



Proyecto de Astronomía para Educación Secundaria

Manual de usuario



Índice

1. Objetivo	3
2. Descripción	4
2.1. Currículo y competencias básicas	4
2.2. Metodología	5
2.3. Contenido	7
3. Página web	13
3.1. Fichas didácticas	13
3.2. Cuestionarios	15
3.3. Contacto	16
3.4. Requisitos de instalación	17
3.5. Recomendaciones	18
4. Insignias	19
5. Referencias	20



1. Objetivo

El objetivo del proyecto **Escape Earth** es ofrecer material didáctico actualizado sobre astronomía para el profesorado de secundaria en forma de proyecto gamificado. Se siguen las metodologías de trabajo basado en proyectos, retos y trabajo colaborativo, además de la gamificación y la controversia. Asimismo, se fomenta el uso de las TIC y el uso de datos reales que el alumnado puede extraer de bases de datos astronómicas online.

El nombre del proyecto, Escape Earth, pretende emular los juegos de tipo “Escape Room” donde los participantes deben escapar de una habitación cerrada con la ayuda de ciertas pistas. El reto para los alumnos es descubrir cuál es el mejor exoplaneta donde la humanidad debe huir. A lo largo de los talleres, irán evaluando los parámetros proporcionados y finalmente deberán justificar su elección del exoplaneta, describiendo su habitabilidad a partir de sus características.

El proyecto se puede aplicar siguiendo todos los talleres en la secuencia propuesta o bien, trabajando independientemente cada tema, escogiendo las actividades que se adapten mejor a cada grupo-clase.



2. Descripción

2.1. Currículo y competencias básicas

El proyecto reúne los contenidos y competencias básicas de:

- 4º ESO Cultura científica
- 1º ESO Biología y Geología, Bloque de Modelo del Universo
- 2º ESO Física y Química, Bloque de controversias científicas
- 3º ESO Biología y Geología, Bloque de controversias científicas
- 4º ESO Biología y Geología y Física y Química

Se recomienda aplicar el proyecto en 4º de la ESO, en el marco de la asignatura optativa de Cultura Científica. Sin embargo, también se puede aplicar en 2º ó 3º en función de si se desea profundizar más en el contenido de fuerzas y energía (2º Física y Química) o en el bloque de ecosistemas y actividades humanas (3º Biología y Geología). Las competencias básicas trabajadas son las siguientes:

Tabla 1: Competencias por dimensiones (Generalitat de Catalunya)

Dimensión	Competencia
Indagación de fenómenos naturales y de la vida cotidiana	Competencia 1. Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales
	Competencia 2. Identificar y caracterizar los sistemas biológicos y geológicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales
	Competencia 3. Interpretar la historia del Universo, de la Tierra y de la vida utilizando los registros del pasado
	Competencia 4. Identificar y resolver problemas científicos susceptibles de ser investigados en el ámbito escolar, que impliquen el diseño, la realización y la comunicación de investigaciones experimentales
Objetos y sistemas tecnológicos de la vida cotidiana	Competencia 6. Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico.
	Competencia 7. Utilizar objetos tecnológicos de la vida cotidiana con el conocimiento básico de su funcionamiento, mantenimiento y acciones a hacer para minimizar los riesgos en la manipulación y en el impacto medioambiental
Medio ambiente	Competencia 10. Tomar decisiones con criterios científicos que permitan prever y evitar o minimizar la exposición a los riesgos naturales.



	Competencia 11. Adoptar medidas con criterios científicos que eviten o minimicen los impactos medioambientales derivados de la intervención humana.

2.2. Metodología

Se usa gamificación y trabajo colaborativo. Para ello, se ha creado el siguiente vídeo introductorio: <https://youtu.be/GAyfRc3WiMM>

Los alumnos se organizarán en equipos de investigación base (4-5 personas), donde cada uno de ellos tendrá un rol o especialidad, que puede ser rotativo. En momentos determinados, se juntarán los especialistas de todos los grupos para trabajar en un taller en concreto y volver a sus equipos base para transferir lo aprendido. Los roles propuestos son:

1. Supervisor
2. Moderador
3. Portavoz
4. Secretario

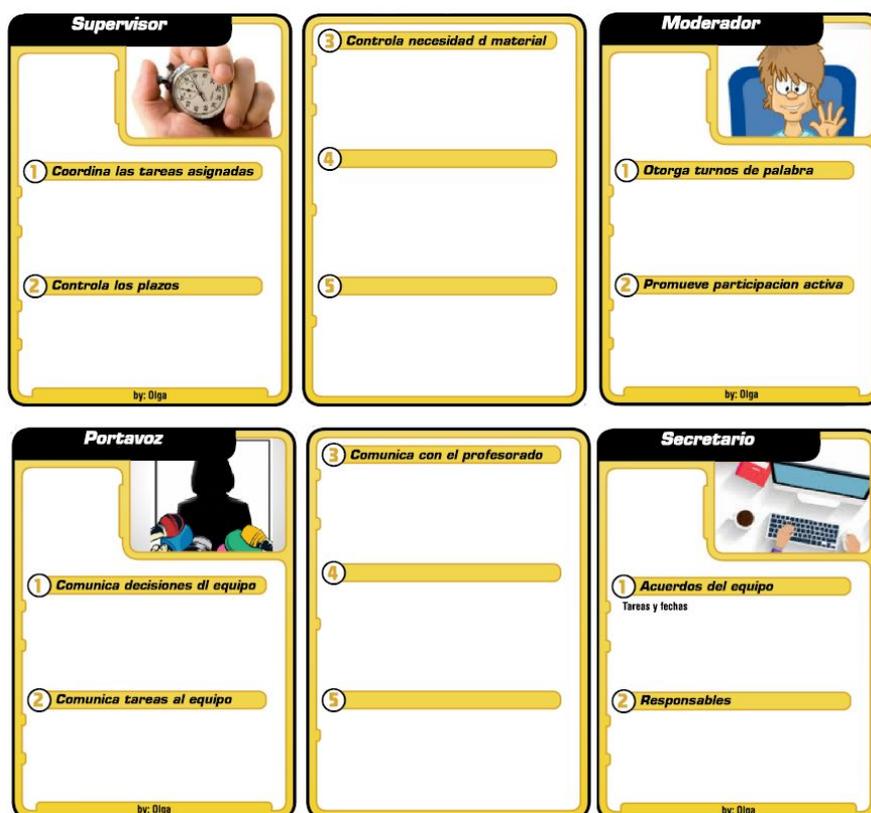


Figura 1: Cartas de roles

5. Informático

Se ha añadido el rol de informático debido a que durante el proyecto se utilizan diversos simuladores, acceso y búsqueda de datos bases de datos on-line, así como aplicaciones móviles. El informático realizará su carta de rol como primera tarea.



Para este proyecto se ha desarrollado también la página web

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/>,

cuya estructura se explica en el punto 3.

El proyecto Escape Earth también fomenta la coevaluación y la auto-evaluación. Al trabajar en un entorno cooperativo, se evaluará el trabajo en equipo en sí, además de las competencias propias de las materias. Para la evaluación del trabajo cooperativo, se recomienda la siguiente rúbrica:

Tabla 2: Rúbrica de evaluación del trabajo cooperativo

ELEMENTOS	NECESITA MEJORAR 1	SATISFACTORIO 2	BUENO 3	EXCELENTE 4
ACTITUD (25%)	A menudo tiene una actitud negativa hacia la tarea.	Suele tener una actitud negativa hacia la tarea.	Suele tener una actitud positiva hacia la tarea.	Siempre tiene una actitud positiva hacia la tarea.
PARTICIPACIÓN (25%)	No comprometido. Necesita recordatorios frecuentes para mantenerse en la tarea, a menudo no está preparado.	Comprometido periféricamente y por lo general cooperativo, respetuoso y preparados.	Generalmente cooperativo, respetuoso y preparado. Participa activamente en el trabajo en pareja y en grupo.	Generalmente cooperativo, respetuoso y preparado. Participa activamente y puede asumir un papel de liderazgo.
DAR INSTRUCCIONES (25%)	Los estudiantes dan instrucciones incorrectas.	Algunas instrucciones son confusas.	Las instrucciones son bastante claras.	Las instrucciones son muy claras. Hay aclaraciones adicionales.
RESPETO A LAS IDEAS Y OPINIONES DE LOS DEMÁS (25%)	Verbalmente desacredita las ideas de otros compañeros, quiere cosas a su manera.	Por lo general, se alía con un miembro que tiene ideas similares a las suyas.	Usualmente retiene comentarios despectivos sobre las ideas de otros; apoya las ideas de otros.	Respeto las opiniones de los compañeros, apoya las decisiones grupales.



Con el fin de trabajar la dimensión epistémica de la ciencia, se propone establecer niveles de experiencia para que los grupos puedan asesorar de manera cruzada las publicaciones de otros grupos, tal y como se actúa en la ciencia moderna. Cada vez que el grupo descubra algún parámetro del exoplaneta a descubrir, podrá publicar un artículo o un vídeo, por ejemplo en la plataforma [Flipgrid](#). Esta publicación será revisada por otros grupos.



Figura 2: Evaluación de publicaciones en Flippity

La gestión de las publicaciones se puede realizar mediante la aplicación Progress Indicator de [Flippity](#), que transforma una hoja de cálculo del drive a una visualización más cómoda. El alumnado pasará así de un nivel novato a experto según el número de publicaciones aceptadas por "la comunidad científica". Si acaso, se podría diferenciar entre publicaciones escritas o vídeos y es recomendable un debate donde se reflexione si el número de publicaciones debe pesar más o menos que la trascendencia de la publicación en sí.

2.3. Contenido

En total se han desarrollado 13 talleres de aproximadamente de unas dos horas cada uno, donde se detallan las competencias clave así como los contenidos curriculares trabajados. En algunos casos se recomienda separar el taller en 2 sesiones para dar tiempo a que los alumnos trabajen individualmente. En todos los talleres se han incluido dos secciones de lecturas o vídeos recomendados para los alumnos y para los profesores por separado.



La pregunta reto que impulsa todo el proyecto proviene de la frase del famoso científico Stephen Hawking “**No tenemos futuro si no colonizamos el espacio**”.

Con este punto de partida, el proyecto empieza reflexionando sobre los numerosos problemas y peligros posibles que acechan la Tierra: amenaza de meteoritos, guerra nuclear, cambio climático, etc. y se debate el origen de la vida en la Tierra y la probabilidad de encontrarla fuera del Sistema Solar. Se sigue el viaje por el Sistema Solar, estudiando los diferentes planetas, lunas y cometas, a la vez que se analizan los tipos de estrellas y su evolución. El proyecto incide particularmente en la temática de los exoplanetas, profundizando en la zona de habitabilidad y desarrollando los cálculos necesarios para la determinación de parámetros como: radio del exoplaneta, densidad, temperatura, etc.

En la siguiente tabla se detallan los objetivos de cada taller y se enlaza a las fichas didácticas correspondientes:

Tabla 3: Contenido del proyecto por temas

Tema	Taller	Objetivos
1. Introducción	1.1 ¿Por qué?	Comprender y discutir los problemas del planeta: contaminación, guerras, etc., y la necesidad de búsqueda de planetas habitables
	1.2. Condiciones para la vida	Definir vida, condiciones para la vida, origen de la vida en la Tierra, planeta habitable.
	1.3 Búsqueda de vida inteligente	Calcular la probabilidad de planetas habitables en la galaxia. Identificar misiones espaciales de búsqueda de vida
2. Sistema Solar	2. Sistema Solar	Describir los planetas y lunas del Sistema Solar y entender su grado de habitabilidad. Describir la formación de un planeta. Crear una maqueta del Sistema Solar para aplicar las distancias. Clasificar meteoritos, asteroides y cometas por su composición. Identificar misiones de estudio. Calcular las órbitas de los planetas a partir de las fórmulas de Kepler y Newton
3. Estrellas	3.1. Espectrografía y Tipos de Estrellas	Entender la clasificación estelar, su composición y evolución. Diagrama Hertzsprung Russell.
	3.2. Coordenadas	Entender las coordenadas azimut, altitud, declinación, ascensión recta y calcular el cambio de coordenadas. Usar simuladores y app's para entender los conceptos de eclíptica, equinoccio, nutación, precesión, etc.
4. Exoplanetas	4.1. Métodos de detección	Entender los métodos de detección de exoplanetas y aplicar curvas de luz y tránsitos para calcular el radio



		del exoplaneta.
	4.2.Densidad	Calcular densidad de exoplanetas
	4.3 Temperatura	Calcular temperatura de exoplanetas
	4.4 Zona de Habitabilidad	Analizar si un exoplaneta está en la zona de habitabilidad y es habitable. Crear un sistema estelar evaluando la posición de los planetas.
	4.5 Bases de datos	Localizar el exoplaneta buscado justificándolo.
	4.6 Exposición final	Exponer los razonamientos delante de una audiencia
5. Universo	5.Universo	Comparar la evolución del Universo según los diferentes parámetros. Debatir los enigmas aún por resolver. Identificar las futuras misiones.

El siguiente [enlace](#) presenta en forma de timeline todos los talleres

El método para mantener el ritmo, la tensión y el equilibrio entre los diferentes equipos serán las insignias, que permitirán seguir adelante en las subsiguientes pruebas. Al conseguir los resultados de un reto, se entregarán a los alumnos datos que serán necesarios más adelante. Si se ve que un equipo se avanza demasiado o, por el contrario, va muy lento, se conseguirá regular el grupo completo con las insignias.



RADIO DE LA ESTRELLA



SEMIAMPLITUD DE LA VELOCIDAD RADIAL

En la siguiente tabla se especifican los datos de entrada y de salida necesarios para el desarrollo de la propuesta gamificada, así como una recomendación para la entrega de insignias. A criterio del profesorado, se puede regular la entrega de insignias según las necesidades del grupo.



Tabla 4: Datos de entrada y salida por temas

Taller	Datos de entrada necesarios	Datos de salida / Insignia
1.3 Búsqueda de vida inteligente	Parámetros de la fórmula facilitados por el profesorado	Insignias: Masa de la estrella Periodo orbital del exoplaneta
2 Sistema Solar. Órbitas	Masa de la estrella Período orbital del exoplaneta	Semieje mayor de la órbita del exoplaneta Insignia: Tipo espectral de la estrella
3.1 Estrellas. Espectrografía	Tipo espectral de la estrella	Espectro de la estrella del exoplaneta y temperatura. Insignia: Radio de la estrella o profundidad de tránsito.
3.2 Estrellas. Coordenadas	Coordenadas de la estrella.	Localización de la estrella.
4.1 Métodos de detección	Radio de la estrella o Profundidad de tránsito	Radio del exoplaneta
4.2 Densidad	Masa del exoplaneta Radio del exoplaneta	Densidad del exoplaneta, tipo de planeta Insignia: excentricidad
4.3 Temperatura	Temperatura de la estrella Radio de la estrella Semieje mayor de la órbita del exoplaneta	Temperatura de equilibrio del exoplaneta
4.4 Zona de habitabilidad	Semieje mayor de la órbita del exoplaneta, Tipo de planeta	Zona de habitabilidad Insignia: Inclinación de la órbita
4.4 Bases de datos	Todos los datos anteriores y datos extra que hicieran falta.	Nombre del planeta y su habitabilidad.

Como dificultad añadida para el alumnado, se pueden facilitar algunos datos en unidades diferentes de las necesarias para obtener el resultado correcto y así trabajar el cambio de unidades.

Los exoplanetas propuestos con sus parámetros correspondientes son los de la tabla 4, donde se han marcado en verde los situados en la zona habitable. Cada equipo de alumnos será responsable de descubrir cuál es el exoplaneta a partir de los datos que irá desvelando. Hay que tener en cuenta que los datos con los que



trabajarán los alumnos no incorporan el error asociado para evitar complicaciones en los cálculos.

Se han diseñado también insignias simbólicas que representan los 4 elementos básicos de la naturaleza: agua, fuego, aire y tierra, y la vida. Juntamente con la presentación del proyecto en Genial.ly, permiten gamificar el proceso según las fases del proyecto:

1. Introducción: Aire
2. Sistema Solar: Tierra
3. Estrellas: Fuego
4. Exoplanetas: Agua
5. Universo: Vida



Figura 3: Insignias simbólicas

Cabe añadir que el proyecto presenta también varias actividades lúdicas, desde puzzles a kahoot, además de proponer actividades de creación de cómics y muros virtuales, etc.



Tabla 5: Exoplanetas propuestos con sus parámetros (exoplanets.org)

Planeta	2. Sistema Solar. Órbitas			3. Estrella			4. Exoplanetas. Tránsitos planetarios						Extra	
	Masa de la estrella M_{\odot}	Periodo orbital días	a: Semieje mayor de la órbita u.a.	Tipo espectral de la estrella	Radio de la estrella R_{\odot}	Masa del planeta M_J	Radio del planeta R_J	Profundidad de tránsito	Temperatura de la estrella K	Densidad g/cm^3	Inclinación de la órbita	Excentricidad		
GJ 436b	0,452	2,644	0,029	M	0,464	0,073	0,377	<u>0,00696</u>	3350	1,69	86,36°	0,16		
WASP-14b	1,31	2,244	0,037	F	1,310	7,69	1,281	<u>0,0102</u>	6480	4,66	84,32°	0,09		
CoRoT-1 b	0,95	1,509	0,0253	G	1,110	1,03	1,490	<u>0,01927</u>	5950	0,380	85,10°	0		
HD 209458 b	1,131	3,525	0,0472	F	1,155	0,690	1,359	0,014607	6065	0,338	86,710°	0		
K2-25 b	0,294	3,485	0,02991	M	0,295	0,036	0,306	0,01134	3180	---	88,3°	0,27		
K2-18 b	0,359	32,94	0,1429	binaria eclipsante	0,411	0,0253	0,217	0,002804	3457	7,9	89,59°	0		
GJ 9827 c	0,614	3,648	0,03942	K	0,613	0,0076	0,1159	0,000361	4269	6,4	88,05°	---		
Kepler-62f	0,690	267,29	0,718	G	0,640	0,088 no confirmada	0,1257	0,000420	4925	---	89,9°	0,0944		
Kepler-186 c	0,478	7,267	0,0574	M	0,472	0,0064	0,111	---	3788	---	---	0,003		
TRAPPIST-1b	0,089	1,511	0,0115	M	0,121	0,00320	0,1027	0,007277	2516	3,98	89,56°	0		
TRAPPIST-1c	0,089	2,422	0,01576	M	0,121	0,00364	0,1003	0,00694	2516	4,87	89,7°	---		
TRAPPIST-1e	0,089	6,099	0,02917	M	0,121	0,00243	0,0834	0,004802	2516	5,65	89,736°	0		
TRAPPIST-1h	0,089	18,768	0,0617	M	0,121	0,00104	0,0708	0,00346	2516	3,97	89,796°	0		
LHS 1140 b	0,146	24,737	0,0875	M	0,186	0,0212	0,131	0,00501	3130	12,5	89,912°	0		



3. Página web

El proyecto se encuentra en la página web:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/>

Los dos primeros puntos del menú contextualizan el proyecto en el currículo de secundaria, tanto en contenido como competencias básicas, y presentan las metodologías trabajadas ya comentadas: trabajo basado en proyectos y retos, gamificación y trabajo colaborativo.

Menú

Presentación

Currículo

3.1. Fichas didácticas

Desde el menú principal, pulsando sobre la opción Fichas Didácticas, se despliegan los temas elaborados. Pulsando sobre cada uno de ellos, se verán los talleres resumidos en la parte central:

Menú

Presentación

Currículo

Fichas Didácticas

- 1. Introducción
- 2. Sistema Solar
- 3. Estrellas
- 4. Exoplanetas
- 5. Universo

Cuestionarios

Contacto

¿Por qué?

Condiciones para la vida

Fórmula de Drake



Menú

- Presentación
- Currículo
- Fichas Didácticas
- Contacto

¿Por qué? Condiciones para la vida Fórmula de Drake

CONDICIONES PARA LA VIDA

DESCARGAR FICHA

Existen diversos criterios geofísicos, geoquímicos y astrofísicos que permiten a un planeta o satélite desarrollar y mantener entornos para la vida.

ZONA DE HABITABILIDAD

La búsqueda de vida fuera de la Tierra tiene algo en común: la búsqueda de agua. El hecho que en la Tierra exista agua, depende de la energía que viene del Sol y de la distancia que está la Tierra del Sol. La región de cualquier sistema planetario donde puede haber agua líquida se llama zona de habitabilidad. [Ver más en este enlace](#)



Figuras 4, 5, 6: Menús de la página web



A su vez, cada ficha didáctica del taller se puede descargar pulsando el botón verde con el texto “Descargar Ficha”.

DESCARGAR FICHA

Algunos talleres ofrecen la posibilidad de calcular ciertas fórmulas a partir de la introducción de ciertos datos, sobre todo en el tema de Exoplanetas:

TEMPERATURA

La temperatura de equilibrio (T_{eq}) de un planeta entre la radiación que absorbe de su estrella y la radiación que emite, viene dada por:

$$T_{eq} = T_s(1 - A)^{\frac{1}{4}} \sqrt{\frac{R_s}{2a}}$$

donde T_s es la temperatura de la estrella, A el albedo, R_s el radio de la estrella, y a el semieje mayor de la órbita del planeta.

Introduce los datos conocidos:

Temperatura de la estrella (K)	<input type="text"/>
Albedo	<input type="text"/>
Radio de la estrella (Radios solares)	<input type="text"/>
Semieje mayor de la órbita (Radios solares)	<input type="text"/>

Calcular Temperatura del planeta

1 kelvin = -272,15 grados Celsius

Figura 7: Muestra de cálculo de fórmulas

Para ello, los alumnos deberán tener acceso a la página web o bien aplicar la fórmula correspondiente. En otros talleres se pueden encontrar animaciones y [simulaciones Flash de la Universidad de Nebraska - Lincoln](#), que se visualizan en los navegadores como Chrome y Firefox, dependiendo de las extensiones instaladas para visualizar Flash.



Figura 8: Extensión para visualizar Flash

Al clicar en la imagen anterior, el navegador se recarga y habrá que volver a buscar el apartado correspondiente:

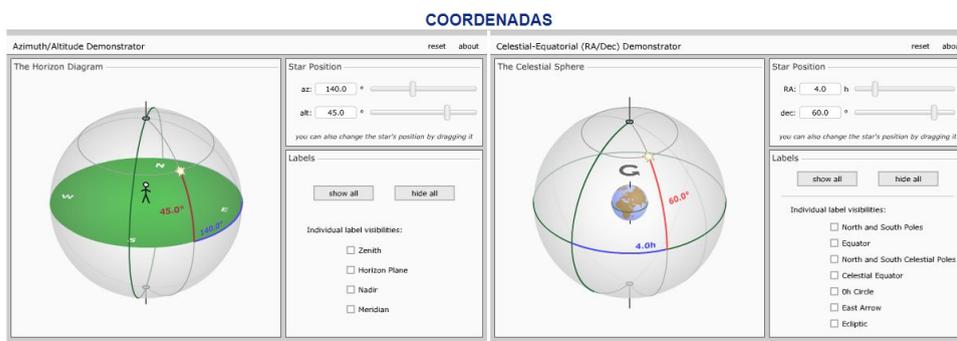


Figura 9: Simulación Flash



3.2. Cuestionarios

Durante la elaboración de la memoria, se lanzaron cuestionarios para alumnos y profesores, que aún están activos:

Cuestionarios

Durante la elaboración de la memoria, se difundieron sendos cuestionarios a profesores y alumnos de secundaria:

Astronomía para alumnos

Encuesta anónima sobre astronomía

* Necessari

¿Cuántos años tienes? *

12

13

Figura 10: Cuestionarios

Se pueden responder desde la misma web o desde los siguientes enlaces:

- [Cuestionario para profesores](#)
- [Cuestionario para alumnos](#)

Tanto el resultado como su análisis, se encuentran en la memoria que se puede encontrar en la misma página web en el apartado de Presentación o en el siguiente enlace:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Memoria.pdf>



3.3. Contacto

Desde la página web se ha habilitado un formulario de contacto para hacer llegar sugerencias o dudas acerca del proyecto:

The image shows a contact form with a blue header bar containing a white logo. Below the header, the form is organized into sections: 'Nombre' with two input fields labeled 'primero' and 'último'; 'Email' with a single input field; and 'Comentarios' with a large text area. At the bottom left is a yellow 'SUBMIT' button, and at the bottom center is a blue link labeled 'Report Abuse'.

Figura 11: Formulario de Contacto



3.4. Requisitos de instalación

La página web está optimizada para el navegador Google Chrome. En diversas fichas, se muestran simulaciones flash realizadas por la [Universidad de Nebraska - Lincoln](#), que también se pueden descargar siguiendo las instrucciones del siguiente video: https://www.youtube.com/watch?v=Msnah_xkwAs

Dado que Flash se ha desactivado de algunos navegadores, se recomienda instalar la extensión Flash Player 2021, que se puede encontrar para Chrome en su [web store](#)



Figura 12: Extensión Flash Player 2021 para Google Chrome

En el caso de estar navegando con FireFox, se puede descargar de [aquí](#).

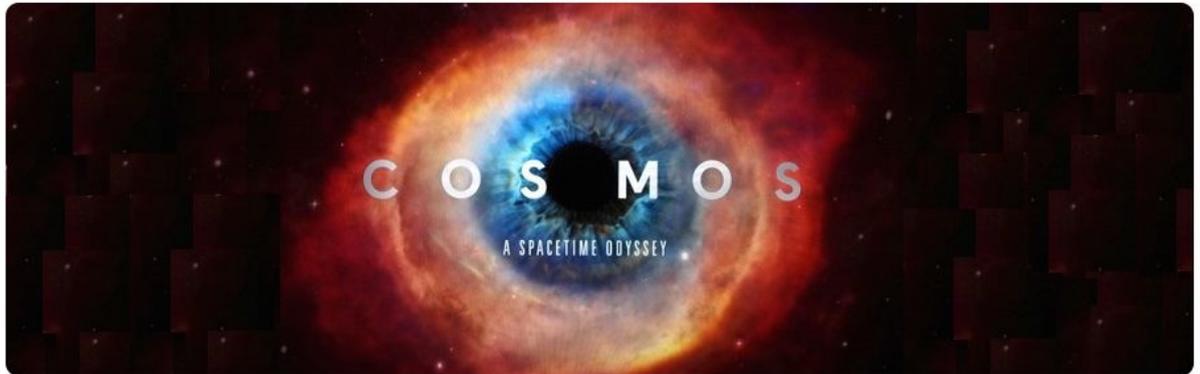




3.5. Recomendaciones

El último apartado de la página web es una colección de libros, películas, documentales, canales de Youtube y Twitter, que se recomiendan para estas edades. Se irá actualizando el listado regularmente.

Recomendaciones



Se recomiendan las siguientes lecturas, películas y documentales:

Libros

- [50 descubrimientos, ideas y conceptos en Astronomía](#), de François Rassin
- [El Universo en tu mano](#), de Christopher Galfard
- [Breves respuestas a las grandes preguntas](#), de Stephen Hawking
- [La puerta de los tres cerrojos \(1\)](#), de Sonia Fernández-Vidal
- [La puerta de los tres cerrojos \(2\) La senda de las cuatro fuerzas](#), de Sonia Fernández-Vidal

Películas y Documentales

- [La llegada](#), de Denis Villeneuve
- [Cosmos](#), con Carl Sagan y Neil de Grasse
- [IO, the last on Earth](#), de Jonathan Helpert
- [Interestellar](#), de Christopher Nolan



4. Insignias

 <p>MASA DE LA ESTRELLA</p>	 <p>PERIODO ORBITAL DEL EXOPLANETA</p>	 <p>TIPO ESPECTRAL DE LA ESTRELLA</p>
 <p>PROFUNDIDAD DE TRÁNSITO</p>	 <p>EXCENTRICIDAD</p>	 <p>INCLINACIÓN DE LA ÓRBITA</p>



5. Referencias

Memoria del proyecto Escape Earth

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/EscapeEarthMemoria.pdf>

Manual de usuario del proyecto Escape Earth

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/EscapeEarthManualUsuario.pdf>

Tabla de exoplanetas propuestos

http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/data/Tabla_%20ExoplanetasPropuestos.pdf

Simulaciones de la Universidad de Nebraska - Lincoln

<https://astro.unl.edu/animationsLinks.html>



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)