

Escape Earth

Proyecto de Astronomía para Educación Secundaria

Máster
Universitario en
Astronomía y
Astrofísica
Curso académico
2018 - 2019

Alumna: Schlüter Martín,
Olga
D.N.I: 52154422J
e-mail:
olgaschluter@gmail.com
Directores de TFM:
Vicent Martínez, Lorena
Nieves

Convocatoria:
2ª

Fecha de defensa:

Abstract: Los alumnos de secundaria suelen tener concepciones erróneas y sesgadas en relación al Universo: estructura, origen, movimiento, dimensiones y proporciones del Universo en general, así como de los cuerpos celestes. Los contenidos curriculares actuales se centran poco más allá del Sistema Solar y al estudio de la cúpula celeste, que debido a la dificultad de modelizarla, tiende a promover el geocentrismo. Estas nociones erróneas, se suman a la falta de modernización del currículum pedagógico y de los materiales educativos.

Este trabajo tiene como objetivo la realización de un currículum actualizado de astronomía para educación secundaria, así como sus respectivas unidades didácticas. El documento del currículum sentará las bases en cuanto a los contenidos, metodología y evaluación utilizados. Los contenidos abarcarán desde el estudio de las galaxias y estrellas (diagrama HR) a los exoplanetas (tránsitos, habitabilidad), observaciones astronómicas (simulaciones de software, aplicaciones, telescopios caseros), leyes de Kepler, colaboración con programas educativos de los Observatorios Astronómicos, fuerzas del Universo, etc. Se adaptarán algunas de las actividades realizadas a nivel de secundaria. La metodología a aplicar debe ubicar el alumno en actividades de creación del conocimiento científico desde un punto de vista activo que ponga en conflicto las teorías y modelos científicos con las evidencias observables. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ayuda a emular el proceso científico y a incentivar el suficiente conflicto cognitivo y controversia científica para generar discusión.

La adquisición de estas habilidades, estrategias y competencias, que conducen a la construcción de conocimiento científico es básico para formar una sociedad competente y crítica tanto científica como tecnológicamente. Es por ello que las unidades didácticas deberán contemplar el nuevo currículum por competencias, no sólo en su evaluación sino también en el diseño de sus actividades.

El material elaborado se publicará en una página web con licencia abierta para su uso por parte de la comunidad educativa.

Índice

1. Introducción	5
1.1. Objetivos	5
1.2. La astronomía en secundaria	6
1.3. Evaluación y competencias básicas	10
2. Justificación	15
2.1. Justificación de una investigación	15
2.2. Análisis de resultados	17
3. Metodología, temporización, evaluación	19
3.1. Metodología	19
3.1.1. Aprendizaje basado en proyectos y retos	19
3.1.2. Gamificación	21
3.1.3. Trabajo colaborativo	22
3.1.4. Controversia	23
3.2. Metodología aplicada en el proyecto Escape Earth	23
3.3. Tecnologías de la información y comunicación (TIC)	26
3.4. Temporización	27
3.5. Dominio cognitivo	27
3.6. Evaluación	28
4. Propuesta de aplicación práctica	30
4.1. Introducción	36
4.1.1. ¿Por qué?	36
4.1.2. Condiciones para la vida	37
4.1.3. Búsqueda de vida inteligente (*)	38
4.2. Sistema Solar (*)	40
4.3. Estrellas (*)	42
4.3.1. Espectrografía y tipos de estrellas	42
4.3.2. Coordenadas	43
4.4. Exoplanetas	44
4.4.1. Métodos de detección (*)	44
4.4.2. Densidad (*)	45
4.4.3. Temperatura (*)	46
4.4.4. Zona de Habitabilidad vs. Habitabilidad (*)	48
4.4.5. Bases de datos (*)	49
4.4.6. Exposición final	50
4.5. Epílogo: Universo	52
5. Conclusiones	53
6. Referencias bibliográficas	54
6.1. Astronomía	54
6.2. Pedagogía	57
6.3. Programación informática	60
7. Anexos	61
7.1. Enlaces a la página web y a las fichas didácticas	61
7.2. Rúbrica de auto y coevaluación	62
7.3. Rúbricas para las competencias clave	63
7.4. Encuestas	66
7.5. Manual de usuario	73

1. Introducción

1.1. Objetivos

El presente trabajo propone un proyecto de Astronomía para alumnos de educación secundaria con contenidos actualizados y evaluación por competencias. El objetivo es acercar la ciencia y en particular la Astronomía al alumnado.

El eurobarómetro de 2013 (Responsible Research and Innovation (RRI), Science and Technology Report; European Commission) refleja que en general (77%), los europeos tienen una opinión positiva del efecto de la formación científica en los jóvenes. Sin embargo, la mayoría de los encuestados (65%) cree que las instituciones públicas de su país no están haciendo todo lo necesario para incentivar el interés de los jóvenes por la ciencia. Más de la mitad de la población está interesada en los avances científicos y tecnológicos (53%), pero tampoco se siente suficientemente informada (58%). A su vez, los encuestados también expresan su deseo de participar en las decisiones sociales que tienen que ver con los avances científicos y tecnológicos, que afectan a nuestra calidad de vida positivamente, pero ponen en riesgo el medio ambiente e, igualmente, nuestra salud. Para que la ciudadanía se sienta capaz de participar en procesos de toma de decisiones sociales, éticas y de sostenibilidad ambiental es vital la alfabetización científica y tecnológica. (Percepción social de la ciencia y la tecnología 2016, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades).

Adicionalmente, el informe PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte) refleja que la predisposición y actitud del alumno hacia la ciencia influye en su interés, compromiso y motivación. Sin embargo, no sólo los bajos resultados de las áreas científicas sino también la elección de los estudios, denotan precisamente que las ciencias no son bien recibidas por los alumnos (Vázquez, A., Manassero, M.A, 2005), sobretodo en el género femenino.

Por otra parte, es innegable que la astronomía nos interpela a todos y provoca preguntas fundamentales: ¿de dónde venimos, quiénes somos?. A su vez, es una ciencia que proporciona conexiones con muchos otros campos (matemáticas, física, biología, historia, etc.), con lo que la posibilidad de realizar proyectos transversales con

otras materias es muy elevada. En consecuencia, la Astronomía se presenta como un área ideal para hacer más amigable la ciencia a los alumnos a través de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), donde el alumno es preguntado o desafiado a resolver un reto.

La frase del científico Stephen Hawking “*No tenemos futuro si no colonizamos el espacio*” (documental de la BBC: ‘The Search for a New Earth’, 2017), reformulada como pregunta-reto, será el punto de partida del proyecto para que los alumnos contrasten sus puntos de vista y conocimientos previos. A partir del estudio de condiciones de habitabilidad en exoplanetas, evolución estelar, mecánica celeste y distancias, los alumnos deberán presentar su elección de planeta candidato donde la humanidad pueda migrar en un futuro.

Las metodologías utilizadas serán el Aprendizaje Basado en Proyectos y Retos, la Gamificación, uso de las TIC y el trabajo colaborativo. Además, se usarán datos reales para contextualizar.

1.2. La astronomía en secundaria

Actualmente la educación en España se rige por la ley orgánica de mejora de la calidad educativa: LOMCE (Ministerio de Educación, 2015), que focaliza la necesidad de trabajar y cultivar las competencias y actitudes clave de los alumnos, además de sus habilidades cognitivas.

El sistema educativo en España establece que las competencias educativas son transferidas a las Comunidades Autónomas, fijando el Estado unas enseñanzas mínimas (55% ó 65% en caso de lengua propia o no) y las Comunidades Autónomas completando el currículo. De ello se deriva que podemos encontrar comunidades autónomas con diferentes distribuciones curriculares así como también institutos que, al disponer de autonomía de centro, han adaptado su oferta con su Plan educativo propio.

Las recomendaciones generales son que en 1º curso de la ESO, se trabaje el Modelo del Universo y el Sistema Solar. En 4º curso los centros pueden ofrecer opcionalmente

la materia de Cultura Científica, que dedica parte de un trimestre a la Historia del Universo, además de la optativa de Física y Química que trabaja los contenidos de Fuerzas y Movimientos, Energía y la Materia. Además, existe otro bloque en 2º y 3º de Controversias científicas donde también se podría aplicar la astronomía. Los contenidos clave y curriculares correspondientes se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1: Contenidos clave y curriculares de la Astronomía en la educación secundaria (Generalitat de Catalunya)

Curso	Contenido clave	Contenido Curricular
1º ESO Biología y Geología	4. Modelo del Universo	<p>El Universo y el Sistema Solar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principales modelos sobre el origen del Universo. • Observación del cielo nocturno y diurno. Diferenciación entre galaxias, estrellas y planetas. • El sistema solar. Día y noche, estaciones, fases lunares y eclipses. • Geocentrismo y heliocentrismo como dos explicaciones históricas para situar la Tierra en el Universo.
2º ESO Física y Química	16. Teorías y hechos experimentales Controversias científicas. Ciencia y pseudociencia	<p>Teorías y hechos experimentales. Controversias científicas. Diferencias entre ciencia y pseudociencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lectura crítica de textos para interpretar conocimientos. • Proyecto de investigación en grupo.
3º ESO Biología y Geología y Física y Química		<ul style="list-style-type: none"> • Lectura de búsquedas hechas por otros y análisis de los procedimientos empleados para la recogida de datos y de las evidencias que se muestran. • Limitaciones que condicionan tanto las investigaciones científicas como sus aplicaciones.
4º ESO Física y Química (optativa)	2. Modelo de energía 3. Modelo de interacción física 8. Modelo atómico molecular	<ul style="list-style-type: none"> • Energía: energía cinética y potencial, procesos de degradación de la energía, luz como onda electromagnética, espectro electromagnético... • Fuerzas y movimientos: magnitudes, leyes de Newton, gravitación universal y aplicación en el movimiento de astros y naves espaciales. • La materia: propiedades, tabla periódica, estructura del átomo.
4º ESO Cultura científica (optativa)	14. Historia del Universo, de la Tierra y la Vida	<p>Origen y evolución del Universo y de la Vida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferencias entre ciencia y pseudociencia en la explicación del Universo, el sistema solar, la Tierra, el origen de la vida y la evolución de las especies. • La representación del Universo. Del geocentrismo al heliocentrismo. La formación del sistema solar. • Teorías sobre el origen del Universo. El Big Bang y la evolución de la materia. los agujeros negros. • El sistema solar y la Tierra. Procesos de formación y evolución de los astros. • Origen de la vida en la Tierra. Condiciones necesarias para la vida.

Asimismo, otras optativas del ámbito científico-tecnológico (Biología y Geología, Física y Química) de 4º curso incorporan contenidos relacionados con la astronomía en los apartados de “La Tierra un planeta cambiante”, “Fuerzas y movimiento”. Así pues, encuadrado en otro contexto, también se da la visión astronómica de tiempo y espacio, se analiza la materia del Universo, se estudia la estructura y composición de la Tierra, así como también el origen de la Vida y se aplica la ley de gravitación Universal en el movimiento de los astros y naves espaciales.

La investigación también está presente en todas las materias científicas en el bloque de “Investigación y experimentación” cuyos contenidos son los reflejados en la Tabla 2:

Tabla 2: Contenidos curriculares de Investigación y experimentación

Investigación y experimentación	
Contenido clave	Contenido curricular
Teorías y hechos científicos	Construcción y validación del conocimiento científico por parte de la comunidad científica.
Proyecto de investigación	Posibles estrategias para afrontar la búsqueda de respuestas a una pregunta en el ámbito científico escolar: formulación de preguntas investigables, hipótesis, diseño experimental, obtención de datos (análisis de errores y expresión de los resultados, en su caso), resultados y conclusiones.

Como se ha comentado, cada comunidad autónoma puede ajustar el currículum según sus necesidades. Por ejemplo, en Canarias, debido a su idiosincrasia, se añaden contenidos y criterios de evaluación, que tienen en cuenta la presencia de observatorios astronómicos en las islas. Así pues, además de los comentados se incluyen los contenidos de la Tabla 3:

Tabla 3: Contenidos curriculares y criterios de evaluación en Canarias (Gobierno de Canarias)

Curso	Contenido clave	Criterio de evaluación
1º ESO Biología y Geología	Bloque II: La Tierra y el Universo 7. Análisis y valoración de las condiciones naturales del cielo en Canarias para la observación astronómica	2. [...] se verificará si el alumnado argumenta la importancia de los estudios realizados en los observatorios astronómicos de Canarias para el conocimiento del Universo y las condiciones naturales que ofrece el archipiélago por su ubicación, a partir de visitas reales o virtuales, valorando la necesidad de preservar el cielo de contaminación ambiental y lumínica.

2º, 3º y 4º ESO Física y Química	<p>Bloque I: La actividad científica</p> <p>3. Reconocimiento y valoración de la investigación científica en Canarias.</p>	<p>2. [...] apreciar las aportaciones de los científicos, en especial la contribución de las mujeres científicas al desarrollo de la ciencia, y valorar la ciencia en Canarias, las líneas de trabajo de sus principales protagonistas y sus centros de investigación.</p>
2º ESO Física y Química	<p>Bloque IV: El movimiento y las fuerzas.</p> <p>6. Valoración de las aportaciones a la Ciencia y al desarrollo tecnológico de la investigación astrofísica y el seguimiento de satélites en Canarias.</p>	<p>10. [...] valorando asimismo el papel de Canarias en la investigación astrofísica y en el seguimiento de satélites a través de sedes como el IAC y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), así como sus aportaciones a la Ciencia y al desarrollo tecnológico de Canarias y el resto del mundo.</p>
4º ESO Física y Química	<p>Bloque IV: El movimiento y las fuerzas. 7. Valoración de la contribución de hombres y mujeres científicas al conocimiento del movimiento de los planetas en especial en Canarias. Importancia de la investigación en el IAC</p>	<p>Bloque IV: El movimiento y las fuerzas. 9. [...] y las aportaciones que hombres y mujeres científicas han realizado al movimiento de los planetas en especial en Canarias, resaltando la importancia de la investigación científica en el IAC.</p>
Bachillerato Física y Química	<p>Bloque VII: Dinámica. 7. Reconocimiento y valoración de cielos de Canarias y las principales contribuciones de los observatorios del IAC al conocimiento del Universo.</p> <p>Bloque II: Interacción gravitatoria</p> <p>Bloque V: Óptica geométrica. 7.</p>	<p>10. [...] si valora la importancia actual de los cielos de Canarias y los observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) indicando algunas de sus aportaciones en el conocimiento del Universo.</p> <p>3. [...] valorando la relevancia internacional de la Estación Espacial de Canarias para el seguimiento de satélites [...]</p> <p>9. [...] valorando su importancia en el desarrollo de diferentes campos de la Ciencia como la astrofísica, medicina, telecomunicaciones, etc., particularmente en Canarias, con la aplicación de la óptica adaptativa a los telescopios, caso del Gran Telescopio de Canarias. [...]</p>

Como contraste, en Estados Unidos, se ofrecen programas opcionales de Astronomía en sólo el 12% de sus estados. Vale la pena recordar que se permite la educación en

familia (*homeschooling*) en todos ellos, hecho que posibilita que un elevado porcentaje de población pueda ser educada en el creacionismo. Se calcula que en 2020 habrá unos 2,3 millones de personas (U.S. Department of Education) educadas en familia, la mayoría por motivos religiosos.

1.3. Evaluación y competencias básicas

La Declaración de Bolonia (1999) del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), acordó la adopción de una serie de medidas destinadas a homologar el espacio educativo superior, pero no fue hasta la conferencia de Berlín de 2003 que se introdujo el concepto de aprendizaje a lo largo de la vida (*lifelong learning*):

*“El proceso de aprendizaje continuo que permite a todos los individuos, desde la infancia a la ancianidad, adquirir y actualizar conocimientos, destrezas y **competencias** en diferentes periodos de su vida y en variedad de contextos de aprendizaje, tanto formal como no formal; por lo tanto, maximizando su desarrollo personal, oportunidades de empleo y fomentando su participación activa en una sociedad democrática”* (Declaración de Berlín, 2003).

Se define competencia básica, como una combinación de habilidades, conocimientos y actitudes adaptadas a los diferentes contextos, que se requieren para el desarrollo personal y profesional de manera autónoma, así como para llegar a ser ciudadanos activos e integrados en la sociedad. Ser competente quiere decir ser capaz de utilizar conocimientos transversales y habilidades en diferentes contextos. (Navarro et al.; 2009).

Las competencias básicas se agrupan en dos grandes bloques, las transversales (digital, personal y social) que impregnan todo el currículum y, por lo tanto, no son responsabilidad única de una sola materia y por otra parte, el bloque de las específicas, que se despliegan en el currículo de la LOMCE (Ministerio de Educación, 2015).

La evaluación por competencias insta al profesorado, a su vez, a trabajar también por competencias y a adoptar una óptica de evolución y de procedimiento continuo en el proceso de aprendizaje. Así, ya no existen las notas trimestrales de las materias, ni las notas de las materias, sino que se evalúan las competencias que se van desarrollando a lo largo del curso y toda la escolarización de secundaria. Los trimestres y los finales

de curso no dejan de ser la foto del momento donde se recogen las evidencias de los avances de cada competencia y no es hasta el final del ciclo de secundaria, que se asegura el logro de las competencias por parte del alumno.

Las consecuencias de la nueva estructura del currículo se hacen más evidentes en el caso de las competencias de los ámbitos transversales, como por ejemplo, la digital. Cualquier materia puede hacer trabajar una habilidad relacionada con el ordenador: desde lenguas, donde los alumnos pueden publicar un blog, hasta la asignatura de biología, que puede diseñar gráficas en una hoja de cálculo. Pero también desde cualquier materia se puede pedir a los estudiantes que realicen exposiciones orales, que son propias del ámbito lingüístico. En estas circunstancias, la evaluación se debe hacer desde el equipo docente, como órgano colegiado que evalúa conjuntamente todas las competencias y acuerda la ponderación de las calificaciones correspondientes.

El hecho de evaluar competencias y no conocimiento de contenidos, ocasiona que las calificaciones numéricas pasan a ser cualitativas. Anteriormente, al evaluar contenidos concretos y descontextualizados era posible calificar con números, pero al evaluar por competencias, se debe valorar la calidad con la que los alumnos aplican los conocimientos para resolver situaciones en diferentes contextos. Para ello, es necesario definir unos criterios de evaluación que determinarán hasta qué grado el alumno ha logrado los objetivos. Los criterios de evaluación del ámbito científico-tecnológico específicos de la astronomía emanan de los correspondientes contenidos detallados en la sección anterior y se listan a continuación:

Tabla 4: Contenidos clave y criterios de evaluación (Generalitat de Catalunya)

Curso	Contenido clave	Criterio de evaluación
1º ESO Biología y Geología	4. Modelo del Universo	Posicionar el Sol, la Tierra y la Luna para explicar el día y la noche, las estaciones, la duración del día a lo largo del año, las fases lunares, los eclipses y la longitud de las sombras.
2º ESO Física y Química	16. Teorías y hechos experimentales. Controversias científicas. Ciencia y pseudociencia	Plantear preguntas investigables, diseñar pequeñas investigaciones para dar respuesta y elaborar los informes correspondientes. Interpretar los diferentes puntos de vista en una controversia científica a partir de leer críticamente documentos sobre investigaciones hechas por otros y valorar los procedimientos y las razones aportadas.

3º ESO Biología y Geología y Física y Química		<p>Elaborar conclusiones en función de las evidencias recogidas en un proceso de investigación, identificar los supuestos que se han asumido en deducirlas, y argumentarlas.</p> <p>Argumentar el punto de vista propio sobre temas socio-controvertidos a partir de leer críticamente documentos sobre investigaciones realizadas por otros para poder valorar los procedimientos y las razones aportadas.</p>
4º ESO Física y Química (optativa)	<p>2. Modelo de energía</p> <p>3. Modelo de interacción física</p> <p>8. Modelo atómicomolecular</p>	<p>Resolver problemas de movimientos rectilíneos y circulares, utilizando una representación esquemática con las magnitudes vectoriales implicadas expresando los resultados en unidades del SI.</p> <p>Interpretar de forma sencilla los movimientos de los astros y de las naves espaciales.</p> <p>Relacionar la capacidad del átomo de carbono para formar enlaces con la gran cantidad de compuestos que lo incluyen y su importancia en la química de la vida.</p> <p>Argumentar la relación entre la distribución y la organización de los elementos en la tabla periódica. Relacionar algunas propiedades de las sustancias con su estructura y las características de sus enlaces.</p>
4º ESO Cultura científica (optativa)	14. Historia del Universo, de la Tierra y la Vida	<p>Valorar textos de temática científica, teniendo en cuenta la finalidad del texto, los datos y evidencias aportadas y la fundamentación científica.</p> <p>Presentar información sobre un tema científico después de hacer una búsqueda, utilizando diversas fuentes, incluyendo Internet, evaluar científicamente los datos obtenidos y seleccionar las más adecuadas.</p> <p>Identificar los rasgos característicos de los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico, a partir de casos históricos y del análisis de publicaciones de temática científica.</p> <p>Diferenciar las explicaciones basadas en argumentos científicos de las basadas en creencias en los casos del origen del Universo y la Tierra, y el origen y evolución de los seres vivos.</p> <p>Conocer las teorías sobre el origen del Universo, y en particular el Big Bang.</p>

		<p>Describir la organización del Universo y las agrupaciones de estrellas y planetas.</p> <p>Describir la evolución de las estrellas y relacionarla con la génesis de los elementos.</p> <p>Explicar las condiciones necesarias para la vida en otros planetas.</p>
--	--	---

Tal y como se observa, el peso de los criterios de evaluación de los contenidos relacionados con la astronomía, recae en la asignatura optativa de 4º curso. En contraposición, la propuesta planteada en el presente trabajo, propone ampliar los criterios de evaluación juntando los de los cursos anteriores e incorporando los propios de un proyecto transversal con los de investigación y experimentación, matemáticas, trabajo en equipo, etc.

Las competencias básicas trabajadas a lo largo del proyecto son las que se describen en la siguiente tabla y se detallan en cada taller.

Tabla 5: 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.

En un currículo por competencias, la evaluación debe centrarse en los niveles de logro de las competencias, es decir, en saber si los alumnos son competentes a la hora de aplicar los aprendizajes. A nivel de ejemplo, en la siguiente rúbrica se muestra la gradación de una de las competencias científicas relacionadas con la astronomía. El nivel 3 corresponde al logro excelente de la competencia, el 2 al notable y el 1 al aceptable. En el Anexo 4 se encuentran las rúbricas de las competencias científico-técnicas trabajadas en el proyecto.

Tabla 6: Ejemplo de rúbrica de gradación de las competencias (Generalitat de Catalunya)

Competencia	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
1. Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales.	Relacionar un fenómeno natural con el modelo de explicación que le corresponde, identificar sus elementos básicos y comunicarlo con lenguaje llano.	Identificar las relaciones entre los conceptos y las variables relevantes del modelo de explicación que corresponde al fenómeno que se estudia, y comunicarlo con la terminología científica pertinente.	Predecir los cambios que tendrán lugar cuando se modifican las condiciones que afectan el fenómeno caracterizado, y comunicar la solución mediante la terminología y el lenguaje simbólico propios de la ciencia.

Como ya se ha comentado en el apartado anterior, la LOMCE incluye en las materias científicas el bloque de “Proyecto de Investigación”, con los siguientes criterios de evaluación:

1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico.
2. Elaborar hipótesis, y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y argumentación.

3. Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención.
4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo.
5. Presentar y defender en público el proyecto de investigación realizado.

Más adelante se detalla la propuesta de ampliación de criterios de evaluación del proyecto Escape Earth.

2. Justificación

2.1. Justificación de una investigación

Como ya se ha comentado, la didáctica de la astronomía presenta varias ventajas, no sólo por el interés general que despierta y su transversalidad, sino por la cantidad de material de calidad que se puede encontrar on-line, desde actividades didácticas a simuladores, imágenes reales e incluso posibilidad de conexión remota a telescopios a lo largo del planeta. A continuación se listan algunos proyectos educativos abiertos para todas las edades, entre ellos los elaborados por las agencias espaciales de la NASA y la ESA:

- [NASA](https://www.nasa.gov/education/materials/): Materiales educativos de la NASA (<https://www.nasa.gov/education/materials/>)
- [Astro Pi](https://astro-pi.org/): proyecto de ESA que permite realizar investigaciones científicas en el espacio, programando placas base de Raspberry Pi en lenguaje Python y mediante sensores de humedad, temperatura, etc. (<https://astro-pi.org/>)
- [PETeR](http://www.iac.es/peter/): Proyecto Educativo con Telescopios Robóticos del Instituto de Astrofísica de Canarias que cede el 5% del tiempo de observaciones del telescopio Liverpool para la comunidad educativa y aficionados. (<http://www.iac.es/peter/>)
- [Gloria](https://gloria-project.eu/teaching-and-learning-resources-es/): Colección inteligente de telescopios globales robóticos (GLObal Robotic-telescopes Intelligent Array). Colaboración de Universidades e Institutos Astrofísicos internacionales para la elaboración de material educativo. (<https://gloria-project.eu/teaching-and-learning-resources-es/>)

- [nase](http://www.naseprogram.org/): Red para la astronomía en la educación escolar (Network for Astronomy School Education) <http://www.naseprogram.org/>

Vale la pena destacar el portal Scientix (scientix.eu), que recoge proyectos educativos de toda Europa y además ofrece gratuitamente traducción de sus contenidos.

Se listan también un conjunto de propuestas y actividades educativas relacionadas con la astronomía y recogidas por el Departamento de Educación en Catalunya:

- CESIRE: <https://sites.google.com/xtec.cat/stemalespai/inici>
- XTEC: <http://xtec.gencat.cat/ca/recursos/ccnn/astrofia/>
- ARC: http://apliense.xtec.cat/arc/cercador/d-STEM_espai

Sin embargo, no debemos obviar las dificultades y problemas con los que el profesorado se encuentra al abordar la didáctica de la astronomía. En primer lugar, la carencia de su propia formación en este campo, que es mayoritariamente autodidacta (García, J.L., 2014). Además, hay que tener en cuenta que la astronomía es una disciplina que avanza en paralelo al rápido incremento de las capacidades tecnológicas de los telescopios y diferentes instrumentos. Finalmente, es importante señalar que los últimos descubrimientos no son ampliamente difundidos por los medios de comunicación y muchas noticias no se llegan ni a traducir. En este sentido, cualquier libro estará siempre caducado en el mismo momento de su edición, con lo que la información actualizada se deberá buscar siempre en Internet, hecho que conlleva la necesidad de una indudable inversión de tiempo para desgranarla, además de cierto conocimiento de idiomas.

Por otro lado, la presión curricular en la educación secundaria provoca que los contenidos de astronomía se consideren laterales e incluso optativos. Probablemente también exista la creencia que como las prácticas deben ser nocturnas es imposible llevar a cabo ciertas actividades. Afortunadamente, los simuladores por ordenador o app's para dispositivos móviles facilitan estas tareas. Por último, el contenido propuesto por el currículum tradicional, no va más allá de las actividades típicas de aplicar las leyes de Kepler y cálculo de órbitas en el Sistema Solar y no dan cabida al estudio de tipo de estrellas, galaxias, cuántares, exoplanetas, etc. En resumen, se ignoran los descubrimientos más recientes.

2.2. Análisis de resultados

Haciendo un salto en el tiempo y geográfico más allá del Atlántico, el documental americano 'A Private Universe' (Schneps, M., 1987) evidenció en su momento cómo estudiantes de la prestigiosa Universidad de Harvard mantenían concepciones graves respecto a la órbita de la Tierra, como por ejemplo que la variación de la distancia en la órbita es responsable de las estaciones, así como que las causas de las fases de la Luna son eclipses periódicos.

https://www.youtube.com/watch?time_continue=471&v=4BwWDWi9zp4

Para comprobar si estas lagunas de conocimiento se replican hoy en día en nuestros institutos, se han realizado encuestas sobre astronomía general a profesores y alumnos. El método seleccionado para esta investigación fueron encuestas anónimas con formularios Google en forma de preguntas cerradas tanto para profesores como para estudiantes. La encuesta para estudiantes constaba de 9 preguntas sobre su interés por la astronomía y 4 preguntas que evaluaban sus conocimientos en el tema. La encuesta para los profesores consistió en 8 preguntas cerradas acerca del conocimiento que ello/as perciben en el alumnado sobre astronomía y su propia cultura astronómica. A ambos grupos se les preguntó también sobre cómo buscan información sobre el tema. Los estudiantes y profesores que participaron en este estudio fueron de varios institutos de Catalunya, Andalucía y el resto de Europa (Alemania, Francia, Italia y Croacia). En total, participaron 134 estudiantes de entre 12 y 18 años (la mayoría en la franja de 14 a 16 años) y 78 profesores de secundaria, de los cuales más de la mitad de alguna especialidad de ciencias. Aunque la muestra es pequeña y los formularios aún están abiertos y todavía admiten respuestas, se pueden observar tendencias, que además son similares en los diferentes países objeto del estudio. Las preguntas y respuestas a los cuestionarios se pueden encontrar en el Anexo 5. A continuación se analizan las respuestas.

La astronomía es un tema que interesa a los alumnos de manera palpable porque un 75% de ellos expresa que desearía conocer más sobre el tema y aproximadamente el 60% responden que siempre o casi siempre se hacen preguntas cuando piensan en el cielo y las estrellas y sólo el 8% nunca lo hace. La mayoría (62%) de profesores

admiten que los estudiantes están bastante (50%) o muy interesados (12%) en la astronomía. Sin embargo, un contundente 82% de los profesores cree que el conocimiento por parte de sus alumnos sobre la materia, es pobre y que, además, están influidos por supersticiones y pseudociencias.

La gran mayoría de estudiantes, aún y aceptar que tienen curiosidad sobre el tema, admiten que no hablan de ello con sus amigos (86%) y preguntan a profesores y familiares por igual para resolver sus dudas. Sin embargo, un 30% no consulta a nadie.

Preguntando a los alumnos sobre si las órbitas de los planetas alrededor del Sol son circulares o elípticas, la amplia mayoría (81%) responde acertadamente, pero no ocurre lo mismo cuando son preguntados por las causas de las estaciones del año: el 47% defienden que las estaciones del año se deben a la distancia variable de la Tierra al Sol, mientras que el 42% responde que se deben a la inclinación de la órbita de la Tierra y el resto (12%) admite desconocerlo.

De manera parecida, ocurre con la pregunta acerca de si hay un agujero negro en el centro de nuestra galaxia. Este dato es el que sorprende más de toda la encuesta, porque precisamente las respuestas del cuestionario fueron recogidas durante la publicación de las imágenes del agujero negro de M87 (abril 2019). En porcentajes similares, el 40% de los encuestados responden que es cierto y otro 40% que lo ignoran, mientras que un 20% dicen que es falso que en el centro de nuestra galaxia haya un agujero negro.

En cuanto a la existencia de los exoplanetas, la aceptación de su propio desconocimiento es un sorprendente 30%. Más de la mitad de los alumnos saben que existen y que hay más de 2000, pero un 20% cree que los descubiertos no llegan a 500.

Si los alumnos están interesados en astronomía, los profesores son conscientes de ello y las lagunas de los estudiantes sobre el tema son tan evidentes, sería obvio que que los profesores incluyeran actividades sobre astronomía en sus clases siempre que el currículo facilitara esta posibilidad. Aún y así, según los mismos profesores de ciencia encuestados, el contenido de astronomía en el currículo es insuficiente (60%) y

su propio dominio sobre el tema es pobre (40%) o bueno (40%). Sólo el 10% cree que sus conocimientos son muy buenos.

Se preguntó también a los alumnos si creían que verán una misión tripulada en Marte: una mayoría del 61% está convencido o casi convencido de ello, pero extraña que un 20% está convencido de lo contrario.

A la hora de buscar material sobre astronomía, tanto alumnos (75%) como profesores (60%) se apoyan en búsquedas por Internet y sólo una minoría conoce páginas web específicas: 11% alumnos y 14% profesores. Estos datos ponen en evidencia, por un lado, la necesidad que los referentes educativos divulguen el buen material que ya existe en la red y, por el otro, crear material adaptado al nuevo paradigma curricular de las competencias básicas.

La propuesta de este trabajo pretende ser una ayuda al profesorado para que en el marco de un proyecto transversal basado en competencias, se incluya contenido actualizado sobre astronomía, en particular focalizando la temática de los exoplanetas.

3. Metodología, temporización, evaluación

3.1. Metodología

A continuación se describen las bases teóricas de las diferentes metodologías que se han utilizado en la propuesta: el aprendizaje basado en proyectos y retos, la gamificación, el trabajo colaborativo y la controversia.

3.1.1. Aprendizaje basado en proyectos y retos

Tradicionalmente, el docente de secundaria planifica sus enseñanzas y evaluación del alumnado de manera compartimentada. Sin embargo, esta fragmentación del conocimiento no es un reflejo de la realidad y no favorece el hecho que los aprendizajes sean realmente útiles para una sociedad con individuos autónomos, críticos y capaces de colaborar entre ellos. (Xarxa de Competències Bàsiques, 2009).

Estas habilidades blandas (*soft skills*) son necesarias para un buen desempeño profesional y en la vida en general, más allá de la capacidad cognitiva o resultados escolares. Personalidad, liderazgo, motivación, esfuerzo, se premian en el trabajo, pero no en un examen. Son rasgos que predicen el éxito en la vida (Heckman, J. y Kautz, T., 2012) y se pueden aprender. En consecuencia, los centros docentes son los espacios en los que el alumnado puede y debe ejercitar también habilidades sociales y de comunicación como la empatía, la escucha activa, el respeto, la asertividad, la argumentación, la mediación, etc., y actitudes como la adaptabilidad, el respeto, la iniciativa, el pensamiento crítico, la cooperación... La inteligencia social y emocional capacitan a la persona para moverse en una sociedad cambiante que le exige buscar trabajo o becas, comunicarse con la familia, los compañeros del trabajo y las autoridades, en un marco de rápidos avances tecnológicos y tensiones sociales: solidaridad, inmigración, etc. Esta evolución constante del entorno provoca a su vez transiciones de trabajo y reajustes que requieren de estas habilidades sociales y emocionales más allá de las cognitivas.

Tanto el aprendizaje basado en proyectos, como el aprendizaje basado en retos estructuran el currículo de forma globalizada, de manera que los contenidos se presentan integrados, sin áreas de conocimiento fragmentadas. Es así como el alumnado percibe el aprendizaje como “auténtico”. Las actividades se basan en contextos reales y contienen elementos de investigación, compeliendo así a que sean los estudiantes los que busquen las respuestas, más que a escucharlas de los profesores. De hecho, no tiene porqué haber respuestas a todas las preguntas, fomentando la controversia y el debate entre alumnos. En este paradigma, el alumnado cobra protagonismo y el docente acompaña, orienta, propone e introduce los contenidos de manera regulada.

Para trabajar la cooperación y las habilidades sociales se suele trabajar en equipo, aunque también hay que cultivar actividades de reflexión, investigación y esfuerzo individual, que ayuden a la autoregulación: aprender a aprender. El aprendizaje basado en proyectos encaja perfectamente, pues, en el nuevo marco de evaluación por competencias, debido a su transversalidad y multidisciplinariedad y oportunidad de trabajar las *soft skills*.

El objetivo principal de trabajar en el aula con la metodología de aprendizaje basado en proyectos es lograr que el aprendizaje sea auténtico y real (Blanco A., España E. y Rodríguez F., 2012). Para alcanzar este propósito, se debe conseguir que:

1. Se centre en los intereses y contexto de los alumnos
2. Sea atractivo para el alumnado
3. Empiece con una pregunta- reto
4. Se elabore un producto final compartible con una audiencia
5. Incorpore agentes externos como expertos o profesionales

3.1.2. Gamificación

El séptimo de los 10 derechos de la Declaración de los Derechos de la infancia (1959) expone que:

*"El niño debe **disfrutar plenamente de juegos y recreaciones**, los cuales deben estar orientados hacia los fines perseguidos por la **educación**; la sociedad y las autoridades públicas se esforzarán por promover el goce de este derecho."*

La fusión entre la educación y el juego es un reto al que los docentes no podemos renunciar, dado que las mecánicas del juego favorecen la curiosidad, el interés y la emoción vivida produce un aprendizaje más significativo y perdurable. (Fernández, M., Martínez, A., Poyatos, M., 2018)

A lo largo del juego, los alumnos desarrollarán competencias clave para la vida: habilidades sociales como trabajo colaborativo, escucha activa, así como resolución de problemas, inteligencias múltiples y de manera transversal, hecho que ayuda a que el juego sea más inclusivo.

Existen distintos grados y modalidades de gamificación, desde el uso de algún elemento lúdico en el aula como actividad puntual, a experiencias inmersivas como el Escape Room educativo, donde se resuelven retos relacionados con el currículo para escapar de una habitación donde los alumnos se encuentran cerrados.

Una de las dinámicas utilizadas en gamificación, es el uso de insignias, que el jugador-alumno obtiene a partir de ciertos logros. Estas insignias permiten desbloquear cierta información indispensable para los siguientes retos y continuar, de esta manera, avanzando en el juego. Así pues, cada reto propuesto es un problema a resolver y se enmarca en la metodología de **aprendizaje basado en retos** (CBL Content Based Learning).

3.1.3. Trabajo colaborativo

Existen numerosas evidencias que indican que fomentar la cooperación entre los alumnos en el aula es positivo, aunque no es una tarea sencilla organizar los grupos ni las actividades. Para diseñar y gestionar la cooperación con éxito, es necesario:

1. Agrupar los alumnos no por capacidades, sino por habilidades sociales
2. Organizar el contexto de cooperación
3. Diseñar tareas cooperativas
4. Programar las secuencias didácticas
5. Evaluar la cooperación

Aprovechando la diversidad y teniendo en cuenta las necesidades del alumnado, se promueve así el proceso de aprendizaje, fomentando la interdependencia positiva mediante objetivos comunes, la responsabilidad individual mediante roles y tareas individuales y las habilidades sociales, que están presentes en todo el proceso. (Johnson, D., Johnson, R., Holubec, E., 1999).

Un equipo sin roles tiene altas posibilidades de fracasar, ya sea porque los estudiantes más avanzados tomarán el control del grupo y realizarán la tarea por su cuenta, o porque los debates internos se enquistan entre pocos miembros.

Los roles básicos con sus funciones son:

1. Secretario: Registra las decisiones y documenta las tareas realizadas.

2. Cronometrador: También llamado vigía del tiempo, controla que las tareas se realicen en el tiempo establecido.
3. Facilitador: Se asegura que todos los miembros del grupo participen, entiendan y desarrollen las tareas.
4. Portavoz: Se encarga de comunicarse e intermediar con el profesorado y los otros grupos.
5. Responsable de material

3.1.4. Controversia

El conflicto cognitivo aparece cuando no existe coherencia entre lo que previamente conocemos y lo que observamos. Se llega a él mediante el estudio, el método científico, el análisis y debate y es inherente a las actividades de indagación o modelización (Garrido, A., Couso, D. 2014). El proyecto propuesto en este trabajo induce al conflicto cognitivo indagando primero los conocimientos previos del alumnado (distancias y medidas astronómicas, número de planetas con vida, presupuesto destinado a las misiones espaciales, crítica de artículos, etc.) y contrastando después las informaciones facilitadas por el docente o averiguadas por los alumnos. Cabe señalar que las concepciones erróneas en referencia a las dimensiones y proporciones del Universo son frecuentes entre los alumnos de secundaria (Domènech, J., Ruiz, N., 2017).

Por otra parte, cuando el conflicto y las dificultades surgen al intentar llegar a un objetivo, ya sea construir, planificar o diseñar, con las herramientas de las que se disponen, se impulsan las habilidades de razonamiento y el desarrollo instrumental de modelos científicos (Domènech, J., 2018).

3.2. Metodología aplicada en el proyecto Escape Earth

Dado lo atomizado del contenido de astronomía en el currículo, la opción recomendada es realizar un proyecto juntando el bloque del Modelo del Universo de la materia de Biología y Geología de 1º ESO con el bloque de Controversias científicas de 2º ó 3º de la ESO. El curso recomendado para aplicar el proyecto es 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). Dependiendo de la reflexión a la que se quiera llegar en el bloque de controversias científicas, se puede tener también en cuenta la madurez del alumnado. Mientras en 2º curso los criterios de evaluación se limitan a indagar e interpretar, en 3º se pide elaborar conclusiones y argumentar. Por otra parte, si se opta por desarrollar el proyecto en 4º, servirá de profundización y evaluación de los contenidos de biología y física impartidos en los anteriores cursos, a la vez que se puede también servir de refuerzo para la asignatura optativa de Física y Química de 4º

También es posible añadir la colaboración de Visual y Plástica con las competencias propias del ámbito artístico, así como las competencias matemáticas de magnitudes y medidas, representación de funciones, estadística y probabilidad, que también se incluyen en el presente trabajo.

En referencia a la **gamificación**, el proyecto Escape Earth emula el concepto de huida del planeta Tierra como necesidad en un futuro no tan lejano, debido a los numerosos problemas y peligros posibles: amenaza de meteoritos, guerra nuclear, cambio climático... Mediante datos reales de exoplanetas conocidos, los alumnos deberán determinar cuál es el mejor planeta donde la humanidad debería establecerse. A lo largo de las diferentes actividades propuestas, se estudiarán los conceptos de zona de habitabilidad, fórmula de Drake, exoplanetas y sus métodos de detección, zona de habitabilidad, etc.

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**

El modelo debe permitir que los alumnos lleguen a cometer errores que pueden subsanar más adelante, perdiendo el docente así el control de la clase, limitándose a un rol de orientador promoviendo la discusión y el debate que servirá de pistas para el juego.

Algunos retos pueden ser **colaborativos**, impulsando así la ayuda a nivel del grupo clase y relajando la posible competitividad entre equipos. En el proyecto Escape Earth, 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. Se proponen los siguientes roles:

1. Secretario
2. Cronometrador
3. Facilitador
4. Portavoz
5. Informático: encargado de la búsqueda en Internet

En momentos determinados, se “rompen” temporalmente los grupos base para formar equipo de especialistas para trabajar sobre un tema concreto. Más adelante, los especialistas retornan a sus equipos base y ponen en común lo aprendido.

Con todos los datos recopilados, los equipos base deberán investigar cuál es el mejor exoplaneta habitable y presentar sus conclusiones en el formato que ellos mismos escojan: póster, presentación, vídeo, maqueta, etc. Para ello deberán evaluar los parámetros proporcionados y convencer al resto de alumnos y familias invitadas de su elección.

Dado que uno de los objetivos principales del proyecto es impulsar el interés por la astronomía, una de las metodologías utilizadas es la **controversia**. Ya el primer taller afronta algunos de los debates presentes en la sociedad: por una parte la sostenibilidad del planeta y la necesidad de huir de él y por la otra la inversión económica en la búsqueda de vida inteligente. Asimismo, el debate se trabaja también en las introducciones de algunos de los talleres desarrollados en el proyecto. Para que

el alumno se sienta interpelado, se conecta con sus conocimientos previos, originando así una discusión útil para preparar la siguiente fase del taller.

Por último, la presencia de agentes externos, contextualiza el proyecto, a la vez que sirve también como orientación profesional. La visita a un planetario o una charla-conferencia involucrará a los profesionales necesarios. Por ejemplo, el proyecto '[Habla con ellas](#)' del Instituto de Astrofísica de Canarias (<http://www.iac.es/divulgacion.php?op1=17&op2=41>) ofrece videoconferencias de astrofísicas o ingenieras del IAC que sirven como modelo a alumnas desde infantil a Formación Profesional.

3.3. Tecnologías de la información y comunicación (TIC)

Durante el proyecto se utilizan diversos simuladores, acceso y búsqueda de datos bases de datos on-line, así como aplicaciones móviles. Las competencias relacionadas son:

- Utilizar las aplicaciones de edición de textos, presentaciones multimedia y tratamiento de datos numéricos para la producción de documentos digitales
- Buscar, contrastar y seleccionar información digital adecuada para el trabajo a realizar, considerando diversas fuentes y medios digitales
- Participar en entornos de comunicación interpersonal y publicaciones virtuales para compartir información
- Realizar actividades en grupo utilizando herramientas y entornos virtuales de trabajo colaborativo.

Para este proyecto se ha desarrollado también la página web <http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/>, cuya estructura se explica a continuación:

- Presentación del proyecto
- Currículo y metodologías utilizadas
- Fichas didácticas con descargables e interactivos
- Cuestionario
- Formulario de contacto

En el anexo 6 se adjunta el manual de usuario, que también se puede encontrar en la web. <http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/EscapeEarthManualUsuario.pdf>

3.4. Temporización

Las unidades didácticas se han desarrollado pensando de manera que se puedan aplicar en clase de manera independiente o bien en el marco del proyecto gamificado. La duración de cada actividad es de una a dos horas y se pueden realizar en una o dos sesiones no seguidas, para dar tiempo al alumnado a realizar las tareas como deberes o *flipped classroom* (clase invertida).

3.5. Dominio cognitivo

A la hora de diseñar las unidades didácticas, se ha seguido la filosofía de la taxonomía de Bloom revisada, que categoriza las actividades según su nivel de complejidad y especificidad (Clark, D; 1999). De esta manera, el profesorado debe tener en cuenta que al introducir un nuevo concepto, se recomienda pedir a los estudiantes habilidades cognitivas y procesos de pensamiento de un orden jerárquico bajo (recordar, entender) y no pasar a niveles superiores (aplicar, analizar, evaluar y crear) hasta que el alumnado no domine las categorías inferiores. Siempre, sin embargo, teniendo en cuenta la propia madurez de los estudiantes.

Así, en los primeros niveles cognitivos, el alumnado puede recordar y repetir lo aprendido. Cuando son capaces de usar la información adquirida en otra situación y analizarla para comprender las relaciones que existen entre las diferentes partes, han evolucionado a un nivel superior. En el momento que pueden justificar un punto de vista y crear nuevo material, se habla de habilidades cognitivas de alto nivel.

Bloom's Taxonomy

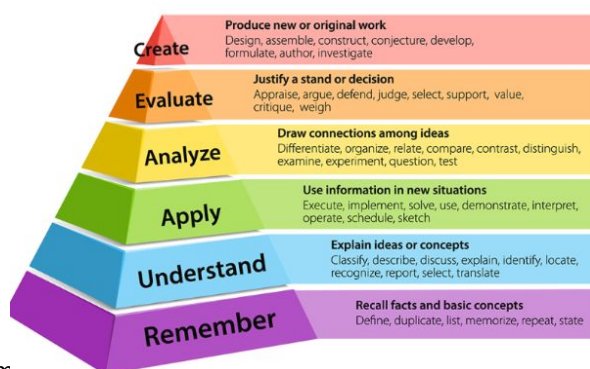



Figura 01: Taxonomía de Bloom revisada

De esta manera, se han marcado algunos ejercicios más avanzados con el logo:



También se ha habilitado una sección “Para saber más” y en ciertos momentos se han añadido enlaces de ayuda 

3.6. Evaluación

Además de las competencias propias del ámbito científico comentadas anteriormente, al trabajar en forma de proyecto colaborativo y mediante retos, se desarrollan las competencias de Aprender a Aprender, las de Iniciativa y espíritu emprendedor y evidentemente las competencias Sociales y cívicas.

Asimismo, el hecho que el producto final sea la exposición de los resultados obtenidos de la investigación, posibilita evaluar competencias de expresión oral y escrita del ámbito lingüístico. Además, en la búsqueda e investigación de información se incluye la Dimensión actitudinal y plurilingüe:

- Actitud 1. Adquirir el hábito de la lectura como un medio para acceder a la información y al conocimiento, y para el disfrute personal; y valorar la escritura como un medio para estructurar el pensamiento y comunicarse con los demás

Como característica intrínseca de la astronomía, se puede decir que es un área que permite conectar de forma transversal con muchas otras materias, ya sea de manera intrínseca o trabajando en proyectos:

1. Cultura y valores éticos: debate sobre los presupuestos de las misiones espaciales y la necesidad de investigar sobre el Universo en contraposición a los problemas sociales.

2. Matemáticas: cálculo de órbitas, distancias, coordenadas, etc.(Competencia 1: Traducir un problema en lenguaje matemático o una representación matemática utilizando variables, símbolos, diagramas y modelos adecuados)
3. Historia: culturas antiguas, descubrimientos en navegación, modelo geocéntrico,
4. Programación, Robótica: Scratch, proyecto Astro Pi, etc.
5. Competencia digital herramientas on-line, documentación, etc.
6. Arte: realización de murales, maquetas y representaciones artísticas

Estudios pedagógicos (García, C., 2012) señalan que el arte es una buena estrategia de inclusión en el aula. Por lo tanto, actividades como pintar murales de galaxias, planetas, confeccionar maquetas, música, etc., son muy recomendables para la atención a la diversidad y despertar el interés del alumnado que se muestra reticente de entrada.

Por último, también como estrategia de atención a la diversidad, se ha demostrado que la educación física ha dado buenos resultados en proyectos de “entrenamiento para astronautas” adaptados al compromiso de asistencia en el aula. Un buen ejemplo es el programa “Marte XXI, ¿es posible una colonia humana en Marte?” de la Universidad Politécnica de Catalunya, que utiliza el pretexto de colonizar Marte para acercarse a jóvenes en riesgo de abandono prematuro de sus estudios. (https://cienciatec.upc.edu/ca/act15-16/mart21/copy_of_mart-xxi-es-possible-una-colonia-humana-a-mart)

El proyecto Escape Earth fomenta la coevaluación y la auto-evaluación. Como se ha comentado anteriormente, 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, existe una rúbrica específica que se puede encontrar en el Anexo 2.

Asimismo, para la presentación final, se pactará con los alumnos la rúbrica de exposición, proponiendo una lista de elementos posiblemente evaluables que deberán seleccionar y ponderar. En el caso que un público externo asista a la presentación final, se les facilitará la misma rúbrica para evaluar.

En referencia a la evaluación de las competencias específicas derivadas del estudio del Universo, así como las propias del Proyecto Científico, se seguirá lo definido en el Punto 1.3 Además, también se incluyen las correspondientes de los ámbitos de Aprender a aprender y de Autonomía e iniciativa personal.

Como reflexión, la evaluación debe servir como herramienta de feedback para mejorar el proceso de aprendizaje tanto del alumnado como del profesorado, quien debe rectificar sus actuaciones si confirma que el aprendizaje no se ha producido. En este sentido, pues, la evaluación debe producirse de manera continua y debe ser cualitativa para que el alumno/a pueda orientar y corregir su proceso, evitando la cualificación, que deberá producirse al final del proceso y deberá ser del proceso de aprendizaje y no del producto final.

4. Propuesta de aplicación práctica

Para que la propuesta sea atractiva, se plantea el reto gamificado de descubrir cuál es el mejor exoplaneta donde la humanidad debe huir. Se propone a los alumnos que investiguen y expongan el mejor exoplaneta encontrado en términos de habitabilidad. Para ello deberán evaluar los parámetros proporcionados y convencer al resto de alumnos y familias invitadas de su elección final. El producto final es la exposición oral de un elemento a escoger (póster, presentación, video, maqueta...) sobre las indagaciones de cada equipo.

A partir de datos reales de exoplanetas, los alumnos deberán ir descubriendo nuevos datos que permitirán finalmente desvelar el nombre del exoplaneta en cuestión y descubrir su grado de habitabilidad. Se parte de la Tierra y se irá “viajando” hacia el Sistema Solar y el resto de la Galaxia para poder analizar todos los parámetros que influyen en la habitabilidad de un planeta. 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 total, se han preparado 13 talleres, cada uno de unas 2 horas aproximadamente. En algunos casos se recomienda separar el taller en 2 sesiones para dar tiempo a que

los alumnos trabajen individualmente los deberes, algunas actividades en forma de clase invertida (*flipped classroom*). En todos los talleres se han incluido dos secciones de lecturas o vídeos recomendados para los alumnos y para los profesores por separado. En el caso que se necesiten conocimientos previos, se indica al principio del taller, así como la atención a la diversidad prevista. Los talleres se agrupan en cinco grandes bloques. El primer grupo de talleres (en el apartado de Introducción), se ocupa de introducir el debate de la necesidad de la búsqueda de vida inteligente en el Universo, así como la probabilidad de su existencia. Además, se analizan los parámetros que hacen posible la vida en un planeta. El segundo bloque (Sistema Solar) estudia las características de los planetas de nuestro Sistema Solar en función de su capacidad para albergar vida. A partir de las fórmulas de Kepler, se calcula el semieje mayor de la órbita del planeta buscado. El tercer grupo de talleres (Estrellas) además de analizar los tipos de estrellas, introduce las coordenadas de acimut, altitud, ascensión recta y declinación. El cuarto bloque de talleres (Exoplanetas) trabaja los conceptos relacionados con los exoplanetas: métodos de detección, cálculo de densidad y temperatura, zona de habitabilidad, etc. En este momento es cuando el alumnado sintetiza todo lo aprendido y debe presentar sus conclusiones mediante la entrega de un trabajo defendiendo el resultado de sus deducciones según los parámetros que se le han ido dando. El bloque 5 (Universo) es opcional y va más allá del objetivo del trabajo pero tiene coherencia en cuanto al viaje hacia el exterior desde nuestro planeta al Universo y su evolución. En el Anexo 1 se pueden encontrar todos los enlaces con las fichas didácticas descargables.

A continuación se muestra un esquema de los temas tratados:

Tabla 7: Contenido del proyecto por temas

Tema	Taller	Objetivo
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. Planetas y Lunas, Meteoritos, asteroides y cometas, Órbitas	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 acimut, 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	5.1 Evolución del Universo	Comparar la evolución del Universo según los diferentes parámetros. Debatir los enigmas aún por resolver. Identificar las futuras misiones.

El proyecto propuesto permite, por un lado, trabajar independientemente cada tema y escoger las actividades que se adapten mejor a cada grupo-clase, o bien, en la opción gamificada, utilizar datos de salida, resultado de un taller, como datos de entrada de otro taller. Además, algunos datos necesarios para la resolución de algunos talleres serán aportados como insignias o premios. Estas insignias vendrán señaladas con la siguiente imagen que puede ser impresa como tarjeta (adjuntas en el Manual):



Las insignias se pueden utilizar como regulación del ritmo del grupo clase, de manera que si un equipo va retrasado o está desmoralizado, se le puede entregar antes una insignia para que alcance los demás equipos. De igual manera, se puede bloquear el acceso a cierta información a un equipo que va muy avanzado. Como también se ha comentado en el apartado de gamificación, algunos retos pueden ser colaborativos, estimulando así la cooperación y ayuda entre equipos. Algunas insignias podrían ser entregadas sólo a un equipo, forzando de este modo la colaboración en todo el grupo-clase.

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 8: 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
2.3 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	Temperatura de equilibrio del exoplaneta

	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. Por ejemplo, en el taller 2.3 Órbitas del tema 2. Sistema Solar, la masa de la estrella debe introducirse en masas solares para que el resultado venga en Unidades Astronómicas, pero el profesorado puede facilitar la masa en Kg. En otras ocasiones, el sistema pide un dato ya proporcionado pero en unidades diferentes a las del resultado calculado, de manera que los estudiantes deben deducir que tienen que transformar las unidades. Por ejemplo, en el cálculo de la temperatura de equilibrio, se requiere el semieje mayor de la órbita en radios solares pero se ha calculado anteriormente en la sección de órbitas en Unidades Astronómicas.

Los exoplanetas propuestos con sus parámetros correspondientes son los de la tabla 9, 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.

Tabla 9: Exoplanetas propuestos con sus parámetros (exoplanets.org)

Taller	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 $u.a.$		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 438b	0.452	2.644	0.029	M	0.464	0.073	0.377	0.00893	3350	1.69	86.38°	0.16
WASP-14b	1.31	2.244	0.037	F	1.310	7.69	1.281	0.0102	6480	4.66	84.32°	0.09
CoRoT-1 b	0.95	1.509	0.0253	G	1.110	1.03	1.490	0.01927	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	0.03842	K	0.613	0.0076	0.1159	0.000361	4269	6.4	88.06°	---
Kepler-62f	0.690	267.29	0.718	G	0.640	0.063 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	89.58°	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	0.02817	M	0.121	0.00243	0.0834	0.004802	2516	5.65	89.736	0
TRAPPIST-1h	0.089	18.768	0.0817	M	0.121	0.00104	0.0708	0.00346	2516	3.97	89.798°	0
LHS 1140 b	0.146	24.737	0.0875	M	0.166	0.0212	0.131	0.00501	3130	12.5	89.912	0

A continuación se describen los objetivos de cada unidad didáctica, junto con los contenidos curriculares y las competencias básicas, además de un resumen de las actividades a desarrollar en cada taller. Se han marcado con un asterisco (*) aquellos talleres que ofrecen actividades interactivas en la web. El enlace de cada dossier que corresponde a un taller se encuentra en la web (<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/>) para descargar en formato PDF y también se incluye en cada ficha que sigue:

4.1. Introducción

4.1.1. ¿Por qué?

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller1.1.Introduccion.Porque.pdf>

Objetivo: Comprender y discutir los problemas del planeta: contaminación, guerras, etc., y la necesidad de búsqueda de planetas habitables.

Contenidos curriculares:

- Teorías y hechos experimentales. Controversias científicas. Ciencia y pseudociencia.
- Riesgos naturales. Atmósfera, hidrosfera y geosfera.
- Impactos medioambientales de la actividad humana. Recursos naturales: renovables y no renovables.

Competencias científico-tecnológicas:

- ✓ 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.

Resumen de las actividades:

- Visualización de un fragmento de una conferencia de Stephen Hawking donde se reflexiona sobre la necesidad de huir de la Tierra.

- Organización de un debate sobre los peligros que acechan la Tierra y organización en equipos de expertos para presentarlos a los restos de los compañeros: cómo nos afecta el cambio climático, suministro de energía, desequilibrios sociales y económicos, contaminación de las personas y los ecosistemas, etc.
- Reflexión sobre el gasto económico en misiones espaciales y comparación con los gastos sociales.

4.1.2. Condiciones para la vida

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller1.2.Introduccion.CondicionesParaLaVida.pdf>

Objetivo: Entender las teorías que explican el origen de la vida en la Tierra: importancia del agua y otros parámetros en relación con la habitabilidad: atmósfera, movimiento tectónico, órbita, Luna, etc. Conocer la existencia de organismos extremófilos.

Contenidos curriculares:

- Teorías sobre el origen de la vida en la Tierra
- Origen de la vida en la Tierra. Condiciones necesarias para la vida.
- Diferencias entre ciencia y pseudociencia en la explicación del Universo, el Sistema Solar, la Tierra, el origen de la vida y la evolución de las especies.
- La vida en la Tierra. Biodiversidad al largo del tiempo.

Competencias científico-tecnológicas:

- ✓ Competencia 1:
Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de 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, la Tierra y de la vida utilizando los registros del pasado

Competencias digitales:

✓ Competencia 8:

Realizar actividades en grupo utilizando herramientas y entornos virtuales de trabajo colaborativo

Resumen de las actividades:

- Experimento con levadura
- Lluvia de ideas sobre la definición de vida.
- Importancia del agua, Carbono, Oxígeno, atmósfera y efecto invernadero, precesión, campo magnético, así como la Luna en la estabilidad de la órbita, movimiento de placas, campo magnético, etc.
- Biomarcadores: Oxígeno, Metano, Dióxido de Carbono
- Teorías sobre el origen de la vida: abiogénesis, panspermia
- Resistencia de la vida: extremófilos, tardígrados
- Lluvia de ideas sobre la definición de vida inteligente

4.1.3. Búsqueda de vida inteligente (*)

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller1.3.Introduccion.BusquedaDeVidaInteligente.pdf>

Objetivo: Analizar la fórmula de Drake y estimar la existencia de vida inteligente en el Universo. Conocer las misiones que han enviado mensajes al exterior y posibles señales detectadas en la Tierra desde el exterior.

Contenidos curriculares:

- Modelo de la evolución
- Historia del Universo, de la Tierra y la Vida
- Teorías y hechos experimentales.
- Fases de una investigación. Diseño de un procedimiento experimental

Competencias científico-tecnológicas:

- ✓ Competencia 1:
Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de 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, la Tierra y de la vida utilizando los registros del pasado

Competencias digitales:

- ✓ Competencia 8:
Realizar actividades en grupo utilizando herramientas y entornos virtuales de trabajo colaborativo

Resumen de las actividades:

- Se empieza con un video introductorio sobre la fórmula de Drake. Se pregunta a los alumnos sobre sus propias ideas acerca de la existencia de vida en el Universo. Los alumnos trabajan en grupos de 2-4 y comparan sus resultados con los demás grupos. Se organiza un debate a nivel de clase sobre el posible peligro de contactar con civilizaciones

extraterrestres

- Se analizan los parámetros de la fórmula de Drake
- Se explica cómo se buscan señales extraterrestres
- Los alumnos investigan sobre los mensajes enviados

- **Datos de entrada para la propuesta gamificada:** Valores para los parámetros de la fórmula de Drake.
- **Insignias:** Masa de la estrella, período orbital del exoplaneta.

4.2. Sistema Solar (*)

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller2.SistemaSolar.pdf>

Objetivo: Comparar y describir los diferentes planetas y lunas de nuestro Sistema Solar y su habitabilidad junto a sus distancias y escalas. Entender las diferencias entre meteoritos, asteroides y cometas. Comprender la formación del Sistema Solar y el fenómeno de migración planetaria. Investigar misiones espaciales. Entender el movimiento de los planetas y aplicar las leyes de Newton y Kepler para calcular órbitas.

Contenidos curriculares:

- El sistema solar. Día y noche, estaciones, fases lunares y eclipses.
- Geocentrismo y heliocentrismo como dos explicaciones históricas para situar la Tierra en el Universo.
- El sistema solar y la Tierra. Procesos de formación y evolución de los astros.
- La importancia de la ley de gravitación universal y su aplicación en el análisis del movimiento de los astros y las naves espaciales.
- Teorías y hechos experimentales. Controversias científicas. Ciencia y pseudociencia.
- El modelado del relieve. Los agentes geológicos externos y los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación.
- Teorías sobre el origen de la vida en la Tierra

Competencias científico-tecnológicas:

- ✓ Competencia 1:
Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de 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, la Tierra y de la vida utilizando los registros del pasado

- ✓ Competencia 6:
Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico

Resumen de las actividades:

- Juegos para conectar con conocimientos previos.
- Construcción de maquetas de planetas y del Sistema Solar para apreciar las distancias y las escalas.
- Formación del sistema solar: migración
- Explicación de las diferencias entre meteoritos, asteroides y cometas.
Trabajo de investigación sobre las misiones que exploran meteoritos.
- Creación de juego de cartas sobre el Sistema Solar
- Partiendo de concepciones erróneas sobre las estaciones del año, se introducen las simulaciones dinámicas para entender el movimiento de los planetas.
- Leyes de Newton y Kepler

- **Datos de entrada para la propuesta gamificada:** Masa de la estrella, período

orbital del exoplaneta.

- **Datos de salida para la propuesta gamificada:** Semieje mayor de la órbita del exoplaneta.
- **Insignia:** Tipo espectral de la estrella.

4.3. Estrellas (*)

4.3.1. Espectrografía y tipos de estrellas

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller3.1.Estrellas.EspectrosYTiposDeEstrellas.pdf>

Objetivo: Clasificar las estrellas y entender su evolución mediante el diagrama HR. Clasificar y analizar las estrellas a partir de sus espectros.

Contenidos curriculares:

- El sistema solar y la Tierra. Procesos de formación y evolución de los astros.
- Descripción de la luz visible como ejemplo de onda electromagnética. Fenómenos e instrumentos relacionados.

Competencias científico-tecnológicas:

- ✓ Competencia 1:
Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales
- ✓ Competencia 6:
Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico

Resumen de las actividades:

- ➔ Construcción de un espectrógrafo
- ➔ Explicación de la espectrografía y clasificación estelar. Experimentación

mediante simulaciones dinámicas

→ Evolución estelar. Simulaciones y programación de un algoritmo

- **Datos de entrada para la propuesta gamificada:** Tipo espectral de la estrella.
- **Datos de salida para la propuesta gamificada:** Espectro de la estrella del exoplaneta y temperatura.
- **Insignia:** Radio de la estrella o profundidad de tránsito.

4.3.2. Coordenadas

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller3.Estrellas.Coordenadas.pdf>

Objetivo: Entender las diferencias entre coordenadas horizontales y ecuatoriales absolutas. Determinación de las coordenadas de la estrella del exoplaneta.

Contenidos curriculares:

- Observación del cielo nocturno y diurno. Diferenciación entre galaxias, estrellas y planetas

Competencias científico-tecnológicas:

- ✓ Competencia 1:
Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales
- ✓ Competencia 6:
Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico

Resumen de las actividades:

- Mediante simulaciones interactivas se introducirán los conceptos de coordenadas y se calcularán las coordenadas a las estrellas de los exoplanetas estudiados

- **Datos de entrada para la propuesta gamificada:** Coordenadas de la estrella en ascensión recta y declinación que se pueden obtener de la [tabla del manual de usuario](#) accediendo al enlace de cada planeta y consultando el último apartado de *Coordinates and Catalogs*.
- **Datos de salida para la propuesta gamificada:** Acimut y altura de la estrella.

4.4. Exoplanetas

4.4.1. Métodos de detección (*)

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.1.Exoplanetas.Metodosdedeteccion.pdf>

Objetivo: Aprender los diferentes métodos de detección de exoplanetas: velocidad radial, tránsito y curvas de luz, microlentes y aplicar experimentalmente las curvas de luz para calcular el radio del exoplaneta.

Contenidos curriculares:

- Teorías y hechos experimentales.
- Fases de una investigación. Diseño de un procedimiento experimental

Competencias científico-tecnológicas:

- ✓ Competencia 1:
Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales
- ✓ 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

✓ Competencia 6:

Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico

Resumen de las actividades:

- Se empieza con una actividad colaborativa para contrastar los conocimientos previos de los alumnos acerca de los exoplanetas.
 - El profesor explica los diferentes métodos de detección de exoplanetas. Se construye un detector de exoplanetas y los alumnos analizan la curva de luz. Seguidamente, se aplican los cálculos con los datos facilitados de los exoplanetas a descubrir.
 - Mediante una actividad colaborativa, los alumnos se coevaluarán de los nuevos conocimientos aprendidos.
- **Datos de entrada para la propuesta gamificada:** Radio de la estrella o profundidad de tránsito.
- **Datos de salida para la propuesta gamificada:** Radio del exoplaneta.

4.4.2. Densidad (*)

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.2.Exoplanetas.Densidad.pdf>

Objetivo: Calcular la densidad de un planeta a partir de parámetros conocidos y entender el fenómeno de migración planetaria.

Contenidos curriculares:

- Modelo del Universo
- Describir la organización del Universo y las agrupaciones de estrellas y planetas.

Competencias científico-tecnológicas:

✓ Competencia 1:

Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la

perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales

✓ 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.

✓ Competencia 6:

Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico

Resumen de las actividades:

- Se empieza con un experimento visual sobre densidades para observar cómo líquidos de menor densidad tienden a situarse por encima de otros de mayor densidad.
 - Seguidamente, se comparan densidades y distribución planetaria de nuestro Sistema Solar y otros exosistemas estudiados.
 - Se introduce el concepto de migración planetaria.
- **Datos de entrada para la propuesta gamificada:** Masa y radio del exoplaneta.
 - **Datos de salida para la propuesta gamificada:** Densidad del exoplaneta, tipo de exoplaneta.
 - **Insignia:** Excentricidad

4.4.3. Temperatura (*)

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.3.Exoplanetas.Temperatura.pdf>

Objetivo: Calcular la temperatura de un planeta a partir de parámetros conocidos e inferir su habitabilidad. Reconocer las características de la atmósfera y fenómenos meteorológicos.

Contenidos curriculares:

- Teorías y hechos experimentales.
- Fases de una investigación. Diseño de un procedimiento experimental
- Impacto de la actividad humana en el medio ambiente

Competencias científico-tecnológicas:

✓ Competencia 1:

Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales

✓ Competencia 6:

Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico

Resumen de las actividades:

- Se empieza con un experimento fácil sobre el efecto de los colores en la radiación.
 - Se explica el fenómeno de la transmisión del calor y los conceptos de cuerpo negro y albedo. A continuación se realizan los cálculos para obtener la temperatura del exoplaneta correspondiente y deducir la posibilidad que albergue vida.
 - Se realiza otro experimento sobre el efecto invernadero y se reflexiona sobre la necesidad de una atmósfera para que un planeta albergue vida.
-
- **Datos de entrada para la propuesta gamificada:** Temperatura y radio de la estrella, semieje mayor de la órbita del exoplaneta.
 - **Datos de salida para la propuesta gamificada:** Temperatura de equilibrio del exoplaneta.

4.4.4. Zona de Habitabilidad vs. Habitabilidad (*)

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.4.Exoplanetas.ZonadeHabitabilidadVs.Habitabilidad.pdf>

Objetivo: Entender que la zona de habitabilidad de un sistema planetario depende del tipo y edad de su estrella. Distinguir entre zona de habitabilidad y habitabilidad y conocer el Índice de Similitud de la Tierra (ESI)

Contenidos curriculares:

- Teorías sobre el origen de la vida en la Tierra
- Origen de la vida en la Tierra. Condiciones necesarias para la vida.

Competencias científico-tecnológicas:

✓ Competencia 1:

Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales

✓ Competencia 6:

Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico

Resumen de las actividades:

- Se experimenta con el factor de la localización del sistema planetario en la galaxia mediante la simulación que hay en la web.
- Se explica el concepto de Zona de habitabilidad, sus regiones y la diferencia entre tipos de estrellas.
- Se introduce el concepto de Índice de similitud con la Tierra (ESI)
- Se reflexiona sobre los parámetros que influyen en el desarrollo de la vida y en los valores que se aportaron en la fórmula de Drake.

- **Datos de entrada para la propuesta gamificada:** Semieje mayor de la órbita del exoplaneta, tipo de planeta.
- **Datos de salida para la propuesta gamificada:** Zona de habitabilidad.
- **Insignia:** inclinación de la órbita.

4.4.5. Bases de datos (*)

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.5.Exoplanetas.BasesDeDatos.pdf>

Objetivo: Utilizar bases de datos on-line con parámetros de búsqueda para encontrar exoplanetas. Conocer las misiones y sus descubrimientos hasta la fecha.

Contenidos curriculares:

- Modelo del Universo
- Origen de la vida en la Tierra. Condiciones necesarias para la vida.

Competencias científico-tecnológicas:

✓ Competencia 1:

Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de 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 6:

Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico

Competencias digitales:

✓ Competencia 8:

Realizar actividades en grupo utilizando herramientas y entornos virtuales de trabajo colaborativo

Resumen de las actividades:

- Se practica con la herramienta interactiva de la web para situar los planetas de nuestro Sistema Solar y comprobar la zona habitable
 - Mediante una dinámica colaborativa, los alumnos practican la búsqueda de exoplanetas en diferentes bases de datos astronómicas online.
 - Se presentan cartas de juego con los diferentes datos de exosistemas y se “dibujan” con la herramienta interactiva de la página web, elaborando un documento resumen a partir de los datos buscados en las bases de datos
 - Se investiga acerca de varias misiones de búsqueda de exoplanetas y se elabora un documento interactivo.
- **Datos de entrada para la propuesta gamificada:** Todos los datos anteriores y datos extra que hicieran falta.
 - **Datos de salida para la propuesta gamificada:** Nombre del planeta y su habitabilidad.

4.4.6. Exposición final

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.6.Exoplanetas.ExposicionFinal.pdf>

Objetivo: Presentar y defender sus conclusiones en público y redacción de dos artículos: científico y sensacionalista.

Contenidos curriculares:

- Modelo del Universo

Competencias científico-tecnológicas:

✓ 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

✓ Competencia 6:

Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico

Competencias digitales:

✓ Competencia 8:

Realizar actividades en grupo utilizando herramientas y entornos virtuales de trabajo colaborativo

Competencias lingüísticas:

✓ Competencia 4:

Planificar el escrito de acuerdo con la situación comunicativa (receptor, intención) y a partir de la generación de ideas y su organización.

✓ Competencia 5:

Escribir textos de tipología diversa y en diferentes formatos y soportes con adecuación, coherencia, cohesión y corrección lingüística

✓ Competencia 6:

Revisar y corregir el texto para mejorarlo, y cuidar de su presentación formal

✓ Competencia 8:

Producir textos orales de tipología diversa con adecuación,

coherencia, cohesión y corrección lingüística

Resumen de las actividades:

1. Se expone una presentación sobre el miedo a hablar en público
2. Mediante una dinámica colaborativa, los alumnos pactan la rúbrica para evaluar la exposición oral final
3. Los alumnos preparan y defienden sus exposiciones
4. Se analizan dos tipos de texto: sensacionalista y divulgativo
5. Los alumnos redactan sus textos

5.1. Epílogo: Universo

Enlace a la ficha del taller:

<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller5.Universo.pdf>

Objetivo: Estudiar la evolución del Universo. Desde el Big Bang, expansión y posibles futuros. Valorar la importancia de la presencia de materia y energía oscura.

Contenidos curriculares:

- Principales modelos sobre el origen del Universo.

Competencias científico-tecnológicas:

✓ Competencia 1:

Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos 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

Resumen de las actividades:

- Debate sobre la paradoja de Olbers, actividad sobre la expansión del Universo
- Explicación de la evolución del Universo
- Visualización de videos sobre Henrietta Swan Leavitt
- Creación de una línea del tiempo
- Núcleos activos de galaxias
- Materia Oscura
- Futuro del Universo
- Redacción de noticias sobre científicos/as

6. Conclusiones

Como se ha visto, el resultado de la encuesta al alumnado demuestra una amplia mayoría interesada en aprender más acerca de la astronomía. Este hecho es desconcertante en relación a la falta de conversaciones y referentes entre los estudiantes, quienes casi íntegramente reconocen tener como guía Internet.

Asimismo, es sorprendente la gran cantidad de material pedagógico de alta calidad (NASA, ESA, etc.) que se encuentra en las redes y, a la vez, es desconcertante lo poco que se conoce por parte del profesorado. Una de las razones podría deberse a que gran parte de este material se encuentra en inglés, pero también a la falta de difusión de novedades científicas por parte de los agentes educativos. Tradicionalmente, se ha delegado al profesorado una amplia tarea individual y solitaria de preparación y adaptación de actividades, aún la existencia de libros. Esta circunstancia ocasiona que la divulgación de la astronomía en concreto, o cualquier área científica en general, dependa de la vocación o afición particular de algún/a profesor/a más que de la presencia de la astronomía en el currículo. Sin embargo, aunque la presencia de la astronomía en el contenido curricular es limitada, la flexibilidad de trabajar en proyectos permite profundizar y conectar con otras materias, motivando también al alumnado.

En conclusión, la falta de difusión en el entorno pedagógico de los nuevos descubrimientos y herramientas disponibles en el ámbito de la astronomía provoca una desconexión que agranda la brecha entre el alumnado y la ciencia que los medios de

comunicación por sí solos no pueden suplir. El presente trabajo 'Escape Earth' intenta ayudar a reducir este desfase, profundizando en el tema de los exoplanetas y conectando con otros contenidos y competencias básicas de manera transversal pero estructurada y a la vez con suficiente flexibilidad.

7. Referencias bibliográficas

7.1. Astronomía

Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln Interactives and Simulations

<https://astro.unl.edu/interactives/>

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

<http://cse.unl.edu/~astrodev/flashdev2/>

Astronomical Society of the Pacific

<http://www.astrosociety.org/education/astronomy-resource-guides/the-search-for-planets-around-other-stars/>

Battaner, E., Florido, E.; 100 Problemas de Astrofísica; Alianza Editorial; 2008

Bullin, D., Haken, L., Hawking, S., Galfard, C., George, D.; The Search for a New Earth; BBC; 2017 ; <https://ihavenotv.com/the-search-for-a-new-earth>

Butler, P. et al.; The LCES HIRES/Keck Precision Radial Velocity Exoplanet Survey; The Astronomical Journey; 2017

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-3881/aa66ca/meta#ajaa66cas5>

Centro de Astrobiología (CSIC) <http://www.cab.inta-csic.es/es/inicio>

Do it yourself astronomer <https://diy.org/skills/astronomer>

European Space Education Resource Office <http://esero.es/>

Fundación Starlight; Declaración sobre la defensa del cielo nocturno y el derecho a la luz de las estrellas; 2007

https://fundacionstarlight.org/es/cmsAdmin/uploads/o_1cgtpq1m31cfe1olgv4nl8l1iosa.pdf

Galadí, D; Apuntes de Astronomía Clásica e instrumentación astronómica; Máster en Astronomía y Astrofísica Extragaláctica Universidad Internacional de Valencia; 2018

Galfard, C., El universo en tu mano. Un viaje extraordinario a los límites del tiempo y el espacio; Blackie Books S.L.U.; 2015

Giménez, A.; ¿Qué sabemos de exoplanetas?; CSIC; 2012

Giménez, J., Fortuny, J.; Propostes didàctiques al voltant del Cometa Halley; Graó Editorial; 1986

Heller, R., Pudritz, R.; Astrobiology. The Search for Extraterrestrial Intelligence in Earth's Solar Transit Zone; Mary Ann Liebert; 2016;
<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1603/1603.00776.pdf>

Jordi, C., Estalella, R.; L'astronomia a les aules; Universitat de Barcelona, DAM, Generalitat de Catalunya, Fundación Española para la ciencia y la tecnología, Ministerio de Ciencia e innovación; 2008

Habitable Zone Gallery <http://www.hzgallery.org/>

Hawking, S.; Breves respuestas a las grandes preguntas; Ed. Columna; 2018

Hawking, S.; Why we should go into space?; 2008
<https://space.nss.org/stephen-hawking-why-we-should-go-into-space-video/>

Hubble site <http://hubblesite.org/>

IPAC Science & Data Center for Astrophysics & Planetary Sciences
<https://www.ipac.caltech.edu/>

Kepler Data Products https://archive.stsci.edu/kepler/data_products.html,
<https://keplerscience.arc.nasa.gov/k2-observing.html>

Licandro, J., Campo, A.; Apuntes de Sistema Solar; Máster en Astronomía y Astrofísica Extragaláctica Universidad Internacional de Valencia; 2018

Martínez, V., Sáez, D., Cepa, J.; Apuntes de Astrofísica y Cosmología; Máster en Astronomía y Astrofísica Extragaláctica Universidad Internacional de Valencia; 2018

Nasa e-clips <https://nasaclips.arc.nasa.gov/video/launchpad/launchpad-astrobiology>

Nasa for educators <https://www.nasa.gov/stem/foreducators>

Nasa Exoplanet Archive

https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/bulk_data_download/

Nasa Exoplanet Exploration <https://exoplanets.nasa.gov/>

Open Exoplanet Catalogue <http://exoplanet.hanno-rein.de/>

Planetary Habitability Laboratory, University of Puerto Rico at Arecibo;
<http://phl.upr.edu/>

Ribas, I; Ballesteros, F.; Trigo, J.; Apuntes de Exoplanetas y Astrobiología; Máster en Astronomía y Astrofísica Extragaláctica Universidad Internacional de Valencia; 2018

Seager, S., Dotson, R. Lunar and Planetary Institute; Exoplanets; Sara Seager; 2010

Selsis, F. et al.; Habitable planets around the star Gliese 581?; Astronomy & Astrophysics; ESO; 2007

<https://www.aanda.org/articles/aa/full/2007/48/aa8091-07/aa8091-07.html>

SETI <https://www.seti.org/research/Exoplanets>

Tasker, E.; The planet Factory; Ed. Bloomsbury; 2017

The Exoplanet Orbit Database <http://exoplanets.org>

7.2. Pedagogía

Answer Garden para feedback rápido y anónimo <https://answergarden.ch/>

Blanco A., España E. y Rodríguez F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, p. 70

Calvillo, A. et al.; Escape Room en Educación (I y II); Revista Comunicación y Pedagogía; 2018; nº 307-310

Clark, D.; [Bloom's Taxonomy of Learning Domains](#); 1999

Dipity online timeline: <https://www.timetoast.com/timelines/dipity-online-timeline>

Domènech, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. Ápice. Revista de Educación Científica, 2(2), 29-42.

<http://revistas.udc.es/index.php/apice/article/view/arec.2018.2.2.4524>

Domènech, J., Ruiz, N. (2017) Mission to stars: un proyecto de investigación alrededor de la astronomía, las misiones espaciales y la investigación científica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14 (1), 98-114.
<http://hdl.handle.net/10498/18849>

European Commission; Responsible Research and Innovation (RRI), Science and Technology Report; 2013

http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_401_en.pdf

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-1075_es.htm

Etxebarria, P.; Cuaderno de bitácora estelar; Leioako Berritzegunea

<https://sites.google.com/site/cuadernodebitacoraestelar/>

Fernández, M., Martínez, A., Poyatos, M., Juegos de escape: buscando la llave del aprendizaje; Revista de escuelas católicas; núm. 81, Junio 2018;
https://issuu.com/escuelascaticas/docs/revista_ec_81/52?fbclid=IwAR1I_Q3fVsE29RKWcxczobtTUao5c8zNdS2qtFxdx2Saj5w_CT3S2bzl4rY

Fodey generator para crear una noticia periodística
<https://www.fodey.com/generators/newspaper/snippet.asp>

Garrido, A., Couso, D.; Les controvèrsies socio-científiques (SSI) en la formació inicial de mestres de primària. Anàlisi de l'aprenentatge, l'auto-eficàcia i l'aplicació real a l'aula; Universitat Autònoma de Barcelona; 2014
<https://www.cidui.org/revistacidui/index.php/cidui/article/view/817/787>

García, C.; ¿Qué puede aportar el arte a la educación? El arte como estrategia para una educación inclusiva; ASRI: Arte y Sociedad, Revista de Investigación, 2012
<http://asri.eumed.net/1/cgm.html>

García, J.L.; Conocimientos astronómicos del profesorado de educación secundaria obligatoria y preferencias metodológicas para la enseñanza de astronomía
<http://revistas.usal.es/index.php/0212-5374/article/download/et2014321161198/12550>;
Ediciones Universidad de Salamanca, 2014; pp 161-198

Generalitat de Catalunya, AICLE; From traditional to cooperative learning: principles
http://ateneu.xtec.cat/wiki/form/wikiexport/cmd/lle/clsa/modul_3/apartat_1

Generalitat de Catalunya, Competències bàsiques per àmbits
<http://xtec.gencat.cat/ca/curriculum/eso/curriculum/>

Gobierno de Canarias; Currículos de las materias y los ámbitos de la Educación Secundaria Obligatoria , 2019
http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/secundaria/informacion/ordenacion-curriculo/curriculos_eso_lomce.html

Gobierno de Canarias; Programa Enseñas, 2018

http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/ensenas/files/2018/02/canarias-en-eso-y-bach_materias-troncales.pdf

Heckman, J., Kautz, T.; Hard evidence on soft skills; U.S. National Library of Medicine 2012. National Institutes of Health;
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3612993/>

Johnson, D., Johnson, R., Holubec, E.; El aprendizaje cooperativo en el aula; Ed. Paidós Ibérica; 1999

LOMCE, Ley Orgánica para la mejora de la calidad educativa; Agencia estatal Boletín Oficial del Estado, 2013 <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12886>

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades; Percepción social de la ciencia y la tecnología 2016; 2017
<https://www.fecyt.es/es/publicacion/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana-2016>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte; Informe PISA; 2016
<http://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:e4224d22-f7ac-41ff-a0cf-876ee5d9114f/pisa2015preliminarok.pdf>

Navarro, A., Rigo, C., Rosselló, R.; Les competències bàsiques: una resposta als reptes educatius; Govern de les illes Balears; 2009;
<http://weib.caib.es/formacio/distancia/material/ccbb/ccbb.pdf>

New Literacy Set <http://newliteracyset.eu/moodle/>

Padlet <https://es.padlet.com/> Mural virtual

Petit M., Solbes J.; El cine de ciencia ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (II). Análisis de películas. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 13, 176-191., 2016

<https://quizlet.com/> Cuestionarios on-line

Schneps, M.; A private Universe; 1987

<https://www.youtube.com/watch?v=4BwWDWi9zp4>

Thinglink; Aplicación para crear imágenes interactivas; <https://www.thinglink.com>

Universitat Politècnica de Catalunya, Campus del Baix Llobregat; Mart XXI: és possible una colònia humana a Mart?;

https://cienciatec.upc.edu/ca/act15-16/mart21/copy_of_mart-xxi-es-possible-una-colonia-humana-a-mart

U.S. Department of Education, Office of Non-Public Education; 2013-14

<https://www2.ed.gov/about/offices/list/oii/nonpublic/statistics.html#homeschl>

Vázquez, A., Manassero, M.A.; La ciencia escolar vista por los estudiantes; Bordón, Revista de Pedagogía; 2005

Xarxa de competències bàsiques; Treball per projectes: aprenentatge autèntic; 2009

7.3. Programación informática

<https://css-tricks.com> Trucos de CSS

<http://www.cssbuttongenerator.com/> Generador de botones

<https://ezgif.com/video-to-mp4/ezgif-5-a5b3000d4eb6.mov> Cómo pasar de gif a video

<https://developer.mozilla.org> Fórum de programadores general

<https://stackoverflow.com> Fórum de programadores general

<https://validator.w3.org> Validador HTML

<https://www.w3schools.com> Tutoriales HTML, CSS, jQuery, etc.

8. Anexos

8.1. Enlaces a la página web y a las fichas didácticas

Enlaces del proyecto	
Página web Escape Earth	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/
Manual del proyecto	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/ManualUsuario.pdf
Memoria del proyecto	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/EscapeEarthMemoria.pdf
Tabla de exoplanetas propuestos	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/data/Tabla%20ExoplanetasPropuestos.pdf

Tema	Taller	Enlace a la ficha
1. Introducción	1.1 ¿Por qué?	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller1.1.Introduccion.Porque.pdf
	1.2 Condiciones para la vida	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller1.2.Introduccion.CondicionesParaLaVida.pdf
	1.3 Búsqueda de vida inteligente	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller1.3.Introduccion.BusquedaDeVidaInteligente.pdf
2. Sistema Solar		http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller2.SistemaSolar.pdf
3. Estrellas	3.1 Espectrografía y Tipos de estrellas	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller3.1.Estrellas.EspectrosYTiposDeEstrellas.pdf
	3.2 Coordenadas	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller3.EstrellasCoordenadas.pdf
4. Exoplanetas	4.1 Métodos de detección	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.1.Exoplanetas.Metodosdedeteccion.pdf
	4.2 Densidad	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.2.Exoplanetas.Densidad.pdf
	4.3 Temperatura	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.3.Exoplanetas.Temperatura.pdf
	4.4 Zona de Habitabilidad vs. Habitabilidad	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.4.Exoplanetas.ZonadeHabitabilidadVs.Habitabilidad.pdf
	4.5 Bases de datos	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.5.Exoplanetas.BasesDeDatos.pdf
	4.6 Exposición final	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller4.6.Exoplanetas.ExposicionFinal.pdf
5. Universo	5.1 Universo	http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Taller5.Universo.pdf

8.2. Rúbrica de auto y coevaluación

Se evaluarán la actitud y participación de los alumnos con la siguiente rúbrica:

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.

8.3. Rúbricas para las competencias clave

Tabla 10: Rúbrica de gradación de las competencias científico-técnicas trabajadas en el proyecto
(Generalitat de Catalunya)

Competencia	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
1. Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales.	Relacionar un fenómeno natural con el modelo de explicación que le corresponde, identificar sus elementos básicos y comunicarlo con lenguaje llano.	Identificar las relaciones entre los conceptos y las variables relevantes del modelo de explicación que corresponde al fenómeno que se estudia, y comunicarlo con la terminología científica pertinente.	Predecir los cambios que tendrán lugar cuando se modifican las condiciones que afectan el fenómeno caracterizado, y comunicar la solución mediante la terminología y el lenguaje simbólico propios de la ciencia.
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.	Relacionar un fenómeno natural con el modelo de explicación que le corresponde, identificar sus elementos básicos y comunicarlo con lenguaje llano.	Identificar las relaciones entre los conceptos y las variables relevantes del modelo de explicación que corresponde al fenómeno que se estudia, comunicarlo con la terminología científica pertinente.	Predecir los cambios que tendrán lugar cuando se modifican las condiciones que afectan el fenómeno caracterizado, y comunicar la solución mediante la terminología y el lenguaje simbólico propios de la ciencia.
3. Interpretar la historia del Universo, de la Tierra y de la vida utilizando los registros del pasado.	Reconocer evidencias de los cambios en registros diversos, situarlos en el tiempo y relacionarlos con los hechos relevantes de la historia del pasado del Universo, la Tierra y los seres vivos.	Interpretar las evidencias de acuerdo con el conocimiento de los procesos que originan los cambios en la Tierra y la vida, reconstruyendo de manera elemental la historia de un territorio.	Justificar las interrelaciones de la coevolución entre la Tierra y los seres vivos, hacer previsiones de los cambios que pueden convertirse, y usar los registros y representaciones del tiempo y el espacio para reconstruir la historia de un territorio.
4. Identificar y resolver problemas científicos susceptibles de ser investigados en el ámbito escolar, que impliquen el diseño, la	Resolver problemas científicos sencillos, que	Resolver problemas científicos sencillos, que	Resolver problemas científicos que conlleven la

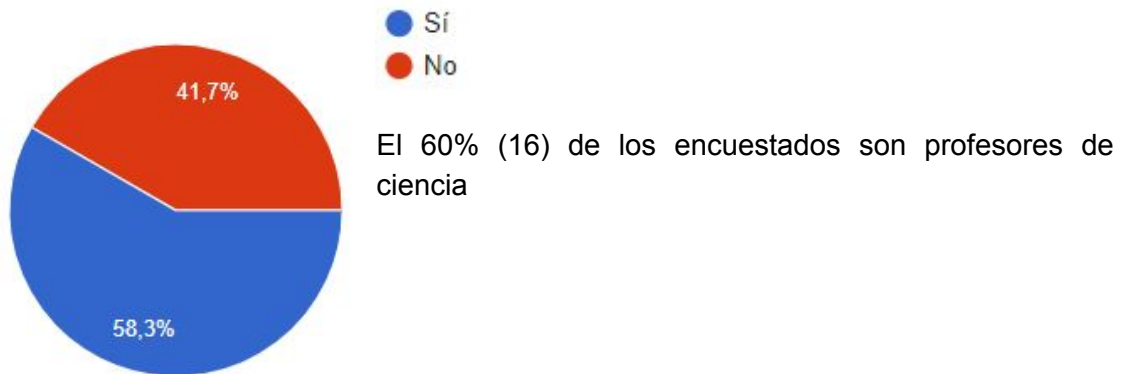
realización y la comunicación de investigaciones experimentales.	conlleven la realización de todas las fases del diseño experimental, y comunicar los resultados de forma adecuada.	conlleven la realización de todas las fases del diseño experimental, mostrando capacidad de control; referir los resultados a la hipótesis inicial, comunicarlos con precisión, y hacer predicciones sencillas.	realización de todas las fases del diseño experimental, interpretando y comunicando los resultados en el marco de los modelos aprendidos, y haciendo predicciones más elaboradas.
6. Reconocer y aplicar los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico.	Identificar los rasgos característicos de los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico en un determinado momento histórico, desde la reflexión de las actividades de indagación propias y del análisis de las publicaciones científicas.	Evaluar los rasgos característicos de los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico, desde la reflexión de las actividades de indagación propias y del análisis de las publicaciones científicas, en diferentes momentos o desde diferentes perspectivas.	Evaluar los rasgos característicos de los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico en cada momento histórico, y predecir cambios que podrían producirse en el futuro.
10. Tomar decisiones con criterios científicos que permitan prever y evitar o minimizar la exposición a los riesgos naturales.	Proponer medidas preventivas de los riesgos naturales a partir del conocimiento de los factores que regulan la dinámica los sistemas terrestres y sus posibles repercusiones.	Justificar las medidas y actitudes de prevención los riesgos naturales a partir del conocimiento los procesos que los causan y su dinámica.	Argumentar la adecuación de las acciones de autoprotección más adecuadas para cada situación y las medidas de prevención a escala local y global.
11. Adoptar medidas con criterios científicos que eviten o minimicen los impactos medioambientales derivados de la intervención humana.	Identificar los principales factores a tener en cuenta para evitar el consumo desmedido de un recurso natural y para aplicar las medidas	Relacionar el consumo de un recurso natural con sus limitaciones y los impactos que causa en los ecosistemas, y aplicar con criterio	Argumentar las medidas de ahorro de un recurso concreto en relación con otros y en función los principios científicos, sociales y

	de ahorro y recuperación adecuadas.	medidas para minimizarlos.	económicos implicados.
--	---	-------------------------------	---------------------------

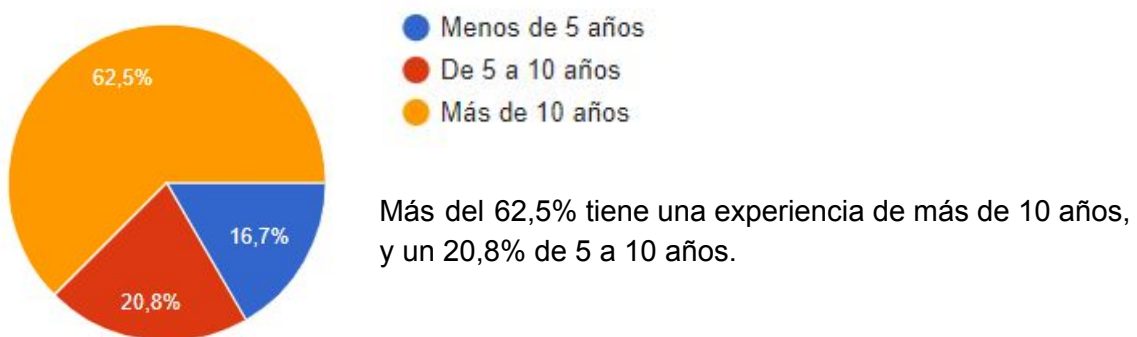
8.4. Encuestas

a) **Astronomía para profesores:** <https://forms.gle/vfUChQumK4TMGPZY9>

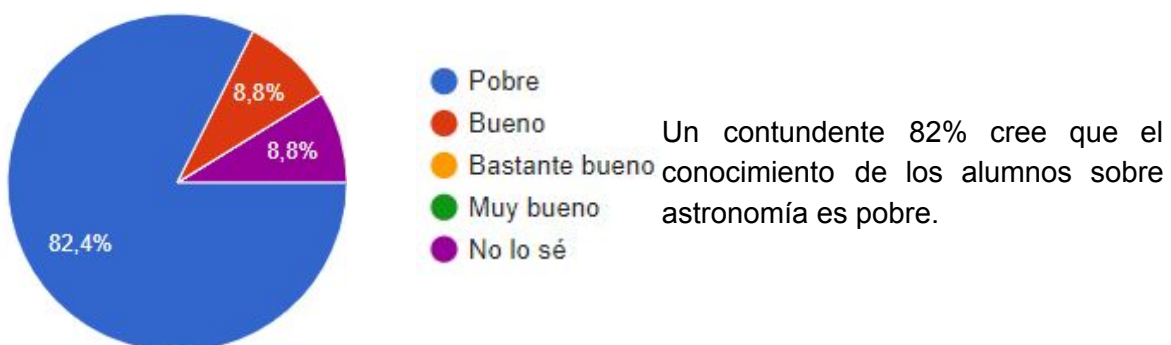
1. Eres de alguna especialidad de ciencias?



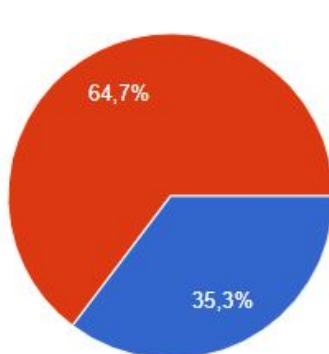
2. ¿Cuánta experiencia tienes en el campo de la educación?



3. ¿Cuál crees que es el conocimiento de los alumnos en general sobre astronomía?



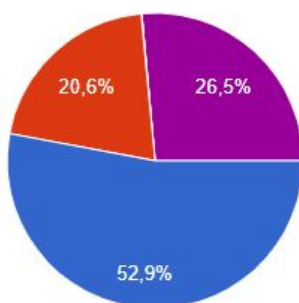
4. ¿Explicas algún tema de astronomía en clase?



● Sí
● No

El 65% no explica astronomía en clase, pero filtrando los profesores que son de la especialidad de ciencias (60% del total), un 62% de ciencias sí explica actividades de astronomía y el resto no.

5. ¿Crees que hay suficiente contenido de astronomía en el currículum?



● Insuficiente
● Suficiente
● Bastante
● Demasiado
● No lo sé

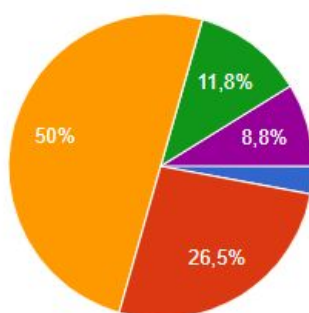
Más de la mitad de profesores encuestado cree que el contenido de astronomía en el currículum es pobre. El 27% lo desconoce, y el 21% cree que es suficiente.

Filtrando por los profesores de ciencias, el porcentaje que cree que el contenido de la astronomía es pobre sube al 60%

6. ¿Cuáles son las materias que incluyen contenido de astronomía?

La gran mayoría responde que Biología y Geología es el tema donde se enmarca la astronomía, así como la optativa de Cultura Científica. Según los encuestados, Física y Química e Historia también lo incluyen y en menor medida Matemáticas y Tecnología.

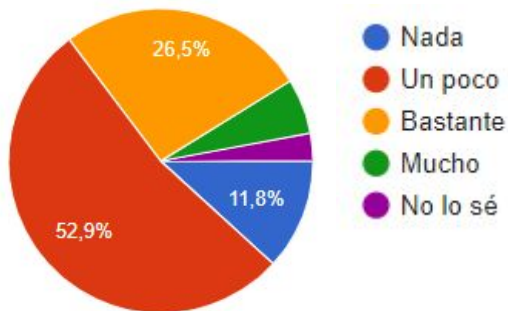
7. ¿Crees que en general es un tema que interesa a los alumnos?



● Nada
● Un poco
● Bastante
● Mucho
● No me lo había preguntado

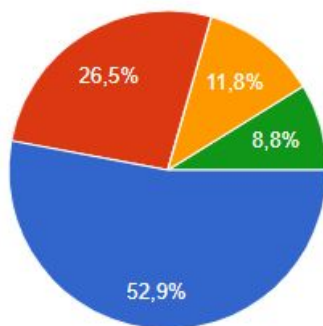
La mitad (50%) reconoce que la astronomía es un tema que interesa bastante a los alumnos y un 30% responde un poco, un 12% mucho. Un 9% no se había preguntado nunca sobre la cuestión y sólo un 3% responden que es un tema que no interesa para nada a los estudiantes.

8. ¿Crees que los alumnos en general están influidos por supersticiones y pseudociencias?



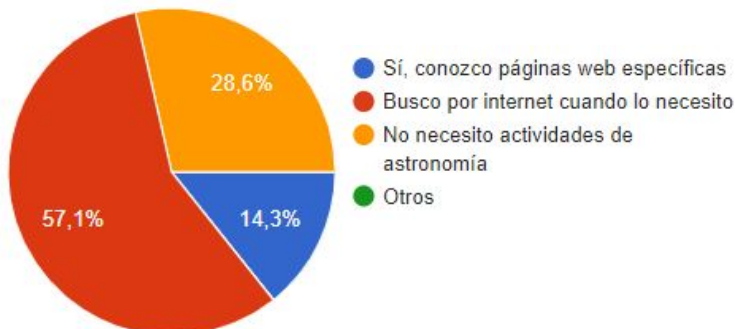
La mayoría de profesores (78%) creen que los alumnos están influidos un poco, o bastante, por supersticiones y pseudociencias.

9. ¿Cuál crees que es tu conocimiento de astronomía?



La mitad (53%) reconoce que su conocimiento de astronomía es pobre. Sin embargo, si filtramos por el profesorado de ciencias, el porcentaje baja al 40%, pero no deja de ser un dato preocupante. El resto responde que sus conocimientos son buenos (40%) o muy buenos (10%)

10. ¿Sabes dónde buscar actividades didácticas sobre astronomía?



La mayoría busca por Internet cuando necesita actividades de astronomía para la clase.

11. Si has respondido 'Otros', puedes contestar? Quieres añadir algún comentario?

Sin respuestas significativas

b) **Astronomía para alumnos:** <https://forms.gle/o2aqfGvGLaRLNvdv7>

1. ¿Cuántos años tienes?

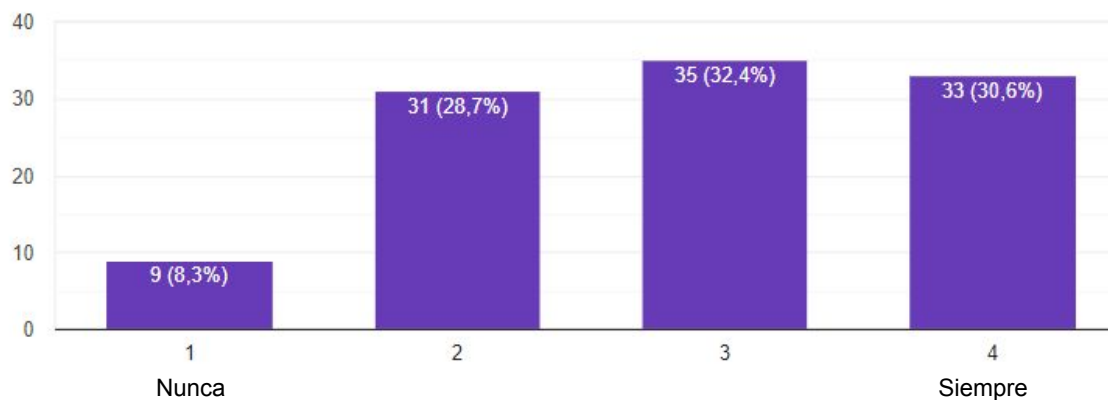
Más de la mitad (66%) están en la franja de 14 a 16 años

2. Sexo

Aproximadamente están repartidos mitad y mitad

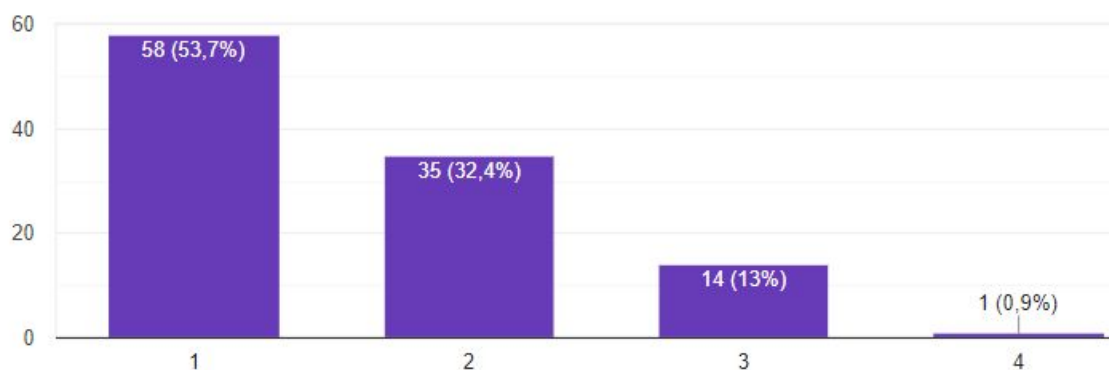
3. Cuando pienso en los planetas y en las estrellas del Universo, me hago muchas preguntas

Aproximadamente el 60% responden Siempre o Casi siempre y sólo el 8% Nunca.



4. Hablo de temas de astronomía con mis amigos

Aproximadamente el 90% no habla nunca o casi nunca con sus amigos sobre astronomía y el 54% nunca.



5. (Sólo si has respondido 'Nunca' en la anterior pregunta). No hablo de astronomía con mis amigos porque:



La gran mayoría responde que es un tema que no sale en la conversación. En realidad, la respuesta 'Es un tema que no les interesa', está relacionada con el hecho que no es un tema para hablar entre amigos.

6. Si has respondido 'Otros', ¿puedes explicarlo?

Sin respuestas significativas

7. Cuando tengo curiosidad o dudas, hago preguntas de astronomía



La distribución de las respuestas está muy igualada. Sorprende que casi el 30% no satisface su curiosidad con nadie, hecho que, juntado a que no hablan con sus amigos, se concluye que se quedan con la duda.

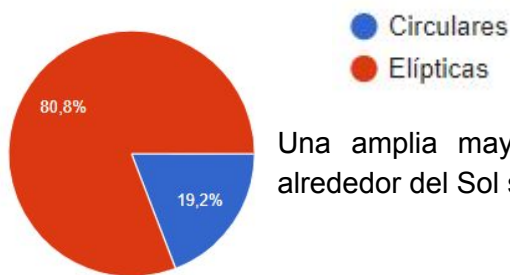
Sólo un 10% admite no tener dudas.

8. Responde al menos una opción, puedes marcar tantas como quieras

La gran mayoría de alumnos han participado en alguna actividad relacionada con la astronomía. El 68% ha ido a un planetario (cabría preguntarse si con la escuela o con la familia) y el 62% ha mirado algún documental sobre el tema. Más de la mitad (53% y 69% respectivamente) han mirado el cielo de noche a través de un telescopio y/u observado un eclipse de luna.

Dado los bajos índices de lectura entre jóvenes, no sorprende que el 32% haya leído algún libro sobre el tema y sólo el 5% admite que nunca ha tenido una experiencia relacionada con la astronomía.

9. Las órbitas de los planetas alrededor del Sol son:



Una amplia mayoría responde acertadamente que las órbitas alrededor del Sol son elípticas.

10. Hay planetas fuera de nuestro Sistema Solar



La mayoría acierta acerca de la existencia de exoplanetas, aunque sólo la mitad conoce que se han descubierto

más de 2.000. Un 17% piensa que son menos de 500.

Sorprende que alrededor de un 30% acepta que ignora el dato. Sólo un 3% cree que sólo hay planetas en nuestro Sistema Solar.

11. Di si es cierto o falso: en el centro de nuestra galaxia hay un agujero negro



Este dato es el que sorprende más de toda la encuesta, porque precisamente las respuestas fueron recogidas durante la publicación de las fotografías del agujero negro de M87.

En porcentajes similares, unos alumnos responden que es cierto y otros que lo ignoran. Un 22% dicen que es falso que en el centro de nuestra galaxia haya un agujero negro.

12. Las estaciones del año se deben a:

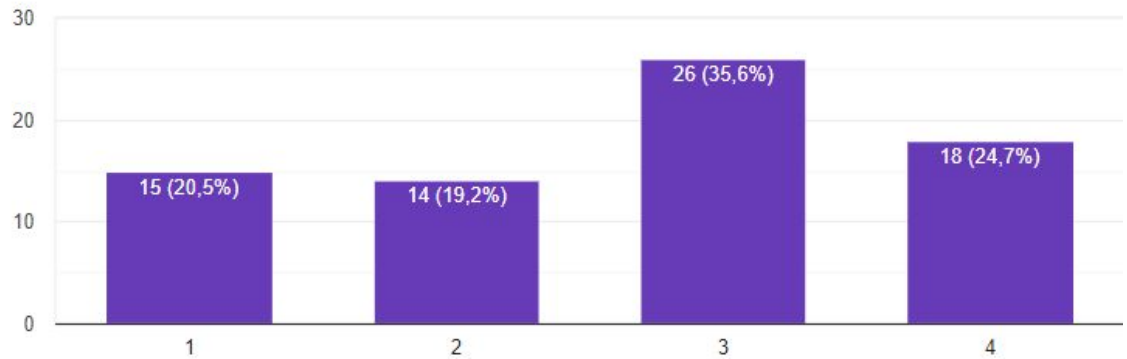


La mayoría de alumnos (46,5%) defienden que las estaciones del año se deben a la distancia variable de la Tierra al

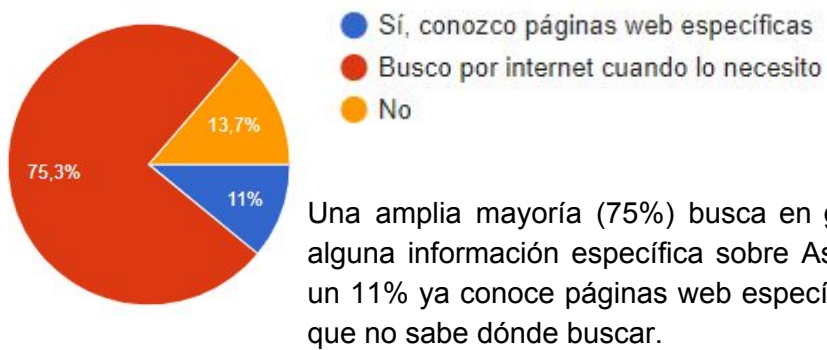
Sol, mientras que el 42% responde que se deben a la inclinación de la órbita de la Tierra. El resto (12%) admite desconocerlo.

13. Creo que durante mi vida veré una misión tripulada a Marte

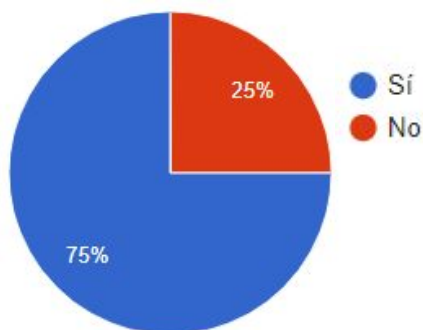
El 25% está convencido que a lo largo de su vida verá una misión tripulada en Marte y el 36% casi seguro. Sorprende que casi el 20% está seguro que nunca lo verá.



14. ¿Sabes dónde buscar información sobre astronomía?

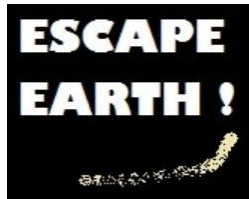


15. ¿Te gustaría saber más sobre astronomía?



Un contundente 75% responde que sí le gustaría saber más sobre astronomía.

8.5. Manual de usuario



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	4
2.3. Contenido	5
3. Página web	10
3.1. Fichas didácticas	10
3.2. Cuestionarios	12
3.3. Contacto	13
3.4. Requisitos de instalación	14
4. Insignias	17
5. Referencias	18

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 Física y Química: Modelo de energía, interacción física, atómicomolecular.

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 de 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.
	Competencia 6.

Objetos y sistemas tecnológicos de la vida cotidiana	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

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. Secretario
2. Cronometrador
3. Facilitador
4. Portavoz
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. 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.
RESPECTO 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.

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	Objetivo
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. Clasificar las estrellas por su espectro.
	3.2 Coordenadas	Entender las coordenadas acimut, 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	Entender los métodos de detección de

	detección	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 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	Parámetros de la fórmula facilitados	Insignias:

vida inteligente	por el profesorado	Masa de la estrella Periodo orbital del exoplaneta
2.3 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.

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

Taller	2. Sistema Solar. Órbitas			3. Estrella	4. Exoplanetas. Tránsitos planetarios						Extra	
Planeta	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	0,00696	3350	1,69	86,36°	0,16
WASP-14b	1,31	2,244	0,037	F	1,310	7,69	1,281	0,0102	6480	4,66	84,32°	0,09
CoRoT-1 b	0,95	1,509	0,0253	G	1,110	1,03	1,490	0,01927	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:



Figuras 1, 2,3: 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 4: 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, que no se visualizan en algunos navegadores como Firefox, pero que sí se visualizan en Google Chrome e Internet Explorer. Dependiendo de su configuración, el sistema pedirá activar Adobe Flash Player con la siguiente imagen:



Figura 5: Permiso Flash

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

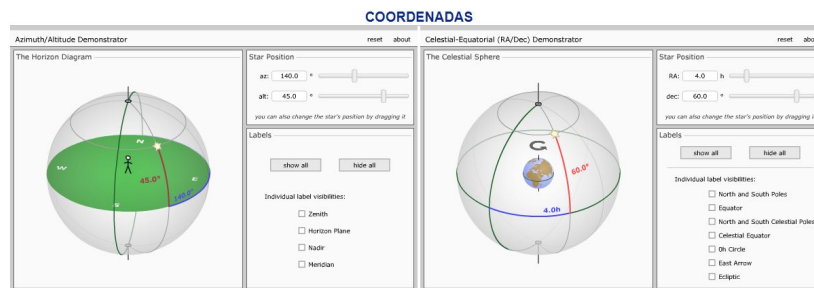


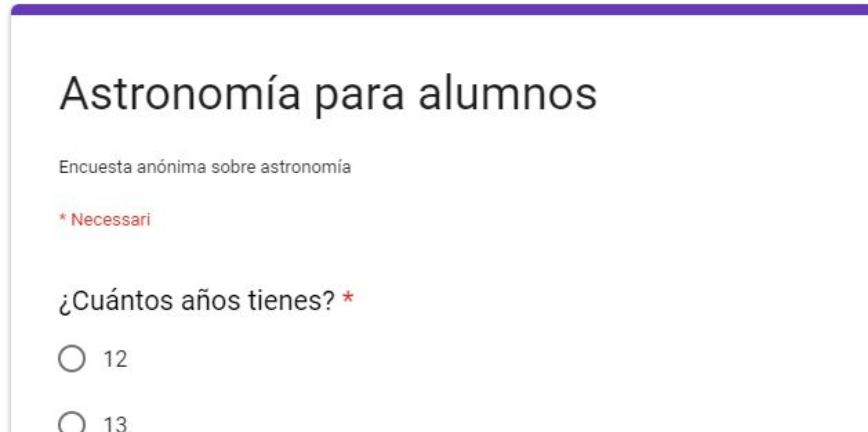
Figura 6: Simulación Flash

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:



The image shows a screenshot of a web-based questionnaire. At the top, the title 'Astronomía para alumnos' is displayed in a large, bold, black font. Below the title, in a smaller font, is the subtitle 'Encuesta anónima sobre astronomía'. Further down, there is a red asterisk followed by the word 'Necessari' (likely a typo for 'Necesari'). The main question is '¿Cuántos años tienes? *', where the asterisk indicates it is a required question. Below the question, there are two radio button options: '12' and '13'. The entire form is enclosed in a light gray border.

Figura 7: 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:

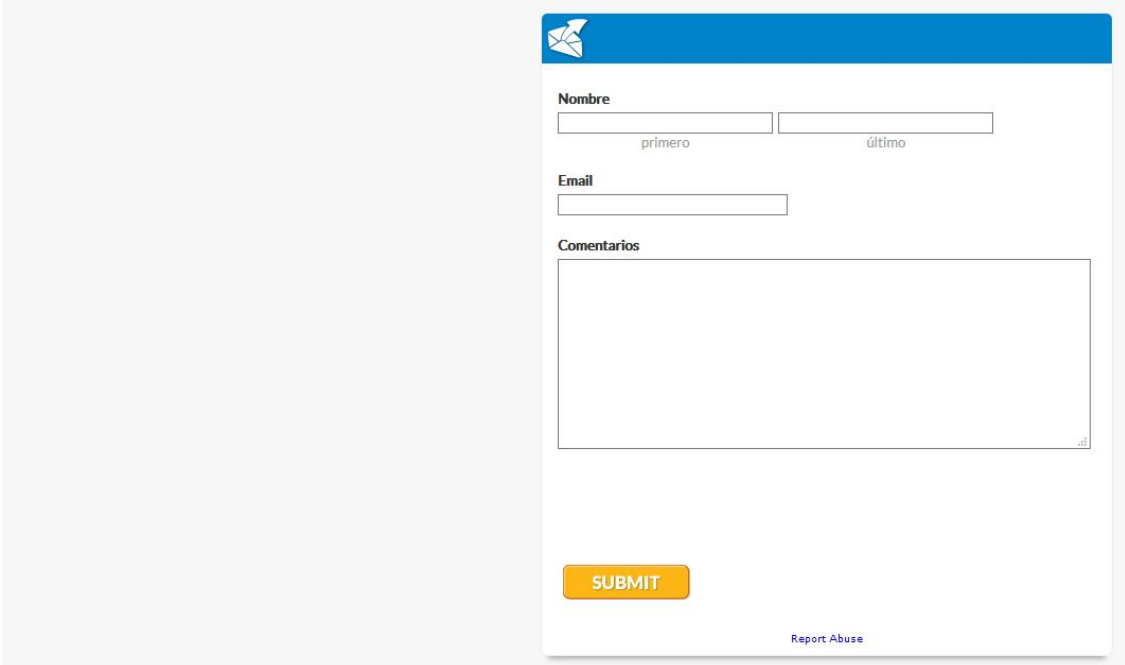
<http://xtec.cat/~oschlute/EscapeEarth/docs/Memoria.pdf>

3.3. Contacto

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

Contacto

Para cualquier sugerencia o duda, podéis contactar a través del siguiente formulario:



The contact form is displayed on a light gray background. It features a blue header bar with a white geometric logo. The form itself is white and contains the following elements:

- Nombre:** Two input fields for 'primero' (first) and 'último' (last) names.
- Email:** A single input field.
- Comentarios:** A large text area for comments.
- SUBMIT:** A yellow button with black text.
- Report Abuse:** A small blue link at the bottom right.

Figura 8: Formulario de Contacto

3.4. Requisitos de instalación

La página web está optimizada para el navegador Google Chrome. En diversas fichas se muestran animaciones flash.

En el caso de estar navegando con Google Chrome y dependiendo del nivel de seguridad configurado, se puede mostrar la siguiente imagen, que pide permiso para ejecutar el programa Adobe Flash Player.

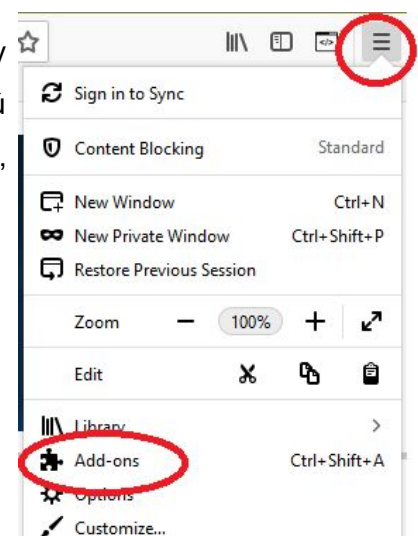


Figura 9: Petición de permiso para ejecutar el programa Adobe Flash Player

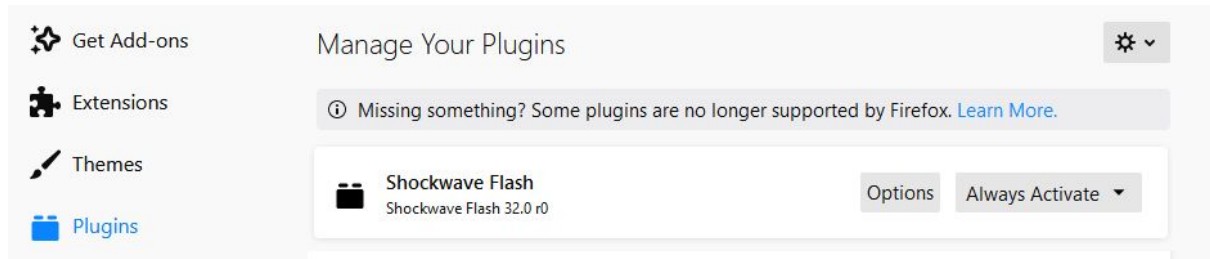
Al pulsar sobre la imagen, el navegador se reinicia y se deberá buscar la sección correspondiente otra vez.

En el caso de estar navegando con FireFox, hay que controlar que el plugin Shockwave Flash esté activado. Para ello, el siguiente enlace selecciona el correcto instalador: <https://get.adobe.com/flashplayer/>

Una vez instalado el Flash y reiniciado el navegador, hay que asegurarse que el Plugin está activo. Desde el menú que se abre clicando el icono superior derecho, escogemos la opción Add-ons



Escogemos la opción 'Siempre Activo'



En el caso de Internet Explorer, hay que tener en cuenta que el plugin es distinto y usa ActiveX.

Recomendaciones

El último apartado de la página web es una colección de libros, películas y documentales, 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
- [IQ, 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