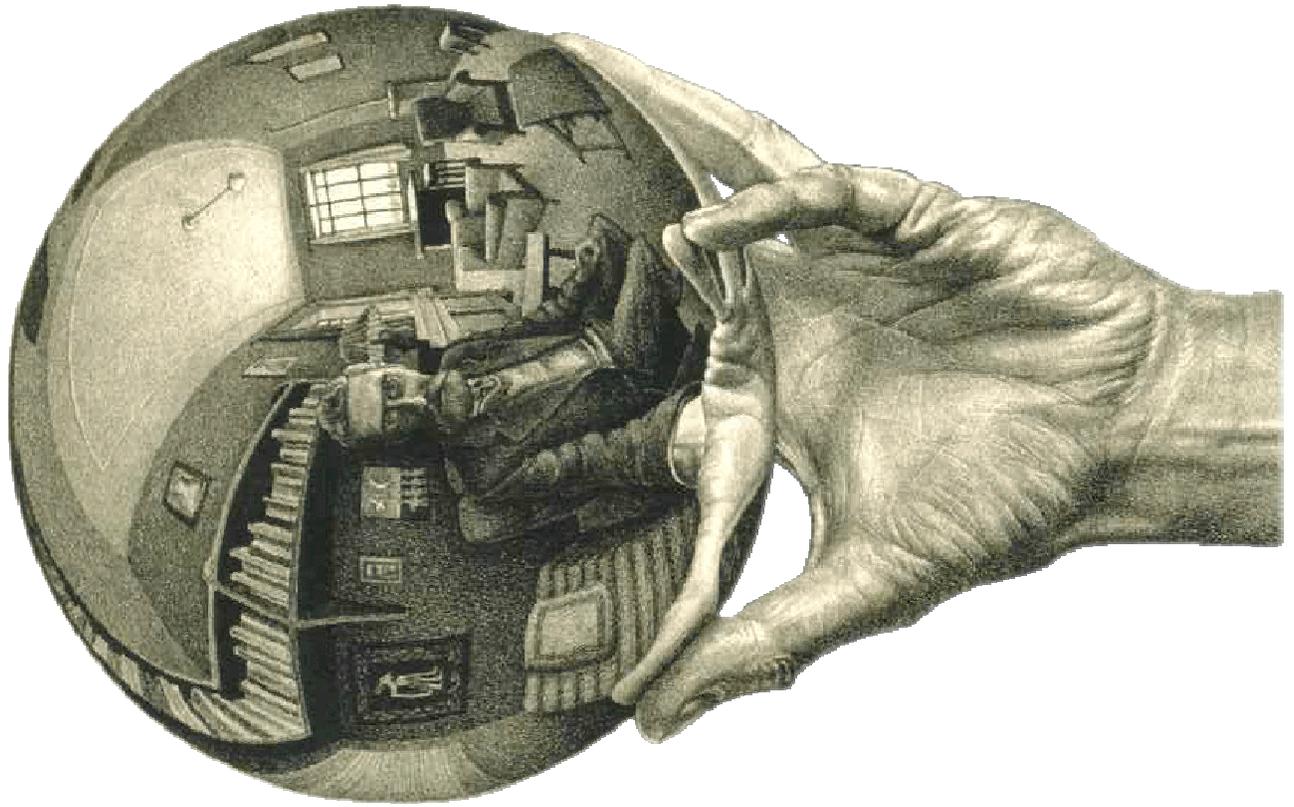
3.



Anexo 6

Presentación

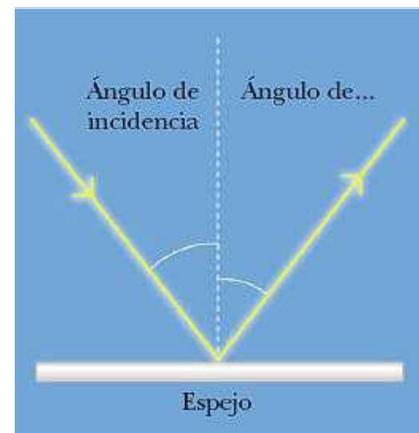
Visión e ilusión óptica



Visión e ilusión óptica

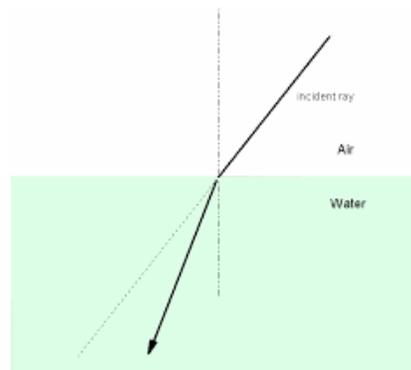


Reflexión

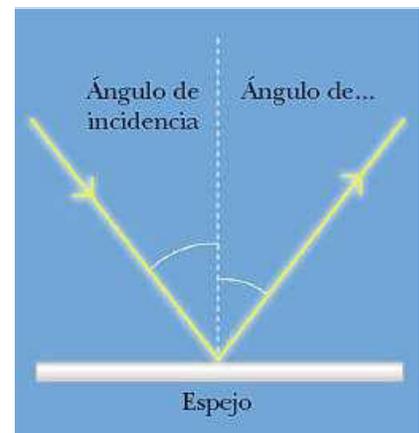


Visión e ilusión óptica

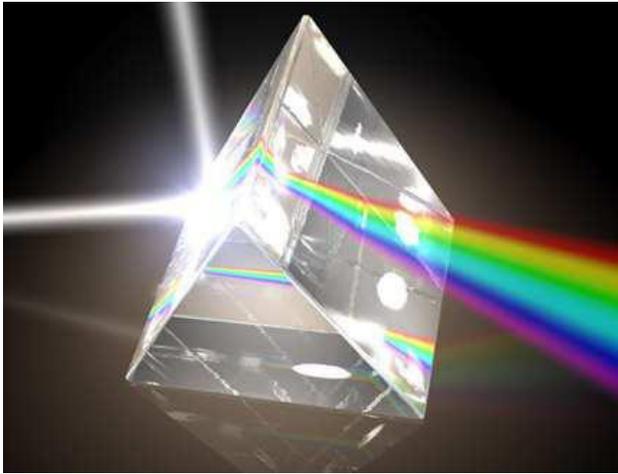
Refracción



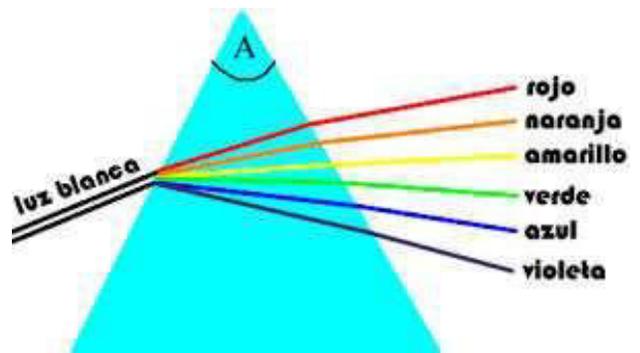
Reflexión



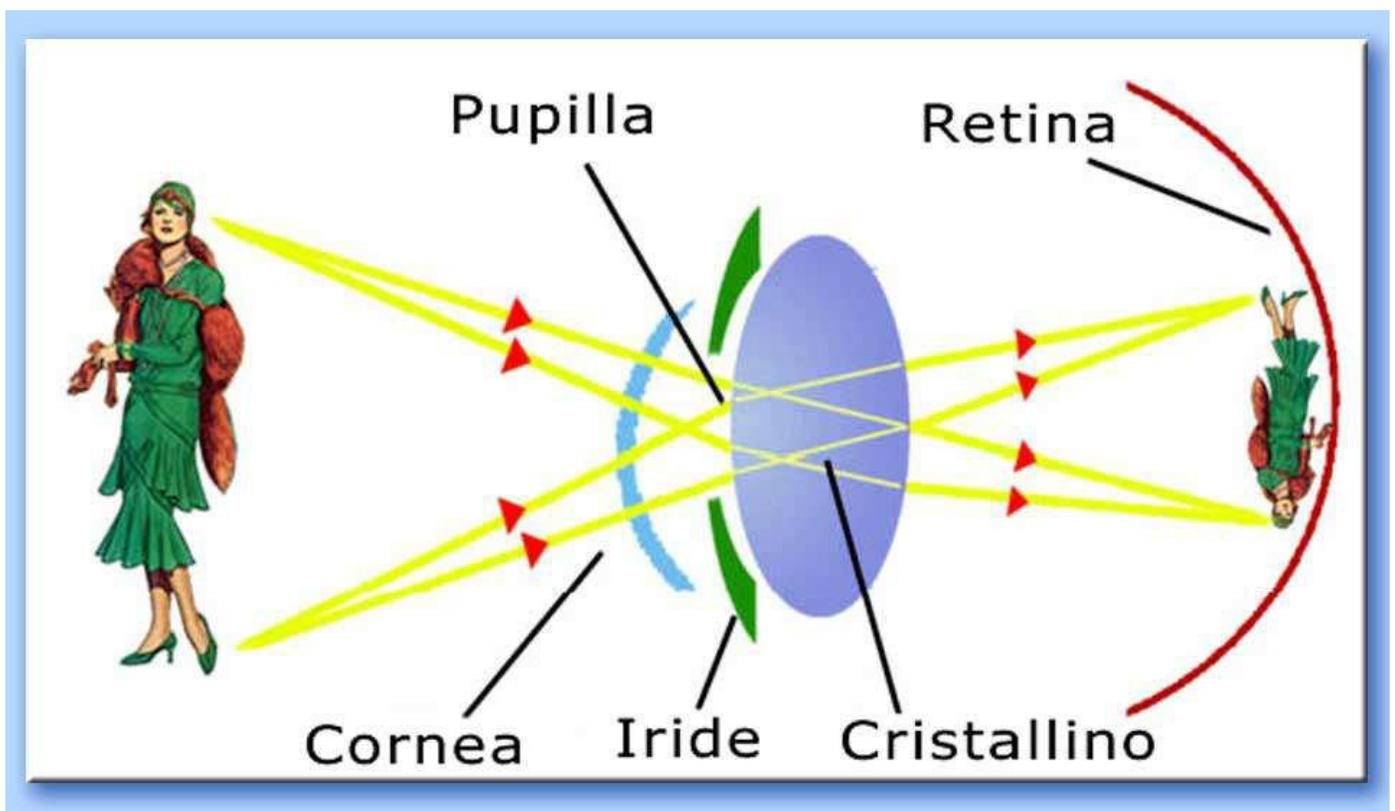
Visión e ilusión óptica



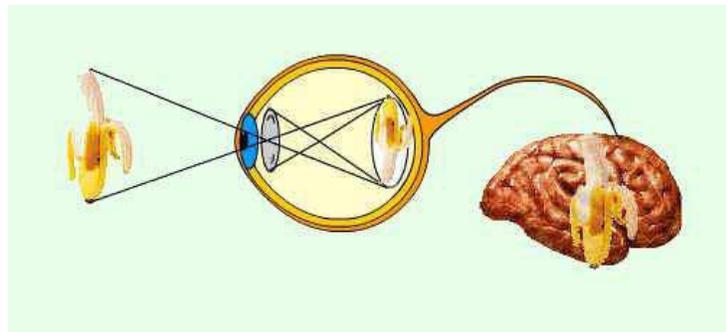
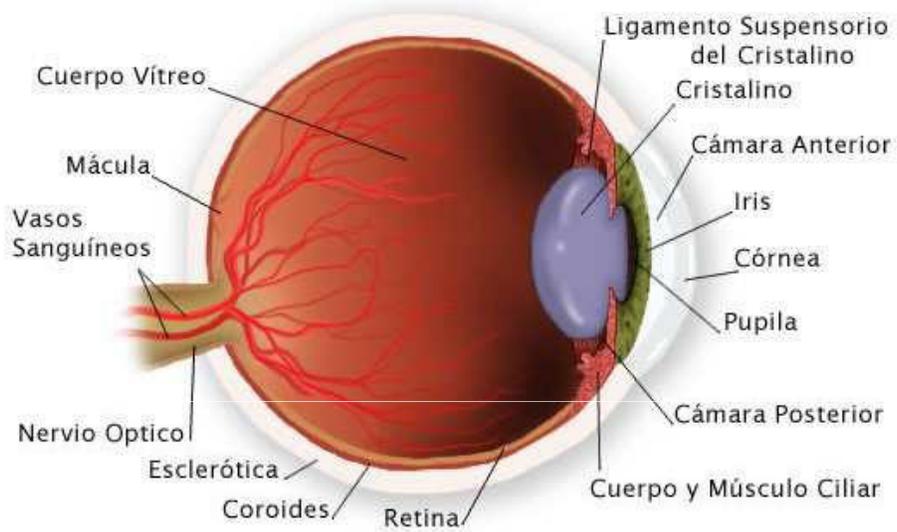
Dispersión refractiva

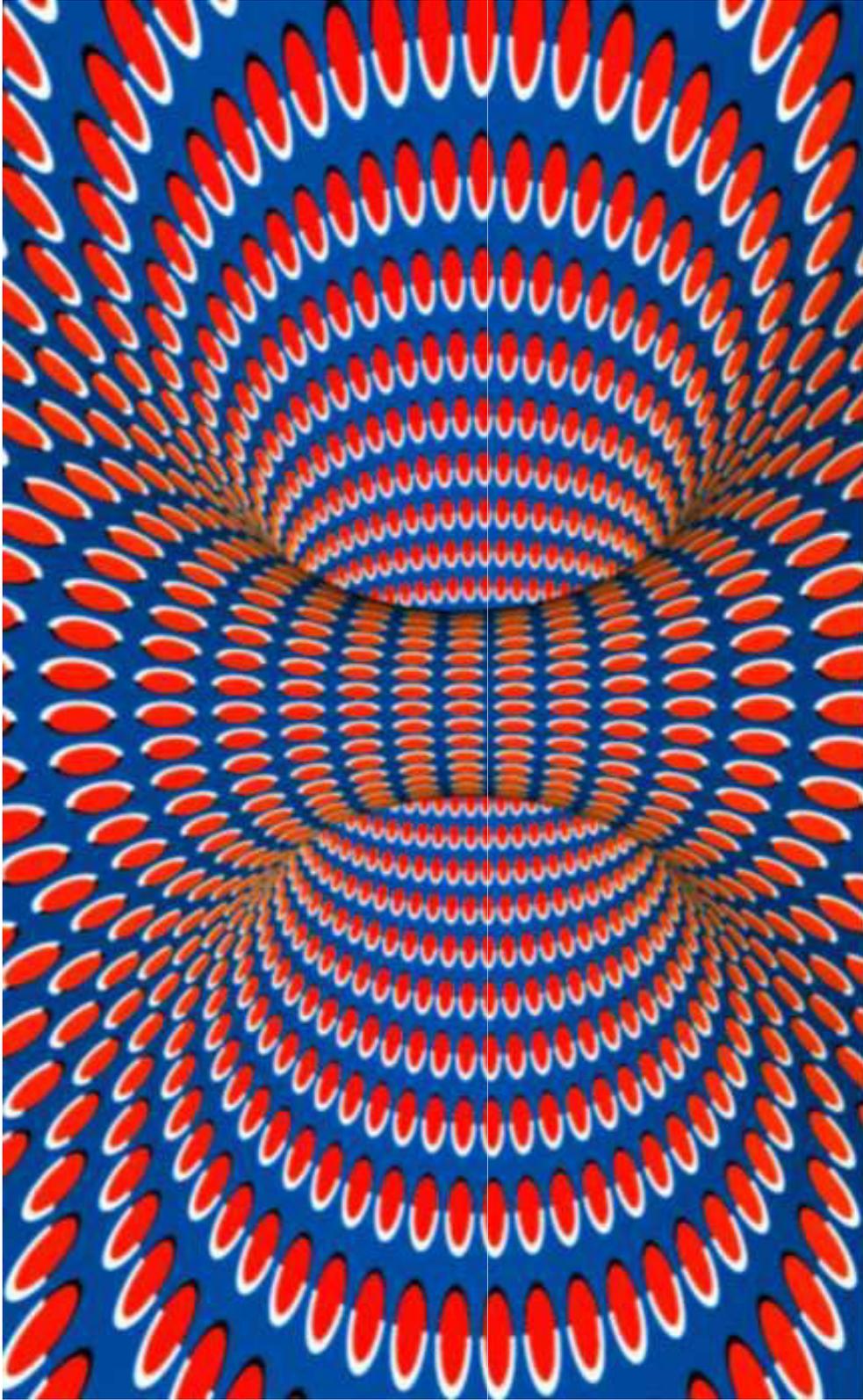


Visión e ilusión óptica

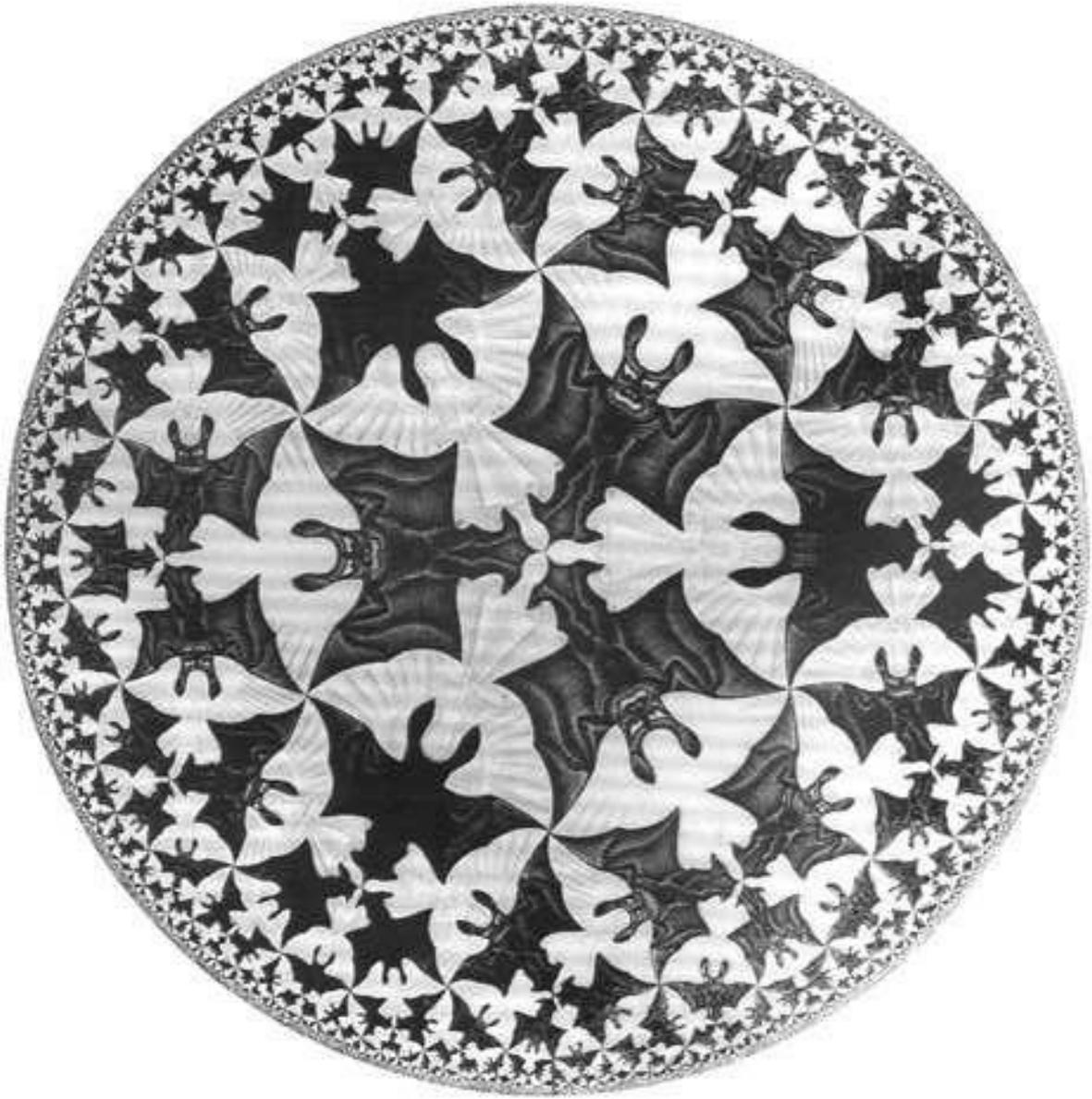


Visión e ilusión óptica





CAN YOU FEEL YOUR HEAD SPINNING?

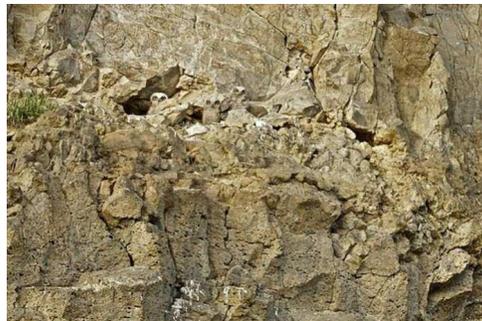




Visión e ilusión óptica



Percepción



Anexo 7

Ejemplos de cuestionarios finales

ACTIVIDAD LA LUZ Y LA VISIÓN

Edad: M <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	Curso:
---	--------

1. La actividad realizada en el Parque de la Ciencia me ha resultado interesante
a) Mucho
b) Mediamente
c) Poco
2. Las fichas proporcionadas durante la salida en el Parque de la Ciencia han sido de ayuda para el desarrollo de las mismas
a) No
b) Sí
3. Las actividades realizadas en clase me han resultado interesante
a) Mucho
b) Mediamente
c) Poco
4. Las fichas y los recursos proporcionados durante las actividades en clase han sido de ayuda para el desarrollo de las mismas
a) No
b) Sí
5. La profesora ha conseguido transmitir la información de manera
a) Muy clara y organizada
b) Suficientemente clara y organizada
c) Poco clara y desorganizada
6. Mi grado de satisfacción general con las actividades (extraescolar y en clase) ha sido
a) Nada satisfecho/a
b) Medianamente satisfecho/a
c) Muy satisfecho/a
7. Que es lo que más me ha gustado de la actividad realizada en el Parque de la Ciencia

Me ha gustado poder acercarme más al mundo de los órganos de los sentidos. Con estas actividades es como se refuerza la teoría de clase.
* Este método tendría que utilizarse más

8. Que es lo que más me ha gustado de las actividades realizadas en clase

Las presentaciones de powerpoint que se entiende mejor que en el libro. También me ha gustado la tarea de buscar e investigar por Internet.

9. Que es lo que menos me ha gustado de la actividad realizada en el Parque de la Ciencia

Lo que menos me gustó fue ir cargando con unas actividades que había que completar para entregarlas al profesor. No es necesario escribir tanto para aprender.

10. Que es lo que menos me ha gustado de las actividades realizadas en clase

El hecho de centrarse tanto en un tema y dejar otro más apartado que a lo mejor es más interesante.

O que no da tiempo porque se explica algo demasiado lento.

11. ¿Recomendarías estas actividades a un/a compañero/a que aún no las haya realizado?
¿Porque?

Si, las recomendaría sobre todo por las actividades realizadas fuera del centro. Me reitero, habría que realizar más salidas para reforzar conceptos. Además de usar más las tecnologías y mandar tantas actividades.

ACTIVIDAD LA LUZ Y LA VISIÓN

Edad: M <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	Curso: 3 ^o A
---	-------------------------

1. La actividad realizada en el Parque de la Ciencia me ha resultado interesante

- a) Mucho
- b) Medianamente
- c) Poco

2. Las fichas proporcionadas durante la salida en el Parque de la Ciencia han sido de ayuda para el desarrollo de las mismas

- a) No
- b) Sí

3. Las actividades realizadas en clase me han resultado interesante

- a) Mucho
- b) Medianamente
- c) Poco

4. Las fichas y los recursos proporcionados durante las actividades en clase han sido de ayuda para el desarrollo de las mismas

- a) No
- b) Sí

5. La profesora ha conseguido transmitir la información de manera

- a) Muy clara y organizada
- b) Suficientemente clara y organizada
- c) Poco clara y desorganizada

6. Mi grado de satisfacción general con las actividades (extraescolar y en clase) ha sido

- a) Nada satisfecho/a
- b) Medianamente satisfecho/a
- c) Muy satisfecho/a

7. Que es lo que más me ha gustado de la actividad realizada en el Parque de la Ciencia

Las aves rapaces

8. Que es lo que más me ha gustado de las actividades realizadas en clase

Los vídeos explicativos

9. Que es lo que menos me ha gustado de la actividad realizada en el Parque de la Ciencia

La parte del cuerpo humano

10. Que es lo que menos me ha gustado de las actividades realizadas en clase

La parte teórica

11. ¿Recomendarías estas actividades a un/a compañero/a que aún no las haya realizado?
¿Porque?

Sí, porque les va a entender y se va a entretener

ACTIVIDAD LA LUZ Y LA VISIÓN

Raquel García Rueda

Edad: 14 M <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	Curso: 3ºA
--	------------

1. La actividad realizada en el Parque de la Ciencia me ha resultado interesante
 - a) Mucho
 - b) Mediamente
 - c) Poco
2. Las fichas proporcionadas durante la salida en el Parque de la Ciencia han sido de ayuda para el desarrollo de las mismas
 - a) No
 - b) Sí
3. Las actividades realizadas en clase me han resultado interesante
 - a) Mucho
 - b) Mediamente
 - c) Poco
4. Las fichas y los recursos proporcionados durante las actividades en clase han sido de ayuda para el desarrollo de las mismas
 - a) No
 - b) Sí
5. La profesora ha conseguido transmitir la información de manera
 - a) Muy clara y organizada
 - b) Suficientemente clara y organizada
 - c) Poco clara y desorganizada
6. Mi grado de satisfacción general con las actividades (extraescolar y en clase) ha sido
 - a) Nada satisfecho/a
 - b) Medianamente satisfecho/a
 - c) Muy satisfecho/a
7. Que es lo que más me ha gustado de la actividad realizada en el Parque de la Ciencia

El mariposario. Las fichas que hay que rellenar por equipos, buscando todo tipo de insectos hace que la actividad sea más interesante y divertida.

8. Que es lo que más me ha gustado de las actividades realizadas en clase

Observar cómo es el agua y que hay dentro de ella.
No sabía que nos habíamos millones de seres vivos
todos los días

9. Que es lo que menos me ha gustado de la actividad realizada en el Parque de la Ciencia

Me gustaría que nos hubiésemos quedado más tiempo.
Apenas entramos en la sala Eureka y en la sala de
ilusiones ópticas no dio tiempo a casi nada

10. Que es lo que menos me ha gustado de las actividades realizadas en clase

Podríamos haber interactuado más con los profesores,
más salidas, más actividades con ordenadores. Aunque
que la clase no se mantenga en silencio también
influye.

11. ¿Recomendarías estas actividades a un/a compañero/a que aún no las haya realizado?
¿Porque?

Sí, sin ninguna duda. Las clases son muy divertidas
y al ser divertidas, se presta más atención y se
aprende sin que te des cuenta.

ACTIVIDAD LA LUZ Y LA VISIÓN

Edad: 15 M <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	Curso: 3-A
--	------------

1. La actividad realizada en el Parque de la Ciencia me ha resultado interesante
 a) Mucho
b) Mediamente
c) Poco

2. Las fichas proporcionadas durante la salida en el Parque de la Ciencia han sido de ayuda para el desarrollo de las mismas
a) No
 b) Sí

3. Las actividades realizadas en clase me han resultado interesante
 a) Mucho
b) Mediamente
c) Poco

4. Las fichas y los recursos proporcionados durante las actividades en clase han sido de ayuda para el desarrollo de las mismas
a) No
 b) Sí

5. La profesora ha conseguido transmitir la información de manera
 a) Muy clara y organizada
b) Suficientemente clara y organizada
c) Poco clara y desorganizada

6. Mi grado de satisfacción general con las actividades (extraescolar y en clase) ha sido
a) Nada satisfecho/a
b) Medianamente satisfecho/a
 c) Muy satisfecho/a

7. Que es lo que más me ha gustado de la actividad realizada en el Parque de la Ciencia

Los temas de los que se hablaban
y las actividades que se realizaban
me gustaron muchísimo.

8. Que es lo que más me ha gustado de las actividades realizadas en clase

Los temas eran interesantes y en la manera en la que se explicaba era aún más interesante y divertido.

9. Que es lo que menos me ha gustado de la actividad realizada en el Parque de la Ciencia

Que fue muy divertido pero duró ~~en~~ se pasó rápido el día.

10. Que es lo que menos me ha gustado de las actividades realizadas en clase

11. ¿Recomendarías estas actividades a un/a compañero/a que aún no las haya realizado?
¿Porque?

Sí, porque es una manera divertida e interesante de aprender nuevas cosas.

ACTIVIDAD LA LUZ Y LA VISIÓN

Edad: 35 M <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	Curso: 3-A
--	------------

1. La actividad realizada en el Parque de la Ciencia me ha resultado interesante

- a) Mucho
- b) Mediamente
- c) Poco

2. Las fichas proporcionadas durante la salida en el Parque de la Ciencia han sido de ayuda para el desarrollo de las mismas

- a) No
- b) Sí

3. Las actividades realizadas en clase me han resultado interesante

- a) Mucho
- b) Mediamente
- c) Poco

4. Las fichas y los recursos proporcionados durante las actividades en clase han sido de ayuda para el desarrollo de las mismas

- a) No
- b) Sí

5. La profesora ha conseguido transmitir la información de manera

- a) Muy clara y organizada
- b) Suficientemente clara y organizada
- c) Poco clara y desorganizada

6. Mi grado de satisfacción general con las actividades (extraescolar y en clase) ha sido

- a) Nada satisfecho/a
- b) Medianamente satisfecho/a
- c) Muy satisfecho/a

7. Que es lo que más me ha gustado de la actividad realizada en el Parque de la Ciencia

Lo que más me ha gustado ha sido cuando fuimos al campo eso que solían hacer antes, el que más me gustó fue el agua, era preñada, y gracioso como cogir la comida en las garras. Son aves que ven muy bien de lejos a su presa.

8. Que es lo que más me ha gustado de las actividades realizadas en clase

Lo que más me ha gustado de las actividades en clase es cuando hicimos un aparato hecho de cartón que hacíamos en un botellito de agua y lo iluminaban con la linterna y en la parte se proyectaba el agua en rojo y se veían las bacterias, microbios que traen el agua. Temo que estar todo apagado y nos ratamos un poco.

9. Que es lo que menos me ha gustado de la actividad realizada en el Parque de la Ciencia

Lo que menos me ha gustado a parte de las partes del ojo desmontadas dicen aquello, ya sé que eso es todo todo el mundo pero da asquito todas las cosas por. Pero era interesante ver lo que traen dentro y cada cosa en sus partes que contiene el ojo.

10. Que es lo que menos me ha gustado de las actividades realizadas en clase

La verdad es que no hay actividades que no me hayan gustado, porque todas han sido muy interesantes. Las partes del esqueleto, los tipos de músculos, la reproducción de hombres y mujeres etc. Ha sido muy interesante y hemos aprendido muchas cosas.

11. ¿Recomendarías estas actividades a un/a compañero/a que aún no las haya realizado?
¿Porque?

Sí, se las recomendaría porque son cosas superinteresantes, se pueden aprender muy bien sobre todo. Y yo pienso que también es porque muy interesante todas estas actividades.

MI OPINIÓN DE LOS PROFESORES: Explican muy bien, son organizados y hablan claro.