



*Facultad
de
Ciencias*

**REPRESENTACIÓN DE LOS COLORES DEL
UNIVERSO
(REPRESENTATION OF THE UNIVERSE
COLOURS)**

Trabajo de Fin de Grado
para acceder al

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

Autor: David Gragera Iglesias

Director: Andrés Iglesias Prieto

Co-Director: Francisco J. Carrera Troyano

Junio - 2020

Agradecimientos

Antes de explicar el desarrollo de este trabajo me gustaría agradecer a todas aquellas personas que me han estado apoyando durante todos estos años. Lo primero de todo, quisiera agradecer a mis padres, a mi pareja y en especial a mi hermana por haber confiado en mí en todo momento y haberme dado las motivaciones que a veces faltan en épocas duras de estudio y trabajo. También a mis amigos, tanto los de toda la vida como los que he hecho a lo largo de la carrera, por alegrarme los días y por quedar cuando llevaba meses sin que se me viera el pelo por estudiar. Sin duda, tampoco puedo olvidarme de los compañeros de la universidad por el duro esfuerzo cuando teníamos que estudiar para los exámenes o conseguir sacar los trabajos adelante. Y por último, pero no menos importante, a los profesores de la carrera, así como ambos directores del proyecto que me han ayudado y apoyado, muchas gracias a todos.

Resumen

El proyecto europeo ARCHES, en el que participa el IFCA, tiene como misión “enriquecer” el mayor catálogo existente de objetos astronómicos detectados en rayos X junto con información obtenida a otras frecuencias, para entender su naturaleza y propiedades físicas. Es muy importante que estos resultados se transmitan al gran público de manera comprensible y atractiva.

Con este objetivo, este trabajo fin de grado propone el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de visualización basado en tecnologías web que permita al usuario final visualizar la relación del brillo de un conjunto de diversos objetos astronómicos representativos (estrellas, galaxias, cúmulos de galaxias...) con su apariencia a distintas frecuencias. La visualización debe llevarse a cabo de forma dinámica, por lo que la aplicación debe incluir una interfaz gráfica de usuario.

Las tecnologías a utilizar incluyen tecnologías web para visualización online 2D, librerías para el desarrollo de una interfaz gráfica de usuario basada en la web, herramientas de visualización gráfica e interacción con el usuario y herramientas orientados a la creación y gestión en la web.

Palabras Clave

Objetos astronómicos, frecuencias, visualización dinámica, interfaz gráfica, tecnologías web.

Abstract

The European ARCHES project, in which IFCA participates, has the mission of “enriching” the largest existing list of astronomical objects detected in X-rays, together with information obtained at other frequencies, to understand their nature and physical properties. It is very important that these results are transmitted to a general public in an understandable and attractive way.

With this objective, this final degree project proposes the design, development and implementation of a visualization system based on web technologies that allows the end user to visualize the relation of the brightness of a set of diverse representative astronomical objects (stars, galaxies, clusters of galaxies...) with their appearance at different frequencies. The visualization must be dynamically, so the application must include a graphical user interface.

The technologies to be used include web technologies for 2D online visualization, libraries for the development of a web-based graphical user interface, graphic visualization and user interaction tools, and tools aimed at creating and managing the web.

Keywords

Astronomical objects, frequencies, dynamic visualization, graphical interface, web technologies.

Índice de Contenidos

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. MOTIVACIÓN	8
1.2. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	8
1.3. OBJETIVOS	9
2. IMPLEMENTACIÓN	10
2.1. REQUISITOS	10
2.1.1. Requisitos Funcionales	10
2.1.2. Requisitos no funcionales	11
2.2. DIAGRAMA DE CASOS DE USO	12
2.3. HERRAMIENTAS.....	13
2.3.1. JQuery.....	14
2.3.2. Google Charts	15
3. ESTRUCTURACIÓN DE LOS DATOS	16
3.1. OBTENCIÓN DE LOS DATOS.....	16
3.2. ESTRUCTURA DE LOS DATOS.....	16
3.2.1. Info.csv	17
3.2.2. Data.csv	18
4. DISEÑO	20
4.1. PROTOTIPADO	20
4.2. ESTRUCTURA	20
4.2.1. Navegador Superior	21
4.2.2. Gráfica	21
4.2.3. Información Inferior	22
4.2.4. Desplegables	22
4.2.5. Versión Móvil	23
4.2.6. Ayuda.....	25
4.2.7. Cambio de Idioma	25
4.2.8. Cursores.....	26
4.3. PROCESOS COGNITIVOS	26
4.3.1. Atención	26
4.3.2. Percepción.....	28
4.3.3. Memoria.....	30
4.3.4. Lectura.....	30
4.4. PRINCIPIOS DE DISEÑO.....	30

4.4.1. Simplicidad	30
4.4.2. Estructuración	31
4.4.3. Consistencia	31
4.4.4. Tolerancia a errores	31
4.5. PATRÓN DE DISEÑO	32
4.6. CARGA DE IMÁGENES.....	33
5. RESULTADOS	35
5.1. USABILIDAD	35
5.2. EVALUACIÓN Y PRUEBAS.....	36
6. LÍNEAS FUTURAS	40
7. CONCLUSIONES	41
8. BIBLIOGRAFÍA	42

Lista de Figuras

Figura 2.1. Diagrama de casos de uso.....	12
Figura 3.1. Archivos del servidor.....	16
Figura 3.2. Datos de info.csv.....	17
Figura 3.3. Datos de data.csv.....	18
Figura 3.4. Datos de la carpeta NGC4278.....	19
Figura 4.1. Sketch inicial.....	20
Figura 4.2. Interfaz web.....	21
Figura 4.3. Gráfica.....	21
Figura 4.4. Desplegable de la categoría.....	22
Figura 4.5. Versión reducida de la interfaz.....	23
Figura 4.6. Versión móvil.....	24
Figura 4.7. Versión móvil en horizontal.....	24
Figura 4.8. Página de ayuda.....	25
Figura 4.9. Página con cambio de idioma.....	25
Figura 4.10. Cursores utilizados.....	26
Figura 4.11. Prioridad de categoría.....	27
Figura 4.12. Selección de categoría.....	27
Figura 4.13. Prioridad y selección de objeto astronómico.....	28
Figura 4.14. Advertencia de cambio de idioma.....	28
Figura 4.15. Interfaz en escala de grises.....	29
Figura 4.16. Gráfica con error.....	31
Figura 4.17. Patrón de cajas.....	32
Figura 4.18. Patrón de cajas, versión reducida.....	32
Figura 4.19. Carga de los datos.....	33
Figura 5.1. Validación CSS.....	37
Figura 5.2. Validación HTML.....	37

Lista de Tablas

Tabla 2.1. Requisitos funcionales.....	11
Tabla 2.2. Requisitos no funcionales.....	11
Tabla 5.1. Tareas de usabilidad.....	36
Tabla 5.2. Test de usuarios.....	38
Tabla 5.3. Test de usuarios de memoria a largo plazo.....	39

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIÓN

Desde temprana edad, siempre me han resultado de gran interés los ordenadores, así como las tecnologías, y todo lo relacionado con ellas, desde su funcionamiento, contenido mecánico, hasta la creación de los diferentes juegos y programas informáticos que tanto usaba. Al mismo tiempo, era un gran apasionado de la astronomía al querer saber que había en el universo y que se podía descubrir. A medida que fui creciendo al ser un tema extremadamente complejo, desconocido e interesante, mi curiosidad sobre ese mundo fue aumentando.

Al empezar a estudiar la carrera y adentrarme en todo su contenido y asignaturas, he ido descubriendo la gran virtud de esta ciencia al poder asociarse a temas que no tienen ninguna relación con la informática. Finalmente, en 4º de carrera, conocí que el IFCA a través de Francisco Carrera mostró su interés en la realización de una interfaz en la cual se pudiera ver un objeto astronómico mediante imágenes en diferentes frecuencias, con la particularidad de que para cambiar de figuras se debería hacer por medio de una gráfica que esta muestra la relación de frecuencia y brillo absoluto emitido por el objeto astronómico, todo ello de una manera interactiva.

Con esta descripción del proyecto me sentí muy interesado por el tema, ya que se me ha dado la posibilidad a través de este trabajo de fin de grado de juntar y trabajar de una manera profesional con dos temas de gran interés a mi parecer.

1.2. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

Esta memoria se ha dividido fundamentalmente en 8 capítulos en los que se tratará de manera exhaustiva todo el desarrollo y creación de la página, su contenido, funcionalidad y conclusiones tras su realización. De manera resumida, se podría decir que el capítulo 1 consiste en una introducción, en la cual se ha visto la motivación de la memoria y en el que se tratará el tema de los objetivos; en el capítulo 2 se hablará de la implementación realizada, donde se expondrán los requisitos, los casos de uso y las herramientas que se han utilizado; mientras que, en el capítulo 3, se tratará el tema de la estructuración y la obtención de los datos; con respecto al capítulo 4, será referente a la interfaz web, siendo los puntos a tratar el prototipo, la estructura de la interfaz, los procesos cognitivos, los principios de diseño, el patrón de diseño y la carga de imágenes; seguidamente, en el capítulo 5, se hablará de los resultados obtenidos, así como la usabilidad y la evaluación y pruebas; en el capítulo 6 se expondrán las líneas futuras donde se explicarán los posibles cambios y mejoras en el futuro; el capítulo 7 tratará de las conclusiones de lo realizado; y por último el capítulo 8 corresponderá a la bibliografía.

1.3. OBJETIVOS

Con respecto a la realización del trabajo, se especificarán previamente unos objetivos en los que se ha basado el siguiente proyecto. En primer lugar, los datos que se suban al servidor deben ser sencillos con el fin de que un administrador no experto en bases de datos pueda gestionar y manipular los ficheros de una forma simple.

Además, la interfaz debe ser fácil e intuitiva, cumpliendo con ciertos requisitos planteados para su realización y pudiendo así abarcar un conjunto de usuarios más general e inexperto en el ámbito de la astronomía. También deberá haber una versión móvil para lograr llegar al mayor número de usuarios posibles, dado que el uso de los dispositivos móviles ha incrementado en estos últimos años.

También se tendrá en cuenta en el desarrollo de la página, la creación de una transición fluida entre imágenes siendo esta de manera suave entre ambas. Además, se deberán cumplir ciertos estándares del consorcio W3, lo que proporciona a la página una validación muy útil de cara a la subida de dicha página al servidor.

2. IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se va a explicar la implementación realizada, en el que se expondrán los requisitos que se han planteado para la página, así como el diagrama de casos de uso, pudiendo conocer las funciones que un usuario y un administrador pueden realizar en la interfaz, y todas aquellas herramientas utilizadas durante el proceso de la creación de este trabajo.

2.1. REQUISITOS

Para la realización de la interfaz se han planteado una serie de requisitos funcionales y no funcionales. Los primeros describen una actividad que se ejecuta en el sistema cumpliendo ciertas condiciones, en cambio, los no funcionales representan características generales de la interfaz realizada.

2.1.1. Requisitos Funcionales

CÓDIGO	REQUISITO:	DESCRIPCIÓN:
RF-01	Pulsar botón para cambiar de imagen.	Al pulsar cualquier botón, representados como puntos en la gráfica y situados sobre las frecuencias, se debe modificar la imagen mostrada en la pantalla.
RF-02	Pulsar botón para cambiar de categoría.	Al pulsar cualquier botón situado en la parte superior izquierda, donde se encuentran las categorías, se debe actualizar la pantalla mostrando el primer elemento de la categoría seleccionada.
RF-03	Pulsar botón para cambiar de idioma.	Al pulsar el botón denominado "ES/EN" situado en la parte superior derecha, se debe actualizar la información que aparece por pantalla al idioma indicado.
RF-04	Pulsar o pasar por recuadro para mostrar desplegable.	Al pulsar o pasar por el recuadro de "más cuerpos de la categoría" situado encima de la gráfica, se debe mostrar un desplegable con los elementos pertenecientes a la categoría seleccionada.
RF-05	Pulsar botón para cambiar de objeto astronómico.	Al pulsar cualquier botón con un nombre del objeto astronómico situado en el desplegable (RF-04), se debe actualizar la información que aparece por pantalla al objeto astronómico seleccionado.
RF-06	Pulsar botón para obtener ayuda.	Al pulsar el botón "Ayuda" situado en la zona superior derecha, se debe abrir una nueva ventana con información de ayuda para el usuario.

RF-07	Transición de imágenes fluida.	La transición en el cambio de imágenes de un mismo objeto astronómico debe ser fluida.
-------	--------------------------------	--

Tabla 2.1. Requisitos funcionales.

2.1.2. Requisitos no funcionales

CÓDIGO	REQUISITO:	DESCRIPCIÓN:
RNF-01	Tiempo de aprendizaje menor a 1 minuto	El tiempo de aprendizaje de todas las funciones del sistema debe ser menor a un minuto.
RNF-02	Página adaptable a todas las resoluciones.	La página debe ser adaptable a todas las resoluciones a las que se someta, teniendo en cuenta los distintos dispositivos de los que se pueden hacer uso.
RNF-03	Estándar WCAG 2.1.	Todos los textos que aparezcan en la pantalla deben cumplir el contraste marcado por el estándar WCAG 2.1.

Tabla 2.2. Requisitos no funcionales.

2.2. DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Se ha realizado un diagrama de casos de uso para especificar el comportamiento que tiene el usuario frente al sistema y las tareas que puede realizar, al igual que con el administrador. Dichas relaciones con el sistema se representan a través del siguiente diagrama visible en la Figura 2.1.

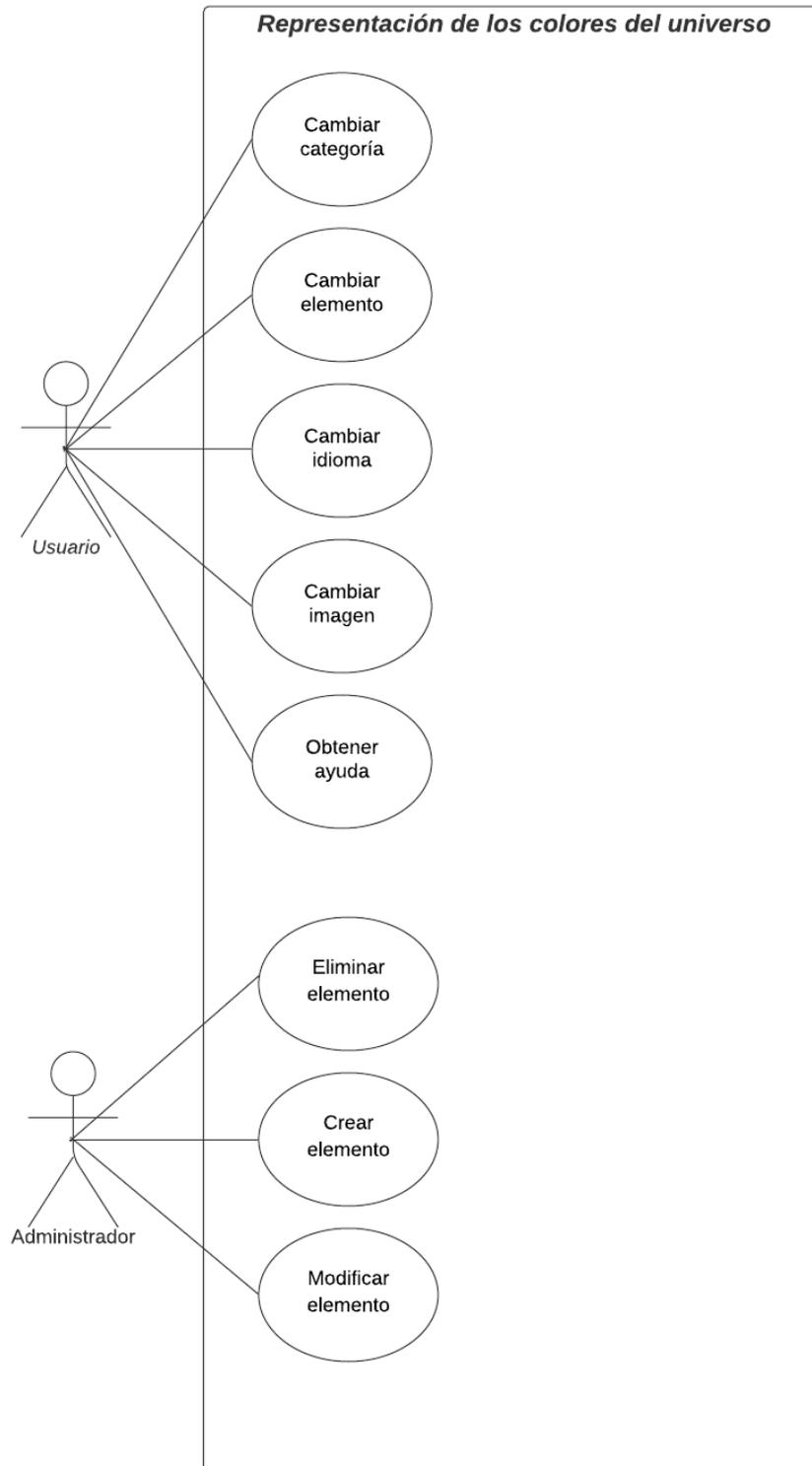


Figura 2.1. Diagrama de casos de uso.

En el diagrama de la Figura 2.1., se pueden observar dos actores, Usuario y Administrador. Se describirán ambos de una forma detallada:

El primer actor que se encuentra es Usuario, éste tiene las siguientes funciones:

- *Cambiar categoría:* El Usuario puede cambiar a otra categoría que se encuentre disponible.
- *Cambiar elemento:* Tiene la posibilidad de cambiar el elemento que desee ver.
- *Cambiar idioma:* Puede cambiar al idioma que prefiera dentro de los dos disponibles.
- *Cambiar imagen:* El Usuario tiene la posibilidad de cambiar de imagen a través de la gráfica.
- *Obtener ayuda:* Si el Usuario lo desea puede obtener ayuda para obtener información acerca de la página.

A continuación, se tiene el segundo actor denominado Administrador que puede realizar las siguientes funciones:

- *Eliminar elemento:* En el caso de que no interese un objeto astronómico tiene la opción de eliminarlo.
- *Modificar elemento:* El Administrador puede modificar las opciones que tiene cada elemento.
- *Añadir elemento:* Si se quiere añadir un objeto astronómico nuevo se hace uso de este caso.

2.3. HERRAMIENTAS

El entorno en el que se ha desarrollado el código de la página web ha sido en la aplicación *Visual Studio Code*, perteneciente a Microsoft, se ha hecho uso de este editor debido a su gran versatilidad de edición sobre los diferentes lenguajes utilizados y disponibilidad de un rico catálogo de extensiones [28]. La principal extensión utilizada ha sido la librería *Live Server*, la cual simula un servidor a nivel local sin necesidad de *Apache* o aplicaciones externas, permitiendo la realización de pruebas de cara a una posterior subida de archivos a un servidor externo [22].

Para el cálculo de los datos de la gráfica, el cual se explicará posteriormente en el capítulo 4.1., se ha hecho uso *Python*, un lenguaje de programación interpretado que contiene un vasto catálogo de librerías, siendo una de ellas *Astropy*, una librería con una gran cantidad de funcionalidades enfocada a la astronomía.

Sin embargo, para la realización del diagrama de los casos de uso se ha utilizado *Lucidchart*, una herramienta web que nos permite la realización de distintos tipos diagramas.

Para la realización de la página, se ha hecho uso de varios lenguajes entre los cuales encontramos como los más importantes: *HTML* y *CSS*, ambos de vital importancia en la visualización de la interfaz de la web, siendo *HTML* utilizado para la determinación de la estructura de la página y de los textos, mientras que *CSS* se emplea en la dotación de estilo, haciendo uso de elementos necesarios para hacerla más visual e intuitiva para el usuario. Finalmente, se ha hecho uso de *JavaScript*, un lenguaje de programación utilizado para la obtención y manipulación de los datos obtenidos de varios ficheros que se encuentran en el servidor, sobre los cuales se hablará posteriormente. Además, es de gran importancia destacar las librerías que se han utilizado en *JavaScript*: *jQuery* y *Google Charts*.

2.3.1. JQuery

jQuery se trata de una pequeña librería empleada en la manipulación del código *HTML*, manejo de eventos, animaciones, así como la manipulación de *Ajax* [15]; es por ello, por lo que se ha utilizado con la finalidad de la obtención y manipulación de datos.

A través de los ficheros que se encuentran en el servidor, se ha obtenido la información necesaria haciendo uso de la librería *jQuery Ajax* [16]. Para las peticiones de un fichero se debe indicar la *url* del mismo, aquellos que se encuentran en la misma carpeta que el *HTML* de la página, solamente se da el nombre del fichero; en caso contrario se da el directorio relativo. Además, en el *dataType* se indica que los ficheros son de tipo texto. Una vez que se obtiene el documento, *jQuery* ejecuta la función dada por *success*. Resultando un posible ejemplo el siguiente código:

```
$.ajax({
    url: "info.csv",
    dataType: "text",
    success: function (data) {
        . . .
    }
});
```

También se dispone de diferentes funcionalidades de *jQuery* como *when* [21], una cierta función no se ejecuta hasta que las funciones *cargaInfo* y *cargaDatos* (responsables de la carga de los datos a través de *Ajax*) hayan terminado de procesar. Esto asegura que la carga de información y datos de las peticiones de *Ajax* se completen antes de procesar la información. Además, permite que no se generen errores de carga la página web, dado que hay una pequeña probabilidad de que los datos se procesen antes de que sean cargados en el código de *JavaScript*.

```
$.when(cargaInfo, cargaData).done(function () {
    . . .
});
```

Existen otras acciones de *jQuery* como *append* [17], *prepend* [20], *attr* [18] o *empty* [19] las cuales se han hecho uso para la manipulación del código *HTML*. *Append* y *prepend* han sido empleadas con el fin de realizar inserciones en el código *HTML* diferenciándose en el orden en el que se introducen los datos, *append* introduce los datos al final del último elemento y *prepend* al principio de la lista. *Attr* se ha utilizado para modificar los atributos de los elementos que componen el *HTML* y *empty* para eliminar los elementos que recoja un elemento *div* del código de *HTML*.

2.3.2. Google Charts

Pasando a la segunda librería utilizada, se encuentra *Google Charts*. Esta librería proporcionada por Google contiene una gran cantidad de recursos para hacer uso de ella, además de ser sencilla de utilizar [9]. En este caso la librería ha sido utilizada para que la gráfica sea interactiva con el usuario proporcionándole una experiencia que con otras librerías gráficas difícilmente se puede conseguir. Cabe destacar, que al ser desarrollada por Google dispondrá de una gran documentación y soporte. La gráfica que se ha usado para la realización de la página web ha sido una gráfica lineal [12], sobre la cual se han realizado diferentes modificaciones respecto a la gráfica predefinida con el fin de dar una mejor visualización de los datos.

En primer lugar, no se encuentra una leyenda de la línea de la gráfica, en cambio, en cada eje se muestra qué representa cada uno. También los puntos que se muestran en la gráfica aparecen de manera permanente con el fin de que sea visible para el usuario en cualquier momento. Una modificación fundamental son las cajas que aparecen cuando se encuentra encima de un punto de la gráfica, donde se ha pasado del estándar *SVG* a *HTML* con el fin de poder mostrar correctamente las superposiciones de los datos y obtener todas las funcionalidades de *HTML* [11].

Cabe destacar que los datos en el eje vertical se muestran con una notación científica dentro de los formatos que soporta *Google Charts*, se ha hecho uso de este formato debido a los números tan elevados que se introducirán [10]. No se ha podido hacer uso de un formato *short* debido a que por restricciones de la propia librería solamente se podrá cargar una vez el idioma en el que se muestren estos datos en el que, por ejemplo, no se podrá diferenciar el valor de *billion* en inglés y español [13].

3. ESTRUCTURACIÓN DE LOS DATOS

3.1. OBTENCIÓN DE LOS DATOS

Para tener una aproximación de lo que sería la página web en caso de que el IFCA subiera sus imágenes al servidor, se ha hecho uso de figuras y textos informativos de la base de datos *Chandra*, perteneciente a la universidad estadounidense Harvard [2]. Para la obtención del brillo de los objetos astronómicos utilizados en sus respectivas frecuencias se ha trabajado en conjunto con el IFCA, a través de la base de datos *NED/IPAC* de la NASA [26].

Los datos que se muestran en el eje vertical de la gráfica son el brillo absoluto que emite un objeto astronómico, es decir νL_{ν} , que se trata de la multiplicación de la frecuencia a la que se emite la radiación del cuerpo estelar (ν) por la luminosidad específica (L_{ν}), dicho de otra manera, la potencia total (energía de radiación por unidad de tiempo) emitida por una fuente [1].

Para obtener L_{ν} se debe aplicar la fórmula $L_{\nu} = F_{\nu} (4\pi d^2)$ siendo F_{ν} el flujo específico o la cantidad de energía recibida por unidad de tiempo, de superficie y de frecuencia. Hay que tener en cuenta que la radiación se va desplegando por una superficie esférica cuya área es ($4\pi d^2$). Como muchos de estos objetos están a distancias cosmológicas, se aplica una corrección z a la luminosidad porque el objeto está emitiendo el flujo en una banda diferente a la que se observa, esto se denomina corrimiento hacia el rojo [27]. Todo ello lo dividiremos entre la luminosidad del sol con el fin de no obtener valores de cero, dando estos resultados en valor de L_{\odot} .

3.2. ESTRUCTURA DE LOS DATOS

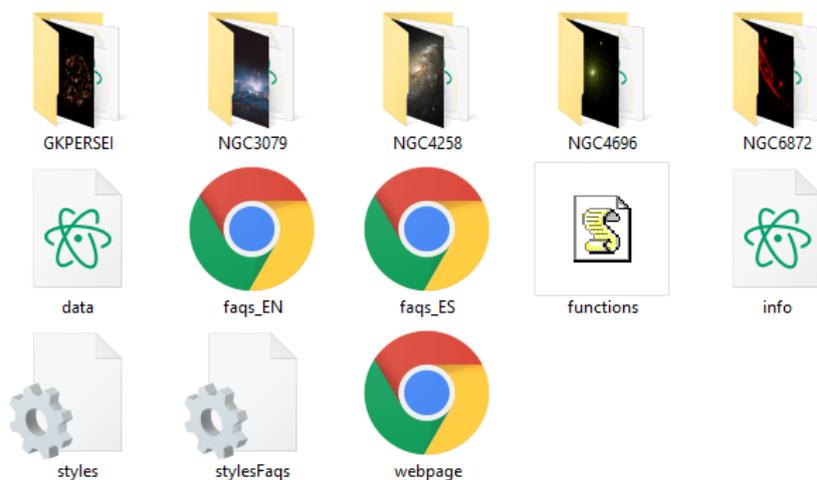


Figura 3.1. Archivos del servidor.

En cuanto a la estructuración de los datos, en el servidor se encuentra una carpeta que contiene todos los ficheros correspondientes para la ejecución de la página web. Encontraremos en esta carpeta *webpage.html*, que contiene el código *HTML* para dar el esqueleto de elementos que comprenden la página y *functions.js*, que tiene todas las funciones de *Javascript* para la ejecución correcta del código. *Styles.css* es el encargado del *CSS* de la página web. *Faqs_EN.html* y *faqs_ES.html* contienen el código *HTML* para las dos páginas de preguntas y respuestas del botón de ayuda de la página web. *StylesFaqs.css* es el fichero responsable de dar el estilo a estas páginas.

A continuación, se pueden ver en la Figura 3.1. dos ficheros de datos, *data.csv* e *info.csv*. Se ha hecho uso de ficheros *.csv* debido a su pequeño tamaño para almacenar información, dado que es un tipo de formato que su peso para la carga en páginas es ínfimo. También cabe destacar que tienen una estructura estricta por lo que el número de elementos por fila será el mismo, siendo la excepción las dos primeras filas del fichero *info.csv* frente al resto de este.

Estos ficheros están dirigidos hacia administradores que no son expertos en uso de base de datos, ya que los ficheros *.csv* son fáciles de hacer uso siendo texto plano. Para facilitar la introducción de datos se dispondrá de un manual para introducir un nuevo objeto astronómico para el administrador. Los datos se separan a través de “;” ya que se tendrá descripciones de texto en el que si se utilizara el símbolo “,” tendríamos dificultades en utilizar este tipo de formato. Se pasará a describir los dos ficheros *.csv*.

3.2.1. Info.csv

```

1 ##### LANGUAGE;[FREQUENCY];;"FREQUENCY";"BRIGHTNESS WITH RESPECT THE SUN";"More";"More Categories";"Brightness";"
2 EN;Infrared;Radio;Visible;X-Ray;Gamma;Frequency;Brightness with respect the Sun;More;Brightness;More Categories;Click t
3 ES;Infrarrojo;Radio;Visible;Rayos X;Rayos Gamma;Frecuencia;Brillo con respecto al Sol;Más;Brillo;Más Categorías; Pincha
4 ##### TAG;LANGUAGE;CATEGORY;NAME;MAIN INFO;ADDITIONAL INFO #####
5 NGC6872;EN;Galaxies;NGC 6872; Escala: Image is 347 arcsec across (310,000 light years) <br> Constellation: Pavo <br> Coc
6 NGC6872;ES;Galaxias;NGC 6872; Escala: La imagen está 347 arco-segundos (310.000 años luz) <br> Constelación: Pavo <br>
7 NGC4258;EN;Galaxies;NGC 4258; Scale: Image is about 6.6 arcmin across (about 44,000 light years) <br> Constellation: C
8 NGC4258;ES;Galaxias;NGC 4258; Escala: La imagen está a unos 6.6 arco-minuto (alrededor de unos 44.000 años luz) <br> C
9 GKPERSEI;EN;White Dwarves;GK Persei; Scale: Image is about 3.5 arcmin across (about 1.5 light years) <br> Constellati
10 GKPERSEI;ES;Enanas Blancas;GK Persei; Escala: La imagen está a unos 3.5 arco-minuto (alrededor de unos 1.5 años luz)
11 NGC3079;EN;Active Galactic Nuclei;NGC 3079;Scale: Image is 3.2 arcmin (about 62,000 light years) across <br> Constellat
12 NGC3079;ES;Núcleos Galácticos Activos;NGC 3079;Escala: La imagen está a 3.2 arco-minuto (alrededor de unos 62.000 años
13 NGC4696;EN;Active Galactic Nuclei;NGC 4696;Scale: Image is about 2.2 arcmin across (about 93,000 light years) <br> Cons
14 NGC4696;ES;Núcleos Galácticos Activos;NGC 4696;Escala: La imagen está a 2,2 arco-minuto (alrededor de unos 93.000 años

```

Figura 3.2. Datos de *info.csv*.

Este fichero contiene toda aquella información respectiva al idioma. Se puede observar en la Figura 3.2, que se realizan dos categorías en el propio *.csv*. Las tres primeras filas corresponden a información como los menús, etiquetas o alertas de la página web siendo estos los elementos esenciales de la página, mientras que el resto de las filas son los elementos que enriquecen la interfaz.

En la primera categoría, la primera fila se muestra cómo se deben realizar las dos siguientes filas. Primero se debe introducir el código del lenguaje, ES o EN en este caso; las frecuencias que conforman la gráfica como son infrarrojo, radio, visible, rayos X y rayos gamma; las palabras “frecuencia”, “brillo respecto al sol”, “más”, “Brillo”, “Más Categorías”, “Pincha en los puntos para ver más imágenes de”, “Idioma cambiado a...”, “Lsol” y “Ayuda” en sus respectivos idiomas. En las dos siguientes filas se introducirán los datos correspondientes en el idioma que se desee.

Respecto a la segunda categoría, es decir, a partir de la cuarta fila, se deben de introducir los objetos astronómicos que enriquecerán la página web. La cuarta fila corresponderá a la descripción de los elementos que se introducen, como se puede ver en la Figura 3.2. las siguientes filas se conforman por: una etiqueta, para distinguir de otros objetos astronómicos; la etiqueta del idioma en el que se ha escrito; la categoría a la que pertenece el objeto; información principal, el texto situado a la izquierda de la página web como se puede observar en la Figura 3.2.; y la información adicional, que se corresponderá al texto situado a la derecha de la página.

Los cuerpos que se introduzcan han de ser en los dos idiomas soportados por la página, éstos se especifican en las dos primeras filas, siendo en la Figura 3.2 la segunda y tercera fila.

3.2.2. Data.csv

```
1 ##### TAG;[FREQUENCY;BRIGHTNESS]+ #####
2 NGC6872;I;241245257;0;55612183606;X;124659212
3 NGC4258;R;1311;I;1141922673;0;498712;X;16675274
4 GKPERSEI;R;5.30E+05;0;1.78E+7;X;3.12E+06
5 NGC3079;O;56962567;X;17341707
6 NGC4696;R;3444424;0;20727841197;X;124659212
```

Figura 3.3. Datos de data.csv.

En fichero data.csv contiene toda la información relevante a los datos, concretamente a los de la gráfica, con una etiqueta al principio que permite enlazar con los datos de info.csv. Se debe indicar los valores del brillo para cada frecuencia, para ello se indica la frecuencia en un código de tal manera que: {I = Infrarrojo, R = Radio, O = Visible, X = X-Ray, G = Gamma} y a su lado el valor del brillo al que corresponde esa frecuencia. Esta numeración es importante para poder enlazar los datos de los ficheros .csv con el resto de los elementos que componen la página web.

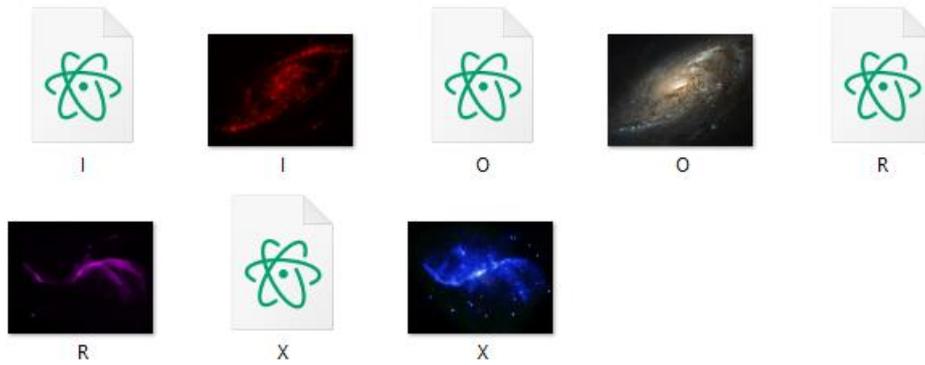


Figura 3.4. Datos de la carpeta NGC4278.

Con respecto a los datos de la carpeta de la Figura 3.1. mencionados previamente, se puede ver que existen distintas subcarpetas con el nombre de las etiquetas que encontramos en los ficheros .csv, gracias a los cuales se consiguen enlazar todas aquellas filas de estos ficheros con sus directorios. Cada carpeta contiene una serie de imágenes, principalmente JPG, debido a su mayor velocidad de carga en páginas web a pesar de perder cierta calidad en ellas, y ficheros de tipo .credit que contendrán los créditos de qué observatorio han sido tomadas las imágenes. Como se puede observar en la Figura 3.4, con datos pertenecientes a NGC 4258, se hace uso del mismo código de frecuencias utilizado en el fichero de data.csv.

Con esto se consigue enlazar la información correspondiente al brillo del fichero con la imagen correspondiente y crédito de ésta, conformando la gráfica que se puede ver en la página web.

4. DISEÑO

A continuación, se explicarán todos los elementos de los que se compone la página web, disponible en <http://venus.ifca.unican.es/~carreraf/TFG/webpage.html> de forma provisional para pruebas, todavía no disponible de cara al público. Para la realización de la página se ha tenido en cuenta que la interacción con el entorno ha de ser de la manera más intuitiva posible, por ello, se ha hecho uso de un estilo de interacción de menús que permite moverse entre diferentes categorías y elementos que componen éstas, además de una manipulación directa con el fin de cambiar las imágenes de los elementos que se quieren visitar [5].

4.1. PROTOTIPADO

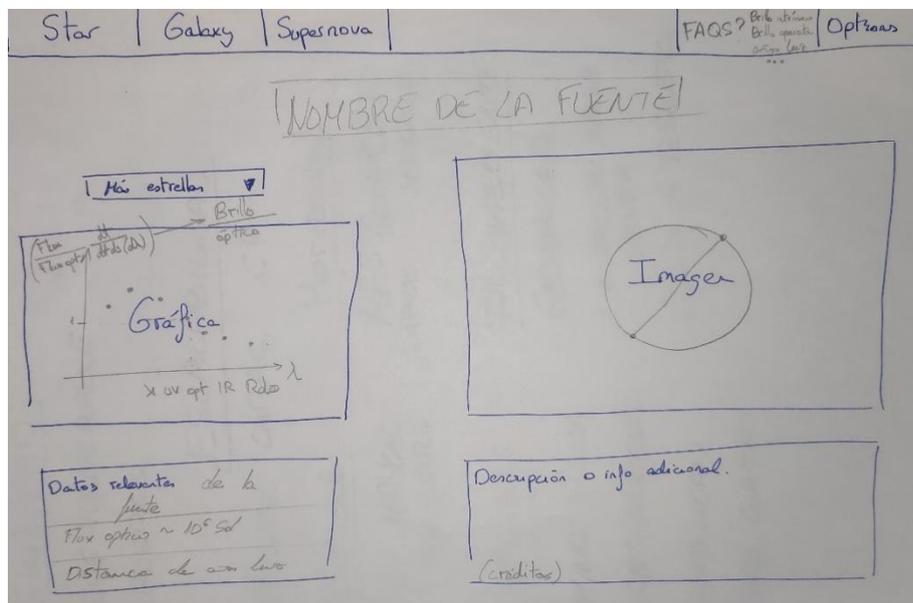


Figura 4.1. Sketch inicial.

Con el fin de tener una representación de la interfaz, al comienzo del desarrollo se realizó un prototipo para visualizar una idea aproximada de lo que sería de cara al futuro el resultado final [3]. Como se puede observar en la Figura 4.1. presenta una estructura similar al resultado obtenido que se analizará a continuación.

4.2. ESTRUCTURA

La interfaz se corresponde de varias partes que se explicarán de una manera detallada, en la Figura 4.2. se puede comprobar la estructura que tendrá la página web.

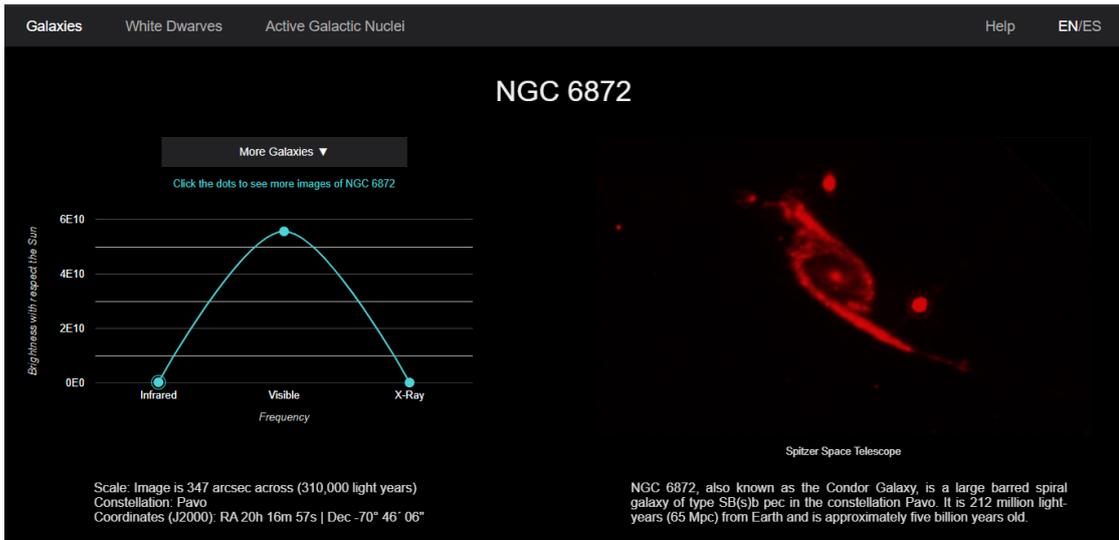


Figura 4.2. Interfaz web.

4.2.1. Navegador Superior

En la parte superior de la interfaz se encuentra el navegador, éste está compuesto de un color de fondo que se diferencia sutilmente del fondo principal de la interfaz. En la Figura 4.2. se puede apreciar que a la izquierda se encuentran los botones referentes a las distintas categorías a las que se puede navegar, mientras que a la derecha se encuentran los botones referentes a las opciones de la página como son el cambio de idioma puesto como "ES/EN" y el botón de "Ayuda" en caso de que el usuario necesite información de cómo funciona la interfaz.

4.2.2. Gráfica

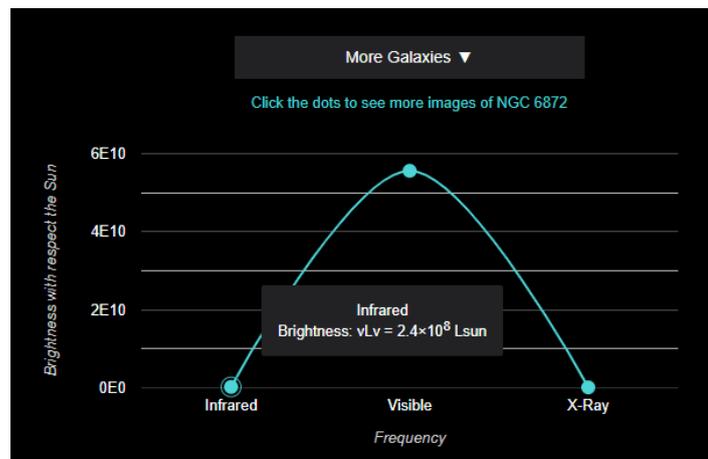


Figura 4.3. Gráfica.

La gráfica se compone de varios elementos como se puede ver en la Figura 4.3. Ésta representa en el eje horizontal las frecuencias en la que las imágenes han sido tomadas, pudiendo tener las bandas de radio, infrarrojo, visible, rayos X y gamma en orden creciente de frecuencias. En el eje vertical se encuentra el brillo absoluto como se ha explicado en el apartado 3.1. obtención de datos, lo que da al usuario la idea del brillo que tiene el objeto astronómico.

La gráfica permite cambiar de imágenes pulsando sobre los puntos puestos sobre la misma, además de aparecer un recuadro en caso de situarse sobre un punto de ésta como se puede observar en la Figura 4.3. en el que se muestra la frecuencia del punto en el que se sitúa y la medida del brillo de una forma más precisa.

Cabe destacar que en el mismo color de la línea de la gráfica se situará un pequeño texto informativo para el usuario pueda cambiar de imagen de manera más sencilla.

4.2.3. Información Inferior

En la parte inferior se presenta información relevante sobre el objeto astronómico en el que se halle el usuario, por debajo de la gráfica; a la derecha se encuentra más información sobre el cuerpo de forma informativa. Estos textos serán secundarios en la relevancia sobre la interfaz.

4.2.4. Desplegables

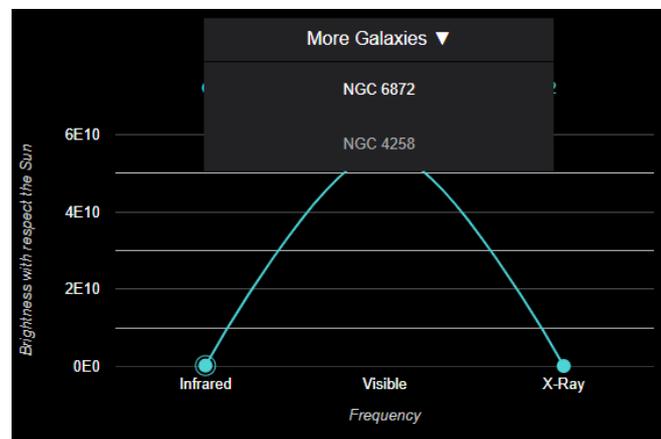


Figura 4.4. Desplegable de la categoría.

En la página web se dispone de dos desplegables, de los que se hace uso para solventar el problema de la falta de espacio en la interfaz permitiendo la agrupación de los datos. Uno de los desplegables se situará encima de la gráfica, que mostrará los distintos objetos astronómicos que hay en la categoría en la que se encuentre, como se aprecia en la Figura 4.4. En caso de que solamente haya una aparecerá como única en la lista.

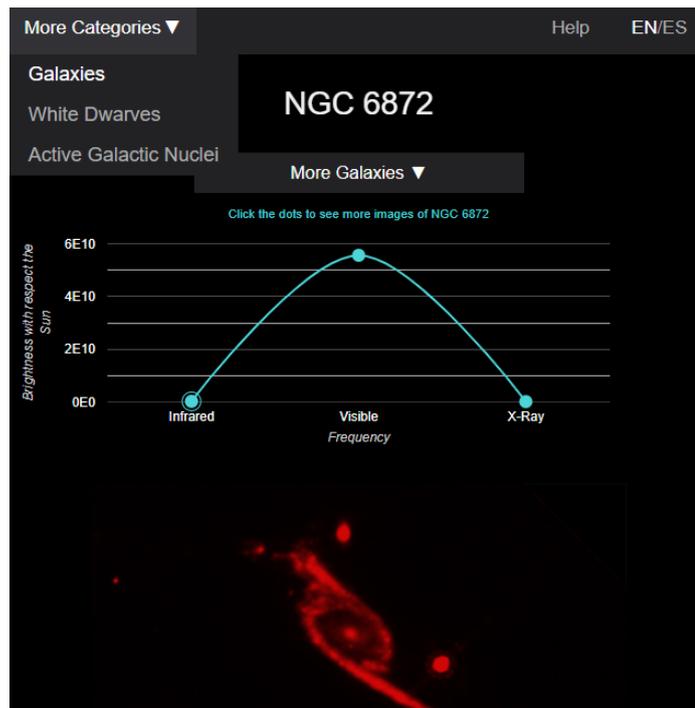


Figura 4.5. Versión reducida de la interfaz.

Cabe destacar que para las versiones móviles y reducidas de la interfaz se dispondrá de un segundo desplegable para seleccionar más categorías, ya que debido a la reducción de dimensiones todos los botones que lo componen no podrán entrar de manera adecuada en el navegador superior, se puede observar el desplegable en la Figura 4.5.

Todos estos elementos que componen ambos desplegables se ordenarán en función de la prioridad que se dé en el fichero .csv de información, por lo que las primeras categorías introducidas al igual que los elementos aparecerán con mayor prioridad que los escritos posteriormente.

4.2.5. Versión Móvil

Actualmente una gran cantidad de información se mira a través de los móviles, más de un 50% de las plataformas desde donde se accede a internet son móviles [30], por ello se ha diseñado la interfaz adaptable a estos dispositivos con el objetivo que sea de la manera más amoldable a las nuevas tecnologías.

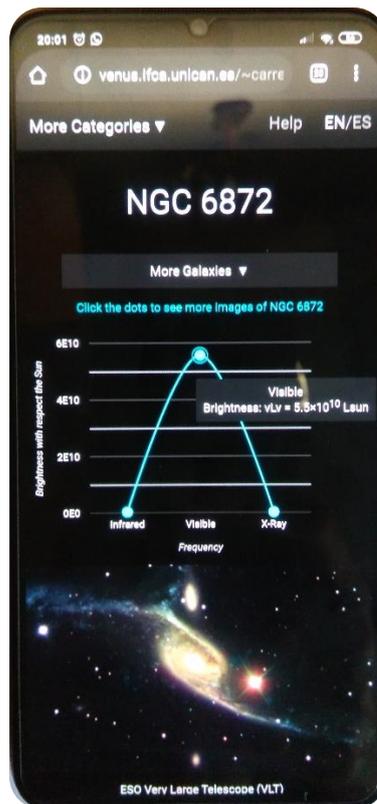


Figura 4.6. Versión móvil.

Como se puede apreciar en la Figura 4.6., el desplegable de categorías que se ha comentado anteriormente aparece debido a la reducción de dimensiones. Además, el diseño cambia a una visión en columna para una mejor visualización de los datos en el nuevo dispositivo, para ello se ha remodelado la estructura de los datos siendo posible la visión de los elementos más importantes como son las imágenes y la gráfica, sin tener la necesidad de desplazarse haciendo uso del desplazamiento en la interfaz. En caso de querer obtener más información sobre el objeto astronómico se podrá hacer uso de la función de desplazamiento.

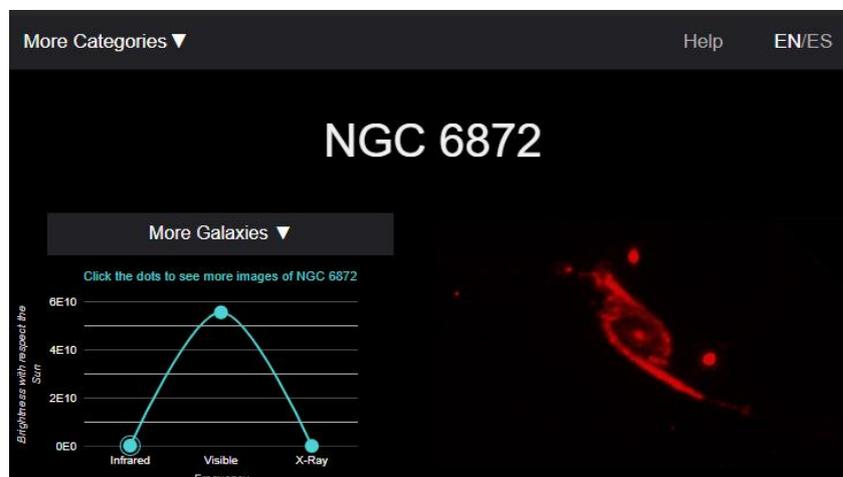


Figura 4.7. Versión móvil en horizontal.

Pulsando en el botón de idioma en el navegador superior en su parte derecha, la interfaz se cambiará al idioma que corresponda. Se puede apreciar la diferencia de idiomas entre la Figura 4.2. y la Figura 4.9.

4.2.8. Cursores



Figura 4.10. Cursores utilizados.

Para que al usuario le sea más sencillo el uso de la página se han hecho uso de dos tipos de cursores. El cursor estándar se trata de aquel que tiene la forma de una flecha como se puede ver a la izquierda en la Figura 4.10., éste nos dará la idea de donde se encuentra el puntero del ratón. En cambio, para hipervínculos o botones se ha hecho uso el cursor de la mano que apunta, a la derecha en la Figura 4.10., con el fin de dar la idea al usuario que cuando se encuentra encima de algún elemento con esta característica podrá pinchar sobre él generando una alteración en la interfaz.

4.3. PROCESOS COGNITIVOS

Para el diseño de la interfaz se ha tenido en cuenta el factor humano, por lo que se ha puesto especial atención en que la interacción sea fácil, intuitiva y sencilla para el usuario. Por ello se ha hecho uso de los procesos cognitivos más importantes que se describirán a continuación [4].

4.3.1. Atención

La atención es el proceso por el cual nos concentramos en ciertos elementos en un momento dado [4], bien a través del canal auditivo o de manera visual. Esto quiere decir que la estructuración de la información en la pantalla tendrá un papel fundamental para la facilitación de la atención. Por este motivo, se han aplicado cuatro principios de estructuración en el diseño de la página [4].

Se ha creado un navegador en la parte superior utilizando el principio de región común para que los elementos colocados dentro de ésta sean percibidos como agrupados. Dentro del navegador se hará uso de la proximidad de los elementos consiguiendo que se perciban conjuntamente las categorías (a la izquierda) y las opciones (a la derecha). Este principio de proximidad también se ha aplicado para el desplegable de más elementos de la categoría como se pudo apreciar en la Figura 4.4., al igual que en el desplegable de las categorías en las versiones reducidas de pantallas.

Se ha utilizado también el principio de similitud para enlazar o dar a entender al usuario que el pequeño texto informativo para cambiar de imágenes, como se puede observar en la Figura 4.3. en la parte superior de la gráfica, usa el mismo color que la propia línea de la gráfica para que sean percibidos de manera conjunta.

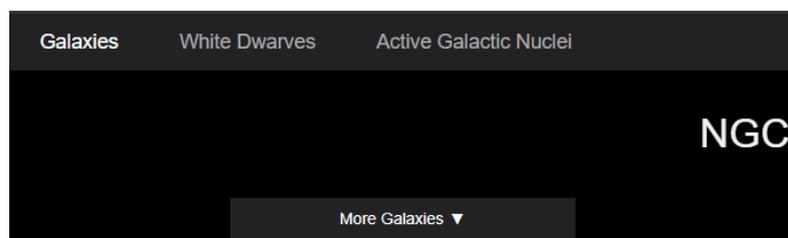


Figura 4.11. Prioridad de categoría.

Para que al usuario le sea fácil reincorporarse a la página en caso de alguna distracción, se han diseñado los textos para que destaquen la información relevante y la categoría en donde se encuentra. Para saber en qué categoría se encuentra se puede conocer de dos maneras, además de la mencionada anteriormente, es decir, donde el nombre de la categoría estará más remarcado que otras, podemos reconocerla a través del desplegable de más elementos de la categoría, en el caso propuesto el usuario se encontrará en la categoría “Galaxies”, como se puede observar en la Figura 4.11.

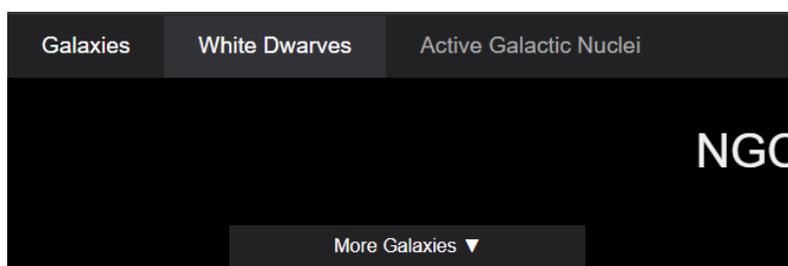


Figura 4.12. Selección de categoría.

En caso de querer ir a otra categoría, como se observa en la Figura 4.12., al tener el ratón sobre el botón, el color de la letra será resaltada con un color blanco al igual que la categoría ya seleccionada, siendo diferente el fondo de este respecto al del navegador. Este efecto permitirá diferenciar del resto del navegador superior, dando la percepción al usuario de ser un botón y además funcionar como indicador del lugar en el que se sitúa el usuario. Se podrá seguir haciendo una distinción de donde se encuentra el usuario debido a que la categoría en la que se encuentra no tendrá el mismo fondo que cuando se sitúa un ratón encima, pero conservará el color más blanco dándole prioridad sobre el resto.

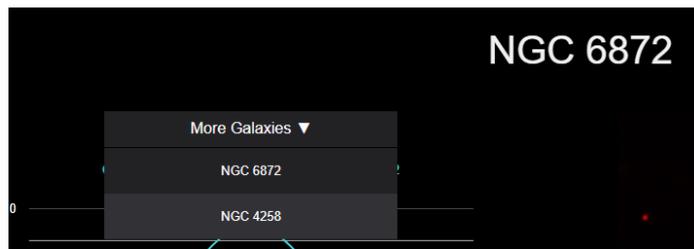


Figura 4.13. Prioridad y selección de objeto astronómico.

Si el usuario desea saber en qué objeto astronómico se encuentra, dispone de dos maneras: gracias al nombre del elemento que aparece centrado en pantalla en la parte superior o entrando en el desplegable de elementos, donde encontrará más resultado que otros elementos de la misma categoría. Ocurrirá de la misma manera el resaltado del botón en caso de que se encuentre sobre el mismo, como se puede observar en la Figura 4.13.

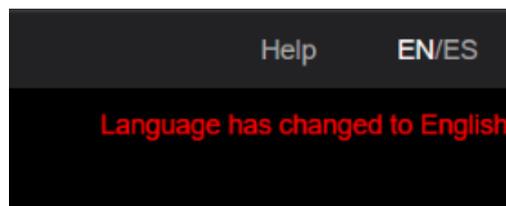


Figura 4.14. Advertencia de cambio de idioma.

Para que el usuario sepa en qué idioma se encuentra se puede realizar, de nuevo, de dos maneras similares a las anteriores: viendo el texto, intuyendo en qué idioma está escrito o en el botón "EN/ES" donde estará resaltado el idioma seleccionado sobre el otro. En caso de que se cambie al otro idioma habrá una alerta en la pantalla en la parte superior derecha debajo del botón indicando que se ha cambiado de lengua, como se puede ver en la Figura 4.14. y se resaltarán en el botón el idioma correspondiente.

4.3.2. Percepción

La percepción es el proceso por el cual captamos la información a través de los sentidos y procesamos ésta. El sentido que se utilizará será el de la visión y se debe tener en cuenta una serie de parámetros para cumplir que la percepción se cumpla [4].

En primer lugar, se ha puesto especial énfasis en los colores utilizados en la página web. Se ha utilizado un fondo negro debido a que la mayoría de las imágenes pueden resultar en un fondo del mismo color, consiguiendo que en ciertas imágenes tengamos un fundido como se puede ver en la interfaz. Además, en pantallas móviles con tecnologías OLED se consigue una visualización más viva de los colores al hacer uso del color negro como fondo.

En segundo lugar, en cuanto al navegador superior, se ha cambiado su color lo necesario para que haya distinción entre éste y el fondo. Cabe destacar, que cuando el usuario se sitúe sobre los botones, cumplirá con el mismo contraste sobre su color de fondo original. El resto de los elementos de la página web cumplen el estándar WCAG 2.1 que indica que el contraste entre un texto y su fondo deberá ser de una relación 7:1 o mayor [33]. A través de un comparador de contraste [34], se han realizado las medidas necesarias con el fin de que todos estos colores cumplan con los requisitos establecidos.

Además, la línea de la gráfica tiene otro color sobre el resto de la página puesto que es un elemento importante en ésta y debido a lo cual destaca sobre otros elementos. Como se ha visto en la Figura 4.3., las etiquetas de los ejes tienen un color más apagado que los elementos que las componen, dado que se quiere primar la atención sobre estos últimos.

Como se explicó en el apartado anterior de la atención, los elementos referentes a las opciones, características y elementos tienen dos tonalidades que permiten diferenciar en qué parte de la página se encuentra el usuario y con qué idioma se trabaja, al estar resaltado en un color más blanco que el resto en su correspondiente botón.

Se ha hecho un uso límite de 4 colores en la página para no saturar al usuario con una paleta de colores extensa. Por ello, se ha tomado la decisión de utilizar unos tonos que tengan un contraste adecuado como son el blanco para texto principal y relevante, gris para un texto que pasaría a estar en segundo plano en importancia y el azul celeste que nos indicará lo que tenga relación con la gráfica.

Con estos colores utilizados se ha conseguido un contraste que los usuarios podrán distinguir de una manera más sencilla. Para comprobar que todos estos se distinguen de una manera adecuada, el método utilizado ha sido la conversión de la interfaz en una escala de grises, gracias a lo cual se comprueba si algún elemento no se diferencia claramente.

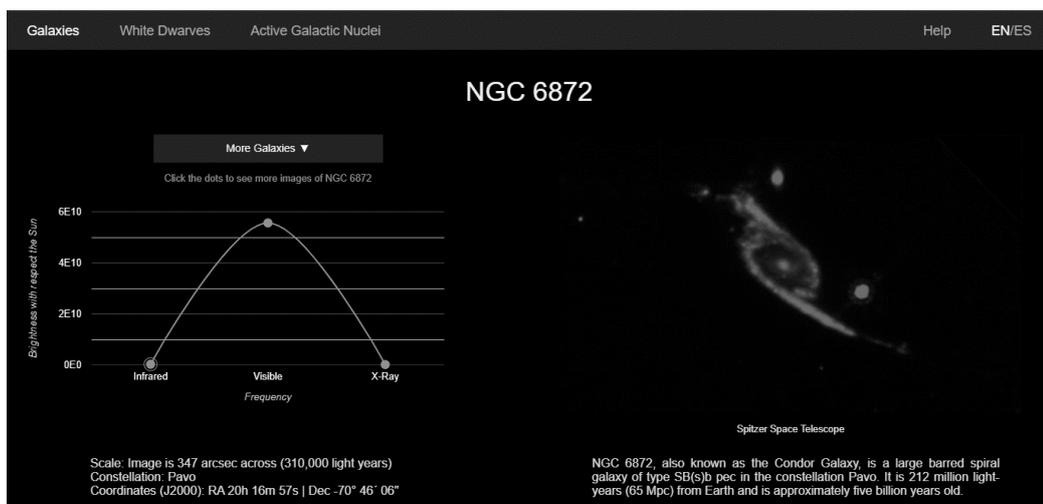


Figura 4.15. Interfaz en escala de grises.

Como se puede apreciar en la Figura 4.15., al pasar la interfaz a la escala de grises todos los colores utilizados son válidos y se distinguen claramente entre sí.

Además, se ha hecho que la estructura sea consistente, siguiendo un mismo patrón en todos los elementos de la página, por lo que el usuario no tendrá la sensación de perderse cada vez que se cambie de objeto astronómico o categoría.

4.3.3. Memoria

En la realización de la interfaz, se ha diseñado con el objetivo de que sea lo más sencilla e intuitiva para el usuario, por lo que se ha hecho uso de elementos que sean fáciles de reconocer para él, como los que haya podido ver en otros sitios web, y pueda distinguir sin dificultad los elementos presentes, como el cambio de idioma, la lista desplegable o un navegador superior. Se ha analizado la memoria del usuario a largo plazo, aplicado para el caso de que se vuelva a hacer uso de la página en un determinado tiempo, en el apartado evaluación se tratará este caso.

4.3.4. Lectura

El proceso de lectura debe hacer que no se ralentice la interacción con la propia interfaz, por lo que se ha empleado únicamente texto imprescindible para que el usuario no se sature de información. Se ha hecho uso de una diferenciación en el tamaño de letra siendo los botones e información principal más grandes que el texto informativo, mientras que los créditos de cada imagen son incluso más pequeños con el fin de que el usuario se centre en el resto de elementos más grandes. Por esta misma razón, los textos estarán en la parte inferior de la interfaz, con el fin de que el usuario no se centre en una información secundaria.

4.4. PRINCIPIOS DE DISEÑO

Se pasará a analizar los principios de diseño en el que se aplicará ciertos principios aprendidos en la asignatura de Interacción Persona-Computador [6].

4.4.1. Simplicidad

La simplicidad se define como la utilización de elementos sencillos en la interfaz de usuario que resulten familiares para el mismo y la descomposición de las tareas complejas en otras más sencillas [6]. Para ello, se ha buscado la manera de que la página sea lo más sencilla posible, sin elementos redundantes, para que el usuario no sienta la sensación de encontrar demasiada información por pantalla.

4.4.2. Estructuración

En la estructuración de la página se ha buscado su división en varias partes. Como se ha podido comprobar en la Figura 4.2., se tiene un patrón bien diferenciado en tres partes: la parte superior siendo el menú y el manejo de las opciones de la interfaz, realizando la función de navegador superior; en la parte central todos los elementos relevantes y más destacados de la página como son el nombre del objeto astronómico, el cambio de elemento dentro de la categoría, la gráfica para desplazarte por las distintas frecuencias y la imagen correspondiente al punto seleccionado en la gráfica; y por último, la parte inferior se corresponde con la información sobre el objeto astronómico seleccionado, la cual es accesible para el usuario en el caso de que quiera ampliar información sobre éste, como puede ser el observatorio con el que se ha tomado la imagen que se muestra en pantalla.

4.4.3. Consistencia

En cuanto a la consistencia en la página web, se ha diseñado con el objetivo de que se presente la misma estructura en cada objeto astronómico que se quiera visitar, por lo que tendrá una gran consistencia dando al usuario una gran facilidad de aprendizaje, pudiendo ayudar en el recuerdo en el tiempo de la interfaz para futuras acciones.

4.4.4. Tolerancia a errores

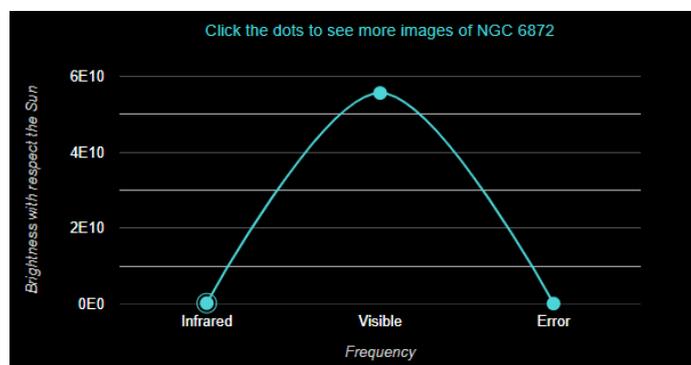


Figura 4.16. Gráfica con error.

El administrador puede que cometa errores al introducir un nuevo elemento, en caso de que se introduzca una frecuencia que no exista en el código de frecuencias creado saldrá en la gráfica como error. En la Figura 4.16. se puede comprobar este caso, además de que en la consola del navegador que se haga uso saldrá como error, ya que no se encontrará una imagen con el código introducido. Si no se introdujera una imagen en un elemento correspondiente por consola se mostrará un error indicando que no se encuentra la imagen, además, cuando se quiera acceder a la frecuencia no se mostrará dicha figura. En caso de que no se introduzca correctamente un elemento en los archivos .csv se podrá comprobar una vez que se ejecute la interfaz.

4.5. PATRÓN DE DISEÑO

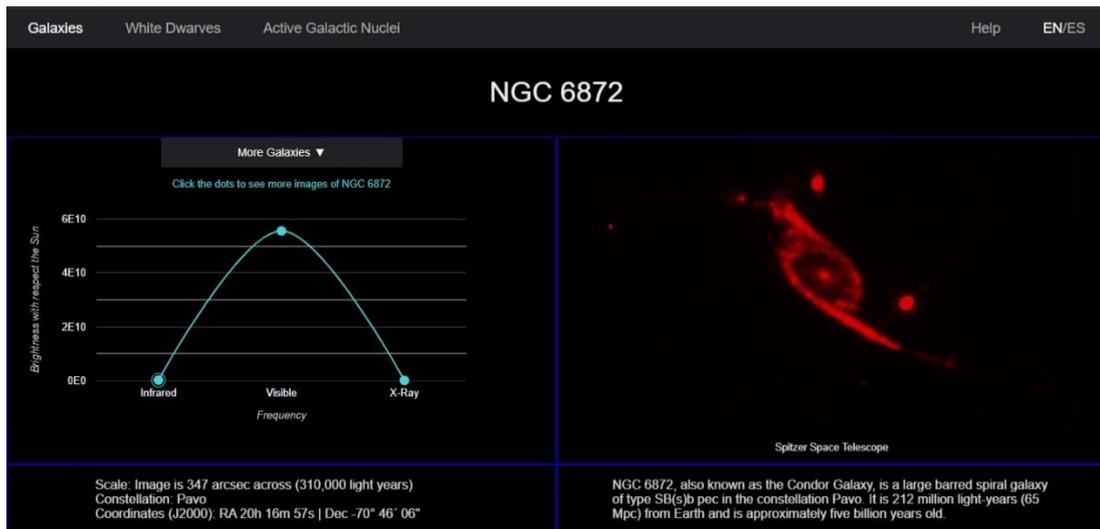


Figura 4.17. Patrón de cajas.

Como se ha explicado antes en el apartado de estructuración de la interfaz, se ha dividido en varias partes. Para ello, se ha hecho uso del patrón de boxes o cajas seccionando ésta en varias secciones. Como se puede ver en la Figura 4.17. tenemos cuatro cajas diferenciadas siendo: la gráfica con el seleccionable de más elementos de la categoría, la imagen con su referencia de qué observatorio lo ha tomado, la información principal a la izquierda y la información adicional a la derecha de la interfaz. Haciendo uso del patrón *liquid layout* se consigue una respuesta adaptable en la interfaz obteniendo que se moldee adecuadamente a todos los tamaños de la pantalla que el usuario tenga, así como si se reduce el ancho de la interfaz se adaptará adecuadamente.

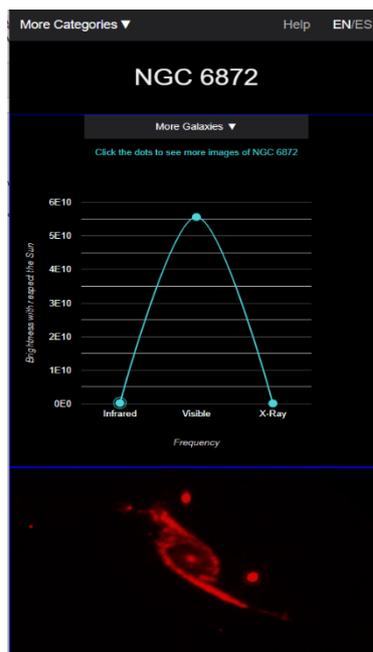


Figura 4.18. Patrón de cajas, versión reducida.

Se puede comprobar que en la Figura 4.18., que el ancho de la pantalla se ha reducido y la interfaz se ha adaptado de una manera adecuada a este nuevo tamaño para que se pueda ver el contenido con mayor facilidad debido a las dimensiones. Por lo tanto, las cajas vistas anteriormente se pondrán en un formato de columna dando prioridad a la caja de la gráfica, la imagen, la información principal y la información adicional. Esto se aplicará también para las situaciones en dispositivos móviles.

4.6. CARGA DE IMÁGENES

Para que la carga de las imágenes sea en el menor tiempo posible en el caso de que sea la primera vez que se entra en el objeto astronómico, se ha diseñado la carga de tal manera que las imágenes que se puedan mostrar accediendo a través de la gráfica se carguen previamente en la caché del usuario. Con ello, conseguimos que el usuario no tenga que esperar en la carga entre cambios de frecuencias y logrando el efecto de difuminado entre las figuras.

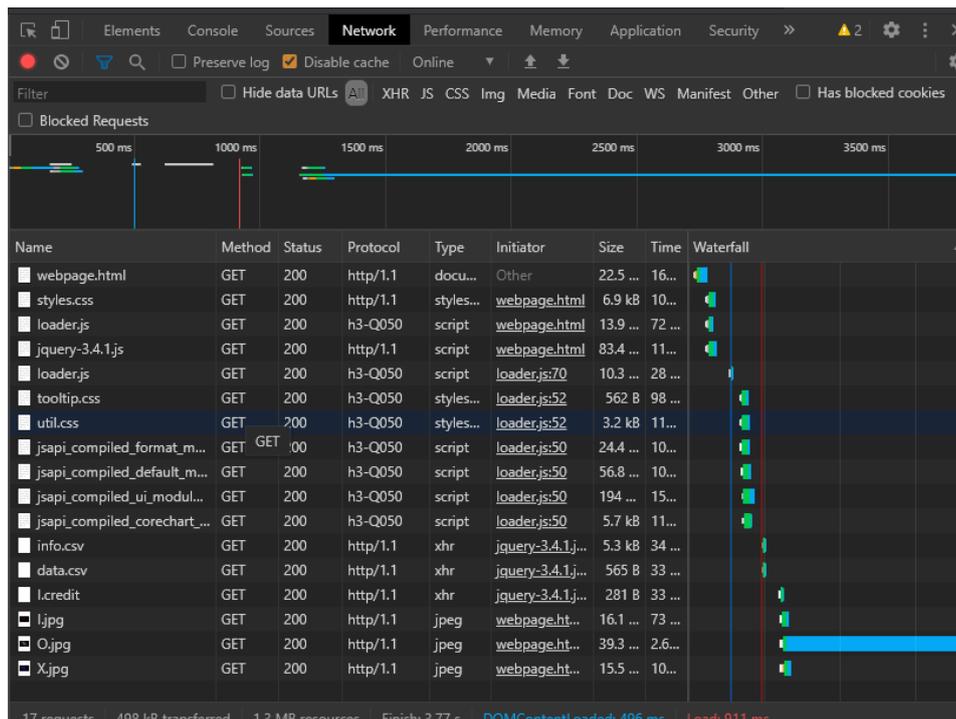


Figura 4.19. Carga de los datos.

En la Figura 4.19. se ha hecho uso de la herramienta de *Google Chrome* para comprobar el tiempo de carga de la página web, se puede apreciar que se encuentra en el apartado de *network*. Deshabilitando la caché de la carga de los datos se consigue la simulación de una primera entrada en la página.

Se puede ver que todos los datos y librerías se cargan en un tiempo aproximado de 1 segundo. En cuanto a las imágenes, se aprecia que tienen un tiempo de carga mayor, con el fin de que éstas no afecten en el rendimiento de la página se hace una precarga en la caché de la memoria del navegador del cliente. Primero, se realiza una carga de la primera imagen del objeto astronómico independiente a las otras imágenes, con esto conseguimos que la primera imagen se muestre mientras que el resto de las imágenes se van cargando en la memoria caché.

5. RESULTADOS

5.1. USABILIDAD

La usabilidad la entenderemos como producto, es decir, la capacidad de que la interfaz sea entendida, aprendida, operable y atractiva para el usuario. Para comprobar que se cumplen estas características se han realizado una medición de la usabilidad a través de varias métricas [3].

La interfaz está orientada como una aplicación de entretenimiento y divulgación científica, por lo que debemos tener en consideración la facilidad de aprendizaje, el recuerdo en el tiempo, la baja tasa de errores y la satisfacción.

La primera métrica será el tiempo de aprendizaje, es decir, si es fácil para el usuario aprender la funcionalidad básica de la interfaz correctamente. Esta medida será de vital importancia para un usuario nuevo, por lo que cuanto menor tiempo se consiga lograr, más intuitivo y fácil será de comprender el sistema.

Con respecto al recuerdo en el tiempo, se considera como la capacidad del usuario de poder visualizar la interfaz después de un intervalo largo de tiempo sin verla. Se estima que los usuarios que vayan a utilizar la página lo harán de forma intermitente, por lo que este apartado es importante para que el cliente no deba aprender desde cero todas las funciones implementadas.

En cuanto a la satisfacción, se trata de una métrica subjetiva de cara al usuario. Los clientes que utilicen la interfaz mostrarán cuál es su satisfacción frente a ésta.

Finalmente, la tasa de errores corresponde al número de errores cometidos por el usuario al realizar una tarea, en la interfaz propuesta puede dar lugar a error al querer pulsar un botón o que un desplegable se muestre sin que el usuario lo desee.

Para garantizar que se cumple la usabilidad se expondrán a continuación varias especificaciones que se quieren obtener en la interfaz, en el siguiente apartado de evaluación y pruebas se analizarán con diferentes usuarios estas especificaciones.

Atributo de usabilidad	Medio de medición	Valor a medir	Nivel actual	Peor nivel aceptable	Nivel planificado como objetivo	Mejor nivel posible
Tiempo de aprendizaje	Tarea "cambiar de categoría"	Tiempo para llevar a cabo la tarea (minutos y segundos)	-	30"	9"	1"
Tiempo de aprendizaje	Tarea "cambiar de objeto"	Tiempo para llevar a cabo la tarea (minutos y segundos)	-	20"	6"	1"
Tiempo de aprendizaje	Tarea "cambiar de idioma"	Tiempo para llevar a cabo la tarea (minutos y segundos)	-	15"	5"	1"
Tiempo de aprendizaje	Tarea "cambiar de imagen"	Tiempo para llevar a cabo la tarea (minutos y segundos)	-	30"	15"	1"
Tiempo de aprendizaje	Tarea "cambiar de ayuda"	Tiempo para llevar a cabo la tarea (minutos y segundos)	-	20"	5"	1"

Tabla 5.1. Tareas de usabilidad.

Con estas especificaciones creadas se analizará a cada usuario que interactúe por primera vez en la interfaz y al cabo de cierto tiempo, para ver el tiempo de aprendizaje realizando la velocidad de ejecución, al igual que se comprobará el recuerdo en memoria del sistema.

5.2. EVALUACIÓN Y PRUEBAS

Durante la realización de la interfaz, se han realizado pruebas de subida a un servidor proporcionado por el IFCA semanalmente desde principios del mes de abril. Una vez subido, se han comprobado todas las funcionalidades de la página web, en caso de que se encontrara algún fallo o error se resolvía de la manera correspondiente.

Resultados del Validador CSS del W3C para styles.css (CSS versión 3 + SVG)

¡Enhorabuena! No error encontrado.

¡Este documento es **CSS versión 3 + SVG** válido!

Puede mostrar este icono en cualquier página que valide para que los usuarios vean que se ha preocupado por crear una página Web interoperable. A continuación se encuentra el XHTML que puede usar para añadir el icono a su página Web:

```

<p>
  <a href="http://jigsaw.w3.org/css-validator/check/referer">
    
  </a>
</p>

<p>
  <a href="http://jigsaw.w3.org/css-validator/check/referer">
    
  </a>
</p>
  
```

Figura 5.1. Validación CSS.

Nu Html Checker

This tool is an ongoing experiment in better HTML checking, and its behavior remains subject to change

Showing results for webpage.html

Checker Input

Show source outline image report

Check by file upload Ningún archivo seleccionado

Uploaded files with .xhtml or .xht extensions are parsed using the XML parser.

Document checking completed. No errors or warnings to show.

Used the HTML parser.
Total execution time 10 milliseconds.

[About this checker](#) • [Report an issue](#) • Version: 20.6.22

Figura 5.2. Validación HTML.

Para comprobar que el código realizado es válido, se ha hecho uso de diferentes validadores pertenecientes a W3C [29], un consorcio muy importante en su entorno. Gracias al cual se ha podido comprobar el código haciendo uso de su validador de *HTML* [31] dando el resultado de la Figura 5.1., y el código CSS a través de otro validador [32] con el resultado de la Figura 5.2.

Además, se ha comprobado la funcionalidad para diferentes buscadores, siendo los más utilizados en la actualidad *Google Chrome*, *Safari*, *Internet Explorer* o *Microsoft Edge*, *Firefox* y *Opera* [30]. Haciendo las pruebas necesarias, se han comprobado en todos estos navegadores, además de en los sistemas operativos más comunes entre los que destacan *Windows*, *Mac OS X*, *Linux*, *IOS* y *Android* [30]. Con el fin de que se puedan ver en todas escalas, se ha comprobado la interfaz en diferentes resoluciones, dando lugar a una buena adaptabilidad a todo tipo de resolución exceptuando las pantallas móviles que sean menores a 4 pulgadas, las cuales se utilizan a día de hoy en una pequeña parte del mercado únicamente [35].

Usuario	Tarea "cambiar de categoría"	Tarea "cambiar de objeto astronómico"	Tarea "cambiar de idioma"	Tarea "cambiar de imagen"	Tarea "obtener ayuda"
Isabel	8"	1"	2"	4"	1"
Blanca	15"	6"	1"	10"	2"
Chema	10"	4"	6"	8"	2"
David	8"	1"	2"	2"	1"
Juan	3"	2"	3"	6"	3"
David	2"	2"	2"	18"	2"
Andrín	3"	14"	2"	4"	2"
Sergio	5"	4"	2"	11"	3"
Eduardo	10"	6"	10"	6"	5"
Miguel	10"	4"	6"	8"	2"
Pablo	14"	6"	1"	10"	1"
María	8"	2"	4"	2"	2"
Daniel	8"	4"	2"	5"	1"
Sara	10"	6"	1"	6"	2"

Tabla 5.2. Test de usuarios.

Teniendo en consideración la validación del código y la funcionalidad en todas las plataformas más importantes de la actualidad, se pasará a evaluar la usabilidad de la página con las especificaciones previamente definidas.

En estas pruebas han participado una gran cantidad de usuarios, indicando únicamente los nombres para conservar su privacidad, en las que se ha pedido a éstos la realización de las tareas especificadas anteriormente contando el tiempo en el que tardaban en terminar cada una. El comienzo de las pruebas se inició a mitad de mayo hasta finales del mes de junio. Cabe destacar que éstos comprenden un rango de edad muy amplio desde los 17 años hasta los 74, por lo que se deberá tener en cuenta en cada caso la experiencia de los usuarios con las nuevas tecnologías, ya que ciertos usuarios tendrán unos resultados mucho más positivos que otros.

En la Tabla 5.2., se puede ver que en el resultado de esta participación, por norma general, la primera tarea ha resultado más complicada de realizar debido a la primera interacción del usuario con la interfaz. En cambio, una vez que estos usuarios han reconocido todos los elementos que componen la interfaz, los números bajan notoriamente como se puede comprobar con las columnas de cambiar elemento, cambiar idioma y obtener ayuda. En cambio, en la tarea cambiar de imagen, al ser algo novedoso y que no se ve en muchas páginas webs, puede llegar a generar confusión al usuario hasta que descubre cómo se realiza.

Además, después de un mínimo de 2 semanas se ha comprobado la memoria a largo plazo a varios de los usuarios que han realizado las pruebas de usabilidad por primera vez. En primer lugar, se les ha pedido que realicen un boceto de lo que recuerdan sobre la interfaz, el resultado ha sido muy satisfactorio en el que han recordado el navegador superior con las regiones comunes de las categorías y opciones de la página web, incluyendo las posiciones de la gráfica al igual que la imagen.

Usuario	Tarea "cambiar de categoría"	Tarea "cambiar de elemento"	Tarea "cambiar de idioma"	Tarea "cambiar de imagen"	Tarea "obtener ayuda"
Blanca	3"	2"	2"	2"	1"
Chema	4"	3"	2"	4"	2"
Isabel	2"	4"	1"	4"	1"
Daniel	4"	2"	1"	2"	1"
María	2"	2"	1"	1"	1"
Sara	2"	3"	2"	2"	1"

Tabla 5.3. Test de usuarios de memoria a largo plazo.

En la Tabla 5.3. se puede observar que los resultados bajan notoriamente, por lo que se puede obtener como conclusión que el recuerdo en memoria del usuario ha sido muy positivo, sin que éste vuelva a tener que realizar un periodo de aprendizaje sobre la página web, cumpliendo con el objetivo especificado.

6. LÍNEAS FUTURAS

De cara al futuro, existen diversos aspectos y funcionalidades que se pueden mejorar dentro de la interfaz web que aportarían un gran valor y dinamismo a la página web. Debido a las limitaciones de tiempo en el desarrollo y realización de la página, no ha sido posible la introducción de los cambios que se plantean a continuación.

En primer lugar, uno de los cambios de mayor interés en cuanto a la funcionalidad básica de la página es una mejora en la carga de los ficheros .credit, dado que estos se podrían precargar al mismo tiempo que sus respectivas imágenes, con lo que se conseguiría reducir los tiempos de carga.

En segundo lugar, para facilitar al usuario la búsqueda de un objeto astronómico en la página, se podría añadir un buscador, el cual nos realizaría sugerencias de los presentes en la base de datos del servidor a medida que escribimos el elemento de interés en cuestión. Esta sugerencia no sólo nos permite localizar nuestro objeto astronómico de manera más rápida y sencilla, sino que también nos puede ayudar descubrir otros objetos relacionados con el de nuestro interés.

Además, en caso de que en un futuro se añadan más categorías, puede ocurrir que, al igual que en las versiones reducidas, no entren los botones de las categorías en la parte superior derecha de la interfaz y se deba realizar un desplegable. Para ello, se debería crear una lista al lado de las tres primeras categorías indicando que existen más de éstas disponibles para el usuario.

7. CONCLUSIONES

Gracias a la realización de este trabajo he podido comprender la verdadera dificultad de la creación de páginas web, desde el comienzo del proyecto con la introducción de las diferentes funcionalidades en el desarrollo, la resolución de los diferentes errores y problemas que han ido surgiendo, como en el diseño de la interfaz para que resulte asequible, dinámico y sutil para el usuario.

En cuanto a la estructura de los datos utilizada, se ha diseñado con el objetivo de que los administradores, los cuales pueden no tener conocimiento de la gestión web al igual que mantenimiento de base de datos, puedan usarla sin ninguna dificultad editando ficheros de texto, generar carpetas y mover datos entre estas. Es por ello, por lo que se ha buscado un tipo de fichero como son los `.csv`, los cuales además son sencillos de mantener en el tiempo. Igualmente, es una página que gracias a su gran versatilidad, en el caso de que se quiera internacionalizar la web, solo se requerirá el reemplazo del fichero `info.csv` con los idiomas correspondientes.

Es de gran importancia destacar, la realización de una interfaz sencilla, amigable e intuitiva, a través de la cual se podrá mover un usuario por varias categorías disponibles y pudiendo seleccionar dentro de ellas diferentes objetos astronómicos de la categoría en la que se encuentre. Una de las funciones principales, es el cambio suave de imágenes a diferentes frecuencias a través de la gráfica de la que el usuario hará uso de una manera interactiva pulsando sobre los puntos que la componen.

Finalmente, es significativa la mención de que se trata de una interfaz la cual se podrá adaptar a cualquier tipo de resolución propuesta por el usuario, siendo posible visualizar en una versión de escritorio, al igual que una versión reducida y móvil. Además, todo el código *HTML* y *CSS* ha sido validado por uno de los estándares más importantes del campo de las páginas web, junto con el cumplimiento de todos los requisitos y objetivos planeados.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Best, P. 2012. Observational Astronomy, Astrophysics 3. Disponible en: https://www.roe.ac.uk/~pnb/teaching/obs_astro_2011.pdf
- [2] Chandra X-Ray Observatory. Photo Album. [Consulta 14 junio 2020]. Disponible en: <https://chandra.harvard.edu/photo/>
- [3] Duque, R. 2019. Tema 1: Introducción. Interacción Persona-Computador. Facultad de Ciencias, Cantabria.
- [4] Duque, R. 2019. Tema 2: El factor humano. Interacción Persona-Computador. Facultad de Ciencias, Cantabria.
- [5] Duque, R. 2019. Tema 4: Estilos de interacción. Interacción Persona-Computador. Facultad de Ciencias, Cantabria.
- [6] Duque, R. 2019. Tema 5: Principios y patrones de diseño. Interacción Persona-Computador. Facultad de Ciencias, Cantabria.
- [7] Duque, R. 2019. Tema 7: Evaluación. Interacción Persona-Computador. Facultad de Ciencias, Cantabria.
- [8] Duque, R. 2019. Tema 8: Internacionalización. Interacción Persona-Computador. Facultad de Ciencias, Cantabria.
- [9] Google Developers. Google Charts. [Consulta 11 junio 2020]. Disponible en: <https://developers.google.com/chart>
- [10] Google Developers. Google Charts. Customizing axes. [Consulta 14 junio 2020]. Disponible en: https://developers.google.com/chart/interactive/docs/customizing_axes
- [11] Google Developers. Google Charts. Customizing tooltip content. [Consulta 18 junio 2020]. Disponible en: https://developers.google.com/chart/interactive/docs/customizing_tooltip_content
- [12] Google Developers. Google Charts. Line chart. [Consulta 20 junio 2020]. Disponible en: <https://developers.google.com/chart/interactive/docs/gallery/linechart>
- [13] Google Developers. Google Charts. Load limitations. [Consulta 20 junio 2020]. Disponible en: https://developers.google.com/chart/interactive/docs/basic_load_libs#limitations
- [14] Human Interface Guidelines. Design. Apple Developer. [Consultada 20 junio 2020]. Disponible en: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/>
- [15] JQuery: Write less, do more. [Consulta 23 junio 2020]. Disponible en: <https://jquery.com/>
- [16] JQuery: Write less, do more. JQuery.ajax(). [Consulta 23 junio 2020]. Disponible en: <https://api.jquery.com/jquery.ajax/>
- [17] JQuery: Write less, do more. JQuery.append(). [Consulta 23 junio 2020]. Disponible en: <https://api.jquery.com/append/>

- [18] JQuery: Write less, do more. JQuery.attr(). [Consulta 23 junio 2020]. Disponible en: <https://api.jquery.com/attr/>
- [19] JQuery: Write less, do more. JQuery.empty(). [Consulta 23 junio 2020]. Disponible en: <https://api.jquery.com/empty/>
- [20] JQuery: Write less, do more. JQuery.prepend(). [Consulta 23 junio 2020]. Disponible en: <https://api.jquery.com/prepend/>
- [21] JQuery: Write less, do more. JQuery.when(). [Consulta 23 junio 2020]. Disponible en: <https://api.jquery.com/jquery.when/>
- [22] Live Server. Market place, Live Server. [Consulta 19 junio 2020]. Disponible en: <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=ritwickdey.LiveServer>
- [23] MDN web docs, 2020. Docs. Javascript. [Consulta 10 junio 2020]. Disponible en: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>
- [24] MDN web docs, 2020. Docs. HTML. [Consulta 5 junio 2020]. Disponible en: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>
- [25] MDN web docs, 2020. Docs. CSS. [Consulta 14 junio 2020]. Disponible en: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS>
- [26] NASA/IPAC Extragalactic Database. [Consulta 24 junio 2020]. Disponible en: <https://ned.ipac.caltech.edu/>
- [27] NASA/IPAC Extragalactic Database. Level5, Hogg. [Consulta 25 junio 2020]. Diponible en: <https://ned.ipac.caltech.edu/level5/Hogg/Hogg7.html>
- [28] Visual Studio Code – Code Editing. [Consulta 19 junio 2020]. Disponible en: <https://code.visualstudio.com/>
- [29] W3C, World Wide Web Consortium. [Consulta 18 junio 2020]. Disponible en: <https://www.w3.org/>
- [30] W3Counter: Browser & Platfrom Market Share. Global Stats. [Consulta 24 junio 2020]. Disponible en: <https://www.w3counter.com/globalstats.php>
- [31] W3C. The W3C Markup Validation Service. [Consulta 22 junio 2020]. Disponible en: <https://validator.w3.org/>
- [32] W3C. The W3C CSS Validation Service. [Consulta 22 junio 2020]. Disponible en: <https://jigsaw.w3.org/css-validator/>
- [33] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. [Consulta 22 junio 2020]. Disponible en: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- [34] WebAIM. Resources, contrastchecker. [Consulta 24 junio 2020]. Disponible en: <https://webaim.org/resources/contrastchecker/>
- [35] What is my Screen Resolution. [Consulta 24 junio 2020]. Disponible en: <http://whatismyscreenresolution.net/>