



Universidad de Valladolid

Trabajo Fin de Máster

MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y  
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL  
Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

Especialidad de Tecnología e Informática

**¡Sácame de este planeta!**

**Take me off this planet!**

Autor:

**D. Diego Vega Bermejo**

Tutores:

**Dr. D. César Chamorro Camazón**

**Dr. D. Roberto Reinoso Tapia**

Valladolid, 07 de julio de 2021

- Página en blanco -

Si las puertas de la percepción se depurasen,  
todo aparecería ante nosotros como realmente es: infinito.

Pues el ser humano se ha encerrado en sí mismo  
hasta ver todas las cosas a través de las estrechas rendijas de su caverna.

William Blake,

*“Las bodas del cielo y el infierno”*

- Página en blanco -

## Resumen

En el presente TFM (Trabajo Final de Máster) se presentan y desarrollan una serie de actividades envueltas en metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Cooperativo para trabajar las competencias clave de etapa, así como los contenidos de la asignatura de Tecnología que establece la ley educativa en vigor en Castilla y León en tercero de la ESO (Educación Secundaria Obligatoria). Para ello, se propone un proyecto de tecnología aeroespacial que consiste en la construcción de un cohete de agua que se apoya en la transversalidad del conocimiento STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) para envolver parte de los contenidos de los bloques de las asignaturas de Matemáticas, Física y Química y Educación Plástica y Visual.

Las actividades que se exponen buscan desarrollar el trabajo en equipo, el gusto e interés por la ciencia y la tecnología, mejorar las habilidades en el uso de las herramientas tecnológicas y, fundamentalmente, poner el foco de atención del proceso de enseñanza – aprendizaje en el alumno. Este mantra tan repetido en los foros educativos, pero de limitado bagaje en las aulas, ha motivado proponer este TFM para facilitar su implantación ya que se ha considerado de gran valor educativo.

**Palabras clave:** *Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Cooperativo, Cohete de agua, Metodologías activas, Tecnología.*

- Página en blanco -

## Abstract

In this master's degree final dissertation, a series of activities are presented and developed using active methodologies such as PBL (Project Based Learning) and CL (Cooperative Learning) to work on the key competences of the stage, as well as the contents of the subject of Technology established by the educational law in force in Castile and Lion in the third year of Secondary School. To this end, an aerospace technology project is proposed, consisting of the construction of a water rocket that relies on the transversality of STEAM knowledge to wrap part of the contents of the Mathematics, Physics and Chemistry and Visual and Plastic Education subjects.

The activities presented seek to develop teamwork, a taste and interest in science and technology, improve skills in the use of ICT (Information and Communications Technology) and, fundamentally, put the focus of attention on the teaching-learning process in the student. This mantra, so often repeated in educational forums, but with limited experience in the classroom, has motivated the proposal of this project to facilitate its implementation, as it has been considered of great educational value.

**Keywords:** *PBL, Cooperative Learning, Water Rocket, Active Methodologies, Technology.*

- Página en blanco -

## ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	V
Abstract .....	VII
Capítulo 1: Introducción.....	9
1.1. Antecedentes .....	9
1.2. Justificación.....	12
1.3. Objetivos .....	15
Capítulo 2: Contexto.....	17
2.1. La sociedad.....	17
2.2. El sistema educativo.....	19
2.3. Los alumnos.....	20
Capítulo 3: Marco Teórico.....	23
3.1. Aprendizaje basado en proyectos.....	26
3.2. Aprendizaje cooperativo .....	29
3.3. Aprendizaje basado en la investigación .....	31
Capítulo 4: Propuesta de intervención.....	35
4.1. Contextualización .....	35
4.2. Metodologías .....	36
4.3. Objetivos .....	36
4.3.1. Objetivos de etapa .....	37
4.3.2. Objetivos de la asignatura.....	38
4.3.3. Objetivos específicos.....	39
4.4. Competencias.....	40
4.5. Contenidos .....	47
4.5.1. Matemáticas.....	49
4.5.2. Física y Química .....	50
4.5.3. Educación Plástica y Visual .....	51
4.5.4. Geografía e Historia.....	51
4.6. Actividades .....	52
Actividad 1: Sácame de este planeta .....	57

Actividad 2: Puesta a punto de los cerebros.....	61
Actividad 3: Esbozando las locuras de Julio Verne.....	64
Actividad 4: ¿Dónde va cada pieza? .....	66
Actividad 5: A vueltas con la física .....	72
Actividad 6: Oficina Técnica .....	76
Actividad 7: Cómo ser un “Rocket Scientist” .....	78
Actividad 8: Vísteme despacio que tengo prisa .....	81
Actividad 9: 3, 2, 1... ¡Ignición! .....	82
Actividad 10: Houston tenemos un problema .....	84
Actividad 11: Misión completada.....	85
4.7. Temporalización .....	86
4.8. Evaluación .....	90
4.9. Atención a la diversidad .....	92
Capítulo 5: Conclusiones .....	93
Capítulo 6: Limitaciones y prospectiva.....	95
Referencias.....	97
Anexos.....	101
ANEXO A.....	101
ANEXO B.....	103
ANEXO C.....	104
ANEXO D.....	105
ANEXO E .....	107
ANEXO F .....	108
ANEXO G.....	110
ANEXO H.....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Titulares en medios británicos por la misión Perseverance. Obtenida de <a href="https://www.bbc.com/news/blogs-the-papers-56120651">https://www.bbc.com/news/blogs-the-papers-56120651</a>.....</i>	10
<b>Figura 2.</b> <i>Cartel publicitario de la película Interstellar. Imagen obtenida de <a href="https://medium.com/@limacj99/interestelar-interstellar-498806705b41">https://medium.com/@limacj99/interestelar-interstellar-498806705b41</a>.....</i>	11
<b>Figura 3.</b> <i>Fotografía circumpolar donde se capta el movimiento de las estrellas con el centro en la Estrella Polar. Imagen obtenida de <a href="https://www.cursosfotografiabarcelona.com/como-hacer-circumpolares/">https://www.cursosfotografiabarcelona.com/como-hacer-circumpolares/</a>.....</i>	13
<b>Figura 4.</b> <i>Kit de Ingeniería de astronaves con materiales reales del satélite CHEOPS. Imagen obtenida de <a href="https://esero.es/recursos/kits/kit-ingenieria-de-astronaves/">https://esero.es/recursos/kits/kit-ingenieria-de-astronaves/</a>.....</i>	14
<b>Figura 5.</b> <i>Cómo las diferentes revoluciones han cambiado la forma de producir. Obtenido de Deloitte (2018). .....</i>	17
<b>Figura 6.</b> <i>Viñeta sobre la brecha de género en la revolución digital. Imagen extraída de Bello et al. (2020) .....</i>	18
<b>Figura 7.</b> <i>Resultados en matemáticas obtenidos por los estudiantes españoles. Obtenido del informe TIMMS (2019). .....</i>	21
<b>Figura 8.</b> <i>Resultados en ciencias obtenidos por los estudiantes españoles. Obtenido del informe TIMMS (2019).....</i>	21
<b>Figura 9.</b> <i>Diagrama del ciclo de sobreexpectación de Gartner sobre la visión de cómo una tecnología o innovación evolucionará en el tiempo. Accesible en <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gartner_Hype_Cycle.svg">https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gartner_Hype_Cycle.svg</a>.....</i>	25
<b>Figura 10.</b> <i>Cómo se debe aplicar el ABP paso a paso en el aula de Tecnología. Imagen obtenida de <a href="https://www.aulaplaneta.com/2015/02/04/recursos-tic/como-aplicar-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-en-diez-pasos/">https://www.aulaplaneta.com/2015/02/04/recursos-tic/como-aplicar-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-en-diez-pasos/</a>.....</i>	28
<b>Figura 11.</b> <i>Cambios en las características de la sociedad industrial y la sociedad del conocimiento. Realizado a partir del artículo Aprendizaje cooperativo y desarrollo de competencias de Gil et al (2007). .....</i>	40
<b>Figura 12.</b> <i>El saber hacer y saber ser como partes importantes para la CCL en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <a href="https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/linguistica.html">https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/linguistica.html</a>.....</i>	42
<b>Figura 13.</b> <i>El saber hacer y saber ser como partes importantes para la CMCT en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <a href="https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/ciencias.html">https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/ciencias.html</a> .....</i>	43

- Figura 14.** *El saber hacer como parte imprescindible para la CD en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/digital.html>..... 44*
- Figura 15.** *El saber ser como parte imprescindible para la CAA en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/aprende.html>..... 44*
- Figura 16.** *El saber ser y el saber hacer como partes imprescindibles para la CSC en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/social-civica.html>..... 45*
- Figura 17.** *El saber hacer como parte imprescindible para la SIE en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/i.html> ..... 45*
- Figura 18.** *El saber hacer como parte imprescindible para la CEC en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/cultura.html>..... 46*
- Figura 19.** *Enlace al vídeo del tráiler de la película Interstellar para despertar el interés de los alumnos sobre el proyecto. .... 57*
- Figura 20.** *Porcentaje de cada una de las partes que forman parte del desarrollo de la primera evaluación de la asignatura de Tecnología de tercero de la ESO..... 59*
- Figura 21.** *Los 6 sombreros para pensar junto a su perspectiva de pensamiento. Imagen obtenida de <https://misteridea.es/seis-sombreros-para-pensar-de-edward-de-bono/> ..... 61*
- Figura 22.** *Procedimiento de la asignación de roles con el mismo enfoque por grupos en 6 sombreros para pensar. Imagen obtenida de <https://www.storyboardthat.com/es/storyboards/anna-warfield/six-thinking-hats-techniques> ..... 61*
- Figura 23.** *Ejemplo de croquizado con la vista de alzado y planta para la caracterización del cohete. Imagen obtenida de González (2010)..... 64*
- Figura 24.** *Diferentes disposiciones para la construcción del cohete desde la configuración básica a los cohetes multietapa. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008)..... 66*
- Figura 25.** *Se presentan algunas configuraciones más complejas como el uso de un paracaídas o la inclusión de una cámara para la toma de fotografías y vídeos. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008)..... 66*

<b>Figura 26.</b> Patrón de dibujo para los alerones del cohete. Para más detalle consultar el Anexo B. .....	68
<b>Figura 27.</b> Vista final de las cuatro aletas que serán ensambladas en el faldón. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008). ....	68
<b>Figura 29.</b> Pasos necesarios para la fabricación del faldón. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008). ....	69
<b>Figura 29.</b> A la izquierda se marcan las zonas de guiado para el corte del cono de la nariz. A la derecha se muestra el lugar donde se ubicará el centro de gravedad con el uso del lastre. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008). ....	69
<b>Figura 30.</b> Vista general del cohete finalizado. Es necesario hacer una inspección ocular de que las partes ensambladas y la cinta adhesiva están correctamente ajustadas. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008). ....	70
<b>Figura 31.</b> Dispositivo estanqueidad compuesto por una serie de cabezas de bridas unidas por cinta junto con un tubo que sirve como dispositivo de seguridad. Imagen obtenida de Roca Vicent, Gumbau Gil y Sanchis Campreciós (2017). ....	70
<b>Figura 32.</b> Trayectoria y alcance en función del ángulo de lanzamiento con la misma velocidad de salida. Imagen obtenida de Rockets Educator Guide de la NASA (2011). ....	71
<b>Figura 33.</b> Para diseñar un cohete estable el centro de gravedad debe estar situado por delante del centro de presiones en, por lo menos, un diámetro de distancia. Imagen obtenida de Rockets Educator Guide de la NASA (2011). ....	72
<b>Figura 34.</b> Método de ensayo "The Swing Test" para localizar el Centro de Presiones de cohete y ver la tendencia del cohete al cabeceo. Imagen obtenida de González (2010). ....	73
<b>Figura 35.</b> Trayectoria inestable del cohete debido a una mala configuración de los CG y CP del cohete. Imagen obtenida de Podesta (2007). ....	73
<b>Figura 36.</b> Influencia de la posición del CG y CP para obtener un margen estático positivo resultando en un momento estabilizador. Imagen obtenida de Gomez y Miikkulainen (2003). ....	74
<b>Figura 37.</b> Vista 3D del diseño de un cohete con cuatro aletas y una ojiva en forma cónica diseñado con el software SketchUp. ....	76
<b>Figura 39.</b> Vista 3D del diseño de un cohete con tres aletas y una ojiva en forma de paraboloides diseñado con el software Tinkercad. ....	77
<b>Figura 39.</b> Relación entre el llenado del cohete y el trabajo por unidad de peso realizado. Se alcanza un máximo al 21% de llenado para una botella de 2 L y una presión de 3 atm. Imagen obtenida de Podesta (2007). ....	78
<b>Figura 40.</b> Pantalla del software Rocket Water Simulation dedicada a la configuración de los parámetros que determinarán el vuelo. ....	79

<b>Figura 41.</b> <i>Pantalla del software Rocket Water Simulation dedicada a la visualización de las trayectorias a partir de los resultados obtenidos.....</i>	79
<b>Figura 42.</b> <i>Fotografía de los instantes previos al lanzamiento del cohete. Imagen obtenida de González (2010).....</i>	83
<b>Figura 43.</b> <i>Perspectiva general de la interfaz del software. El programa es sencillo y fácil de manejar. Imagen obtenida de González (2010). ....</i>	84
<b>Figura B1.</b> <i>Alerones para la construcción del cohete de agua. Obtenidos del Manual del Educador de Ishii (2008).....</i>	103
<b>Figura B2.</b> <i>Ojiva y alerones diseñados por la ESA para el lanzamiento de cohetes propulsados por aire. Obtenido del Cuaderno del Profesorado realizado por The European Space Agency (2018). ....</i>	103
<b>Figura C1.</b> <i>Terminología de las partes que forman el cohete junto a una breve descripción. Imagen obtenida del Manual del Educador de Ishii (2008).....</i>	104
<b>Figura E1.</b> <i>Vista superior o planta del cohete realizada con el software Tinkercad.....</i>	107
<b>Figura E2.</b> <i>Vista frontal o alzado del cohete realizada con el software Tinkercad.....</i>	107
<b>Figura G1.</b> <i>Diploma que acredita a los alumnos llegar al nivel de Rocket Scientist. ....</i>	110

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Diferentes metodologías activas para la enseñanza del S.XXI. Imágenes obtenidas de <a href="http://www.aventuraeducar.blogspot.com">http://www.aventuraeducar.blogspot.com</a>.....</i>	23
<b>Tabla 2.</b> <i>Criterios pedagógicos para la elección de un método de enseñanza – aprendizaje. Realizado a partir del estudio de Khalaf y Zin (2018).....</i>	33
<b>Tabla 3.</b> <i>Relación entre los objetivos de Tecnología, los objetivos de etapa en la ESO y las competencias clave de la educación. Realizado a partir del Cuadro 2 de Cervera et al. (2010). 46</i>	46
<b>Tabla 4.</b> <i>Los cinco bloques y definición en los que se organiza la asignatura de Tecnología en 3º de la ESO a partir de la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo.....</i>	47
<b>Tabla 5.</b> <i>Relación de asignaturas y bloques que engloban contenidos, competencias y metodologías compartidas con las actividades del proyecto de tecnología aeroespacial. ....</i>	49
<b>Tabla 6.</b> <i>Descripción de las diferentes actividades que conforman el proyecto “Sácame de este planeta”.....</i>	54
<b>Tabla 7.</b> <i>Ítems que deben contener la memoria técnica del cohete. ....</i>	60
<b>Tabla 8.</b> <i>Ejemplo de lista de materiales y herramientas necesarias para la construcción de dos tipos diferentes de cohete. ....</i>	65
<b>Tabla 9.</b> <i>Temporalización de los bloques que conforman la asignatura de Tecnología en tercero de la ESO.....</i>	86
<b>Tabla 10.</b> <i>Asignación de horas lectivas semanales para cada una de las asignaturas que participarían en el proyecto. ....</i>	86
<b>Tabla 11.</b> <i>Asignación de horas para los bloques de contenidos y el proyecto tecnológico. ....</i>	87
<b>Tabla 12.</b> <i>Estructura de los bloques de contenidos que moldean y, a la par, se desarrollan durante la realización del proyecto.....</i>	87
<b>Tabla 13.</b> <i>Asignación del número de horas por actividad y asignatura correspondiente. ....</i>	88
<b>Tabla A1.</b> <i>Características de cada uno de los sombreros para ejecutar la dinámica de 6 sombreros para pensar. Basado en lo expuesto en <a href="https://elcasopablo.com/2015/09/17/dinamica-6-sombreros-para-pensar/">https://elcasopablo.com/2015/09/17/dinamica-6-sombreros-para-pensar/</a>.....</i>	101
<b>Tabla D1.</b> <i>Tabla de ejemplo para completar con los datos de la experimentación y obtener unos parámetros estadísticos básicos que se utilizan en cualquier investigación.....</i>	105
<b>Tabla F1.</b> <i>Tabla de especificaciones básicas previas al lanzamiento. ....</i>	108
<b>Tabla F2.</b> <i>Datos que serán recogidos durante el día del ensayo de campo por cada equipo. ..</i>	109

- Página en blanco -

---

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

---

Este es el primer capítulo del documento que se corresponde, como no podría ser de otra manera, con un breve recorrido por la historia del conocimiento de la ciencia y tecnología espacial y de los porqués de este TFM.

## 1.1. Antecedentes

Desde tiempos inmemorables el ser humano ha sentido la necesidad de explicar todo lo que le rodea, desde la tierra que tiene bajo sus pies hasta la inmensidad del cielo celeste donde su vista apenas alcanza. En el seno de las escuelas filosóficas griegas, allá por el S. VIII a.C., surge la noción del cosmos (*kosmos*) como región supraterrrenal en la que reina el orden frente al caos (*jaos*) cuando los filósofos trataban de explicar el mundo físico utilizando la razón (*logos*) frente a la alternativa de la quimera (*mythos*).

Fueron necesario siglos de desarrollo del conocimiento, así como cambios en la visión cosmológica empapados por las posiciones filosóficas, sociales y religiosas de cada momento para alcanzar el punto culmen de la astronáutica. Cabe reseñar, en este arduo camino, las aportaciones de brillantes pensadores y científicos como Ptolomeo, Kepler, Tycho Brahe, Copérnico, Galileo, Newton, Huygens o Maxwell hasta llegar a la célebre novela *De la Tierra a la Luna* del escritor francés Julio Verne en la que tres intrépidos aventureros emprenden un viaje a la Luna.

Bajo la influencia de la obra, un joven ruso llamado Konstantin Eduadovich Tsiolkovski (1857 – 1935), interesado en asuntos espaciales, fue capaz de comprender que, si un vehículo saliera de la atmósfera terrestre y expulsara masa al espacio, el mismo vehículo se vería impulsado en el sentido contrario. Publicó varios artículos en revistas técnicas sentando los principios de la ciencia astronáutica, aunque durante largo tiempo sus ideas pasaron desapercibidas.

No es hasta julio de 1969 cuando se llevó a cabo uno de los grandes hitos recientes de la historia de la humanidad con la misión espacial del Apolo 11. Esta obra fue culminada con el aterrizaje en la Luna por parte de tres astronautas bajo el telón de fondo de una guerra fría entre soviéticos y estadounidenses. El conflicto abierto aceleró la carrera espacial hasta conseguir el objetivo marcado por el presidente de los EEUU J.F. Kennedy bajo el lema “We choose to go to the Moon”. Este evento causó un impacto político, social y mediático enorme con millones de personas de todo el planeta atrapadas enfrente de sus televisores con el sentimiento vivir un momento histórico.

Bajo sucesivas misiones a la Luna se llegó a un momento de crisis debido tanto a los fuertes recortes y la falta de fondos, como a errores que costaron la vida de varios astronautas con ejemplos como la tragedia del Challenger en 1986 (Basterra, 1986; Pedreira, 2011). A estos problemas se añadió la presión social por el elevado presupuesto que supone el desarrollo de la tecnología acabando en la desaparición de muchos proyectos como la llegada a Marte.

La idea de pisar la superficie de Marte se fundamenta en el éxito cosechado en 1976 con la nave espacial Viking 1 donde se buscaban vestigios de algún tipo de forma de vida. La misión se completó con la toma de imágenes de la superficie marciana que permitió caracterizar más detalladamente a este planeta como un lugar frío con suelos volcánicos y una atmósfera compuesta principalmente por dióxido de carbono.

En la última década, la NASA (National Aeronautics and Space Administration) junto a la proliferación de agencias espaciales en países como China o la India, además de la aparición de empresas privadas ligadas a una nueva generación de transbordadores espaciales como SpaceX o incluso a un posible turismo espacial propuesto por Blue Origin, ha puesto de nuevo a la exploración espacial en las portadas de los periódicos, en las entradas de los telediarios y, por supuesto, en todos los canales de información que han surgido gracias a la expansión y facilidad de acceso de Internet.

Tanto la misión Curiosity con su aterrizaje en Marte en agosto de 2012 como, la más reciente, el Rover Perseverance con su llegada en febrero de 2021 al planeta rojo (véase Fig.1) sin olvidar las misiones de Tianwen-1 de China y Hope de Emiratos Árabes Unidos han reavivado la idea de colonizar otros planetas y establecer el siguiente objetivo: llevar el primer ser humano a Marte.



Figura 1. Titulares en medios británicos por la misión Perseverance. Obtenida de <https://www.bbc.com/news/blogs-the-papers-56120651>

Si se pregunta el porqué de estos proyectos se puede llegar a conclusiones como la escrita por Amos (2020) en su artículo para la BBC. En su interior indica que Hope es un proyecto de inspiración para atraer jóvenes en EAU (Emiratos Árabes Unidos), y en el mundo árabe, hacia el estudio en el ámbito de la ciencia y la tecnología en la educación básica y superior. A su vez, se destaca la búsqueda de un futuro basado en la economía del conocimiento y alejarse de la dependencia de la extracción de combustibles como el gas y el petróleo.

Desde la agencia espacial china van más allá, viendo la exploración espacial de un valor incalculable para el futuro de la humanidad siendo conscientes de las limitaciones en la Tierra y las necesidades, cada vez mayores de un planeta superpoblado, en materias y energía. Uno de los investigadores chinos sostiene en una entrevista para la BBC llevada a cabo por Rincon (2018) la posibilidad de sustraer helio-3 como combustible para la fusión nuclear afirmando que "podría resolver la demanda energética humana por alrededor de al menos 10.000 años".

Dentro del artículo el investigador añade las siguientes palabras: "Hay muchos desarrollos posibles, es hermoso, así que esperamos poder utilizar la Luna para apoyar el desarrollo sostenible de los humanos y la sociedad". Esta visión es muy cercana a la célebre película de Christopher Nolan "Interstellar" ambientada en un futuro distópico donde la humanidad lucha por su supervivencia exponiendo la necesidad de un viaje espacial en busca de un nuevo hogar (véase Fig. 2).



Figura 2. Cartel publicitario de la película *Interstellar*. Imagen obtenida de <https://medium.com/@limacj99/interstellar-interstellar-498806705b41>

Como habrá sido capaz de deducir, la recuperación del objetivo de la exploración espacial y el establecimiento del ser humano de manera permanente en otros planetas posee una poderosa influencia en el desarrollo tecnológico de los países, en las perspectivas futuras

de la sociedad y en el arte cinematográfico con múltiples ejemplos en los últimos años como la ya mencionada *Interstellar* u otros títulos como *Gravity*, *Ad Astra*, *The Martian* o *First Man*.

## 1.2. Justificación

Después de introducir de forma sucinta los principales hitos en el desarrollo de la industria espacial, desde Grecia hasta nuestros tiempos, es el momento de exponer los motivos que empujan a reflexionar, dilucidar y trazar el presente trabajo. Se trata de un TFM sobre tecnología aeroespacial envuelto en metodologías activas para los estudiantes de tercero de la ESO (Educación Secundaria Obligatoria) en la asignatura de Tecnología con aspectos interdisciplinares a otras asignaturas que forman parte del bloque STEAM.

El motivo primordial es, sin ningún lugar a dudas, la conexión con la industria aeroespacial durante mi trayectoria profesional. Un breve y, a la vez, intenso paso por una de las empresas motoristas más importantes del mundo me ha permitido conocer un poco más a fondo cómo funcionan esas bestias de la potencia. Me refiero a los motores a reacción, fundamentalmente al turbofán, como uno de los elementos esenciales para que un avión vuele y avance a una cierta velocidad.

Para llegar a esta experiencia ha tenido que haber una conexión especial antes, ese vínculo se estrecha, como le ocurre a much@s, desde la niñez. La fascinación que provoca mirar hacia el cielo estrellado durante las sofocantes noches de verano (véase Fig. 3), sobre todo en el mes de agosto, preguntando a los mayores mil y una veces “¿Qué es ese puntito tan brillante?” con la respuesta habitual de “es una estrella” y... “¿Esa cosa que se mueve?” Será un avión o un satélite. Para seguir incordiando ¿y a dónde van? Sin obtener una réplica que convenciera. Sabedor de lo molesto de las preguntas para los adentros se suele quedar la mejor de todas las preguntas: ¿Quién habrá por ahí?

No sé cómo os fue a vosotros con este tipo de preguntas, pero las mías casi se enquistaron en el mismo punto. Pienso que parte es por dejadez personal al limitarme a lo urgente e ir salvando los problemas que van ocurriendo para seguir adelante en el día a día. Y, a la vez, empujado por una sociedad que no te deja descanso para estas cosas (que para mí sería lo importante).

Y por otra, porque desde la educación obligatoria se ve de manera exótica, como algo caro e inalcanzable para la mayoría de los centros públicos. La falta de fondos es uno de los lamentos habituales en la dirección de cualquier instituto, centrándose en resolver lo urgente. Sin embargo, vivimos en unos tiempos en que la información fluye y con algunos pocos recursos que se describirán a lo largo del documento se pueden obtener buenos resultados.

No es baladí decir que esta idea no se apoya en cimientos de barro, sino que ya existen propuestas en países con más pedigrí en la industria espacial y en el aprendizaje basado en proyectos. Cabe destacar, en el entorno europeo, la propuesta de la ESA (European Space Agency) del programa “Fly a rocket” dirigido a estudiantes universitarios en ciencias e ingeniería.



**Figura 3.** Fotografía circumpolar donde se capta el movimiento de las estrellas con el centro en la Estrella Polar.  
Imagen obtenida de <https://www.cursosfotografiabarcelona.com/como-hacer-circumpolares/>

Existen otras iniciativas que se acercan más al nivel de secundaria como Whoosh bottle – applying newton’s laws to rockets (The European Space Agency, 2014) para simular la propulsión química con el uso de una botella de cristal añadiendo una mezcla de alcohol y aire. Up, up, up! – Build and launch your own rockets (The European Space Agency, 2017) es una propuesta con varias opciones de fabricación del cohete: papel, papel y aire comprimido o con el uso de una impresora 3D.

La ESA ofrece otras actividades para la difusión de las competencias en ciencia y tecnología como el desafío Mission Zero<sup>1</sup>, en el que se encomienda a los alumnos a escribir un programa que sea capaz de leer la humedad en el interior de la ISS (International Space Station) con el fin de comunicárselo a los astronautas durante 30 segundos, o el Mission Space Lab<sup>2</sup> con el objetivo de que formen equipos de 2 a 4 alumnos menores de 19 años para diseñar un experimento científico a bordo de la ISS.

Estas iniciativas tienen amplia difusión, este año pese a las dificultades del COVID-19 han participado con casi 15000 programas alumnos de 24 países (ESERO, 2021) en el que unos 9400 programas informáticos se han ejecutado con éxito en la ISS. Además, en este momento (4 de junio de 2021) se encuentran en la fase final de Mission Space Lab en el que cada equipo

---

<sup>1</sup> <https://astro-pi.org/mission-zero/>

<sup>2</sup> <https://astro-pi.org/mission-space-lab/>

tiene la posibilidad de ejecutar su experimento durante 3 horas en una de las computadoras de la ISS.

En los países anglófonos como el Reino Unido gracias al NPL (National Physical Laboratory) se organizan competiciones anuales para que los alumnos desplieguen su imaginación y destrezas (NPL Water Rocket Challenge, 2019). También en EEUU a través de, por supuesto, la NASA se reúnen anualmente estudiantes de primaria, secundaria, bachillerato y universidad (NASA, 2021) de todas las partes del país para lanzar sus proyectos. Los cohetes construidos son evaluados en diferentes categorías: seguridad, altitud, diseño o presencia en las RRSS (Redes Sociales). Esta experiencia forma parte del programa Artemis con el objetivo de acercar la tecnología y la ciencia al sistema educativo, estimular la innovación y enganchar a los alumnos a la formación STEAM.



Figura 4. Kit de Ingeniería de aeronaves con materiales reales del satélite CHEOPS. Imagen obtenida de <https://esero.es/recursos/kits/kit-ingenieria-de-astronaves/>

En el panorama nacional han surgido algunas propuestas sobre la industria aeroespacial como el propuesto por la Junta de Andalucía para el curso escolar 2020/21 llamado “Proyecto STEAM: Investigación Aeroespacial aplicada al aula” (Portal TDE, 2020). Este proyecto está dirigido a centros públicos de Andalucía en Primaria, ESO y Bachillerato. La conserjería ofrece diferentes recursos para su implementación en el aula como kits aeroespaciales formados por kits (véase Fig. 4) para realizar experimentos, unos cuadernillos didácticos, vídeos temáticos y retos.

Incluso la Oficina Europea de Recursos para la Educación Espacial en España proporciona formación gratuita y homologada para el profesorado que esté interesado en los proyectos relacionados con el espacio.

Por último, se ha de destacar que la iniciativa ha llegado a Castilla y León como una propuesta de innovación educativa TIC con el nombre de “EspaCyaL.es” en el curso 2020/21 para centros públicos de infantil y primaria.

### 1.3. Objetivos

Para concluir con esta introducción deberá tenerse en cuenta la finalidad educativa de este TFM con el **objetivo de desarrollar diferentes actividades que potencien las competencias clave y transversales de los alumnos** de secundaria, además de los contenidos establecidos por las leyes educativas de, en este caso, Castilla y León. Por tanto, la repuesta a las siguientes preguntas definen los objetivos que se han propuesto para el presente TFM:

- ¿Cuál es la percepción de la sociedad y de la educación hacia la tecnología? → Conocer cómo se percibe la tecnología en la sociedad y en la educación.
- ¿Qué metodologías favorecen la motivación, la implicación y la curiosidad de los alumnos? → Dar argumentos sobre cuáles son las metodologías que mejor se adaptan a la implicación de los alumnos para aumentar su motivación.
- ¿Cómo se puede mejorar el interés de los alumnos hacia los conocimientos STEAM? → Predecir qué tipo de actividades aumenta el interés por las STEAM.
- ¿Cómo se podría integrar un proyecto aeroespacial en las diferentes materias obligatorias de la ESO (Educación Obligatoria Secundaria)? → Planear cómo se integra un proyecto en las asignaturas STEAM de la etapa.
- ¿Cómo se puede introducir la tecnología aeroespacial en un aula? ¿Qué recursos son necesarios? → Seleccionar los recursos necesarios para crear un proyecto tecnológico del ámbito aeroespacial.
- ¿Cómo se desarrollan las competencias clave y transversales de la ESO en la asignatura de Tecnología a través de las metodologías activas? → Estimar el desarrollo competencial con el uso de las metodologías activas.
- ¿Tendría la flexibilidad necesaria para adaptarla a la diversidad? ¿Motivaría a alumnos de altas capacidades? → Analizar la flexibilidad de las actividades para la adaptación a la diversidad.

- Página en blanco -

# CAPÍTULO 2: CONTEXTO

En este capítulo se va a considerar la situación actual de tres de los agentes implicados en la educación con respecto a su visión sobre la ciencia y la tecnología para dar **respuesta a la primera de las preguntas** que se han puesto como objetivo en el capítulo de Introducción.

## 2.1. La sociedad

Se puede considerar a la ciencia como la mayor empresa de forma colectiva de la humanidad. Su origen se establece, de manera habitual, a finales del Renacimiento durante la última parte del s. XVI a lo que se llamó la Revolución Científica. Su florecimiento se debió a las nuevas ideas y conocimientos en las ramas de la física, astronomía, biología y química al romper con las visiones medievales de la naturaleza. Se dejaron atrás las ideas relacionadas con la visión cosmológica de la religión, principalmente: geocentrismo, creación del mundo y seres vivos por un ser superior. Se pasó del teocentrismo a poner al ser humano como medida y eje de todas las cosas, poniendo los intereses de los seres humanos por encima de cualquier otro (antropocentrismo).

Bajo esta perspectiva, la sociedad actual considera que la ciencia debe responder a las necesidades de la vida cotidiana y a los desafíos de la humanidad. En palabras de la UNESCO (2020) la ciencia es un derecho humano en el que los gobiernos deben basar sus políticas para que los ciudadanos obtengan cultura científica y comprendan el lenguaje de la ciencia.

Con esta concepción de la ciencia más cercana a la ciencia aplicada o la tecnología se llega a lo que se ha venido a llamar Industrial 4.0 o Cuarta Revolución Industrial (véase Fig. 5) basada en los sistemas ciber físicos con la proliferación de la inteligencia artificial, biotecnología, genómica y las ciencias cognitivas.

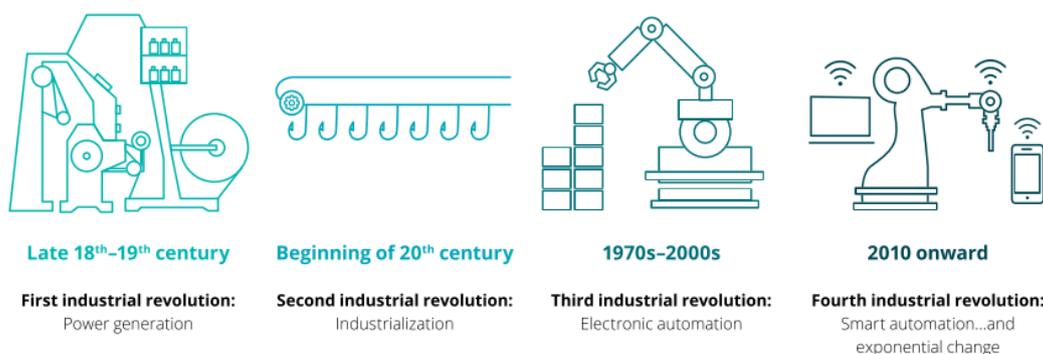


Figura 5. Cómo las diferentes revoluciones han cambiado la forma de producir. Obtenido de Deloitte (2018).

En una publicación reciente de Bello, Blowers, Schneegans y Straza (2021) para la UNESCO reclaman que la revolución digital debe ser inclusiva por el riesgo de dejar fuera de las del mercado laboral a mujeres y jóvenes. En esta publicación se habla de un 70% de los puestos de trabajo frecuentados por mujeres están en alto riesgo de automatización, con una pérdida de cinco puestos de trabajo por cada uno que se genera en la inclusión de las nuevas tecnologías comparado con los tres puestos desaparecidos por cada puesto ganado en los hombres.

Sorprendentemente los jóvenes de ambos sexos expresan un menor interés en trabajar en el ámbito de la informática que en el año 2000 (Mann et al., 2020). En esta publicación también se pone a la luz que menos del 2% de las chicas tiene planes para estudiar ingeniería o informática, comparado con un 16% que le interesa la medicina. Conscientes de estas consideraciones cabe preguntar si se está haciendo lo correcto para motivar a los estudiantes, en especial a las mujeres, al desarrollo de las competencias digitales, matemáticas y científicas para ser capaces de enfrentarse a los retos del s. XXI (véase Fig. 6).

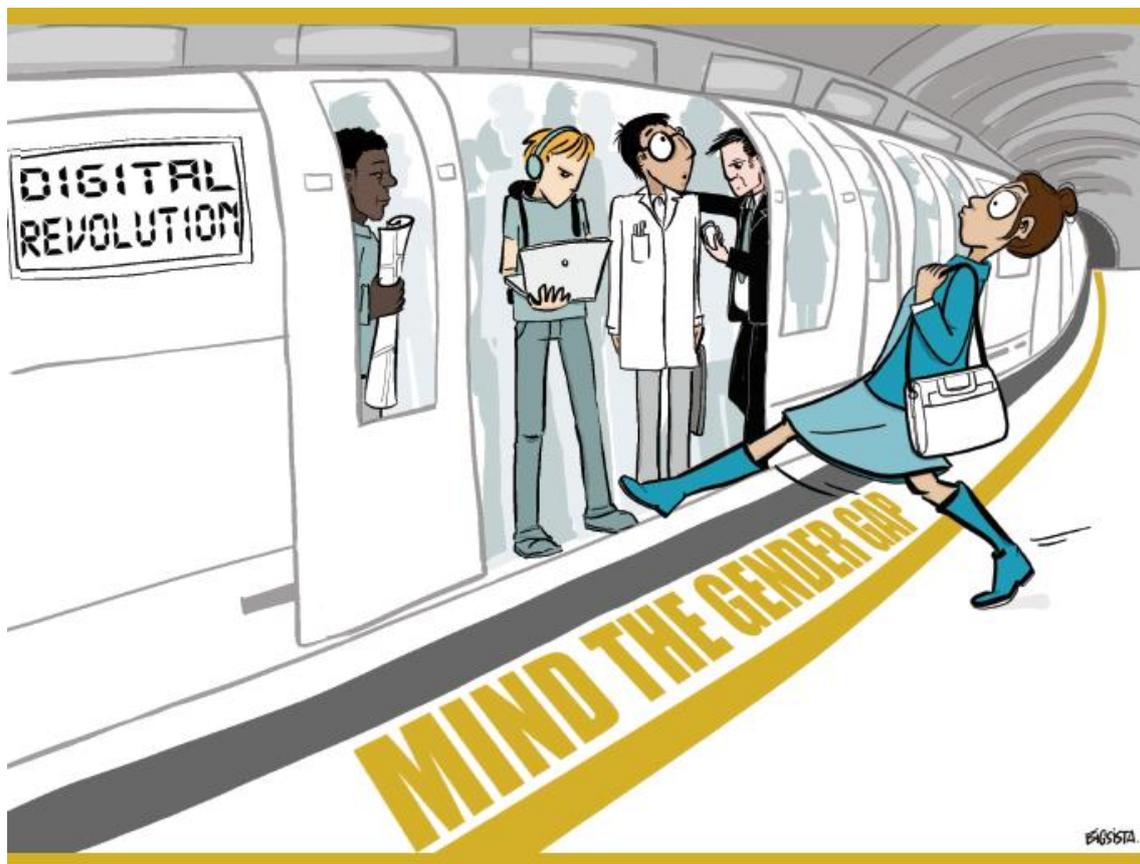


Figura 6. Viñeta sobre la brecha de género en la revolución digital. Imagen extraída de Bello et al. (2020)

Ahora se podría preguntar: ¿Dónde queda la industria aeroespacial en la revolución digital? Como no puede ser de otra manera, también se ha visto afectada por las nuevas tecnologías como la fabricación aditiva para la producción de perfiles complejos y alta funcionalidad. Otro ejemplo destacable es el IoT (Internet of Things) con el objetivo de monitorizar la recogida de datos de los sensores para mejorar el mantenimiento del avión y el

motor, entre otras tecnologías descritas en el estudio realizado por la consultora Deloitte (2018).

En referencia a la postura de la sociedad española frente a la ciencia y la idea de progreso se podría resumir en las palabras de Miguel Unamuno en 1906: “¡Que inventen ellos!” que caracteriza un estigma del carácter del español que ha perdurado hasta ahora (Quevedo, 2014). En las últimas semanas se ha propuesto la creación de una Agencia Espacial Española generando palabras suspicaces de políticos y medios con titulares como “¿De verdad necesitamos una agencia espacial española?” Del diario La Razón<sup>3</sup> por no creerlo conveniente dada la situación actual.

## 2.2. El sistema educativo

Con el paradigma que se ha descrito en el epígrafe anterior el lector habrá sido capaz de vislumbrar la importancia de las enseñanzas STEAM como sustentadoras de una sociedad tecnológica ya que la innovación y el progreso dependen del buen quehacer educativo en las nuevas generaciones y su motivación hacia estos estudios.

El enfoque STEAM requiere de una serie de metodologías innovadoras y alternativas a la clásica lección magistral y resolución de ejercicios como es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) o el Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI).

Las materias que forman parte del término STEAM se suelen enseñar por separado tanto en los colegios como en los institutos creando una cierta barrera entre los conocimientos impuestos por el currículo y su puesta en práctica. El uso de las metodologías que integran varios saberes o conocimientos acercaría a los alumnos más al “saber hacer” que a “saber”.

Bajo esta visión ya se realizaron cambios en la legislación educativa en su paso de la LOE (Ley Orgánica de Educación) a la LOMCE (Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa) en 2013 al incrementar la importancia de las competencias. La reciente LOMLOE (Ley orgánica de Modificación de la LOE) busca integrar los conocimientos matemáticos con otras asignaturas del ámbito científico como tecnología o biología en el primer ciclo de secundaria.

En la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León se habla de los principios metodológicos de la etapa con una orientación hacia el potenciamiento del aprendizaje por competencias, por lo que será necesario el **uso de metodologías activas y participativas** apoyándose en estructuras de aprendizaje cooperativo. Resaltando que el trabajo por proyectos es “especialmente relevante”.

---

<sup>3</sup> <https://www.larazon.es/ciencia/20210528/oz4pmp3embfkzbccj5picapmdq.html>

### 2.3. Los alumnos

Nuestros alumnos viven bajo el paraguas de una supuesta sociedad de la información<sup>4</sup> y se les ha acuñado el término de nativos digitales. Sin embargo, artículos como el de Gallardo Echenique (2013) han analizado las competencias digitales de los aparentes “nativos digitales” a partir de una revisión literaria llegando a la conclusión de que están familiarizados con el uso de tecnología digital pero sus competencias pueden ser menores que las de sus profesores.

En el barómetro realizado por Ballesteros Guerra et al. (2020) se analiza las expectativas de los jóvenes y adolescentes hacia la tecnología: usos de internet y plataformas, sus competencias digitales, percepciones y actitudes hacia los diversos desarrollos tecnológicos, así como la relación entre tecnología, trabajo, estudio y ocio.

El informe revela, en líneas generales, que hay una visión positiva de la tecnología. Un 49,7% considera que la tecnología mejora la calidad de vida de las personas y solo un 24,7% defiende que la vida sería mejor sin tanta tecnología. Los ámbitos en los que el desarrollo tecnológico se valora de forma más positiva son el conocimiento (61,6%) y la comodidad (60,2%).

De igual forma, la percepción sobre el futuro tecnológico en general se asienta entre el optimismo – curiosidad (35,8%), esperanza (29,3%), motivación (27,7%) – y la incertidumbre (26,3%). Las emociones claramente negativas son minoritarias, aunque aparecen con más intensidad en los perfiles de clase baja y media - baja. Las mujeres también muestran un grado más alto de ansiedad ante el futuro. Algo que concuerda con el artículo realizado por Bello, Blowers, Schneegans y Straza (2021) para la UNESCO parafraseado en el epígrafe sobre el contexto de la sociedad.

El informe TIMMS presentado por el Ministerio de Educación y Formación Profesional, G. de E. (2019) habla de que sólo al 37% de los alumnos les gusta las matemáticas. Y lo que es más llamativo es que hay un alto porcentaje que no se encuentra cómodo con esta disciplina (un 30%) mientras que en ciencias hay un 35% con sentimiento de confianza frente a un 23% de no confiados.

Aunque los estudios sociológicos citados anteriormente revelan una buena predisposición hacia la tecnología, el informe TIMMS (véase las fig. 7 y 8) y la escasa motivación hacia los estudios STEAM del informe de la UNESCO hace pensar que la atracción se debe más al entretenimiento que a una motivación intrínseca por los estudios del ámbito científico - tecnológicos.

---

<sup>4</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Sociedad\\_de\\_la\\_informaci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Sociedad_de_la_informaci%C3%B3n)

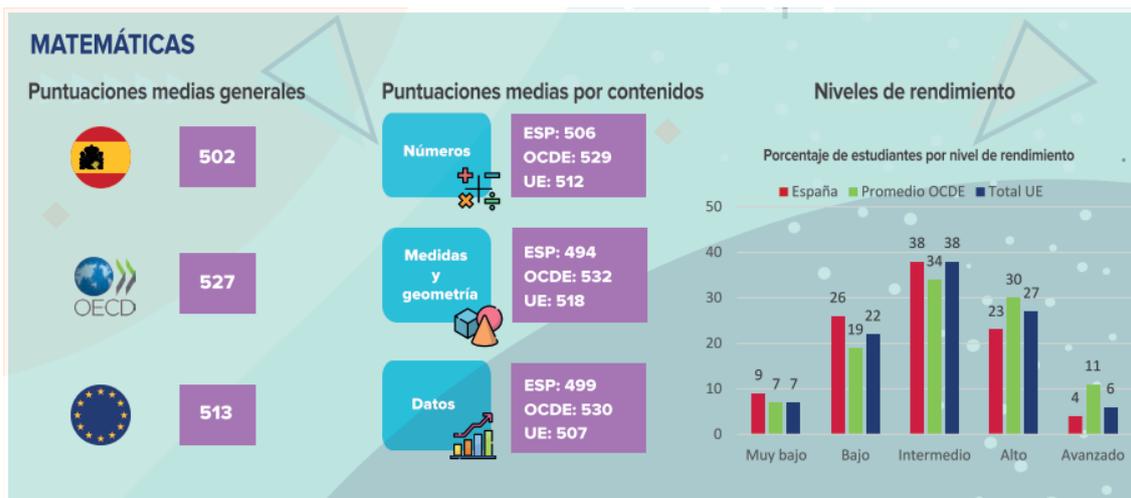


Figura 7. Resultados en matemáticas obtenidos por los estudiantes españoles. Obtenido del informe TIMMS (2019).

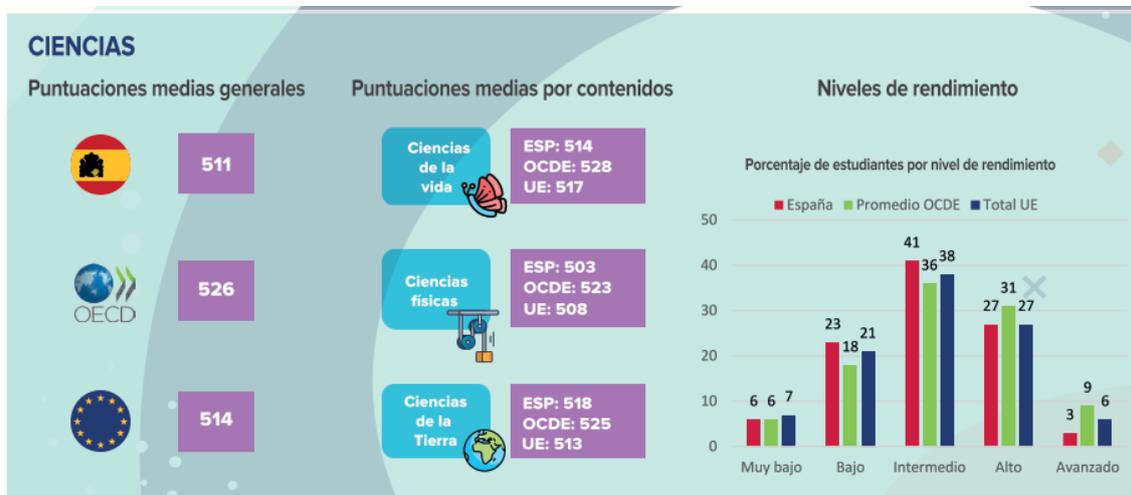


Figura 8. Resultados en ciencias obtenidos por los estudiantes españoles. Obtenido del informe TIMMS (2019).

- Página en blanco -

# CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

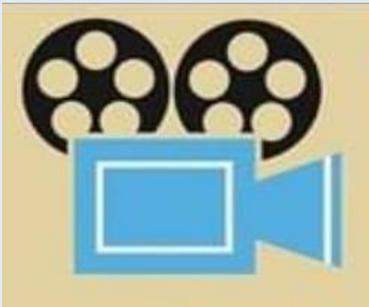
En este capítulo se va a formular el marco teórico sobre el que sustenta el uso de las diferentes metodologías relacionadas con la educación STEAM y queda respuesta a la **segunda pregunta objetivo**. Poco a poco las metodologías distinguidas como activas han ganado protagonismo en las aulas centrando el proceso de enseñanza – aprendizaje en el alumno.

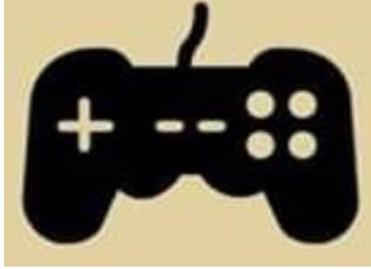
En un mundo lleno de incertidumbre, con cambios constantes y posiblemente cada vez más exigente, el futuro profesional o académico de cualquier estudiante dependerá, no cabe duda de que en períodos anteriores también ha sido un elemento muy influyente, de la capacidad para aprender sobre la inteligencia emocional, saber manejar las situaciones con compañeros de diferentes habilidades y capacidades y al manejo de problemas complejos.

Las metodologías activas (véase Tabla 1) aparecen con el fin de conseguir mejores resultados ya sea para absorber, revisar o recordar conocimientos, mejorar las competencias o habilidades concretas, mejorar la autoestima y la motivación, entre otros objetivos. Además, tratan de aproximar la enseñanza a la problemática y formas de trabajo que podrán encontrar en su futuro profesional.

Por este motivo, el Aprendizaje Basado en Proyectos, el Aprendizaje Cooperativo o el Aprendizaje Basado en la Indagación tienen un estrecho vínculo con la asignatura de Tecnología. En la misma línea se encuentra lo visto en la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, donde se hace énfasis de la importancia del uso de metodologías activas y participativas en la etapa de secundaria.

**Tabla 1.** Diferentes metodologías activas para la enseñanza del S.XXI. Imágenes obtenidas de <http://www.aventuraeducar.blogspot.com>

METODOLOGÍAS ACTIVAS PARA EL S.XXI		
<b>ABP</b>	El aprendizaje basado en proyectos es una de las metodologías más utilizadas en Tecnología y representa un arduo trabajo en las competencias de los alumnos. Se complementa junto a otras metodologías activas.	

<p><b>FLIPPED CLASSROOM</b></p>	<p>En esta metodología se da la vuelta a la forma de trabajar. El alumno deberá aprender los conceptos básicos en casa para en clase trabajar a un mayor nivel de profundidad en los conocimientos. Necesita un alto grado de compromiso por parte de los estudiantes.</p>	
<p><b>APRENDIZAJE COOPERATIVO</b></p>	<p>La suma del conjunto es más que la suma de las partes. Esta metodología fomenta la responsabilidad y la implicación de los alumnos al asumir diferentes roles. Uno de los objetivos es que todos los alumnos cumplan con la tarea asignada.</p>	
<p><b>GAMIFICACIÓN</b></p>	<p>La gamificación busca mejorar las experiencias de los alumnos en el aula. Entre sus objetivos está fomentar el compromiso, mejorar la motivación al logro y evitar el miedo al error.</p>	
<p><b>ABI</b></p>	<p>Esta metodología trata de acercar el método científico al aula. Los alumnos entran en un proceso de descubrir relaciones causales a partir de una hipótesis y de la realización de experimentos.</p>	

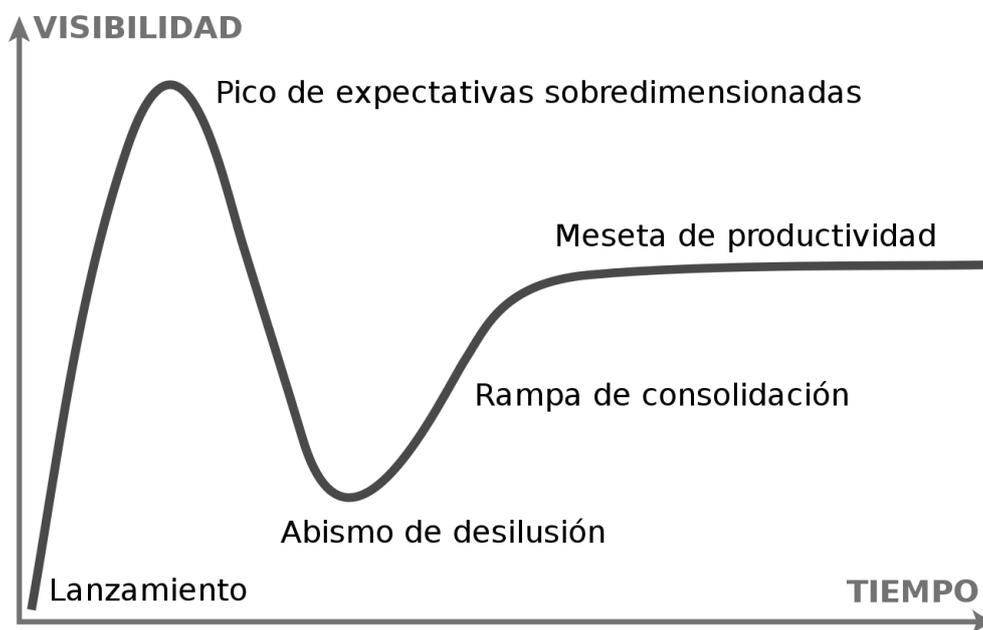
De todas las metodologías que se han abierto paso en las aulas en los últimos tiempos, el Aprendizaje Basado en Proyectos es el que ha asumido más notoriedad. No resulta sorprendente que esta metodología haya tomado esta posición debido a su flexibilidad y a la capacidad de complementar disciplinas. Otro punto a su favor es que se trata de una metodología que tiene la capacidad de incluir otras al mismo tiempo, como el Aprendizaje Cooperativo.

De esta forma, con esta metodología se pueden conseguir en los alumnos competencias fundamentales como la búsqueda de información, el análisis de diferentes referencias y la elaboración de una síntesis entre todo el material recolectado. Asimismo, la

interacción entre iguales acarrea el intercambio de ideas y la mejora de la comunicación con toda la importancia que tiene estas habilidades en un futuro escenario profesional.

Aunque solo se han mencionado las bondades de estas metodologías no se deben emplear como la solución final a los problemas de la educación. Este tratamiento solo las aboca a crear una sobreexpectativa (véase Fig. 9) debido a la atribución de capacidades y propiedades casi mágicas.

Sin embargo, aunque hay cierta facilidad de caer en la ilusión de que las nuevas metodologías van a cambiar radicalmente la manera de enseñar y aprender del futuro, es necesario seguir con los pies en la tierra y mantener un grado de escepticismo hacia esas promesas.



**Figura 9.** Diagrama del ciclo de sobreexpectación de Gartner sobre la visión de cómo una tecnología o innovación evolucionará en el tiempo. Accesible en [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gartner\\_Hype\\_Cycle.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gartner_Hype_Cycle.svg)

La idea de que las metodologías emergentes en la educación, fundadas en los usos de las nuevas tecnologías, pasan por diferentes períodos remite en la Curva de Gartner como el modelo que mejor explica las tendencias en educación (Adell y Castañeda, 2012). De la forma en que se plantea la Curva de Gartner en la Figura 9 se puede observar en palabras de Linden y Fenn (2003) “la primera parte de la curva de sobreexpectación está impulsada por unas expectativas infundadas creadas principalmente por los medios. La segunda parte de la curva está impulsada por mejoras en el rendimiento y el crecimiento de la adopción”.

Ante este preaviso, se considera imprescindible tomar en consideración las ventajas e inconvenientes de las metodologías que mejor se adaptan a la realización de las actividades en el ámbito de la tecnología en base a textos especializados y diferentes publicaciones en revistas sobre educación. En los siguientes epígrafes se pasa a describir cada una de estas metodologías con más detalle.

### 3.1. Aprendizaje basado en proyectos

El **Aprendizaje Basado en Proyectos** o **Project Based Learning** (PBL) es una metodología con largo recorrido en la educación (se fija su nacimiento hace 100 años con John Dewey en su enseñanza centrada en el aprendiz) pero que ha obtenido especial interés en los últimos años al poner el foco en el aprendizaje por competencias.

El eje de las actividades, en la visión actual del ABP, se conecta con la idea de elaborar un producto o resolver un problema. El fundamento en el que se sostiene esta formulación es la pedagogía constructivista según la cual los aprendizajes son más profundos y transferibles cuando los alumnos ejercen un papel activo en la resolución de un conflicto o problemática planteada (Domènech-Casal, Lope y Mora, 2019).

La neuroeducación también avala el impacto positivo en los procesos de aprendizaje con cuatro motivos principales (S.N., 2020):

1. Es un **aprendizaje contextualizado** dejando atrás el rol pasivo de los alumnos para adquirir unos contenidos. Los avances neurocientíficos demuestran que el cerebro humano atiende, procesa y ancla mejor los aprendizajes surgen de escenarios que conocen y que pueden resolver por ellos mismos.
2. El **desarrollo del pensamiento crítico y creativo** al resolver con éxito una situación determinada a partir del desarrollo de las funciones ejecutivas. Entre estas funciones destacan como principales: el **control inhibitorio** como la capacidad de eliminar o posponer la impulsividad; la **memoria de trabajo** como la función que permite almacenar, controlar y manipular información e incorporar nueva y la **flexibilidad cognitiva** como la capacidad de modificar una acción o un pensamiento cuando el resultado anterior no ha sido eficiente, nos ayuda a adaptarnos a un entorno cambiante.
3. En la **interacción social y cooperativa** al promover un objetivo común para el grupo y desarrollar competencias clave en el desarrollo de los alumnos.
4. En la **metacognición** al proporcionar al alumno un papel protagonista pasará por procesos de observación, análisis, interpretación, reflexión y resolución que dirigirán la construcción de su propio conocimiento.

En el contexto actual hay datos que demuestran que los alumnos que aprenden en el marco de proyectos son más creativos, más autónomos, más capaces de trabajar en equipo y aumenta su motivación (Sanmartí Puig y Márquez Bargalló, 2017). En esta misma publicación se cuestionan lo siguiente: “¿también son más capaces de utilizar el conocimiento científico para fundamentar la toma de decisiones en nuevas situaciones (transferir)? Y son más autónomos, pero ¿ponen en duda y reconstruyen sus ideas previas?” A estas cuestiones no se les da respuesta, pero como docentes sería de vital importancia plantearlas después de poner en práctica este tipo de metodologías.

Uno de los problemas con el ABP es la dificultad de su definición exacta ya que es utilizado en diferentes formas y aplicaciones, los autores Sanmartí Puig y Márquez Bargalló (2017) proponen unos rasgos comunes como los más relevantes:

- El proceso finaliza con una acción perpetrada por los alumnos en el entorno.
- El profesor es un facilitador, no un director.
- Se investiga para dar respuesta al problema inicial y a las dudas que van surgiendo en la realización del proyecto.
- Se parte del estudio de alguna situación o de un problema en contexto.
- Se permite a los alumnos trabajar de forma autónoma durante períodos largos de tiempo.
- Se trabaja en grupos heterogéneos, y se promueve el aprendizaje cooperativo y la reflexión.
- Se utilizan herramientas para el aprendizaje interactivo. En la actualidad se dispone de una amplia oferta de herramientas educativas TIC.

La literatura otorga al Aprendizaje Basado en Proyectos importantes **ventajas** (Martí, Heydrich, Rojas, y Hernández, 2010) (de Miguel Díaz, 2006):

- Aprenden a usar las TIC si el proyecto tiene partes enfocadas con este objetivo.
- Desarrolla las estrategias de indagación, identificación y la solución de problemas.
- Desarrolla las habilidades en investigación durante la ejecución de las actividades al presentarse diferentes dificultades.
- Desarrolla competencias en los estudiantes que acarrea en un aumento en el nivel de conocimientos y habilidades en un área específica.
- Incrementa las capacidades de análisis y síntesis al promover que los alumnos piensen y actúen en el entorno de desarrollo del proyecto.
- Integra diversas disciplinas del conocimiento de una manera dinámica.
- Mejora la habilidad para identificar las fortalezas y debilidades individuales y grupales.
- Mejora la motivación a aprender al basarse en la propia experiencia.

Entre los principales **inconvenientes** al aplicar el ABP cabe señalar los siguientes:

- Dificultades en la aplicación si lo estudiantes carecen de conocimientos o experiencias relacionadas con los contenidos sobre los que se va a desarrollar las actividades.
- Es difícil aplicar esta metodología ante estudiantes con baja motivación al trabajo o con experiencias negativas en el rendimiento académico.

- La evaluación es compleja con cierto toque subjetivo, para evaluar la subjetividad con una herramienta objetiva se utilizan las rúbricas.
- La rígida organización horaria del centro y de las asignaturas que forman parte del proyecto.
- Posibilidad de que el trabajo en equipo no funcione en algún grupo por diferentes ritmos de trabajo, motivaciones o afinidades.
- Requiere de mayor esfuerzo diario de manera conjunta e individual.

Para llegar al éxito en la implantación de esta metodología es necesario marcar una serie de hitos que sitúa al alumno en el centro del proceso de aprendizaje al entrar en juego el intercambio de ideas, la creatividad, la colaboración y la autoevaluación (véase la Fig. 10).



Figura 10. Cómo se debe aplicar el ABP paso a paso en el aula de Tecnología. Imagen obtenida de <https://www.aulaplaneta.com/2015/02/04/recursos-tic/como-aplicar-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-en-diez-pasos/>

Entre las etapas que conforman la metodología en base a lo expuesto en la figura anterior se establecen los siguientes puntos principales (Servicio de Formación en Red. INTEF, 2015):

- Primera Fase de lanzamiento del proyecto de forma que despierte el interés y la motivación de los alumnos, generando la necesidad de investigar cómo resolver el problema a partir de una pregunta que los guiará durante todo el recorrido.
- Segunda Fase en el que se crean los grupos de trabajo, se planifica el proyecto, se organizan los materiales y herramientas. En esta fase también se muestra la forma en que serán evaluados.
- Tercera Fase en la que los alumnos investigan y buscan información para contestar a la pregunta.

- Cuarta Fase entra en el momento de trabajo práctico en el aula – taller, en el que deberán aplicar el conocimiento que han adquirido en la parte teórica de clase y en sus indagaciones. Esta fase será extensa lo que les permitirá desarrollar las competencias y conseguir nuevas habilidades.
- Quinta Fase se pasa a presentar el producto final a partir de una memoria técnica, una presentación y/o un vídeo para difundirlo al resto del grupo.
- Sexta Fase se hará una reflexión final sobre lo que se ha aprendido y se autoevaluarán de manera individual y grupal.

### 3.2. Aprendizaje cooperativo

El **Aprendizaje Cooperativo** se entiende como un enfoque interactivo de la enseñanza en el que los alumnos se hacen responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros con el objetivo de alcanzar unas metas o incentivos propuestos. Por lo tanto, el alumno busca un resultado que sea beneficioso para sí mismo y para todos los demás con los que está vinculado su trabajo. Cualquier tarea de cualquier plan de estudios para cualquier edad de los estudiantes se puede hacer de forma cooperativa.

Bajo la perspectiva de Johnson y Johnson (2014) existen **cuatro tipos de aprendizaje cooperativo: el aprendizaje cooperativo formal, el aprendizaje cooperativo informal, los grupos cooperativos de base y la controversia constructiva**. Los grupos de aprendizaje cooperativo pueden utilizarse para enseñar contenidos específicos (grupos formales de aprendizaje cooperativo), para asegurar el procesamiento cognitivo activo de la información durante una clase (grupos informales de aprendizaje cooperativo) y para proporcionar apoyo y asistencia a largo plazo para el progreso académico (grupos cooperativos de base). Además, la cooperación implica conflictos intelectuales conocidos como controversias constructivas.

En cuanto al **aprendizaje formal** (Johnson y Johnson, 2014) consiste en que los alumnos trabajen juntos, durante varias semanas, para alcanzar objetivos de aprendizaje mutuos y completar conjuntamente tareas específicas (como resolver un conjunto de problemas, completar una unidad curricular, escribir un informe o un tema, realizar un experimento o leer una historia, una obra de teatro, un capítulo o un libro). Cualquier requisito o tarea del curso puede reestructurarse para que sea cooperativa. En los grupos formales de aprendizaje cooperativo el docente:

1. Especifica los objetivos de la lección (uno académico y otro de habilidades sociales).
2. Toma una serie de decisiones sobre cómo estructurar los grupos de aprendizaje (qué tamaño de grupos, cómo se asignan los estudiantes a los grupos, qué roles asignar, cómo organizar los materiales y cómo organizar el aula).
3. Enseña los conceptos, principios y estrategias académicas que los alumnos deben dominar y aplicar, y explica (a) la tarea que debe realizarse, (b) los criterios de éxito, (c)

la interdependencia positiva, (d) la responsabilidad individual y (e) los comportamientos esperados de los alumnos.

4. Supervisa el funcionamiento de los grupos de aprendizaje y las intervenciones para (a) enseñar habilidades de colaboración y (b) proporcionar ayuda en el aprendizaje académico cuando sea necesario.
5. Evalúa el rendimiento de los estudiantes en función de los criterios de excelencia preestablecidos y se asegura de que los grupos procesen la eficacia con la que los miembros han trabajado juntos.

El **aprendizaje cooperativo informal** (Johnson y Johnson, 2014) consiste en que los alumnos trabajen juntos para alcanzar un objetivo de aprendizaje conjunto en grupos temporales y ad hoc que duran desde unos minutos hasta un periodo de clase. Durante una clase o una demostración, puede utilizarse para centrar la atención de los alumnos en el material que se va a aprender, crear un ambiente propicio para el aprendizaje, ayudar a establecer las expectativas sobre lo que se va a tratar en una sesión de clase, garantizar que los alumnos procesen cognitivamente el material que se está enseñando y proporcionar un cierre a una sesión.

Los **grupos cooperativos de base** (Johnson y Johnson, 2014) son grupos heterogéneos de aprendizaje cooperativo de larga duración con miembros estables en los que los estudiantes se proporcionan mutuamente apoyo, estímulo y ayuda para progresar académicamente (asistir a clase, completar todas las tareas, aprender). También se ayudan mutuamente a desarrollarse cognitivamente y socialmente de forma saludable, y se responsabilizan unos a otros de esforzarse por aprender.

La **controversia constructiva** (Johnson y Johnson, 2007, 2014) existe cuando las ideas, opiniones, información, teorías o conclusiones de una persona son incompatibles con las de otra, y ambas tratan de llegar a un acuerdo. Uno de los aspectos centrales de la promoción del éxito de los individuos es el desacuerdo y el aumento entre los miembros de los grupos cooperativos cuando tienen que tomar una decisión o llegar a un acuerdo.

Los **beneficios** que se le atribuyen a esta metodología, en referencia a lo descrito por de Miguel Díaz (2006) y Johnson y Johnson (2014), principalmente se pueden resumir en motivación al logro, relaciones interpersonales positivas y mejor adaptación psicológica. A partir de ellos se pueden enumerar las siguientes ventajas:

- Trabajar en equipo para alcanzar una meta conjunta produce mejor rendimiento y es más productivo que hacerlo de forma competitiva o individual.
- Genera niveles más altos de razonamiento, mayor frecuencia de generación de nuevas ideas y soluciones, y mayor transferencia en lo aprendido a otras situaciones.
- Se aprenden competencias sociales como la comunicación o la resolución de conflictos.

- El sentimiento de grupo hace las relaciones más positivas, disminuyendo el absentismo y aumentando el sentimiento de responsabilidad personal hacia el resto.
- Aumenta la disposición a realizar tareas difíciles, al mejorar la motivación y la persistencia para alcanzar los objetivos.
- Mejorar la confianza en sí mismo, la autonomía y la independencia al trabajar en grupos que se respetan mutuamente y se preocupan por el éxito y bienestar individual y del conjunto.

También es necesario hablar de las **dificultades o inconvenientes** que se pueden producir al aplicar este tipo de metodologías (de Miguel Díaz, 2006):

- Requiere de una participación de todos los miembros del grupo, algo que resulta complicado de alcanzar por las diferentes motivaciones de los alumnos.
- Es necesario la constancia y la paciencia por parte del profesor en las fases iniciales al ser una metodología a la que no suele estar acostumbrados.
- Debe haber una gran confianza por parte del profesor en que los alumnos son capaces de organizarse y trabajar de manera autónoma y responsable.

Por último, es necesario resaltar, dentro de los tipos de aprendizaje cooperativo descritos, debido a las actividades que se van a proponer, los más enfocados a los objetivos del presente TFM es el aprendizaje cooperativo formal y, por su propia aplicación, las controversias constructivas en momentos puntuales, aunque en el devenir de las clases se podría introducir el aprendizaje cooperativo informal e inducir a los alumnos hacia las controversias constructivas en un planteamiento con dos posiciones contrarias.

### 3.3. Aprendizaje basado en la investigación

El **Aprendizaje Basado en Investigación (ABI)** o **Research-Based Learning (RBL)** ha surgido como una forma de acercar el método científico a la educación, principalmente la universitaria, debido a la falta de competencias en este ámbito de los estudiantes.

Para visualizar la integración de esta metodología en la docencia, los autores Peñaherrera, Chiliza, y Ortiz (2014), a partir del marco creado por Healey y Jenkis (2009), han identificado cuatro tipos de cómo integrar la investigación en la docencia:

- Enseñanza guiada por la investigación (Research-led): se centra en los contenidos de la disciplina.
- Enseñanza orientada a la investigación (Research-oriented): el alumno aprende sobre cómo es el proceso de investigación.
- Enseñanza basada en la investigación (Research-based): el alumno actúa como investigador aprendiendo las habilidades asociadas.

- Aprendizaje basado en la indagación (Inquiry-Based Learning): se trata de conectar el aprendizaje del alumno al contexto de un problema.

En el artículo de Abril, Ariza, Quezada y García (2013) sobre las creencias del profesorado en el Aprendizaje por Investigación destacan que la Unión Europea ha reconocido al **Aprendizaje Basado en Indagación** (IBL) como el más propicio para la enseñanza de matemáticas y ciencias dentro del programa Horizon 2020. Además, se hace referencia a haber mostrado beneficios sobre la motivación de los estudiantes, el desarrollo de competencias matemáticas y científico – tecnológicas y a la comprensión de los conceptos fundamentales.

Se considera al IBL como una forma de aprender y enseñar que incita a los estudiantes a trabajar en los proyectos como si fueran científicos. Para desarrollar actividades envueltas por el IBL es necesario que los estudiantes revisen sus conocimientos previos, que estructuren el problema en trozos más simples, que observen, midan, clasifiquen, cuantifiquen, que controlen las variables, que experimenten, que visualicen, descubran relaciones y conexiones, y que sepan comunicarlas de manera escrita u oral de forma correcta.

Para el IBL también surgen varias definiciones, aunque en común tienen que se centra en investigar a partir de una pregunta o duda, por lo que su integración en el ABP resulta interesante para alcanzar un fin común, la construcción de conocimiento y el desarrollo de las competencias de los alumnos. Los diferentes interpretaciones de esta metodología se resumen en lo expuesto por Sáez y San José (2021) en un artículo para la revista valUE de la Universidad Europea de Madrid:

- Enfoques centrados en el estudiante para el aprendizaje y la enseñanza, que son impulsados por la inquietud o la investigación.
- Enseñanza que comienza presentando a los estudiantes un reto específico, como puede ser la interpretación de datos experimentales, análisis de un caso o la resolución de un problema complejo real.
- Enseñanza en la cual un tipo de problema o tarea sirve de motor para el estudiante, para que participe y se comprometa.
- Una serie de acciones que motivan al estudiante a aprender a través de investigaciones ejecutadas por ellos mismos y orientadas por el profesor, en base a preguntas realizadas por ellos mismos.

Khalaf y Zin (2018) hacen una revisión crítica de los estudios empíricos en la literatura entre 2002 y 2017 con el objetivo de identificar las **ventajas y las desventajas del método IBL** frente a la metodología tradicional estableciendo unos criterios pedagógicos para el uso de estos modelos como se expone en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Criterios pedagógicos para la elección de un método de enseñanza – aprendizaje. Realizado a partir del estudio de Khalaf y Zin (2018).

DESCRIPCIÓN	METODOLOGÍA TRADICIONAL	IBL
<b>Perspectiva Teórica</b>	Conductismo	Constructivismo
<b>Rol del profesor</b>	Instructor	Guía o facilitador
<b>Nivel de conocimiento</b>	Conocimiento limitado	Desarrollo del conocimiento
<b>Competencias</b>	Competencias limitadas	Desarrollo de competencias
<b>Nivel de confianza</b>	Baja confianza	Alta confianza
<b>Motivación</b>	Alta motivación	Baja motivación
<b>Desempeño</b>	Bajo desempeño	Alto desempeño

A esta metodología se le presumen varias **ventajas** que complementan las ya mencionadas por el uso del ABP y el Aprendizaje Cooperativo. A partir del artículo de Guido (2017) en la web de educación Prodigy y del artículo de Khalaf y Zin (2018) se resaltan los beneficios que aporta el desarrollar la metodología IBL:

- Es un método que permite ser usado como calentamiento al inicio de la clase para **preparar al cerebro** a aprender. Se busca lanzar una actividad o cuestión para que la emoción **sorpresa emerja para llevarlos hacia la curiosidad**.
- Permite el **refuerzo de los contenidos** del plan de estudios y mejorar la comprensión de los conceptos básicos. Estos se debe al efecto que genera la emoción **curiosidad** en el cerebro.
- Promueve una **compresión más profunda de los contenidos** al permitir que el alumno entienda cómo se desarrolló la idea, por qué funciona o cuando pueden aplicar esa idea.
- Ayuda a que el **aprendizaje sea un proceso gratificante**, lo que permite a los alumnos disfrutar del aprendizaje en sí mismo y no por la aprobación externa.
- **Desarrolla la iniciativa y habilidades** como aprender a hacer preguntas, investigar, discutir, colaborar, cooperar y sacar sus propias conclusiones.
- Tiene una **alta capacidad de flexibilidad** sin importar el nivel de habilidad de los alumnos.
- Permite **utilizar diferentes estrategias didácticas** amoldándose a los diversos estilos de aprendizaje de los alumnos. Permite trabajar solos o en grupos pequeños o grandes

con una interacción guiada, proporcionando contenidos o dejando vía libre en la búsqueda.

Como ocurre con todos los procesos de aprendizaje, existen limitaciones debido a su naturaleza específica. Flick (2006) identifica que los estudiantes que participan en el aprendizaje basado en la investigación están esencialmente "aprendiendo a aprender".

El proceso de IBL puede ser particularmente difícil para **los alumnos de bajo rendimiento**, ya que pueden estar trabajando desde una base limitada de conocimientos previos y tener una falta de autodisciplina. Los estudiantes deben convertirse en aprendices activos durante IBL y los estudiantes con falta de autodisciplina pueden tener grandes dificultades.

Al realizar una investigación basada en la indagación, los profesores deben estar muy preparados para satisfacer las necesidades de los estudiantes, que implica una **gran cantidad de tiempo de preparación y planificación. Evaluar a los estudiantes** que están llevando a cabo IBL puede ser **muy difícil**, ya que todos los estudiantes pueden llevar sus indagaciones a nuevos lugares e ir más allá de los requisitos esperados. Es esencial que los estudiantes reciban una **rúbrica que pueda guiar su aprendizaje**.

---

# CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

---

En este capítulo se va a presentar los objetivos, las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación, que vienen marcados por la ley educativa a nivel estatal y autonómico, para el desarrollo del grueso del TFM . Así como a desarrollar las actividades que forman parte del proyecto “Sácame de este planeta” para los alumnos de **tercero de la ESO** en la asignatura de **Tecnología** que contará con aspectos transversales a las asignaturas llamadas STEAM como Matemáticas, Física y Química y Educación Plástica y Visual.

Es preciso subrayar que las actividades que se van a proponer forman parte de la etapa de diseño de un ABP que comporta la selección del tema, establecer el anclaje sobre el currículo y su evaluación, diseñar el reto para activar la curiosidad en el alumnado y, por último, pasar a la presentación y difusión del proyecto.

Por último, cabe precisar que este capítulo da **respuesta a las cinco últimas preguntas** que se han propuesto como los objetivos a alcanzar.

## 4.1. Contextualización

El contexto en el que este proyecto tiene cabida es un centro educativo situado en un barrio obrero a las afueras de la **localidad de Valladolid**. La morfología geográfica del mismo es bastante anárquica, con calles estrechas y una alta predominancia de casas molineras antiguas y edificios de baja altura.

Al tratarse de un barrio eminentemente obrero, el contexto socioeconómico más abundante en la zona en la que se ubica el centro educativo es el medio-bajo. Los hijos de estas familias son en su **mayoría trabajadores poco cualificados** y con un **nivel cultural medio o medio-bajo**. Todas estas circunstancias contextuales provocan que dentro de una zona bastante cercana al centro educativo convivan personas con un rango extenso de realidades sociales que se ven reflejadas en el alumnado.

Conviene añadir que en este centro la educación es continuada, desde educación secundaria hasta bachillerato, por lo que la mayor parte del alumnado ya ha creado vínculos de amistad en los cursos previos. El curso en el que se centra el proyecto es **tercero de la ESO** en la asignatura de Tecnología que cuenta con 3 horas semanales en su programación. El perfil del estudiante es el de interés por la tecnología desde el punto de vista del entretenimiento al

usar diferentes dispositivos para juegos online, ver series o películas y para las relaciones sociales a través de plataformas como Tik Tok o Switch.

Para la realización del proyecto se requieren una serie de **conocimientos previos** que se les presupone a los alumnos al haber superado el segundo curso de la etapa secundaria. Entre ellos cabe destacar su relación con las medidas y las unidades en el Sistema Internacional, cierta experiencia en el trabajo de laboratorio de física, la relación entre velocidad y desplazamiento al mismo tiempo que son capaces de construir gráficas posición – tiempo para cálculos sencillos. En cuanto a la competencia matemática se espera que tengan cierta relación con los conceptos de variable estadística, medidas de dispersión y la organización de datos en diferentes formatos.

## 4.2. Metodologías

La metodología propuesta es fundamentalmente activa y participativa con el uso, principalmente, de la metodología **ABP** junto a **AC** al encontrar sinergias entre ambas. Estas metodologías favorecen tanto el trabajo individual como el cooperativo para llevarlos al logro de los objetivos que se proponen en el siguiente epígrafe, así como al desarrollo de las competencias de etapa.

Ambas jugarán el papel de eje vertebrador del proyecto desde el primer instante al agrupar a los alumnos y asignarles un rol que le establecerá una serie de responsabilidades durante todo el proyecto. Asimismo, con este enfoque se asegura el proporcionar una orientación multidisciplinar del proyecto al aunar diferentes materias que configuran los saberes STEAM.

Además, para mejorar la relación de los alumnos con la ciencia y el trabajo científico se ha considerado necesario la inclusión del **Aprendizaje Basado en Indagación** en el que será necesario que observen, midan, experimenten, cuantifiquen y se descubran las relaciones entre variables durante el proceso.

## 4.3. Objetivos

Se va a presentar una descripción precisa sobre los objetivos que se han de conseguir a partir de la declaración de intenciones que se realizó en el Capítulo 1 de Introducción y, a lo que versan los diferentes documentos legislativos que rigen la educación.

En primer lugar, se describen los objetivos de etapa de Educación Secundaria Obligatoria que están suscritos al art. 11 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre donde se hace énfasis en el desarrollo integral del alumno para su vida educativa, social y familiar.

Posteriormente, se hará una revisión de los objetivos de la asignatura de Tecnología en la ESO que aparecen en la Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, que vertebran las

competencias y los contenidos que se van a fomentar con la instauración del proyecto en cuestión.

Por último, se entrará en detalle en los objetivos específicos que se marcan para guiar el buen desarrollo del TFM y la consecución de unos aprendizajes, establecidos por la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, necesarios para el desarrollo integral del alumno.

#### 4.3.1. Objetivos de etapa

Entre los fines de la Educación Secundaria Obligatoria está el **desarrollo de elementos básicos** de los saberes humanísticos, artísticos, científicos y tecnológicos, la mejora de los **hábitos hacia el trabajo y el estudio** y, la contribución a la mejora de las **capacidades** establecidas en el artículo 11 Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, para un desarrollo integral del alumno con los siguientes **objetivos generales**:

- a. **Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos** en el respeto a las demás personas, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- b. **Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo** como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- c. **Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos.** Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.
- d. **Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás**, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos
- e. **Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información** para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.
- f. **Concebir el conocimiento científico como un saber integrado**, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

- g. **Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en su persona**, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
- h. **Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito**, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.
- i. **Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras** de manera apropiada.
- j. **Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia** propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural
- k. **Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros**, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.
- l. **Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas**, utilizando diversos medios de expresión y representación.

#### 4.3.2. Objetivos de la asignatura

La ley educativa LOE del 2006 en el Anexo II del Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, establece unos **objetivos finales para la asignatura de Tecnología** que son los siguientes:

1. **Abordar** con autonomía y creatividad, individualmente y en grupo, **problemas tecnológicos** trabajando de forma ordenada y metódica para estudiar el problema, recopilar y seleccionar información procedente de distintas fuentes, elaborar la documentación pertinente, concebir, diseñar, planificar y construir objetos o sistemas que resuelvan el problema estudiado y evaluar su idoneidad desde distintos puntos de vista.
2. **Disponer de destrezas** técnicas y conocimientos suficientes para el **análisis**, intervención, **diseño**, elaboración y **manipulación** de forma segura y precisa de **materiales, objetos y sistemas tecnológicos**.
3. **Analizar los objetos y sistemas** técnicos para comprender su funcionamiento, conocer sus elementos y las funciones que realizan, aprender la mejor forma de

usarlos y controlarlos y entender las condiciones fundamentales que han intervenido en su diseño y construcción.

4. **Expresar y comunicar ideas y soluciones técnicas**, así como explorar su viabilidad y alcance utilizando los medios tecnológicos, recursos gráficos, la simbología y el vocabulario adecuados.
5. Adoptar actitudes favorables a la resolución de problemas técnicos, desarrollando **interés y curiosidad hacia la actividad tecnológica**, analizando y valorando críticamente la investigación y el desarrollo tecnológico y su influencia en la sociedad, en el medio ambiente, en la salud y en el bienestar personal y colectivo.
6. Comprender las funciones de los componentes físicos de un ordenador, así como su funcionamiento y formas de conectarlos. **Manejar con soltura aplicaciones informáticas** que permitan buscar, almacenar, organizar, manipular, recuperar y presentar información, empleando de forma habitual las redes de comunicación.
7. **Asumir de forma crítica y activa el avance y la aparición de nuevas tecnologías**, incorporándolas al quehacer cotidiano.
8. **Actuar de forma dialogante, flexible y responsable en el trabajo en equipo**, en la búsqueda de soluciones, en la toma de decisiones y en la ejecución de las tareas encomendadas con actitud de respeto, cooperación, tolerancia y solidaridad.

#### 4.3.3. Objetivos específicos

En consecuencia, los **objetivos** que se pretenden alcanzar con la implementación de actividades bajo el paraguas de un proyecto global con el **uso de metodología activas** como el **Aprendizaje Basado en Proyectos, el Aprendizaje Colaborativo y el Aprendizaje Basado en la Investigación** son los siguientes:

- Aprender a evaluar y coevaluar el propio trabajo y el desempeño de los compañeros.
- Aumentar el compromiso con la asignatura y con las tareas a realizar.
- Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo.
- Desarrollar la capacidad para reciclar y reutilizar materiales de uso cotidiano.
- Favorecer el desarrollo de las competencias clave de etapa.
- Favorecer un aprendizaje que integre diferentes saberes del currículo de etapa.
- Fortalecer la confianza en sí mismo.
- Identificar las fortalezas y debilidades y tomar las medidas necesarias para seguir mejorando.
- Mejorar el conocimiento y habilidades en el uso de las herramientas del taller.

- Mejorar el conocimiento y habilidades en el uso de software y las TIC.
- Mejorar las habilidades para afrontar y resolver problemas, así como tareas complejas a partir de partes más sencillas.
- Promover la responsabilidad por el trabajo individual y en equipo.

#### 4.4. Competencias

El desarrollo del **aprendizaje por competencias** surge de la necesidad de la educación por remar en la misma dirección en la que lo está haciendo la sociedad y las empresas (véase Fig.11), provocando un nuevo paradigma para el S.XXI entre el sistema productivo y el educativo.

La definición inicial de competencia tiene alrededor un marcado carácter profesional con una visión con cierta atomización del individuo, casi a tratarlo de forma aislada, aunque más tarde, se evolucionó a un concepto más holístico dando cuenta de su carácter complejo por la inclusión de diferentes saberes y conocimientos que se muestran en la acción.



**Figura 11.** Cambios en las características de la sociedad industrial y la sociedad del conocimiento. Realizado a partir del artículo *Aprendizaje cooperativo y desarrollo de competencias* de Gil et al (2007).

Una de las designaciones más utilizadas y aceptadas es la propuesta por DeSeCo (2002) que concreta competencia como "Capacidad de responder a demandas complejas y realizar tareas diversas de forma adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz".

Para Sarramona et al. (2005) resulta imprescindible ser competente para llegar a un buen desempeño del individuo en el ámbito social, laboral y educativo, afirmando que "ser competente es más que ser hábil o experto, es ser cada vez más capaz de participar eficazmente y de forma responsable en la vida social, utilizando todos los recursos y resortes aprendidos y desarrollados a lo largo de la vida". Por tanto, se considera esencial la capacidad

de adaptarse y de ser eficiente con los recursos disponibles por encima de desarrollar una especialización.

Sumergidos en la cuarta revolución industrial el desarrollo de competencias cobra especial relevancia debido a que vivimos en una sociedad volátil, incierta, compleja y ambigua que nos aboca a cambios en la forma en la que aprendemos. En palabras de Delors (1996) “Ya no basta con que cada individuo acumule al comienzo de su vida una reserva de conocimientos a la que podrá recurrir después sin límites. Sobre todo, debe estar en condiciones de aprovechar y utilizar durante la vida cada oportunidad que se le presente de actualizar, profundizar y enriquecer ese primer saber y de adaptarse a un mundo en permanente cambio”, es decir, la competencia de aprender a aprender cobra especial relevancia teniendo en cuenta una sociedad líquida como es definida por el brillante sociólogo y filósofo Zygmunt Bauman en su libro “Modernidad líquida”.

Las competencias clave deben estar integradas en las áreas o materias de las propuestas curriculares, y en ellas definirse, explicitarse y desarrollarse suficientemente los resultados de aprendizaje que los alumnos deben conseguir.

La definición de competencia que aparece en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, es la siguiente: “Competencia es la capacidad de poner en práctica de forma integrada, en contextos y situaciones diferentes, los conocimientos, las habilidades y las actitudes personales adquiridos. Las competencias tienen tres componentes: un **saber** (un contenido), un **saber hacer** (un procedimiento, una habilidad, una destreza, etc.) y un **saber ser o saber estar** (una actitud determinada)”. Y tienen las características siguientes:

- Promueven el **desarrollo de capacidades**, más que la asimilación de contenidos, aunque estos están siempre presentes a la hora de concretar los aprendizajes.
- Tienen en cuenta el **carácter aplicativo de los aprendizajes**, ya que se entiende que una persona “competente” es aquella capaz de resolver los problemas propios de su ámbito de actuación.
- Se basan en su **carácter dinámico**, puesto que se desarrollan de manera progresiva y pueden ser adquiridas en situaciones e instituciones formativas diferentes.
- Tienen un **carácter interdisciplinar y transversal**, puesto que integran aprendizajes procedentes de distintas disciplinas.
- Son un punto de encuentro entre **la calidad y la equidad**, por cuanto que pretenden garantizar una educación que dé respuesta a las necesidades reales de nuestra época (calidad) y que sirva de base común a todos los ciudadanos (equidad).

Conviene destacar que todas las áreas o materias del currículo deben participar, desde su ámbito correspondiente, en el desarrollo de las distintas **competencias clave** establecidas en el currículo del art. 2 de la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero:

- a. **Competencia en Comunicación lingüística (CCL):** es el resultado de la acción comunicativa dentro de prácticas sociales determinadas, en las cuales el individuo actúa con otros interlocutores y a través de textos en múltiples modalidades, formatos y soportes (véase Fig. 12).



Figura 12. El saber hacer y saber ser como partes importantes para la CCL en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/liguistica.html>

- b. **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):**
- En una sociedad donde el impacto de las matemáticas, las ciencias y las tecnologías es determinante, la consecución y sostenibilidad del bienestar social exige conductas y toma de decisiones personales estrechamente vinculadas a la capacidad crítica y visión razonada y razonable de las personas. Esta competencia está aglutinada dos competencias esenciales: la **competencia matemática** que implica la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto y las **competencias básicas en ciencia y tecnología** son aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde acciones, tanto individuales como colectivas. Estas competencias contribuyen al desarrollo

del pensamiento científico, pues incluyen la aplicación de los métodos propios de la racionalidad científica y las destrezas tecnológicas (véase Fig. 13).



Figura 13. El saber hacer y saber ser como partes importantes para la CMCT en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/ciencias.html>

- c. **Competencia digital (CD):** es aquella que implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el uso del tiempo libre, la inclusión y participación en la sociedad. Esto conlleva el conocimiento de las principales aplicaciones informáticas. Supone también el acceso a las fuentes y el procesamiento de la información, como al desarrollo de diversas destrezas relacionadas con el acceso a la información, el procesamiento y uso para la comunicación, la creación de contenidos, la seguridad y la resolución de problemas (véase Fig. 14).



Figura 14. El saber hacer como parte imprescindible para la CD en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/digital.html>

- d. **Competencia para Aprender a Aprender (CAA):** requiere conocer y controlar los propios procesos de aprendizaje para ajustarlos a los tiempos y las demandas de las tareas y actividades que conducen a un aprendizaje cada vez más eficaz y autónomo. Esta competencia incluye una serie de destrezas que requieren la reflexión y la toma de conciencia de los propios procesos de aprendizaje (véase Fig. 15).



Figura 15. El saber ser como parte imprescindible para la CAA en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/aprende.html>

- e. **Competencias sociales y cívicas (CSC):** Conllevan la habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad, entendida desde las diferentes perspectivas, en su concepción dinámica, cambiante y compleja, para interpretar fenómenos y problemas sociales (véase Fig. 16).



Figura 16. El saber ser y el saber hacer como partes imprescindibles para la CSC en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/social-civica.html>

- f. **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIE):** Capacidad para adquirir y aplicar una serie de valores y actitudes, y de elegir con criterio propio, transformando las ideas en acciones (véase Fig. 17).

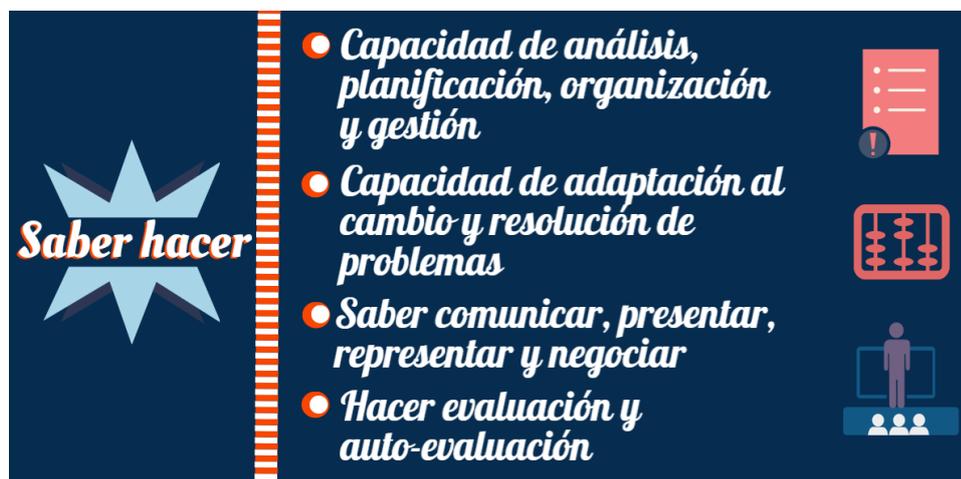


Figura 17. El saber hacer como parte imprescindible para la SIE en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/i.html>

- g. **Conciencia y expresiones culturales (CEC):** implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico, con una actitud abierta y respetuosa, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute personal y considerarlas como parte de la riqueza y patrimonio de los pueblos (véase Fig. 18).



Figura 18. El saber hacer como parte imprescindible para la CEC en las actividades de la ESO. Imagen obtenida de <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave/cultura.html>

Cabe señalar que las competencias que, en este momento, se definen como esenciales mañana ya no lo serán, pasando del “saber” y el “saber hacer” al “saber estar” y “saber ser” (Echeverría y Martínez, 2018). Los resultados obtenidos por el informe realizado por el Foro Económico Mundial (WEF, 2016) revelan la importancia de competencias como la inteligencia emocional, la flexibilidad cognitiva por encima de la creatividad y la capacidad de coordinación por encima de la capacidad de negociación.

En la **Tabla 3** se muestra un cuadro resumen de la **relación entre los objetivos de la asignatura de Tecnología, los objetivos de etapa en la ESO y las competencias clave** que se han de desarrollar por cada una de las materias que forman parte del currículo. De esta forma, se prepara el terreno para tener una primera idea sobre cómo un buen desempeño en las actividades que se proponen en este TFM va a permitir alcanzar los objetivos y las competencias expuestos en este epígrafe.

Tabla 3. Relación entre los objetivos de Tecnología, los objetivos de etapa en la ESO y las competencias clave de la educación. Realizado a partir del Cuadro 2 de Cervera et al. (2010).

Objetivos Tecnología	Objetivos de la ESO <sup>5</sup>	Competencias clave
<b>Abordar problemas tecnológicos</b>	b, e, f, g, h	CCL; CMCT; CD; CAA; CSC; SIE; CEC
<b>Disponer de destrezas para análisis, diseño y manipulación</b>	e, f, h	CCL; CMCT; CD

<sup>5</sup> Las letras indicadas en la columna corresponden con los objetivos de la etapa presentados en el apartado 4.1.1. Objetivos de etapa.

<b>Analizar objetos y sistemas para comprender su función</b>	e, f, h	CCL; CMCT; CD
<b>Expresar y explorar ideas y soluciones técnicas</b>	e, f, h	CCL; CMCT; CD
<b>Interés y actitud crítica hacia la actividad tecnológica</b>	f, g, h, k	CCL; CSC
<b>Comprender el funcionamiento del ordenador</b>	e	CD
<b>Asumir de forma crítica y activa las nuevas tecnologías</b>	e	CD; CSC
<b>Actuar de forma responsable, flexible y responsable en el trabajo en equipo</b>	a, b, c, g	CCL; CSC; CAA; SIE

#### 4.5. Contenidos

Los contenidos están circunscritos a lo establecido en el ámbito estatal por el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato y, en el contexto autonómico de Castilla y León a la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

En la Tabla 4 se muestran los bloques de los que consta la asignatura de Tecnología en el primer ciclo de la ESO que se corresponde al primer y tercer curso, ya que en el segundo curso no se oferta.

**Tabla 4.** Los cinco bloques y definición en los que se organiza la asignatura de Tecnología en 3º de la ESO a partir de la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo.

Bloques		Definición
<b>1</b>	Proceso de resolución de problemas tecnológicos	Trata el desarrollo de habilidades y métodos que permiten avanzar desde la identificación y formulación de un problema técnico hasta su solución constructiva.  Los contenidos correspondientes a este bloque son el eje vertebrador del resto de contenidos de la materia. Se abordan

		desde el inicio del curso y de forma transversal.
2	Expresión y comunicación técnica	<p>Estas técnicas son necesarias en la actividad tecnológica, ya que el dibujo facilita. Por ello se introducirán al principio de curso como herramienta necesaria para desarrollar un proyecto técnico.</p> <p>En este proceso evolutivo se debe incorporar el uso de herramientas informáticas en la elaboración de los documentos del proyecto técnico.</p>
3	Materiales de uso técnico	<p>Se recogen aquí características, propiedades y aplicaciones fundamentales de los materiales industriales más comunes, así como las técnicas, las herramientas y las máquinas necesarias para su transformación en objetos.</p> <p>Así como a comportamientos relacionados con el trabajo cooperativo en equipo y hábitos de seguridad y salud.</p>
4	Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas	<p>Pretende formar al alumnado en el conocimiento de las fuerzas que soporta una estructura y los esfuerzos a los que están sometidos los elementos.</p> <p>Los alumnos deben conocer e interactuar con los fenómenos y dispositivos asociados a la forma de energía más utilizada en las máquinas y sistemas: la electricidad</p>
5	Tecnologías de la Información y la Comunicación	<p>El trabajo de este bloque de contenidos va dirigido fundamentalmente hacia la búsqueda de información y la comunicación, por lo que se trata de contenidos principalmente procedimentales.</p> <p>Las búsquedas han de ser muy dirigidas al inicio, aumentando progresivamente el grado de autonomía del alumnado.</p> <p>Prepara al alumnado para desenvolverse en un marco adaptativo; más allá de una simple alfabetización digital centrada en el manejo de herramientas.</p>

Para el **desarrollo de las actividades** se va a utilizar como elemento vertebrador la **metodología ABP junto a el AC**. El uso de esta metodología confiere la posibilidad de utilizar la **transversalidad de los conocimientos** de otras materias, para que el alumno desarrolle la capacidad de **conectar puntos comunes y reflexionar**, con el objetivo de difuminar la situación actual de las asignaturas como compartimentos estancos e inconexos.

Una situación que Andreas Schleicher, director del área de Educación de la OCDE, en la entrevista realizada por El País (Zafra, 18 de junio de 2021) pone de manifiesto al criticar la extensión y la falta de profundidad en los conocimientos en el sistema educativo español. No es el único en visualizar el problema, para Ainara Zubillaga directora de Educación de la Fundación Cotec, los alumnos entre los 13 y los 14 años sufren una desconexión con el instituto y pierden la motivación y el entusiasmo por acudir a clase debido a que los alumnos no ven la conexión entre lo que estudian y sus vidas (Zafra, 13 de junio de 2021).

Al realizar una revisión de los contenidos de las asignaturas dentro de la ORDEN EDU/362/2015, que forman el currículo de tercero de la ESO, existen varios bloques de contenidos que, a priori, resultan de especial interés para un proyecto centrado en la tecnología aeroespacial como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Relación de asignaturas y bloques que engloban contenidos, competencias y metodologías compartidas con las actividades del proyecto de tecnología aeroespacial.

ASIGNATURA	BLOQUES
<b>Matemáticas</b>	Bloque 1: Procesos, métodos y actitudes en matemáticas Bloque 5: Estadística y Probabilidad
<b>Física y Química</b>	Bloque 1: Actividad científica Bloque 3: El movimiento y las fuerzas Bloque 4: La energía
<b>Educación Plástica y Visual</b>	Bloque 1: Expresión Plástica Bloque 2: Comunicación Audiovisual Bloque 3: Dibujo Técnico
<b>Geografía e Historia</b>	Bloque 2: Actividad económica y espacio geográfico Bloque 3: Transformaciones y desequilibrios en el mundo actual

En los siguientes párrafos se va a desgarnar la conexión interdisciplinar de cada uno de los bloques de las materias STEAM y de las Humanidades en Geografía e Historia que permiten la preparación de clases o actividades de manera integrada entre la asignatura de Tecnología y el resto de asignaturas durante el primer trimestre del curso aunque el carácter global del proyecto permitirá la propuesta de otras actividades que podrán ser realizadas en los trimestres siguientes.

#### 4.5.1. Matemáticas

Las matemáticas tienen un carácter aglutinador, universal y riguroso, y a la vez, pragmático y aplicable al resto de ciencias y situaciones del ámbito cotidiano por lo que hace

de ella una disciplina imprescindible. Estas características le otorgan un gran valor como instrumento que es necesario explotar y optimizar.

Por otro lado, el pensamiento matemático ayuda a la adquisición del resto de competencias y contribuye a la formación intelectual del alumnado, lo que permitirá que se desenvuelva mejor tanto en el ámbito personal como social.

Los bloques que posibilitarán y mejorarán el desarrollo de las actividades son:

**Bloque 1: Procesos, métodos y actitudes en matemáticas** → Es la parte donde se aprenden los procesos, métodos y actitudes en matemáticas, tienen un carácter transversal. De especial interés es el enfoque de interpretación y modelización de las matemáticas en las ciencias y en el mundo en general. Este bloque permite a los alumnos a elegir de forma correcta en las estrategias y procedimientos del uso del lenguaje matemático como el uso de gráficos, números o símbolos, en la reflexión sobre los resultados y su interpretación en contexto y, en la elaboración de informes sobre el proceso llevado a cabo, así como en la exposición de resultados y conclusiones.

**Bloque 5: Estadística y Probabilidad** → Con este bloque los alumnos serán capaces de realizar análisis críticos sobre datos estadísticos con el uso de tablas y gráficos. Les permitirá aprender a recoger datos, organizarlos y resumirlos para la obtención de conclusiones como aspectos ineludibles en el método científico. La unidad didáctica correspondiente al bloque suele impartirse durante el primer trimestre.

#### 4.5.2. Física y Química

El enfoque con el que se busca introducir los distintos conceptos ha de ser fundamentalmente fenomenológico; de este modo, la materia se presenta como la explicación lógica de todo aquello a lo que el alumno está acostumbrado y conoce. Esta materia también debe incentivar la capacidad de establecer relaciones cuantitativas y espaciales, potenciar la discusión y argumentación verbal y fomentar la capacidad de resolver problemas con precisión y rigor.

Las unidades didácticas dedicadas al bloque de movimiento y energía suelen tratarse en la tercera evaluación, se propondrá integrar estos bloques en el primer trimestre ya que la asignatura tiene dos partes principales, por un lado, una parte fenomenológica en el estudio de la Física dentro de los bloques 2 y 3, y otra parte dedicada a la Química en el bloque 2 centrada en aspectos de la materia desde lo macroscópico a lo microscópico.

**Bloque 1: Actividad científica** → En esta parte se desarrollan las capacidades relacionadas con el método científico como la observación y la experimentación. Además, se trabaja en aspectos básicos como la presentación de resultados para la elaboración de informes con gráficos, tablas y conclusiones de manera rigurosa.

**Bloque 3: El movimiento y las fuerzas** → Se desarrolla el conocimiento fenomenológico de las fuerzas de manera empírica, por lo que el desarrollo del proyecto aeroespacial será de especial interés para esta parte de la asignatura.

**Bloque 4: Energía** → En este bloque se desarrolla a partir de conceptos matemáticos y envuelve conocimientos como la conservación de la energía y el calor. La aportación experimental que dan las actividades puede ser un buen recurso para la conexión entre teoría y práctica.

### 4.5.3. Educación Plástica y Visual

Si en otras épocas históricas era la palabra, tanto en su expresión oral como escrita, la principal forma de expresión y de transmisión de ideas y sentimientos, no cabe duda de que en la época en la que estamos inmersos la imagen ha cobrado un protagonismo sin precedentes en ninguna otra época de la historia de la humanidad.

La materia tiene un enfoque eminentemente práctico que busca fundamentalmente el saber hacer a través de la experimentación del alumno haciéndolo principal protagonista en el desarrollo de las clases. Tiene una finalidad de aprender a comunicarse, a expresarse en el lenguaje plástico – visual y desarrollar su potencial creativo.

**Bloque 1: Expresión Plástica** → En el bloque se experimenta con materiales y técnicas diversas en el aprendizaje del proceso de creación. Se intenta dar al alumnado una mayor autonomía en la creación de obras personales, ayudando a planificar mejor los pasos a seguir en la realización de proyectos artísticos, tanto propios como colectivos.

**Bloque 2: Comunicación Audiovisual** → En esta parte se hace hincapié en las TIC aplicadas a los procesos de difusión de la imagen y el sonido.

**Bloque 3: Dibujo Técnico** → Dentro del dibujo se trasladan conocimientos teórico-prácticos sobre diferentes formas geométricas y sistemas de representación y se aplican estos conocimientos a la resolución de problemas y a la realización de distintos diseños.

### 4.5.4. Geografía e Historia

El conocimiento de la sociedad, su organización y funcionamiento a lo largo del tiempo es esencial para poder entender el mundo actual. Conocer el espacio donde se desarrollan las sociedades, los recursos naturales y el uso que se ha dado a éstos, nos aporta datos sobre el pasado y nos permiten vislumbrar algunos de los problemas del futuro.

Las disciplinas de la Geografía e Historia son dos importantes ejes vertebradores para el conocimiento de la sociedad, ya que contemplan la realidad humana y social desde una perspectiva global e integradora y ofrecen una mayor capacidad para la estructuración de los hechos sociales.

**Bloque 2: Actividad económica y espacio geográfico** → Se centra en el estudio de los sistemas y sectores económicos. En este caso es de especial interés las actividades del sector

secundario y la actividad industrial y su evolución. En este bloque se podría presentar la relación entre el desarrollo industrial y la tenencia de agencia aeroespacial de los países.

**Bloque 3: Transformaciones y desequilibrios en el mundo actual** → De especial interés es el impacto de la acción humana en el medioambiente y las posibles medidas correctoras. En los últimos tiempos se ha empezado a tener conciencia de nuestro impacto fuera de la esfera terrestre con llamada basura espacial como un problema creciente para la sociedad (David, 2021).

#### 4.6. Actividades

El **proceso de resolución de problemas tecnológicos** es el eje vertebrador de la materia y, el resto de los contenidos se desarrollan en torno a éste para **identificar y plantear un problema técnico, diseñar** el objeto o el sistema capaz de resolverlo, **crear** dicho objeto o sistema y **evaluarlo** desde distintos puntos de vista. Además, esta metodología de trabajo implica la **aplicación de conocimientos** para abordar una situación concreta, lo que aumenta el valor de la materia.

En el planteamiento de las actividades que forman el proyecto se busca conseguir que los alumnos entiendan la tecnología como una mezcla productiva de ingenio, pericia, habilidad e ingeniería, aptitudes necesarias para satisfacer el conjunto de necesidades humanas. Además, se busca satisfacer los objetivos de etapa y los de la asignatura de Tecnología a través de los objetivos propuestos para este TFM con el uso de metodologías activas que permiten el desarrollo de las competencias clave y de los contenidos determinados por la ley.

Parafraseando el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre: “La materia Tecnología aporta al alumnado “saber cómo hacer” al integrar ciencia y técnica, es decir “por qué se puede hacer” y “cómo se puede hacer””. Por tanto, un elemento fundamental de la tecnología es el carácter integrador de diferentes disciplinas con un referente disciplinar común basado en un modo ordenado y metódico de intervenir en el entorno”.

La adquisición eficaz de las competencias clave por parte del alumnado y su contribución al logro de los objetivos de las etapas educativas, desde un carácter interdisciplinar y transversal, requiere del diseño de actividades de aprendizaje integradas que permitan avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo.

El proyecto consiste en la **construcción de un cohete de agua** a partir de un conglomerado de actividades que conforman el proyecto durante **el primer trimestre de tercero de la ESO** (véase Tabla 6).

Durante la realización del proyecto, debido al **enfoque práctico** que requiere al **alumno** ser el **protagonista en el proceso de enseñanza – aprendizaje**, principalmente gracias al uso de las metodologías ABP y AC, se espera desarrollar las diferentes **competencias clave** de la siguiente forma:

- **Competencia en comunicación lingüística** al aportar formas de expresión y comunicación en lenguaje científico y técnico, desarrollar competencias como saber hablar, transmitir ideas y opiniones, saber escuchar y rebatir. Además, la lectura, la interpretación y la redacción de un informe técnico contribuye a la adquisición de vocabulario técnico y su capacidad de utilización con diferentes estructuras formales.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología** al contextualizar las herramientas y el saber científico – tecnológico con una visión aplicada y analítica de los conceptos físicos del conocimiento relacionado con la ingeniería aeroespacial. Precisaré del cálculo y la medición de magnitudes básicas, la creación de gráficos, el análisis y la interpretación de datos, acercando al alumno al método científico.
- **Competencia digital** al utilizar recursos tecnológicos para buscar, almacenar, procesar y presentar la información. Ser capaces de procesarla de manera crítica y sistemática. Se emplean herramientas ofimáticas para la elaboración de documentos técnicos como un procesador de textos y hojas de cálculo, además de software de simulación adquiriendo competencias en el lenguaje específico digital como el icónico y el gráfico.
- **Competencia aprender a aprender** se contribuye mediante el propio desarrollo del proyecto al presentarse diferentes dificultades y problemas que han de resolver a partir de estrategias individuales y puestas en común. Estas estrategias tienen un carácter práctico que les permite transferirlas a otros campos o ámbitos de los estudios o de su vida cotidiana.
- **Competencia sociales y cívicas** al saber comunicarse de manera constructiva y mostrar tolerancia durante las actividades. En el transcurso del proyecto deberán enfrentarse a la discusión de ideas y razonamientos, a abordar las dificultades, saber gestionar los conflictos y tomar decisiones a través del diálogo y el consenso. Fomentar el interés por el desarrollo socioeconómico y por la contribución de industria aeroespacial en el bienestar de la sociedad. Además de tener disposición de superar prejuicios o sesgos frente al conocimiento y ser respetuoso en las diferencias.
- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor** se desarrolla a partir de la implementación de las ideas en productos tangibles, se persuadirá en la elaboración de nuevas propuestas para un problema tecnológico ya conocido. Se fomentará las habilidades para planificar y llevar a cabo el proyecto de forma organizada por el equipo. Aprenderán a gestionar el trabajo en grupo para coordinar las tareas y llegar a tiempo a la entrega final.
- **Conciencia y expresiones culturales** se logra a partir del desarrollo de soluciones innovadoras para el proyecto tecnológico que se propone, incentivando la creatividad en el diseño de prototipos y revestimientos para el cohete. Valorarán la estética de sus diseños en el prototipo final, así como en las presentaciones que realizarán de su trabajo.

Tabla 6. Descripción de las diferentes actividades que conforman el proyecto "Sácame de este planeta".

N.º	ACTIVIDAD	BREVE DESCRIPCIÓN
1	<b>Sácame de este planeta</b>	Lanzamiento del proyecto mediante un vídeo de la película Interstellar. Se plantea la pregunta guía que dirige el proyecto. Se establecen los equipos y los roles.
2	<b>Puesta a punto de los cerebros</b>	Dinámica para promover la innovación y la creatividad individual y en grupo. Las mejores ideas suelen ocurrir cuando se cambia de perspectiva.
3	<b>Esbozando las locuras de Julio Verne</b>	A partir de la búsqueda de información y la investigación deberán de hacer una selección de materiales y herramientas. Crearán los primeros croquis de los prototipos.
4	<b>¿Dónde va cada pieza?</b>	Es el momento de la construcción del cohete, tienen la posibilidad de usar diferentes disposiciones y materiales.
5	<b>A vueltas con la física</b>	Después de construir el cohete vamos a jugar un poco con la física de manera intuitiva y experimental.
6	<b>Oficina Técnica</b>	Vamos a aprender a usar software de diseño 2D para entregar las vistas normalizadas en la memoria.
7	<b>Cómo ser un Rocket Scientist</b>	A través de programas de simulación con unos parámetros sencillos se puede obtener una idea preliminar del lanzamiento.
8	<b>Vísteme despacio que tengo prisa</b>	El cohete se va a vestir con las mejores galas para el día del lanzamiento. Se busca un diseño que vista el cuerpo del cohete.
9	<b>3, 2, 1... ¡Ignición!</b>	Es el día del ensayo de campo de los cohetes que han construido. El lanzamiento se grabará en vídeo.
10	<b>Houston tenemos un problema</b>	Con el uso de Tracker podrán constatar la diferencia entre teoría y práctica.
11	<b>Misión completada</b>	Se hará una presentación con un PPT o un vídeo del trabajo realizado y de los puntos más importantes de la memoria técnica que han entregado.

El proyecto se ve determinado por la **metodología ABP y AC** que se desgranará en una serie de actividades que se distribuyen durante el **primer trimestre** de docencia entre los meses de septiembre y diciembre. La primera evaluación se corresponde con los bloques temáticos de “Proceso de resolución de problemas tecnológicos”, “Expresión y comunicación técnica” y “Materiales de uso técnico”.

Como se ha descrito en la Tabla 4 el primer bloque de **Procesos de resolución de problemas tecnológicos** forma el eje principal de la asignatura, no se limita al desarrollo de unas competencias durante un trimestre, sino que será recurrente durante todo el curso para facilitar el uso de las metodologías activas que tan necesarias son en las materias STEAM. Este bloque se centra en diseños de prototipos o soluciones a un problema técnico con la aportación de una documentación en la que se refleje la planificación de cada una de las fases, cómo se ha llegado a la solución y, por último, de qué forma se ha concretado en el prototipo final.

Por tanto, los contenidos sobre los que se cimienta el proyecto, pero no se limitan a ellos, son la **Expresión y comunicación técnica** en el que el alumno adquiere el lenguaje del dibujo técnico mediante croquis y representaciones normalizadas y, aprende a utilizar software de diseño asistido. Conjuntamente se desarrolla una parte de los **Materiales de uso técnico** que se centra en la descripción de las propiedades y de las características de los materiales plásticos en los usos industriales.

Existen diversos **documentos de referencia** de las principales agencias espaciales para el desarrollo de este tipo de proyectos que sirven de guía para las actividades que se presentan a continuación.

La Agencia Espacial Europea ha creado un cuaderno de actividades enfocadas a alumnos de primaria con la construcción de un cohete sencillo a base de papel, aunque su plataforma de lanzamiento tiene cierta complejidad al tener construir un circuito de aire comprimido junto con un manómetro (The European Space Agency, 2018).

La NASA ha materializado parte de su conocimiento y experiencia en la tecnología espacial en una guía para educadores con una extensa lista de actividades para desarrollar el interés hacia las materias STEAM (NASA, 2011). Esta guía se centra en la construcción de cohetes propulsados por aire comprimido con soluciones que se aproximan a la guía de la ESA.

Una propuesta más cercana a lo que se pretende con este TFM es la guía para construir y entender la física de los cohetes de agua de la NLP (Podesta, 2007) en el que se presentan los materiales necesarios para su construcción, se explican diferentes opciones de cohete y de lanzadera y unas nociones básicas de la física para hacer un diseño estable y seguro.

Cabe destacar el Manual del Educador (Ishii, 2008) de la JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) que sirve de guía para la construcción de un cohete de agua bajo una

perspectiva científica al apoyarse en los aspectos teóricos básicos para construir este tipo de aparatos con cierta calidad técnica.

En resumen, las actividades que se proponen se apoyan en las guías para el profesor citadas anteriormente, en especial, las propuestas de la NLP y la JAXA al centrarse en coherencia impulsada por agua, aunque al tratarse de un proyecto que se basa en una pregunta guía el producto final queda abierto a otras soluciones como la propulsión por aire que presentan la NASA y la ESA. Asimismo, otras fuentes destacables de inspiración a partir de experiencias previas en Institutos de secundaria son las de Rodríguez (2015) en el IES Cuenca Minera de Huelva y la experiencia didáctica de los profesores Roca Vicent, Gumbau Gil, y Sanchis Campreciós (2017) en diferentes institutos de la Comunidad Valenciana.

## Actividad 1: Sácame de este planeta

A lo largo de la historia de la humanidad los desarrollos tecnológicos moldean en gran medida nuestra forma de vida, dando respuesta a una necesidad, a un anhelo o a una idea. Con este proyecto se busca que los estudiantes comprendan la relación del ser humano con el mundo creado por el hombre, valoren la Tecnología como un proceso ligado íntimamente al ingenio, emprendimiento y habilidad humana.

Para introducirnos en la actividad se planteará un escenario en un futuro cercano en el que el cambio climático ha extremado las temperaturas, existe la necesidad emergente de más recursos energéticos y naturales desembocando en la necesidad de la exploración de otros planetas de nuestro entorno del Sistema Solar. Esta situación se asemeja a la película “Interstellar” que se usará como introducción al proyecto (seguir el enlace de la Fig. 19). Ante esta situación a los alumnos se les plantea el siguiente escenario:

**“Eres un ingeniero de la nueva Agencia Espacial Española y serás el encargado junto a tu equipo de diseñar la propulsión de los cohetes que nos llevarán a Marte para la exploración de recursos minerales y energéticos.”**

**“¿Cómo se podría vencer la gravedad de la Tierra?”**

Al plantear la situación con una pregunta abierta junto a una planificación de tareas y actividades para alcanzar una ejecución eficaz y guiada del proyecto se ha de recurrir a los objetivos que otorga la utilización del ABP en base a lo dispuesto por Martí et al. (2010):

- Mejorar la habilidad para resolver problemas y desarrollar tareas complejas.
- Mejorar la capacidad de trabajo en equipo.
- Desarrollar las capacidades mentales de orden superior.
- Aumentar el conocimiento y habilidad en el uso de las TIC en un ambiente de proyectos.
- Promover una mayor responsabilidad por el aprendizaje propio.

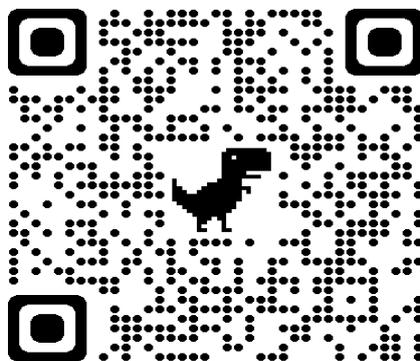


Figura 19. Enlace al vídeo del tráiler de la película *Interstellar* para despertar el interés de los alumnos sobre el proyecto.

En este punto será necesario la creación de grupos de cuatro alumnos procurando que haya una diversidad de perfiles para establecer los roles en función de sus estilos de aprendizaje. Aquí es donde entra el **Aprendizaje Cooperativo** en el que cada alumno asumirá uno de estos roles:

- **Rol de portavoz:** es el nexo entre el profesor y el equipo, el trasladará las preguntas al profesor y responderá a las dudas de éste. Será quién presente al resto de compañeros el proyecto realizado.
- **Rol de secretario:** será quien anote el trabajo diario, recordará al resto de componentes los compromisos individuales y grupales, así como las tareas pendientes. Será quien compruebe que todos están realizando el trabajo que se les ha encomendado.
- **Rol de coordinador:** será quién conozca en profundidad la tarea que se ha de realizar, coordinara la asignación de las tareas del proyecto a cada uno de los miembros, animará al equipo a seguir por el buen camino y comprobará que todos cumplen con lo establecido.
- **Rol de encargado de los recursos:** será quien supervise que todo quede limpio y recogido en el taller, será responsable de los materiales y supervisará el buen uso de las herramientas.

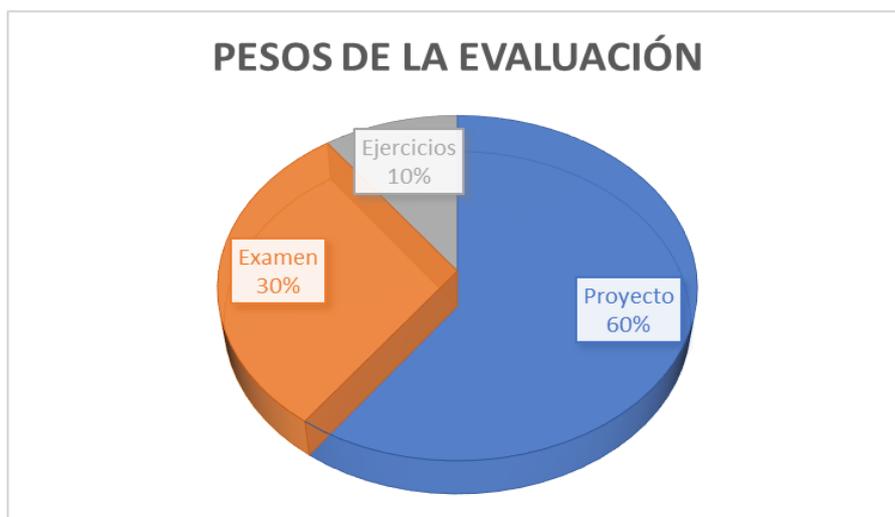
Al proponer la resolución de un problema tecnológico se espera que los alumnos adquieran las siete competencias clave y la forma en que las van a lograr se ha planteado anteriormente. En el documento elaborado por Ishii (2008) se aspira a que los alumnos **desarrollen una serie de destrezas y habilidades** al ejecutar la solución del problema, por tanto, con el proceso que envuelve la ejecución de un proyecto se espera que:

- Desarrollar un interés y una actitud positiva hacia la investigación y la ciencia.
- Experimentar el sentimiento de satisfacción por el trabajo bien hecho.
- Experimentar la importancia de la responsabilidad y el trabajo en equipo.
- Descubrir la relación entre teoría y práctica.
- Hallar las soluciones a los problemas que se planteen.
- Apreciar la utilidad de las herramientas.
- Desarrollar la capacidad de planificar, diseñar y ejecutar una solución.
- Adquirir destrezas en el uso de las herramientas y de las TIC.
- Adquirir la habilidad de concretar una idea en un producto.
- Apreciar la importancia del intercambio de ideas o pareceres y cooperar en equipo.
- Adquirir la habilidad para predecir y verificar unos resultados.

En cuanto al Aprendizaje Cooperativo en base al artículo de Gil (2007) se desarrolla de forma natural las competencias de trabajar en equipo, al motivar la participación de todos los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje y, además:

- El pensamiento crítico y lógico al enfrentar al alumno con situaciones problemáticas.
- Búsqueda, selección, organización y valoración de información.
- Capacidad de razonamiento y creatividad para solventar un problema.
- Capacidad autocrítica o Autoevaluación sobre su propio funcionamiento, lo que desarrolla la capacidad de detectar la necesidad de aprendizaje a lo largo de la vida.
- Aprendizaje autónomo y en grupo a partir de una buena planificación del tiempo.
- Habilidades de expresión oral y escrita, capacidad para la argumentación.
- Resolución de conflictos, aprender a negociar.
- Responsabilidad, honestidad y el compromiso ético.
- Iniciativa y flexibilidad en las tareas.
- Actitud de Tolerancia, solidaridad, respeto a la diferencia, empatía.
- Asertividad en las relaciones entre iguales.

Esta actividad tiene un carácter de introducción, es el lanzamiento del proyecto que se sostiene por el evento inicial al proponer un problema a resolver, se consignará las agrupaciones de los alumnos y, por último, se les presentará la planificación del proyecto junto con el peso de cada parte en la evaluación (véase Fig.20). La forma en que se evaluará el proyecto se define en el epígrafe 4.6. destinado específicamente a entrar en detalle en ello.



**Figura 20.** Porcentaje de cada una de las partes que forman parte del desarrollo de la primera evaluación de la asignatura de Tecnología de tercero de la ESO.

En esta sesión se presentará la necesidad de entregar una memoria técnica al final del proyecto para el que se establecen los siguientes mínimos que forman parte de los ítems de la rúbrica por las que serán autoevaluados, coevaluados y evaluados por el profesor:

**Tabla 7.** Ítems que deben contener la memoria técnica del cohete.

PARTES	CONTENIDOS
<b>PORTADA</b>	El título del proyecto Apellidos y nombre de cada uno de los integrantes del grupo Fecha de expedición y curso al que pertenecen
<b>ÍNDICE</b>	Partes de la memoria técnica
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	Breve introducción a la tecnología aeroespacial Descripción del proceso de fabricación y construcción del cohete
<b>PLANOS</b>	Croquizado inicial Vistas normalizadas del cohete Vista en perspectiva del cohete Diseño personalizado para el cuerpo del cohete Fotos de la construcción o de la fase final
<b>ENSAYOS</b>	Datos obtenidos en las simulaciones con el SW Datos obtenidos de la experimentación Conclusiones a partir de la comparación de los datos
<b>PRESUPUESTO</b>	Lista de materiales y herramientas Desglose del precio de los materiales
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	Manuales, libros, artículos, webs, vídeos...

## Actividad 2: Puesta a punto de los cerebros

La dinámica de 6 sombreros para pensar de Edward Bono tiene como objetivo facilitar a los estudiantes herramientas para poder pensar y expresarse en formas fuera de lo habitual y, así, descubrir un método fácil para crear e innovar en grupo en base a seis perspectivas de la realidad por medio un símil de los colores de los sombreros como se muestra en la Figura 21. La actividad ayuda a aprender a resolver los conflictos en grupo para llegar a una solución satisfactoria. Se pretende estimular el pensamiento lateral, la creatividad, la tolerancia y el respeto.



Figura 21. Los 6 sombreros para pensar junto a su perspectiva de pensamiento. Imagen obtenida de <https://misteridea.es/seis-sombreros-para-pensar-de-edward-de-bono/>

La dinámica se llevará a cabo en una sesión de aula con el uso de seis tarjetas de colores que simbolizan una manera específica de pensar en la que se deben de concentrar durante la dinámica. La clase se dispondrá en 6 grupos con entre 3 y 4 miembros dependiendo del número de alumnos que tendrán el mismo enfoque (véase Fig.22).

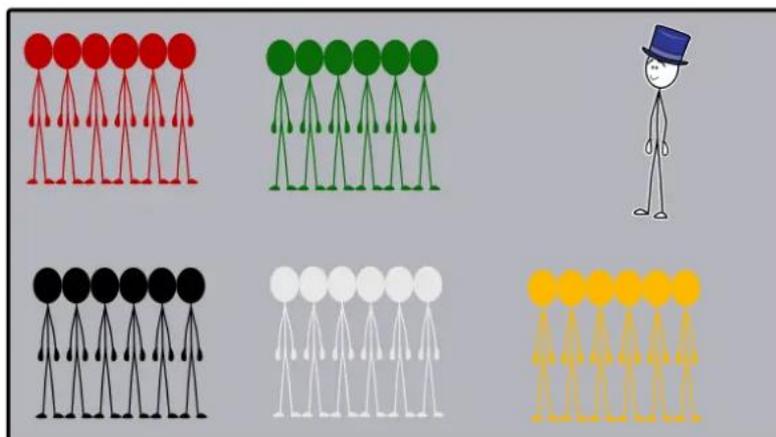


Figura 22. Procedimiento de la asignación de roles con el mismo enfoque por grupos en 6 sombreros para pensar. Imagen obtenida de <https://www.storyboardthat.com/es/storyboards/anna-warfield/six-thinking-hats-techniques>

El significado que tiene asignado cada color del sombrero con la forma de pensamiento es el siguiente:

- **Color Azul (El director de la orquesta):** es el sombrero del control y la gestión del proceso de pensamiento. Ve la realidad desde fuera, en esta dinámica sería para el profesor.
- **Color Blanco (El analista de datos):** recopila la información más significativa de lo que se va a analizar sin prejuicios y basada en fuentes.
- **Color Negro (El juez cauteloso):** Mediante la cautela pone de manifiesto los puntos negativos. Lo critica todo.
- **Color Verde (El creativo y enérgico):** Es el sombrero de la creatividad. Es quien salen las ideas novedosas, las alternativas a otras ideas y las mejora.
- **Color rojo (Irracional e intuitivo):** Observa los problemas utilizando la intuición, los sentimientos y las emociones.
- **Color amarillo (El soñador o visionario):** Piensa positivamente, nos ayuda a ver por qué algo va a funcionar y por qué ofrece beneficios.

Durante la sesión de aula cada miembro del equipo debe aportar una opinión o apreciación que se ajuste al tipo de pensamiento correspondiente al color del sombrero que se le ha sido asignado. La dinámica propuesta por Bono establece dar rienda suelta al pensamiento y explorar en diferentes posibilidades haciendo rotar los sombreros para que cada grupo no piense de manera estática.

Cada equipo debe elegir uno de los colores al que se le entregará una tarjeta correspondiente junto a una hoja de instrucciones (ver Anexo A) acorde con el color elegido. El profesor expondrá a los grupos el problema escogido que se va a analizar, en este caso referido a la **pregunta guía** que se ha planteado, se debatirá sobre:

- **¿Cómo se podría vencer la gravedad para salir del planeta?**
- **¿Qué significado tiene la palabra sostenible en la tecnología?**

Con esta actividad se espera que haya **una lluvia de ideas sobre proyectos piloto** para satisfacer lo propuesto por la pregunta guía en la que cada alumno se llevará diferentes perspectivas sobre la solución. Una de las finalidades es que en la siguiente actividad los miembros de cada grupo tengan un camino más o menos marcado para empezar a buscar información y a investigar sobre la propulsión aeroespacial.

Hay que tener en cuenta el nivel previo de la clase en cuanto al conocimiento sobre aspectos de la tecnología aeroespacial ya que si fuera necesario el profesor deberá proponer algunos modelos “tipo” como solución al problema que principalmente será la propuesta del cohete por propulsión por aire y el cohete de agua de una o dos etapas.

Con la actividad se persigue el entrenamiento en algunas de las competencias clave mencionadas en el currículo como son la **competencia lingüística** (CCL) como resultado de la acción comunicativa durante la dinámica, el intercambio de pareceres entre los diferentes interlocutores del equipo al incluir destrezas como saber escuchar, saber expresarse correctamente y mantener una conversación formal.

Además, la **competencia social y cívica** (CSC) se verá reforzada al comunicarse de manera constructiva, con tolerancia y respeto, siendo capaces de expresarse y comprender los diferentes puntos de vista y negociar una solución inspirando confianza y empatía.

Por último, la **competencia de conciencia y expresiones culturales** (CEC) entrará en juego al tener que conocer, apreciar y valorar con espíritu crítico las diferentes manifestaciones y utilizarlas como una fuente de enriquecimiento.

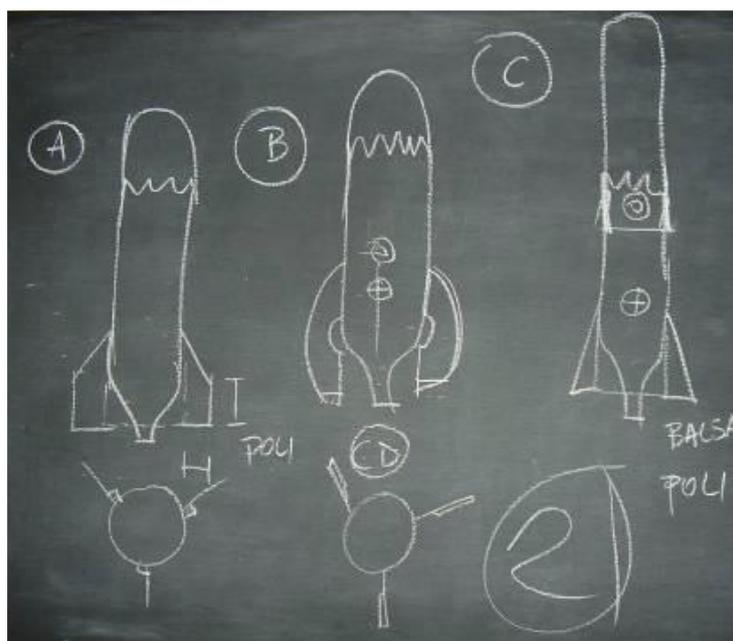
### Actividad 3: Esbozando las locuras de Julio Verne

Esta actividad partirá de una previa búsqueda e investigación de información a partir de las ideas que hayan surgido en la actividad de los seis sombreros para pensar y de la puesta en común entre los miembros del equipo de la solución que van a ejecutar.

Para el desarrollo de la actividad se toma en consideración las sinergias que se presentan con la asignatura de **Educación Plástica y Visual** en el bloque de Dibujo Técnico para la representación de objetos tridimensionales como prismas y cilindros por medio de la representación codificada en perspectiva caballera e isométrica.

Los aprendizajes que se corresponden al bloque de **Expresión y comunicación técnica** de Tecnología son la representación mediante vistas y perspectivas objetos o sistemas mediante croquis y criterios normalizados que se alcanzarán mediante el ejercicio que se propone.

En esta actividad se espera que entreguen individualmente un croquizado preliminar de las vistas necesarias para caracterizar el cohete en el sistema isométrico (véase Fig. 23). En este caso será necesario una vista de alzado y una planta que será evaluada por parte del profesor de Educación Plástica y Visual.



**Figura 23.** Ejemplo de croquizado con la vista de alzado y planta para la caracterización del cohete. Imagen obtenida de González (2010).

A su vez, la representación de las vistas formará parte de la memoria técnica que han de entregar al finalizar el proyecto. En este caso será a través software de diseño asistido y siguiendo los criterios de normalización. Por tanto, será de gran utilidad la retroalimentación que se le dé al evaluar la representación y permitirá a los profesores de Tecnología y de Educación Plástica y Visual ver la evolución de los alumnos respecto a los estándares de aprendizaje que marca la orden curricular.

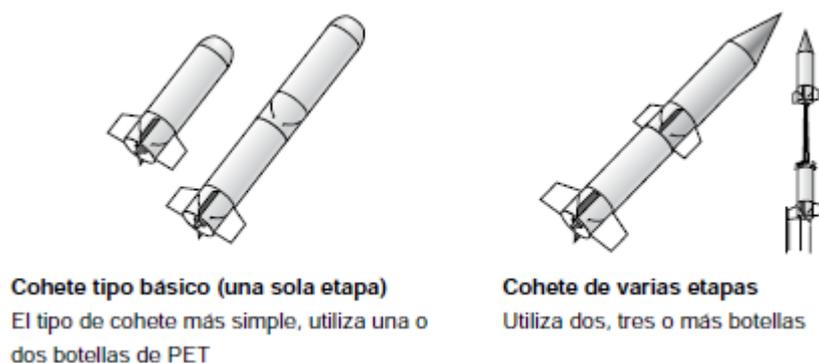
En la segunda parte de la actividad en el aula – taller de Tecnología tendrán que realizar un inventario de la necesidad en materiales y herramientas para la construcción del cohete similar al que se ofrece en la Tabla 8 para el buen desarrollo de la fabricación del producto final. Para ello tendrán la ayuda del profesor y los recursos disponibles en los manuales que se han presentado como guías.

**Tabla 8.** Ejemplo de lista de materiales y herramientas necesarias para la construcción de dos tipos diferentes de cohete.

LISTA DE MATERIALES	
COHETE DE AGUA	COHETE PROPULSADO POR AIRE
2 botellas de PET	Hoja de papel A4
Lámina de PVC	1 pajita de gran diámetro
Lámina plástica	1 lápiz
Boquilla	1 botella de agua
Plastilina	Tijeras
Jabón biodegradable	Cinta adhesiva
Bolsa de plástico	Cinta métrica
Cartón	Resina
Cinta adhesiva	Impresora 3D
Marcador permanente	Plantilla para la ojiva y las aletas (ver Anexo B)
Cúter y tijeras	
Plantilla para las aletas (ver Anexo B)	

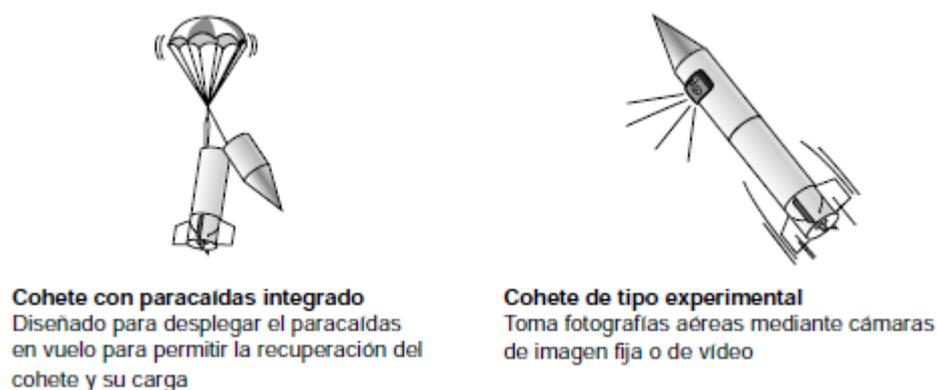
### Actividad 4: ¿Dónde va cada pieza?

Después de tener claro los materiales y las herramientas necesarias para la construcción, se pasa a ejecutar el plan para obtener el producto final, en este caso es el cohete de agua que será descrito detalladamente los pasos a realizar para ensamblar los componentes que lo forman. En los manuales tomados como ejemplo se conciben diferentes propuestas para el cohete desde uno simple y básico a cohetes de varias etapas (véase Fig. 24).



**Figura 24.** Diferentes disposiciones para la construcción del cohete desde la configuración básica a los cohetes multietapa. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008).

La variedad de configuraciones hace que los alumnos desarrollen su imaginación e incluyan algunos mecanismos ingeniosos para que los cohetes funcionen uno tras otro en cohetes multietapa o crear una adaptación para el uso de un paracaídas y, así, asegurar el buen estado del cohete durante los ensayos. Los diseños posibles se perfeccionan hasta llegar a incluir una cámara fotográfica para la toma de vistas aéreas o la grabación desde el interior del lanzamiento. Como se puede intuir la flexibilidad que ofrece la construcción del cohete permite que cada grupo de alumnos pueda concluir con un diseño diferente, a la vez, que en los alumnos con perfiles más motivados hacia el proyecto o con altas capacidades les suponga un reto la inclusión de algún tipo de mecanismo con cierta complejidad (véase Fig. 25).



**Figura 25.** Se presentan algunas configuraciones más complejas como el uso de un paracaídas o la inclusión de una cámara para la toma de fotografías y vídeos. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008).

La disposición que se va a pormenorizar en los siguientes pasos corresponde a la configuración básica del cohete para el que serán necesarios los materiales de la Tabla 7. Las partes por los que está formado el cohete se describen a continuación y de manera más detallada en el Anexo C.

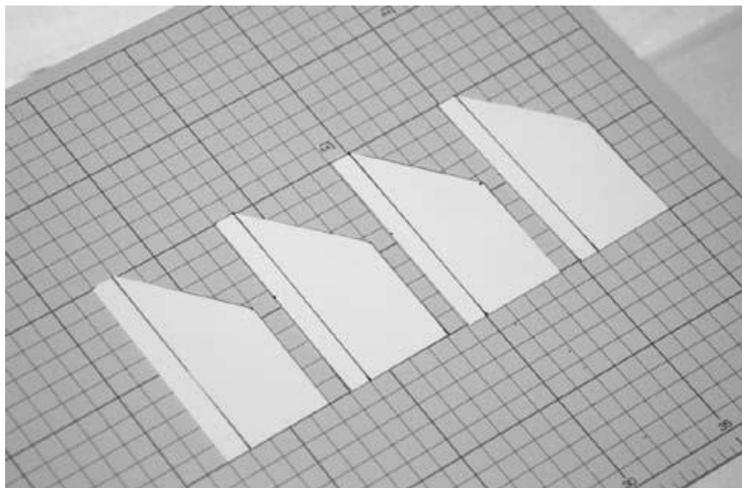
- **Boquilla:** Es la pieza por donde sale el chorro de agua a presión y se enrosca en la boca de la botella PET. La boquilla será suministrada por el profesor para disminuir la dificultad en la ejecución del lanzamiento.
- **Aletas:** Se encuentran en la parte inferior del cohete para proporcionar estabilidad aerodinámica en el vuelo. Se pueden usar distintas configuraciones y diseños.
- **Falda o faldón:** Es la parte inferior del cohete donde se fijan las aletas.
- **Cuerpo:** Es el cilindro donde se introduce el agua y el aire a presión.
- **Cono de la nariz:** Es la cabeza del cohete que se corresponde con el talón de la botella PET. La forma del talón de la botella crea la necesidad de añadir un perfil más aerodinámico con el cono.
- **Lastre:** se trata de una masa de plastilina para mantener la estabilidad durante el vuelo debido a la posición del centro de gravedad.
- **Cojín:** además de la plastilina en el cono se añade una bolsa de plástico para reducir los daños en el lanzamiento cuando toma tierra. Es especialmente útil en el caso de que no se haya dispuesto la inclusión de un paracaídas.

A partir de la lista de materiales y herramientas necesarios se procede a la construcción del cohete en tres pasos principales: la fabricación de las aletas y el faldón, la fabricación del cono de la nariz y el ensamblaje de las partes indicadas anteriormente con el uso de cinta adhesiva.

El primer paso es cortar los patrones de las aletas como uno de los ejemplos que se muestra en el Anexo B aunque la forma, altura y anchura puede ser configurada de diversas formas en función del número de aletas previstas a ensamblar en el faldón. Con un rotulador permanente se dibuja el patrón en una lámina de plástico como se muestra en la Figura 26 para luego cortarlas por la línea de guía con unas tijeras.

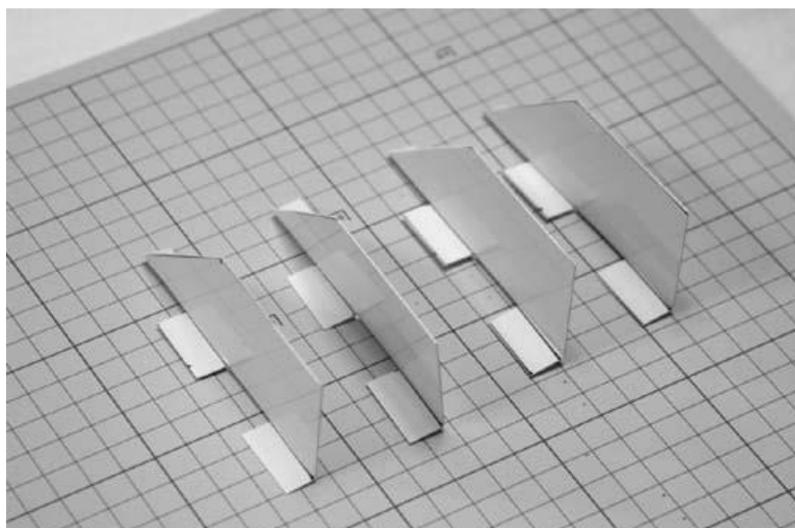
La zona de la base de aleta se dividirá en cuatro partes iguales con la ayuda de un rotulador y una regla o del papel milimetrado para, después, cortar las tres líneas y hacer el doblez que servirán de base (véase Fig. 27).

El siguiente paso es la confección del faldón del cohete, donde se insertarán las aletas, para ello, se envuelve la lámina transparente alrededor del cuerpo de la botella para marcar el punto donde se superponen los dos bordes y se marca con el rotulador.



**Figura 26.** Patrón de dibujo para los alerones del cohete. Para más detalle consultar el Anexo B.

Después se estira el rectángulo para dividirlo en cuatro partes iguales haciendo dobleces por la mitad y marcando cada cuarto como aparece en la Figura 28. Se corta por la línea guía y se insertan las aletas una por una en el faldón sujetándolas con cinta adhesiva por la parte posterior. Por último, se fija el faldón alrededor del cuerpo y se añade más cinta adhesiva en el borde.



**Figura 27.** Vista final de las cuatro aletas que serán ensambladas en el faldón. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008).

Para la fabricación del cono de la nariz se dispone de una segunda botella PET en el que se marcarán dos líneas de corte. Se realizarán los cortes con el cúter y se finalizará con las tijeras para trabajar de manera segura. Se recomienda cortar en primer lugar la zona más próxima a la boca de la botella.

Antes de ensamblar esta parte, se añadirá aproximadamente 50 gramos de plastilina en el talón de la botella que coincide con la nariz del cuerpo del cohete (véase Fig. 29), el peso del lastre se definirá de manera exacta (puede variar entre los 60 gr a los 170 gr) en la siguiente actividad al variar en función de la configuración del cohete.

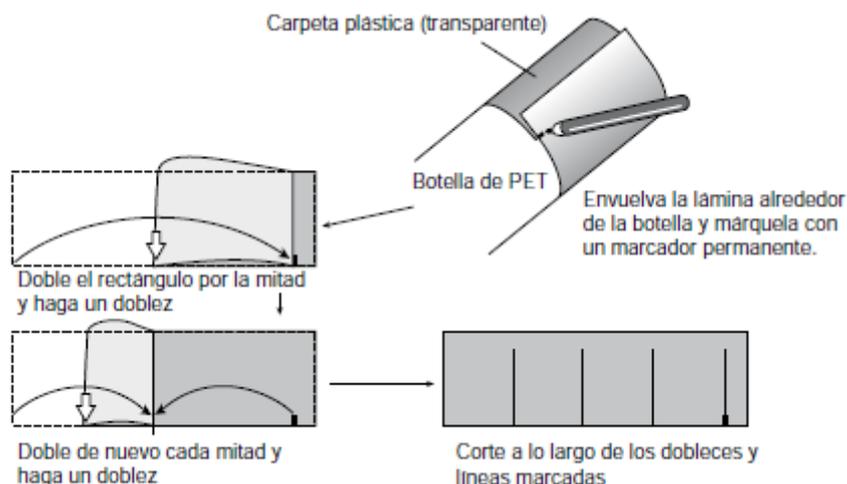


Figura 28. Pasos necesarios para la fabricación del faldón. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008).

Esta experimentación busca que la posición del centro de gravedad se acerque al cono de la nariz (véase Fig. 29). A continuación, se ensambla el cono de la nariz sobre el cuerpo del cohete y se asegura con cinta adhesiva.

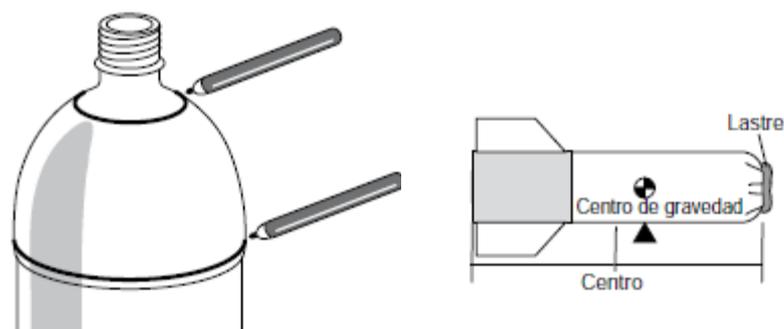


Figura 29. A la izquierda se marcan las zonas de guiado para el corte del cono de la nariz. A la derecha se muestra el lugar donde se ubicará el centro de gravedad con el uso del lastre. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008).

Los últimos pasos consisten en añadir una bolsa de plástico en el interior del cono para que actúe como un amortiguador de golpes y se sellará el hueco con cinta adhesiva. En este momento tendremos el prototipo de cohete finalizado, sólo queda inspeccionar que las partes no estén torcidas, ni dañadas y que la cinta está pegada adecuadamente. Por último, se enrosca la boquilla que sobresaldrá ligeramente del faldón (véase Fig. 30).

La rampa de lanzamiento añade complejidad al trabajo, por lo que, se recurre a que sea el profesor quién ejecute su construcción. Para ello ha suministrado la misma boquilla a cada uno de los proyectos con el fin de asegurar un lanzamiento exitoso. Existen diversas configuraciones en la bibliografía consultada en función de si se ejecuta un lanzamiento vertical (dispositivos de tubos de cobre o PVC con una válvula neumática) o un tiro oblicuo, aunque se ha denotado la importancia del uso de un mecanismo de liberación que asegura la estanqueidad del lanzamiento y evitar peligros en el momento del lanzamiento (véase Fig. 31).



**Figura 30.** Vista general del cohete finalizado. Es necesario hacer una inspección ocular de que las partes ensambladas y la cinta adhesiva están correctamente ajustadas. Imagen obtenida del Manual del Educador Ishii (2008).

Para ello se tiende a utilizar un conjunto de bridas unidas con cinta americana junto con un tubo que impide la retracción de las cabezas de las bridas y un dispositivo que permite el accionamiento a distancia que es una simple cuerda de varios metros evitando mojarse con el agua o por alcance del proyectil si en algún momento el ensayo se trunca.



**Figura 31.** Dispositivo estanqueidad compuesto por una serie de cabezas de bridas unidas por cinta junto con un tubo que sirve como dispositivo de seguridad. Imagen obtenida de Roca Vicent, Gumbau Gil y Sanchis Campreciós (2017).

Para la construcción de la rampa de lanzamiento hay diferentes configuraciones en función del manual consultado, las dos más usuales son una rampa de lanzamiento o el uso de un tubo que se inserta en la boquilla de salida. De manera teórica, el ángulo óptimo de tiro para obtener el máximo alcance en un tiro oblicuo es de  $45^\circ$ , en la experimentación posiblemente varíe entre 45 y 50 grados.

Como se muestra en la Figura 32, las trayectorias tienen diferente alcance en función del ángulo de salida. En cursos más avanzados como primero o segundo de bachillerato se podría recurrir al cálculo matemático con las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

La configuración recomendada por NLP (2007) es la rampa de lanzamiento junto al sistema de seguridad mencionado anteriormente. Esta disposición tiene dos ventajas frente a al tubo, la primera es el guiado del cohete en los primeros instantes evitando que caiga o adquiera una mala trayectoria. La segunda y menos obvia, es que al expandirse el aire dentro el cohete mientras se encuentra en la rampa no pierde agua por lo que la eficiencia es mayor durante el vuelo.

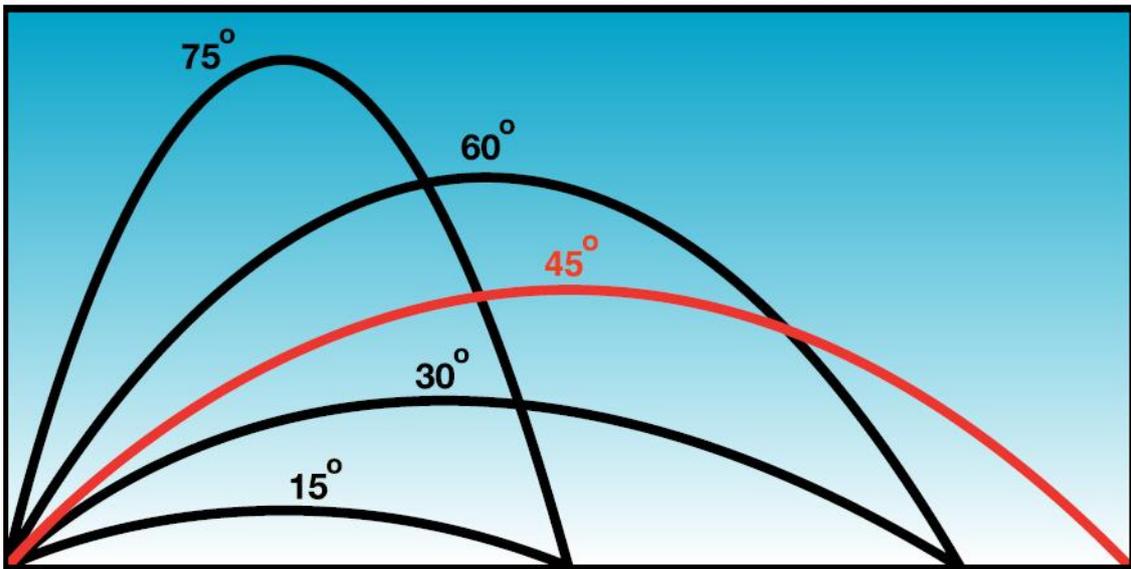


Figura 32. Trayectoria y alcance en función del ángulo de lanzamiento con la misma velocidad de salida. Imagen obtenida de *Rockets Educator Guide* de la NASA (2011).

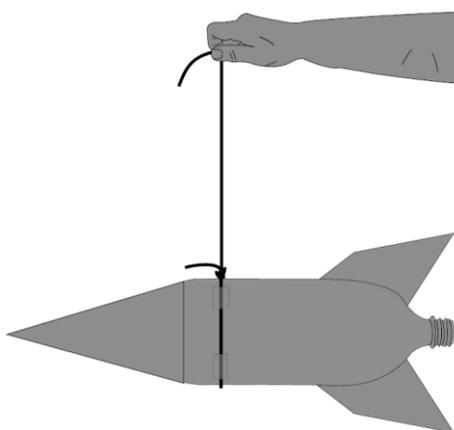
### Actividad 5: A vueltas con la física

Esta actividad tiene un fuerte vínculo con la asignatura de **Física y Química** dentro de los bloques del **movimiento y las fuerzas** ya que de manera práctica se podrá introducir y explicar conceptos físicos como el centro de gravedad y su implicación en el movimiento a los alumnos sin entrar en aparataje matemático.

La experimentación consiste en buscar el **Centro de Gravedad (CG)** y el **Centro de Presiones (CP)** del cohete de manera sencilla que involucrará dos sesiones de clase, en principio, una sesión en el aula - taller de Tecnología y otra en el laboratorio de Física. Para encontrar el CG es necesario que los alumnos pongan en vertical el cohete y dibujen el eje vertical donde se encontrará el CG. Posteriormente se utilizará un cordel alrededor del cuerpo buscando el punto donde esté en equilibrio estático marcando, una vez más, la línea (véase Fig. 33). El punto donde se intercepten los ejes horizontal y vertical será el CG del cohete.

Hay que tener en cuenta que insertamos una cantidad de plastilina como contrapeso para llevar el CG hacia el cono de la nariz con el objetivo de que en el lanzamiento sea más estable. El peso indicado para la construcción es aproximado por lo que puede variar dependiendo los materiales utilizados. Muy importante es que el CG sin lastre y con lastre se sitúe a un diámetro de distancia aproximadamente. Si esto no ocurre, se tiene la posibilidad de desmontar el cono de la nariz y añadir más masa de plastilina para mejorar la configuración de los CG del cohete.

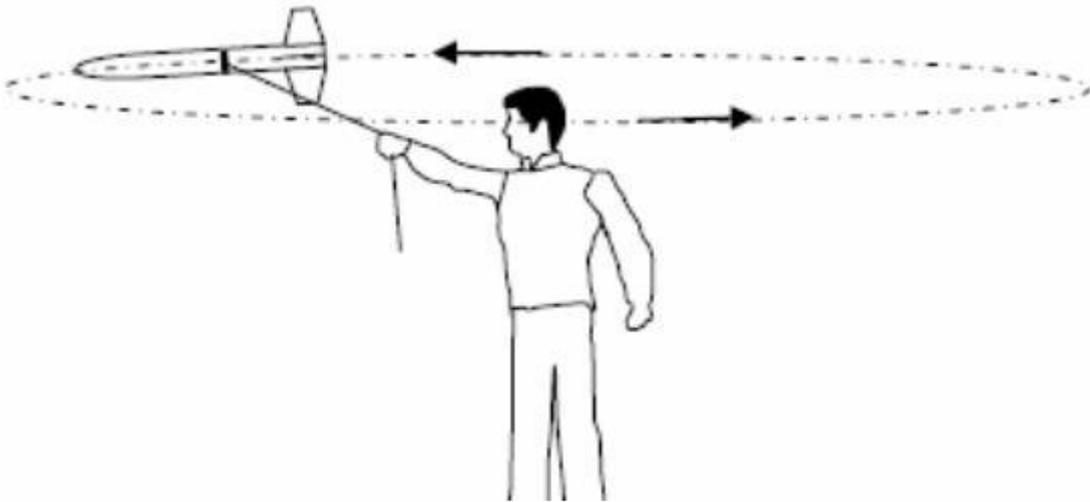
El siguiente ensayo conocido como “The Swing Test” que se presenta en la Figura 34 consiste en una prueba dinámica aprovechando el uso del cordel para entender cómo se va a comportar el cohete en el vuelo de manera sencilla.



**Figura 33.** Para diseñar un cohete estable el centro de gravedad debe estar situado por delante del centro de presiones en, por lo menos, un diámetro de distancia. Imagen obtenida de *Rockets Educator Guide* de la NASA (2011).

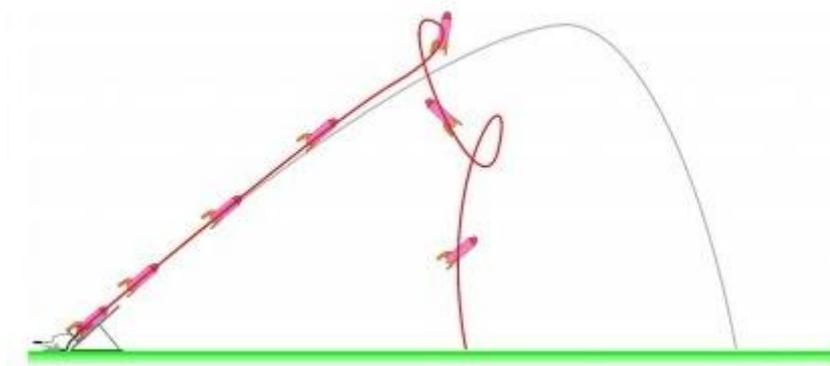
Para determinar el CP se ha de proyectar la silueta del cohete sobre un cartón y se vuelve a buscar el centro de gravedad de la figura de la misma forma que se ha hecho con el

cohete ya que el CP solo depende de la forma del cohete, no de la configuración del peso como en el CG. El CP obtenido se proyecta en el cohete para situar el cordel y pasar a realizar el ensayo.



**Figura 34.** Método de ensayo "The Swing Test" para localizar el Centro de Presiones de cohete y ver la tendencia del cohete al cabeceo. Imagen obtenida de González (2010).

Con este ensayo se tendrá una idea de la estabilidad del cohete en vuelo, aunque en el lanzamiento no girará en círculos. Sin embargo, se verá la tendencia al cabeceo de proa o popa lo que indicará su inestabilidad. El problema reside en que un cohete inestable tenderá a girar sin control bajo ciertas condiciones aerodinámicas como se muestra en la Figura 35. Ante esta situación poco se puede hacer, el CP se situará hacia la parte trasera si se han añadido aletas grandes y pesadas.



**Figura 35.** Trayectoria inestable del cohete debido a una mala configuración de los CG y CP del cohete. Imagen obtenida de Podesta (2007).

Como se ha resaltado anteriormente, para que un cohete sea estable el CG debe estar por delante del CP por el momento resultante, al actuar una distribución de fuerzas en el cohete, con un giro en contra (corrige la desviación) o a favor (aumenta la desviación) de las

fuerzas aerodinámicas (véase Fig.36). La distancia entre estos puntos se conoce como margen estático y se define como sigue:

$$\text{Margen Estático} = \frac{CG - CP}{D_{M\acute{a}x}}$$

En base a la experiencia de Roca Vicent, Gumbau Gil y Sanchis Campreciós (2017) los diseños se deben encontrar entre 0,9 y 1,2 de valor de margen estático.

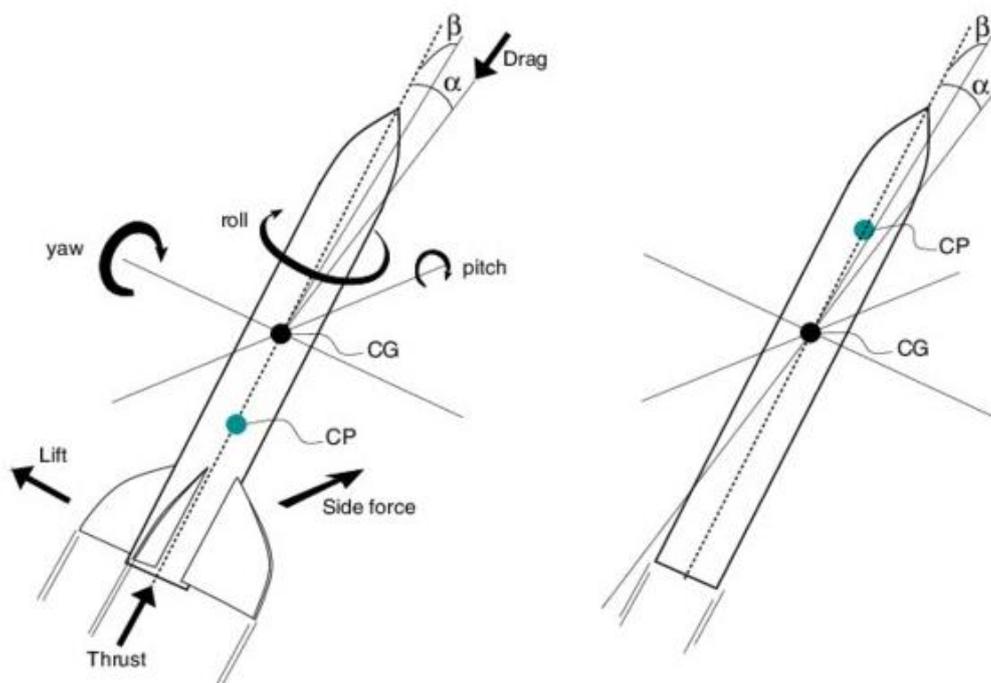


Figura 36. Influencia de la posición del CG y CP para obtener un margen estático positivo resultando en un momento estabilizador. Imagen obtenida de Gomez y Miikkulainen (2003).

Con la idea de involucrar la competencia matemática y los contenidos referidos a la estadística y probabilidad del boque 5 de Matemáticas se dispone de la posibilidad de realizar ensayos en un **túnel del viento** muy sencillo con el uso de un ventilador, tres trozos de madera o de cartón corrugado sujetos a la mesa y un dinamómetro. Para realizar estos ensayos se prevé la necesidad del uso del laboratorio de Física en el que cada grupo recogerá una serie de datos como los que se muestran en el Anexo D.

El cálculo del coeficiente de resistencia se obtendrá a partir de los datos obtenidos en el túnel del viento con el uso de la siguiente fórmula:

$$C_d = \frac{2F_d}{\rho v^2 A}$$

De la fórmula todos los datos serán conocidos donde  $F_d$  es la fuerza de resistencia que habrán obtenido de la media de las medidas;  $\rho$  es la densidad del aire;  $v$  es la velocidad del aire que será regulada con los botones del ventilador y se obtendrá de las especificaciones técnicas del mismo; y  $A$  es el área referencia del cohete que se tomará como la proyección del corte transversal del cono de la nariz que resulta ser un círculo de área igual a  $\pi \cdot r^2$ . Este

cálculo es necesario para la actividad que involucra software de simulación que se detallará en la actividad 7.

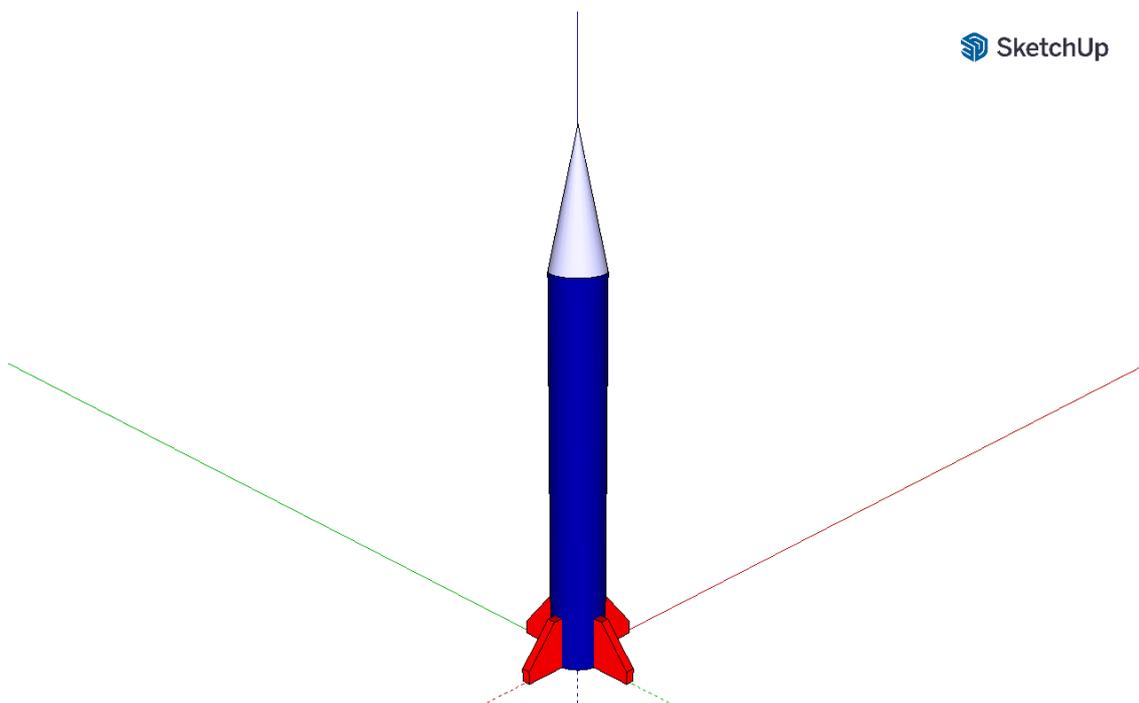
Mediante esta actividad se activará la metodología IBL, que permite la mejora de la capacidad de hacer buenas preguntas, perseverar en el proceso de indagación, ser sistemático y establecer metas y planificar seguir un curso de acción. Las habilidades que desarrollarán durante la actividad son principalmente las **habilidades de procesamiento de la información** como la clasificación de información en categorías o la agrupación y etiquetado de datos; las **habilidades de pensamiento crítico y creativo** como la reflexión estructurada; las **habilidades de comunicación** y, por último, las **habilidades reflexivas y metacognitivas** como trabajar y aprender de forma independiente y la construcción del conocimiento sobre los saberes previos.

## Actividad 6: Oficina Técnica

Para continuar con el desarrollo de los objetivos de la asignatura y de los contenidos referidos al bloque de Expresión y comunicación técnica se prevé una actividad que desarrolle la concreción de ideas y la comunicación y el análisis de estas. Para llegar a este punto, al igual que para la actividad de croquizado, se ha de apoyar en las posibles sinergias con la asignatura de Educación Plástica y Visual en el bloque de Dibujo Técnico.

Antes de la ejecución del proyecto en 3D será necesario al menos 5 horas en el aula trabajando sobre el software para tener cierta soltura para que cada equipo llegue a un resultado satisfactorio. Las 5 horas formarán parte de las horas lectivas de las dos asignaturas durante una semana, dejando la última hora de Tecnología para la progresión en el modelado.

Es el momento de pasar a un punto de vista más tecnológico con el uso de programas de diseño asistido por ordenador como SketchUp. Un programa sencillo que nos permitirá el diseño en 3D del cohete (véase Fig. 37) y poder trabajar la visión espacial de los alumnos. El software permite la impresión de las vistas, por lo que resulta una opción muy interesante para introducir en el aula.



**Figura 37.** Vista 3D del diseño de un cohete con cuatro aletas y una ojiva en forma cónica diseñado con el software SketchUp.

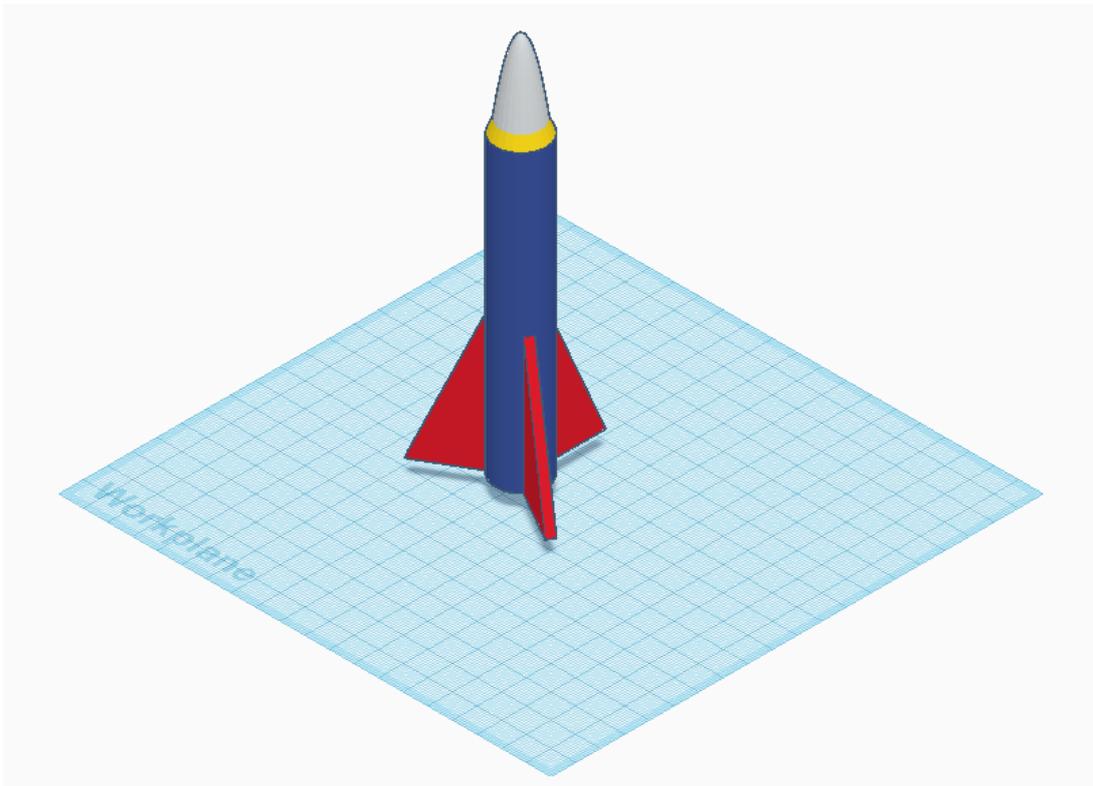
Sin embargo, tiene una limitación a la hora de acotar en base a las normas ISO y UNE, las medidas se realizan en pulgadas y hay problemas para acotar correctamente ángulos y circunferencias.

La alternativa a SketchUp es Tinkercad un software que permite la impresión en 3D a partir de modelos sencillos como se muestra en la Figura 38. Los alumnos podrán imprimir las vistas y añadir de forma manual la acotación ya que, desgraciadamente, el software no realiza

una acotación precisa en su versión gratuita (véase Anexo E). Para ello sería necesario la exportación del modelo y pasar a la utilización de software más avanzado como AutoCAD. Para trabajar con AutoCAD es necesario una licencia que los centros difícilmente pueden permitirse, aunque existe la opción de crear una cuenta de estudiante durante tres años con el correo electrónico que les suministra la Junta de Castilla y León.

Al estar trabajando en grupos de 4 miembros, será necesario que se repartan el trabajo adecuadamente para que todos estén aportando su granito de arena. El proyecto será diseñado por uno de los miembros, mientras que otros dos miembros del equipo tendrán tiempo para avanzar en la memoria técnica en la deberán incluir una vista 3D y las vistas normalizadas necesarias para caracterizar perfectamente y bajo la normativa el cohete.

El último de los componentes se encargará de realizar las medidas necesarias para la siguiente actividad de simulación y, si tuviera tiempo, empezar a completar la documentación para el día del ensayo de campo que se encuentra en el Anexo F.



**Figura 38.** Vista 3D del diseño de un cohete con tres aletas y una ojiva en forma de paraboloides diseñado con el software Tinkercad.

## Actividad 7: Cómo ser un “Rocket Scientist”

A priori existen dos programas de simulación de cohetaría de manera gratuita como son Water Rocket Fun y Water Rocket Simulator.

El primero es un sencillo programa que permite la simulación a partir de unos cuantos parámetros como el porcentaje de llenado, la presión o el peso extra añadido junto con otros parámetros fijos que pueden ser seleccionados en un rango establecido como el coeficiente de resistencia, la gravedad o el volumen de la botella lo que limita las opciones de simulación. Es una buena opción para los lanzamientos verticales y en niveles educativos de los primeros cursos de la ESO.

El segundo programa que se ha analizado es el Water Rocket Simulator. Es un programa completo que se ajusta al tiro oblicuo del ensayo de campo con distintas opciones y parámetros. En la pestaña de *Rocket Design* (véase Fig. 40) se configuran los parámetros característicos para el vuelo como el volumen de la botella, el porcentaje de llenado, la presión inicial, el diámetro de la boquilla, la masa del cohete en vacío y el coeficiente de resistencia.

Cabe reseñar que la cantidad de agua óptima varía entre el 20% y el 30% del volumen del cohete en base a las experiencias de Roca Vicent, Gumbau Gil y Sanchis Campreciós (2017) y al manual creado por el NPL (2007). La Figura 39 establece un máximo en el 21% de llenado a partir de cálculos basado en el trabajo de un gas en expansión y sus relaciones termodinámicas que superará el nivel de conocimientos exigido a los alumnos.

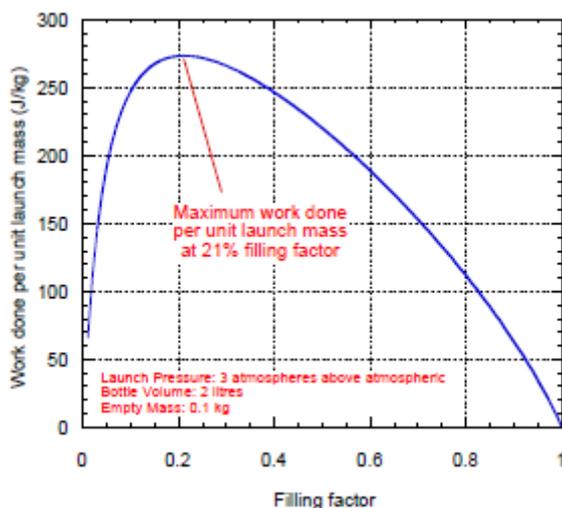


Figura 39. Relación entre el llenado del cohete y el trabajo por unidad de peso realizado. Se alcanza un máximo al 21% de llenado para una botella de 2 L y una presión de 3 atm. Imagen obtenida de Podesta (2007).

Los parámetros de la masa del cohete, el coeficiente de resistencia y el volumen de la botella son valores conocidos de las actividades previas. En el caso del diámetro de la boquilla y la longitud de la rampa es suministrado por el profesor por lo que será el mismo para todos. El resto de los parámetros como la presión inicial, el porcentaje de llenado y el ángulo de la rampa son para que los alumnos jueguen con ellos y obtengan una aproximación para completar la documentación del Anexo F.

Figura 40. Pantalla del software *Rocket Water Simulation* dedicada a la configuración de los parámetros que determinarán el vuelo.

Al pulsar el botón *Launch* en rojo se obtendrán datos de simulación en la parte inferior de la pantalla como la duración del vuelo, la máxima altura y la distancia alcanzadas.

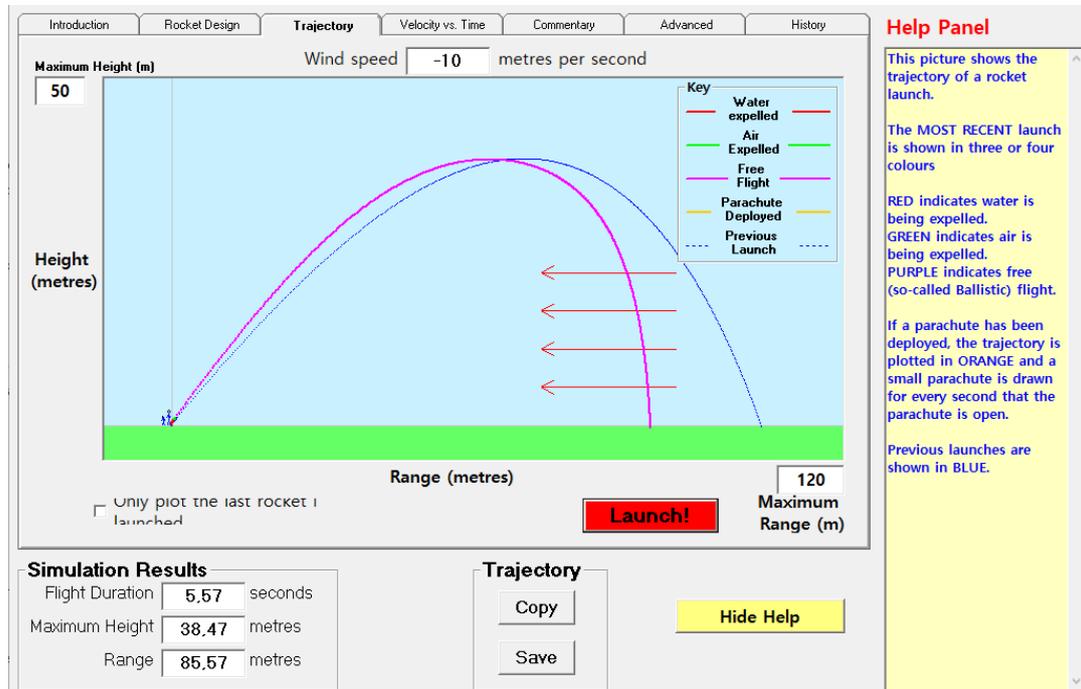


Figura 41. Pantalla del software *Rocket Water Simulation* dedicada a la visualización de las trayectorias a partir de los resultados obtenidos.

En la pestaña siguiente aparece una imagen con la trayectoria previsible (véase Fig. 41) junto con un parámetro muy importante que es la velocidad del viento. Se les pedirá a los alumnos que inserten algunos valores para que visualicen como modifica los alcances la acción

del viento. Se recomienda el uso de los datos meteorológicos disponibles de los próximos días en alguna página web como [eltiempo.es](http://eltiempo.es) o aplicaciones habituales instaladas en los dispositivos móviles para ajustarse lo máximo a la realidad.

En el panel inferior cabe la posibilidad de copiar y guardar los datos de las simulaciones a una hoja de cálculo. Estos datos deben ser incluidos en la memoria junto a una breve reflexión sobre lo que indican los parámetros y cuál es la influencia que entienden que tiene cada uno de ellos.

En el programa existen otras pestañas para graficar la velocidad y el tiempo y una pestaña avanzada. En principio, estas funciones no serán incluidas en la actividad al necesitar conocimientos en física más avanzados que los requeridos en el nivel de tercero de la ESO.

### **Actividad 8: Vísteme despacio que tengo prisa**

El proyecto se vuelve a apoyar en Educación Plástica y Visual en el bloque de la Expresión Plástica para la representación personal de las ideas usando el lenguaje visual y plástico. Se busca fomentar la creatividad y la imaginación al crear un “vestido” para el cuerpo de sus proyectos que los diferencie del resto. Se busca mejorar el conocimiento en las proporciones, en la armonía, saber jugar con los tonos, los contrastes e incluso con las texturas si el alumno así lo considera.

Para realizar los diseños tendrán el apoyo del profesor/a de la asignatura de Educación Plástica y Visual, para el que tendrán que tomar las medidas del cuerpo, buscar logos de agencias espaciales o incluir fotos que podrán imprimir en papel de pegatina para incluirlos en el boceto. Esta actividad supondrá dos horas de la carga lectiva semanal de la asignatura de Educación Plástica.

### Actividad 9: 3, 2, 1... ¡Ignición!

Es el momento más importante del proyecto. El ensayo de campo de los cohetes que han construido los alumnos con el apoyo de los profesores de Tecnología. Con esta actividad se descubrirán las dificultades que se encuentran los ingenieros y científicos en sus trabajos al trasponer la teoría al mundo práctico. A su vez, descubrirán las diferencias entre las simulaciones y el ensayo y, seguramente, se tendrán que imponer ante imprevistos en el lanzamiento buscando soluciones de manera consensuada entre los componentes del equipo y el profesor que les apoyará en todo momento.

Antes del día del lanzamiento será de gran ayuda una sesión en la asignatura de Geografía e Historia sobre la relación entre el peso de la industria aeroespacial y la economía del país para situar a los alumnos en la importancia de los hitos como la llegada del hombre a la luna y, las ideas innovadoras que han surgido en los últimos años como el turismo espacial o el establecimiento de un campamento base en la luna u otros planetas para la consecución de misiones de mayor alcance.

En cuanto al día D del mes M y la hora H, el profesor previamente deberá buscar un emplazamiento suficientemente diáfano y alejado para que el ensayo se realice con la mayor seguridad posible para todos los participantes. Es recomendable dejar cierta flexibilidad en el día de la semana fijada al poder tener situaciones meteorológicas demasiado adversas para el lanzamiento. Se ha de ser consciente de que el ensayo se realizará entre finales de noviembre y principios de diciembre.

Para asegurar la seguridad, valga la redundancia, el ensayo se ha someter a las siguientes instrucciones en base a la experiencia de Roca Vicent, Gumbau Gil y Sanchis Campreciós (2017):

- Examinar el cohete cuidadosamente para eliminar la posibilidad de defectos o daños producidos por la manipulación en las actividades anteriores.
- Llenar el cohete con la cantidad de mezcla de agua y jabón biodegradable que se ha establecido en los documentos del Anexo F.
- He de asegurar que la lanzadera es estable y está sujeta a tierra.
- Establecer el cohete en la lanzadera y alejarse a una distancia segura.
- El alumno encargado iniciará el bombeo en la dirección opuesta al lanzamiento. Ningún compañero deberá encontrarse frente a la bomba o detrás del alumno.
- Después del bombeo, el alumno se alejará para tomar sitio de seguridad.
- Se procede a la cuenta atrás del lanzamiento.
- El lanzamiento es ejecutado con el mecanismo y la cuerda que asegura una distancia sin riesgos al alcance (véase Fig. 42).

- Los lanzamientos serán grabados por uno de los miembros del equipo y por el profesor para asegurar que el vídeo tiene buena calidad.
- Por último, iniciar la recuperación de los cohetes.

El uso de un jabón biodegradable en una mezcla de agua y jabón al 10% hace que la densidad de la mezcla disminuya favoreciendo el rendimiento del cohete y la vistosidad del ensayo al dejar una estela de su trayectoria.



**Figura 42.** Fotografía de los instantes previos al lanzamiento del cohete. Imagen obtenida de González (2010).

En cuanto a la presión del aire comprimido es recomendable no sobrepasar las 7 atm debido a las posibles roturas del material de la botella. Se ha de ser consciente de que la botella PET puede sufrir degradaciones o tener fisuras de fábrica ya que su finalidad no es el almacenamiento de gases a alta presión.

En la sesión del lanzamiento los alumnos deberán completar el Anexo F en el que se especifica datos sobre el día, velocidad y dirección del viento, temperatura, posición geográfica, temperatura del aire y condiciones climatológicas.

## Actividad 10: Houston tenemos un problema

Para completar el proyecto se ha planeado una última actividad que requiere desarrollar competencias del ámbito tecnológico y científico sobre cómo se trabaja en el mundo de la ingeniería habitualmente.

Para ello, se dispone de las grabaciones tomadas durante los ensayos de campo que serán tratados con un software gratuito que permite el análisis de fenómenos físicos de una manera sencilla. Solo es necesario añadir o arrastrar el vídeo, seleccionar los fotogramas que el programa seguirá para realizar los cálculos. Se recomienda optar por puntos donde el contorno tenga colores diferenciados para evitar problemas y facilitar el seguimiento de manera automática por el programa.

Los resultados obtenidos con Tracker permite la comparativa con respecto a lo calculado con Water Rocket Simulator de parámetros como la velocidad de salida, la trayectoria del vuelo y el tiempo empleado. Esta comparativa entre los resultados obtenidos del ensayo y la simulación dará una visión de las limitaciones que surgen en el ámbito científico – técnico a la hora de diseñar un experimento o un dispositivo. En la memoria técnica se han de incluir la tabla de datos que ofrece el programa junto con una breve reflexión de lo que sus conocimientos e intuición les induce a pensar sobre que fallos, problemas o limitaciones surgen en las simulaciones por modelos matemáticos.

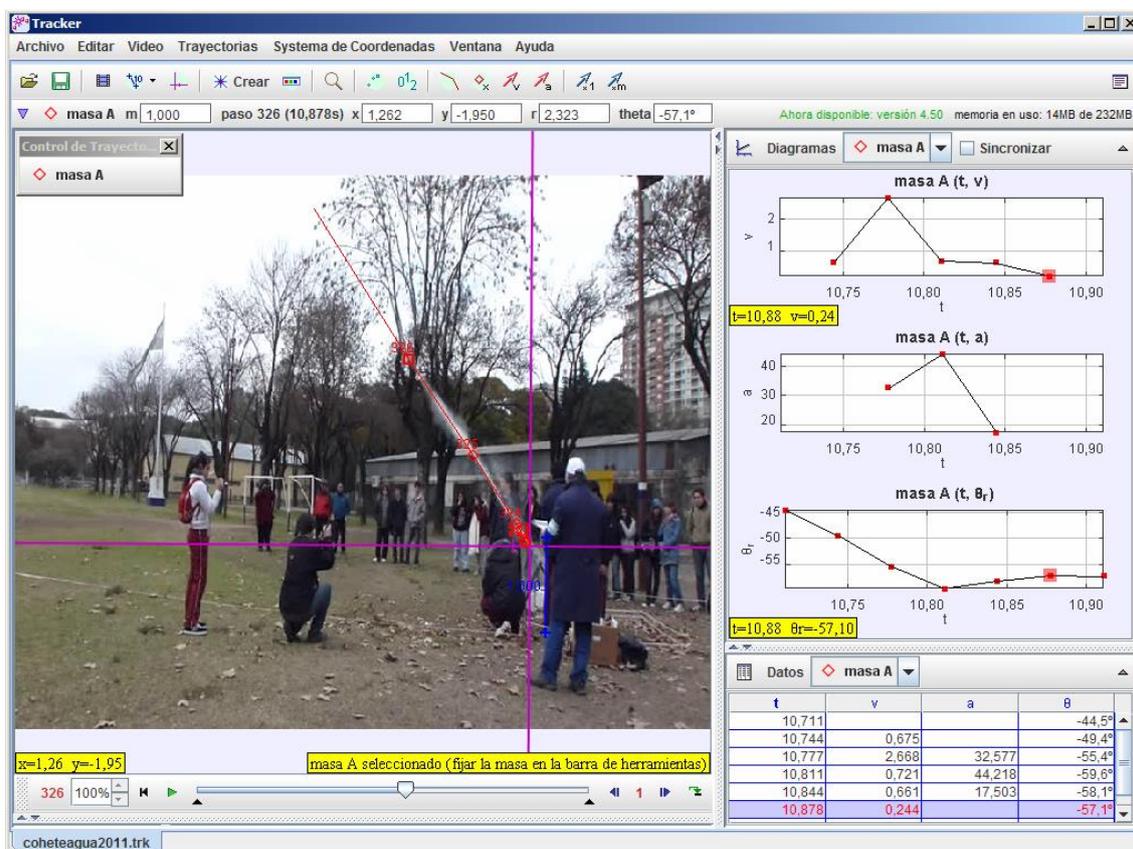


Figura 43. Perspectiva general de la interfaz del software. El programa es sencillo y fácil de manejar. Imagen obtenida de González (2010).

### Actividad 11: Misión completada

En la última etapa de este tour de trabajo solo queda presentar todo lo recopilado, tratado y estructurado en sus memorias técnicas de manera visual a partir de una presentación PPT con el apoyo de vídeos sobre el proceso.

Durante la sesión los alumnos tendrán que evaluar a los grupos que estén mostrando su trabajo a partir de la rúbrica que ha preparado el profesor (véase epígrafe 1.1. del Anexo H). De igual forma, cada miembro del equipo tendrá que autoevaluarse y coevaluar al resto del equipo a partir de la misma rúbrica.

Para las presentaciones se dedicarán dos sesiones de las últimas semanas del trimestre en el que cada equipo tendrá 10 minutos para presentar acompañado de 5 minutos de preguntas, dudas o sugerencias por parte del profesor o compañeros. Al finalizar cada una de las sesiones se les entregará a los alumnos que hayan finalizado el proceso un diploma como el mostrado en el Anexo G.

Por último, en el campus virtual del centro tendrán un enlace a una breve encuesta en Google Docs con las cuestiones que aparecen en el Anexo H en el epígrafe 1.2. para evaluar la estructuración del proyecto y el trabajo del profesor, así como opiniones abiertas acerca de aspectos a cambiar, mejorar o eliminar de lo que se ha planteado.

## 4.7. Temporalización

La **temporalización de la asignatura de Tecnología** se organiza, de manera casi habitual, en los bloques mostrados en la Tabla 9. Como se ha mencionado anteriormente el **hilo conductor** de la asignatura es el bloque dedicado al **Proceso de resolución de problemas tecnológicos** con un bajo contenido teórico y alto aspecto práctico para el desarrollo de proyectos durante el curso.

Las actividades que conforman el proyecto se han establecido durante el primer trimestre del curso coincidiendo con los bloques de expresión y comunicación técnica y una parte de materiales de uso técnico relativo a los materiales plásticos.

**Tabla 9.** Temporalización de los bloques que conforman la asignatura de Tecnología en tercero de la ESO.

<b>1er Trimestre</b>	Bloque 1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos Bloque 2. Expresión y comunicación técnica Bloque 3. Materiales de uso técnico
<b>2do Trimestre</b>	Bloque 1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos Bloque 3. Materiales de uso técnico Bloque 4. Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas
<b>3er Trimestre</b>	Bloque 1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos Bloque 5. Tecnologías de la Información y la Comunicación

De manera ideal se cuentan con 13 semanas de clase con una dedicación de 3 horas por semana como establece la normativa en la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo. Por tanto, serían entre 38 y 39 horas de actividad educativa. De forma informativa en la Tabla 10 se han presentado la cantidad de horas semanales de las asignaturas que en mayor o menor medida se han considerado para el desarrollo de las actividades.

**Tabla 10.** Asignación de horas lectivas semanales para cada una de las asignaturas que participarían en el proyecto.

ASIGNATURA	HORAS SEMANALES
<b>Tecnología</b>	3h/semana
<b>Matemáticas</b>	4h/semana
<b>Física y Química</b>	2h/semana
<b>Educación Plástica y Visual</b>	3h/semana
<b>Geografía e Historia</b>	3h/semana

Por tanto, para la ejecución del proyecto se necesitan al menos un 60 por ciento de las horas lectivas para las sesiones de aula – taller con la distribución que se muestra en la Tabla 11. En la tabla se muestra las horas lectivas dedicadas a cada uno a los contenidos que conforman el primer trimestre (véase Tabla 12).

Tabla 11. Asignación de horas para los bloques de contenidos y el proyecto tecnológico.

BLOQUE	NÚMERO DE HORAS
Presentación	1 hora
El proceso tecnológico. Herramientas	6 horas
Expresión y comunicación técnica	9 horas
Materiales de uso técnico: Los plásticos	6 horas
Proyecto: “¡Sácame de este planeta!”	16 horas

Tabla 12. Estructura de los bloques de contenidos que moldean y, a la par, se desarrollan durante la realización del proyecto.

BLOQUES	PARTES	CONTENIDOS
PROCESO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS TECNOLÓGICOS	1	<p>El proceso tecnológico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Planteamiento del problema</li> <li>Búsqueda de información</li> <li>Propuesta de distintas soluciones</li> <li>Elección de una solución</li> <li>Determinación de los materiales y herramientas</li> <li>Planificación de la construcción</li> <li>Construcción de la solución</li> <li>Presentación</li> <li>Difusión del producto</li> <li>Documentación del proceso</li> </ul>
		<p>Diseño de productos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Creatividad e innovación</li> <li>Obsolescencia tecnológica</li> <li>Tecnología y sociedad</li> <li>Tecnología y medio ambiente</li> </ul>

		<b>Distribución y comercialización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cliente</li> <li>Producto</li> <li>Precio</li> <li>Distribución</li> <li>Comercialización</li> </ul>
<b>EXPRESIÓN Y COMUNICACIÓN TÉCNICA</b>	2	<b>Expresión gráfica y normalización</b>	Normalización
		<b>Escala y acotación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escalas</li> <li>Acotación</li> </ul>
		<b>Representación en perspectiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perspectiva isométrica</li> <li>Perspectiva caballera</li> <li>Representación normalizada de vistas</li> </ul>
<b>MATERIALES DE USO TÉCNICO</b>	3	<b>Plásticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Origen y formación</li> <li>Propiedades</li> <li>Impacto ambiental</li> <li>Clasificación y aplicaciones</li> <li>Técnicas de conformación</li> <li>Técnicas de manipulación, unión y terminado</li> </ul>

A parte de la asignatura de Tecnología el ABP que se ha compuesto necesita horas lectivas de otras asignaturas, así como la implicación de los profesores y profesoras relativos. A través de la asignación horaria de la Tabla 13 se ha llegado a la conclusión que se necesitan al menos 26 horas lectivas para el desarrollo del proyecto. No se han contabilizado las horas de la parte teórica que necesitan desarrollar las asignaturas vinculadas anteriormente por no dificultar la comprensión de lo esbozado.

Tabla 13. Asignación del número de horas por actividad y asignatura correspondiente.

N.º	ACTIVIDAD	HORAS PREVISTAS
1	<b>Sácame de este planeta</b>	1 hora de Tecnología
2	<b>Puesta a punto de los cerebros</b>	1 hora de Tecnología
3	<b>Esbozando las locuras de Julio Verne</b>	1 hora de Tecnología y 1 hora de Ed.

		Plástica y Visual
4	¿Dónde va cada pieza?	3 horas de Tecnología
5	A vueltas con la física	2 horas de Tecnología, 1 hora de Física y Química y 1 hora de Matemáticas
6	Oficina Técnica	3 horas de Tecnología y 2 horas de Ed. Plástica y Visual
7	Cómo ser un Rocket Scientist	2 horas de Tecnología
8	Vísteme despacio que tengo prisa	2 horas de Ed. Plástica y Visual
9	3, 2, 1... ¡Ignición!	1 hora de Tecnología y 1 hora de Física y Química
10	Houston tenemos un problema	2 horas de Física y Química
11	Misión completada	2 horas de Tecnología
<p><b>HORAS TOTALES = 26 horas divididas en:</b>  <b>16h de Tecnología; 5h de Ed. Plástica y Visual; 4h de Física y Química; 1h de Matemáticas.</b></p>		

## 4.8. Evaluación

La evaluación se entiende como un seguimiento y valoración de todo el sistema educativo y la toma de decisiones que permita mejorar su funcionamiento. En particular afecta a los procesos de aprendizaje de los alumnos y al proceso de enseñanza diseñado por el profesor, siendo siempre el referente el logro de los objetivos marcados. Por lo que para una buena evaluación se han de considerar al menos las siguientes partes:

- Evaluación del aprendizaje de los alumnos.
- Evaluación de la actividad docente.

Dentro de la evaluación del aprendizaje del alumno se establece una evaluación formativa y sumativa, definidas como sigue:

**Formativa:** Es la referente a los progresos y dificultades que configuran el proceso de enseñanza–aprendizaje. Ha de llevarse a cabo durante el aprendizaje y va a suponer el conjunto de observaciones, respuestas y comportamientos que sobre los alumnos y demás elementos curriculares debe llevar a cabo el profesor.

**Sumativa:** Referente a objetivos terminales didácticos. Se efectuará al final de la fase de aprendizaje, implicando a todo el cuerpo de conocimientos adquiridos.

Los criterios de evaluación se basarán por tanto en la consecución de los objetivos propuestos, competencias básicas y su concreción en los contenidos expuestos. La **Orden ECD/65/2015** establece los estándares de aprendizaje evaluables en Tecnología para la etapa de la ESO. En la siguiente lista se nombra los estándares referidos a los bloques que se han desarrollado a través del proyecto y que serán evaluados:

1. Diseña un prototipo que da solución a un problema técnico, mediante el proceso de resolución de problemas tecnológicos.
2. Elabora la documentación necesaria para la planificación y construcción del prototipo.
3. Representa mediante vistas y perspectivas objetos y sistemas técnicos, mediante croquis y empleando criterios normalizados de acotación y escala.
4. Interpreta croquis y bocetos como elementos de información de productos tecnológicos.
5. Produce los documentos necesarios relacionados con un prototipo empleando cuando sea necesario software específico de apoyo.
6. Explica cómo se puede identificar las propiedades mecánicas de los materiales de uso técnico.
7. Describe las características propias de los materiales de uso técnico comparando sus propiedades.

Teniendo en cuenta la carga de trabajo que supone la realización de este proyecto con respecto a la carga total se ha asignado a cada una de las partes el siguiente peso específico en la nota final:

- 60% para el proyecto ABP que se corresponde con la evaluación formativa y sumativa.
- 30% para el examen final que se corresponde con la evaluación sumativa.
- 10% para otras entregas o actividades que se corresponde con la evaluación formativa.

La forma en que se va a evaluar el proyecto es a través de una rúbrica que aparece en el Anexo H que será utilizada tanto como por el profesor como por los alumnos de forma que se autoevalúen y coevalúen su trabajo en equipo. Sobre el 60% del peso sobre la nota final la evaluación se dividirá de forma siguiente:

- **60 % evaluación del profesor** a través de la rúbrica.
- **20 % coevaluación de los compañeros** a través de la rúbrica.
- **20 % autoevaluación** a través de la rúbrica.

Tiene una gran importancia la evaluación de la intervención docente en todos los niveles en los que el propio profesor puede tomar decisiones. De esta manera se debe plantear en qué medida la secuencia de los contenidos y su organización responden a las condiciones y necesidades reales de los alumnos/as. Si la estructura del proyecto permite atender a todas las exigencias que se plantearon en el inicio, si realmente se han visto recogidos todos los contenidos que se pretendían, si la elección de las actividades es la más adecuada para los objetivos iniciales. Se propone realizar la evaluación a través de un cuestionario a los alumnos Anexo H.

El profesor a lo largo del desarrollo del proyecto realizará las anotaciones correspondientes, ya que ello constituye una fuente imprescindible para mejorar el diseño en años sucesivos. Se sugieren, como puntos de reflexión para elaborar dicho informe los siguientes que se presentan en el Anexo H:

- Recursos utilizados
- Las actividades que se han desarrollado a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje:
  - Despiertan interés.
  - Provocan el análisis por parte del alumno.
- El grado de dificultad.
- La temporalización ha sido la adecuada.
- Consecución de los objetivos propuestos.

#### 4.9. Atención a la diversidad

En el art. 23 de la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, se declaran la finalidad y los principios generales de actuación frente a la atención a la diversidad. La atención a la diversidad tiene por finalidad **garantizar la mejor respuesta educativa a las necesidades y diferencias**, ofreciendo oportunidades reales de aprendizaje a todo el alumnado en contextos educativos ordinarios, dentro de un entorno inclusivo, a través de actuaciones y medidas educativas.

Dado el carácter práctico del proyecto que se compone de una concatenación de actividades en equipo permite que los alumnos puedan **desarrollar el aprendizaje en función de sus características y habilidades**. Para concretar las adaptaciones curriculares se habría de conocer previamente el perfil de los alumnos con el fin de establecer las medidas de refuerzo, las adaptaciones curriculares en caso de necesidades especiales y el apoyo educativo.

Cabe resaltar, de forma casi anecdótica, que este tipo de proyectos encajan muy bien con alumnos de **altas capacidades** por su especial interés en el espacio (Carmona, 2021, 35m58s). Dentro de las recomendaciones educativas que propone el Gobierno Vasco (2013) está la orientación hacia acciones que favorezcan y mejoran la respuesta del alumno como la potenciación de la exploración y la indagación en los contenidos, la aplicación de nuevas tecnologías o reforzar el pensamiento divergente y la creatividad.

Esta visión se relaciona intrínsecamente con lo expuesto en este TFM con actividades de pensamiento divergente como los seis sombreros para pensar o de creatividad al diseñar una vestimenta a sus cohetes, el trabajo con aplicaciones de simulación para fortalecer la competencia digital, así como, trabajo de investigación científica en las que se les acerca al mundo de la investigación, de la indagación y de la construcción del conocimiento científico.

En la guía del Gobierno Vasco se hace énfasis en el enriquecimiento a través de talleres de ampliación. Para ello, se diseñan espacios en el aula para que realicen trabajos diversos, con materiales y recursos variados, con acceso a las TIC para que el alumno trabaja de forma más autónoma y creativa.

Para la ampliación de contenidos no contemplados en el currículum se recomienda el uso de actividades que se centren en los intereses específicos de los alumnos. Por lo que, previamente, sería necesario una identificación de los temas o áreas de estudio que se pudieran llevar a cabo y fomentarlos en el aula. Como ejemplos a considerar se presentan los siguientes:

- Crea tus **gafas de Realidad Virtual** para el visionado de despegues o de vídeos de exploración de planetas del Sistema Solar.
- **Añadir nuevas características** o mejorar el cohete con la inserción de un paracaídas con un sistema mecanizado o incluir una cámara para grabar el lanzamiento.
- Uso de software especializado como **Open Rocket** que permite el diseño y simulación de cohetes de aerodelismo para bajas alturas con configuraciones avanzadas.

---

# CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

---

En este capítulo se pasa a discutir las conclusiones a las que se ha llegado a partir de los objetivos, establecidos en la introducción del documento, durante elaboración del presente TFM.

En primer lugar, se ha evidenciado la influencia del desarrollo tecnológico en la sociedad para sus perspectivas de futuro por lo que diferentes organismos internacionales como la UNESCO dan vital importancia al desarrollo de competencias digitales, matemáticas y científicas para que las próximas generaciones puedan enfrentarse con garantías a los retos del s. XXI.

La percepción que tiene la sociedad hacia la tecnología es, en general, buena, aunque suscita ciertos miedos por la incertidumbre que genera en el futuro de algunas profesiones, especialmente en las clases bajas o medias - bajas. Los adolescentes acogen favorablemente la tecnología, aunque sus habilidades están por debajo de lo que les presupone. Cabe destacar que las chicas no acaban de tener especial interés por la ingeniería o la ciencia, punto que en el que se debería de trabajar para romper estereotipos y animarlas a este tipo de estudios.

Dentro de la educación se tiene muy claro la importancia del saber hacer por encima del saber debido a la rapidez de los cambios que se producen en este mundo tecnológico. Por esta razón se aboga por el uso de metodologías activas que integren los saberes del conocimiento científico para permitir el desarrollo de las competencias que los alumnos necesitarán para un buen desarrollo profesional y personal.

Gracias a diferentes investigaciones sobre las metodologías activas como las realizadas por Domènech-Casal, Lope y Mora (2019) y Sanmartí Puig y Márquez Bargalló (2017) se ha demostrado que el uso del ABP junto con el AC permite a los alumnos ser más creativos, más autónomos, sentirse más capaces lo que influye positivamente en su motivación hacia el estudio de las STEAM. Por lo que las actividades planteadas permiten a los alumnos se sientan protagonistas lo que favorece el desarrollo de las competencias clave de etapa, la mejora de sus habilidades sociales y su capacidad de trabajo en equipo, así como el aumento del interés por la tecnología.

Durante el desarrollo de este trabajo se han mostrado los puntos de unión y transversalidad del conocimiento entre las diferentes asignaturas de tercero de la ESO especialmente en Física y Química y Educación Plástica además de una pequeña parte de Matemáticas. El intento de incluir contenidos de Geografía e Historia se ha visto dificultado

por la secuenciación de los bloques y su contenido. De esta forma se evidencia la dificultad para integrar diferentes saberes de las materias que componen el currículo sin tener en cuenta otro tipo de obstáculos como puede ser las limitaciones del espacio físico, la no participación de algún profesor o la respuesta negativa del claustro.

La integración de los saberes del ámbito STEAM, el uso de las metodologías activas y las actividades planteadas estimulan, principalmente, el desarrollo de la competencia matemática y las básicas en ciencia y tecnología al acercarse al mundo profesional desde el aula trabajando en ocasiones como un ingeniero al tener que diseñar, construir y perfeccionar el cohete y en otras como un científico al tener recoger y tratar datos y, a partir de ellos, sacar conclusiones sobre las experiencias.

Asimismo, cabe destacar el desarrollo de la competencia digital en la búsqueda y tratamiento de la información, en el uso de diferentes softwares de simulación, en la creación de contenido en un procesador de textos para la entrega de la memoria, el tratamiento de datos con hojas de cálculo y la creación de contenidos para la presentación de sus proyectos.

En cuanto si es posible introducir la tecnología aeroespacial en el aula se concluye con total seguridad que sí. Este proyecto tiene un carácter flexible, por lo que en función de los recursos disponibles se puede ejecutar de manera completa o parcial. La construcción del cohete requiere de materiales y herramientas habituales en el aula de tecnología, además de incluye la reutilización de materiales plásticos como botellas de agua. La mayor dificultad se encuentra en la construcción de la rampa por la necesidad del uso de tubos de PVC o cobre, así como de un mecanismo de seguridad y accionamiento para el lanzamiento. El software necesario para las simulaciones físicas como para el seguimiento en el vuelo son gratuitos y requieren ordenadores de poca potencia como los que se suelen encontrar en el ámbito educativo.

Por último, en base a lo expuesto por el Gobierno Vasco y por Olga Carmona, experta en Neuropsicología de la Educación y Atención Psicoeducativa de Niños con Altas Capacidades y directora del Centro de Psicología CEIBE de Madrid, en el podcast de BBVA Aprendemos juntos los alumnos de altas capacidades tienen especial interés por todo lo relacionado con la tecnología y el espacio. Por tanto, se considera que el proyecto presentado les generará motivación y curiosidad por crear un proyecto destacable. De igual forma, como se ha comentado anteriormente la flexibilidad de las actividades y los conocimientos que los sustentan permitirá ampliar tanto como se considere necesario o el alumno requiera.

---

# CAPÍTULO 6: LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

---

En línea con lo descrito en las conclusiones, en el futuro sería necesario proyectar en el aula las actividades descritas para ajustar, modificar o rehacer las partes del proyecto que así lo requieran a partir de los resultados de la evaluación, de los cuestionarios, de la consecución de los objetivos y de la valoración del profesor y/o profesores implicados. También permitiría la interacción con los profesores de las materias implicadas en las actividades que aportarían al proyecto una fuente de madurez y enriquecimiento que de otra forma no es posible.

Uno de los puntos que será importante desarrollar más en profundidad es la atención a la diversidad desde los diferentes ángulos que esta presenta y que, en este TFM, se ha limitado a mencionar para no añadir una excesiva extensión a un trabajo de este tipo. Será de especial interés la respuesta de los alumnos de altas capacidades ya que habitualmente son los grandes olvidados en este tipo de propuestas. Lo limitado de los recursos hace que mayoritariamente los profesores se preocupen de los alumnos que tienen dificultades de aprendizaje dejando a un lado a las altas capacidades.

Es evidente que existe una limitación a la hora de evaluar el proyecto de manera global ya que cada uno de los profesores tendrá que efectuar su parte y asegurar que los mínimos que impone la ley en cuanto a los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje han sido alcanzados. Con esta situación existe el riesgo de crear cierta incertidumbre o ser la generadora de conflictos entre los docentes implicados puesto que debe haber un consenso previo para conseguir, por un lado, el buen desarrollo de la actividad y, por el otro, la posibilidad de evaluar cada actividad por parte de cada uno de los docentes implicados.

Otra de las limitaciones que el docente se podría encontrar es la ausencia o la obsolescencia de los equipos informáticos que cercenaría gran parte de las actividades que envuelven los contenidos interdisciplinares de las asignaturas implicadas. De igual forma, eliminaría la posibilidad de que los alumnos comparasen los datos obtenidos en una simulación con la realidad. Esta situación provocaría la necesidad de meditar concienzudamente si es posible el desarrollo del proyecto con ciertas garantías.

- Página en blanco -

---

## Referencias

---

- Abril, A. Ariza, M. Quesada, A. y García, J. (2013). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka obre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 11(1), 22-33.
- Adell, J. y Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (coord.). *Tendencias emergentes en educación con TIC. Barcelona: Asociación Espiral, Educación y Tecnología*. págs. 13-32. ISBN: 978-84-616-0448-7
- Amos, J. (2020). Misión a Marte de Emiratos Árabes Unidos: ¿qué busca el pequeño pero ambicioso país con la sonda Hope? Recuperado el 3 de mayo de 2021 de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-53467936>
- Ballesteros Guerra, J. C., Calderón Gómez, D., Kardelis, S. K., Megías Quirós, I., y Sanmartín Ortí, A. (2020). *Barómetro Jóvenes y Expectativa Tecnológica 2020*. Madrid: *Centro Reina Sofía sobre adolescencia y juventud*.
- Basterra, F. (1986). Un error de la NASA causó la tragedia del "Challenger." Recuperado el 15 de mayo de 2021 de [https://elpais.com/diario/1986/06/10/internacional/518738409\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1986/06/10/internacional/518738409_850215.html)
- Bauman, Z. (2015). *Modernidad líquida*. Fondo de cultura económica.
- Bello, Alessandro; Blowers, Tonya; Schneegans, Susan and Straza, Tiffany (2021). To be smart, the digital revolution will need to be inclusive. In: *UNESCO Science Report: the Race against Time for Smarter Development*. UNESCO: Paris.
- Carmona, O. (Entrevistado). (26 de enero de 2021). Tener altas capacidades no significa sacar buenas notas. [Episodio de Podcast]. En *BBVA Aprendemos Juntos*. Spotify. <https://open.spotify.com/episode/1yyC2z9Mno7Pc3Yx3hZzBT>
- Cervera, D., Prado, F. D. De, Javier, J., Arias, G., Martín, F. J., Miguel, J., ... Utiel, C. (2010). *Tecnología. Complementos de formación disciplinar*. (S. L. Editorial GRAÓ, de IRIF, Ed.) (1a edición, Vol. I). Instituto de Formación del Profesorado. Investigación e Innovación Educativa.
- David, L. (2021). ¿Qué hacemos con la basura espacial? *Investigación y Ciencia*. Recuperado de <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/qu-hacemos-con-la-basura-espacial-19761>
- de Miguel Díaz, M. (2006). *Modalidades de Enseñanza Centradas en el Desarrollo de Competencias*. Oviedo: Ediciones Universidad de Oviedo. Recuperado de [https://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/42/42376/modalidades\\_ensenanza\\_competencias\\_mario\\_miguel2\\_documento.pdf](https://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/42/42376/modalidades_ensenanza_competencias_mario_miguel2_documento.pdf)
- Deloitte. (2018). Exponential technologies in manufacturing. *Singularity University*, 64.
- DeSeCo – OCDE. (2002). Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations. Summary of the final report "Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society". Recuperado de: [http://www.portalstat.admin.ch/deseco/deseco\\_finalreport\\_summary.pdf](http://www.portalstat.admin.ch/deseco/deseco_finalreport_summary.pdf)
- Domènech-Casal J., Lope S., Mora L. (2019) Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(2), 2203. doi:

10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2019.v16.i2.2203

- Echeverría Samanes, B. & Martínez Clares, P. (2018). Revolución 4.0, competencias, educación y orientación. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(2), 4-34. doi: <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2018.831>
- ESERO. (2021). Casi 15.000 programas de estudiantes se ejecutaron en la ISS durante Astro Pi 2020-21. Recuperado el 1 de junio de 2021 de <https://esero.es/casi-15000-programas-se-ejecutaron-en-la-iss-durante-astropi-2020-21/>
- Flick L.B. (2006) Developing Understanding Of Scientific Inquiry In Secondary Students. In: Flick L.B., Lederman N.G. (eds) *Scientific Inquiry and Nature of Science. Science & Technology Education Library, vol 25*. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_8)
- Gallardo Echenique, E. E. (2013). Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 1(1), 7. <https://doi.org/10.17345/ute.2012.1.595>
- Gil Montoya, C., Baños Navarro, R., Alías Sáez, A., y Gil Montoya, M. D. (2007). Aprendizaje cooperativo y desarrollo de competencias. VII Jornadas sobre Aprendizaje Cooperativo, 63-72.
- Gobierno Vasco. (2013). *Orientaciones educativas. Alumnado con altas capacidades intelectuales*. (S. de I. y R. del G. Vasco, Ed.). Vitoria-Gasteiz
- Gomez, F. J., y Miikkulainen, R. (2003). Active guidance for a finless rocket using neuroevolution. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2724, 2084–2095. [https://doi.org/10.1007/3-540-45110-2\\_105](https://doi.org/10.1007/3-540-45110-2_105)
- González, P. M. (2010). Cohetes propulsados por agua. *Instituto San Felipe Neri*. Recuperado de <http://www.astroeduc.com.ar/COHETES PROPULSADOS POR AGUA ISFN.pdf>
- Guido, M. (2017). What Is Inquiry-Based Learning: 7 Benefits and Strategies You Need to Know. Recuperado el 16 de junio de 2021 de <https://www.prodigygame.com/en/blog/inquiry-based-learning-definition-benefits-strategies/>
- Healey M. y Jenkins, A. (2009). *Undergraduate Research and Inquiry*. York: Higher Education Academy
- Ishii, N. (2008). Cohetes de Agua. Manual del educador. *Organismo de Exploración Aeroespacial Del Japón*. Recuperado de <https://2mp.conae.gov.ar/descargas/Materiales/Cohetes de Agua-Manual del Educador.pdf>
- Johnson, D. W., y Johnson, R. T. (2007). *Creative controversy: Intellectual challenge in the classroom* (4th ed.).Edina, MN: Interaction Book Company.
- Johnson, D. W., y Johnson, R. T. (2014). Cooperative Learning in 21st Century. [Aprendizaje cooperativo en el siglo XXI]. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 30(3), 841-851.
- Khalaf, B. K., y Zin, Z. B M. (2018). Traditional and Inquiry-Based Learning Pedagogy: A Systematic Critical Review. *International Journal of Instruction*, 11(4), 545-564. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11434a>
- Linden, A. y Fenn, J. (2003). Understanding Gartner's Hype Cycles. Strategic Analysis Report R-20-1971. Gartner, Inc.
- Mann, Anthony; Denis, Vanessa; Schleider, Andreas; Ekhtiari, Terralynn F. et al. (2020) Dream Jobs? Teenagers' Career Aspirations and the Future of Work. *Organisation for Economic*

*Co-operation and Development: Paris.*

- Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universitaria EAFIT*, 11–21. Recuperado de <https://www.theflippedclassroom.es/aprendizaje-basado-en-problemas-o-aprendizaje-basado-en-proyectos-2/>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional, G. de E. (2019). TIMSS 2019. Estudio internacional de tendencias en Matemáticas y Ciencias. Informe Español. (*Secretaría General Técnica, Ed.*). Madrid.
- NASA. (2011). Rockets. Educator’s Guide with Activities in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Educator Guide, 1–18.
- NASA. (2021). The Next Generation of Explorers. Recuperado el 3 de junio de 2021 de <https://www.nasa.gov/stem/studentlaunch/home/index.html>
- NPL. [National Physical Laboratory] (19 de agosto de 2019). *NPL Water Challenge 2019*. Youtube. [Archivo de Vídeo] [https://www.youtube.com/watch?v=1gE\\_hrP2p0g](https://www.youtube.com/watch?v=1gE_hrP2p0g)
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. (25, 29 de enero de 2015), 6986-7003.
- ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León, (35, 22 de febrero), 14058–14079.
- Pedreira, J. (2011). Challenger: 25 años de una tragedia espacial sin escapatoria. Recuperado el 24 de mayo de 2021 de <https://www.rtve.es/noticias/20110128/challenger-25-anos-tragedia-espacial-sin-escapatoria/398796.shtml>
- Peñaherrera, M., Chiluita, K. y Ortiz, A. (2014). Inclusión del Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) como práctica pedagógica en el diseño de programas de postgrados en Ecuador. Elaboración de una propuesta. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, Vol. 5(2), pp. 204 – 220.
- Podesta, M. de. (2007). A guide to building and understanding the physics of Water Rockets, 1–47. Recuperado de [https://www.npl.co.uk/skills-learning/outreach/water-rockets/wr\\_booklet\\_print](https://www.npl.co.uk/skills-learning/outreach/water-rockets/wr_booklet_print)
- Portal TDE. (2020). Proyecto STEAM: Investigación Aeroespacial aplicada al aula. Recuperado el 2 de junio de 2021 de <https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/tde/proyecto-steam-investigacion-aeroespacial-aplicada-al-aula/>
- Quevedo, L. (2014). Las raíces del “que inventen ellos.” *El Mundo*. Recuperado de <https://www.elmundo.es/ciencia/2014/12/13/548b449422601da01c8b4583.html>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, (3, 3 de enero), 169–546.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Ministerio de Educación y Ciencia, (5, 5 de enero de 2007)
- Rincon, P. (2018). ¿Qué busca China en el lado oculto de la Luna? Recuperado el 3 de mayo de 2021 de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46490139>

- Roca Vicent, M., Gumbau Gil, M. Á., y Sanchis Campreciós, I. (2017). Cohetes de agua. La parte divertida de las Leyes de Newton. *Modelling in Science Education and Learning*, 10(1), 73. <https://doi.org/10.4995/msel.2017.6580>
- Rodriguez, F. (2015). Proyecto Cohete de Agua. Física de Fluidos y Termodinámica, 1–9. Recuperado de <https://fernandola80.wordpress.com/2015/04/10/proyecto-cohete-de-agua/>
- S.N. (2020). 4 motivos por los que la neuroeducación avala el aprendizaje basado en proyectos. *Tekman. Revolución y Aprendizaje*.
- Sáez, B., y San José, E. (2021). Implementación del aprendizaje basado en ideas/investigación. Recuperado el 9 de junio de 2021 de <https://value.universidadeuropea.es/implementacion-del-aprendizaje-basado-en-ideas-investigacion/>
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Sarramona, J., Domínguez, E., Noguera, J.; Vázquez, G. (2005). *Las competencias en la secundaria y su incidencia en el acceso a la Universidad*. En V. Esteban Chapapría (Ed.): El Espacio Europeo de Educación Superior. Valencia. UPV. pp- 199-251.
- Servicio de Formación en Red. INTEF. (2015). Bloque 1. AbP paso a paso Autores. INTEF, 0–15. Recuperado de: [http://formacion.educalab.es/pluginfile.php/62105/mod\\_resource/content/4/AbP\\_3\\_15\\_B1\\_ImplementacionAbP.pdf](http://formacion.educalab.es/pluginfile.php/62105/mod_resource/content/4/AbP_3_15_B1_ImplementacionAbP.pdf)
- The European Space Agency. (2014). Whoosh bottle – applying newton’s laws to rockets | Teach with space P01. Recuperado el 1 de junio de 2021 de [http://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Whoosh\\_bottle\\_applying\\_newton\\_s\\_laws\\_to\\_rockets\\_Teach\\_with\\_space\\_P01](http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Whoosh_bottle_applying_newton_s_laws_to_rockets_Teach_with_space_P01)
- The European Space Agency. (2017). Up, up, up! – Build and launch your own rockets | Teach with space PR23. Recuperado el 1 de junio de 2021 de [http://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Up\\_up\\_up!\\_Build\\_and\\_launch\\_your\\_own\\_rockets\\_Teach\\_with\\_space\\_PR23](http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Up_up_up!_Build_and_launch_your_own_rockets_Teach_with_space_PR23)
- The European Space Agency. (2018). Lanzador de cohetes. Tecnología Espacial. Calcula y diseña tu propio lanzamiento. Granada.
- Unesco. (2020). La ciencia como derecho humano. Una mirada desde la ciencia BRIEFS, 18.
- WEF (2016). The future of jobs. Employment, skills and workforce strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report. Recuperado de [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf)
- Zafra, I. (2021, 13 de junio). La crisis de los 13 años: los alumnos pierden masivamente el entusiasmo por la escuela en la ESO. *El País*. Recuperado de <https://elpais.com/educacion/2021-06-13/la-crisis-de-los-13-anos-los-alumnos-pierden-masivamente-el-entusiasmo-por-la-escuela-en-la-eso.html?rel=mas>
- Zafra, I. (2021, 18 de junio). “La educación en España prepara a los alumnos para un mundo que ya no existe.” *El País*. Recuperado de <https://elpais.com/educacion/2021-06-18/el-creador-del-informe-pisa-la-educacion-espanola-prepara-a-los-alumnos-para-un-mundo-que-ya-no-existe.html>

# ANEXOS

## ANEXO A

**Tabla A1.** Características de cada uno de los sombreros para ejecutar la dinámica de 6 sombreros para pensar. Basado en lo expuesto en <https://elcasopablo.com/2015/09/17/dinamica-6-sombreros-para-pensar/>

SOMBRERO	CARACTERÍSTICAS
<b>SOMBRERO BLANCO</b>	<p>Trabaja con hechos y cifras</p> <p>Representa el papel de un ordenador</p> <p>Expone los hechos de manera neutral y objetiva</p>
<b>SOMBRERO ROJO</b>	<p>Trabaja con emociones y sentimientos</p> <p>Es lo opuesto a la información neutral</p> <p>Pensamientos, intuiciones, impresiones</p> <p>No necesita dar razones o fundamentos</p>
<b>SOMBRERO NEGRO</b>	<p>Es la lógica negativa</p> <p>Se concentra en lo malo de la idea o concepto</p> <p>Punto de vista pesimista</p> <p>Busca errores de pensamiento</p>
<b>SOMBRERO AMARILLO</b>	<p>Es especulativo positivo</p> <p>Se concentra en el beneficio</p> <p>Lo caracteriza el optimismo</p> <p>Construye propuestas y sugerencias</p> <p>Investigar el futuro</p>
<b>SOMBRERO VERDE</b>	<p>Pensamiento creativo y lateral</p> <p>Le interesan las nuevas ideas, nuevos conceptos y nuevas percepciones</p> <p>Considera importante el cambio</p>
<b>SOMBRERO AZUL</b>	<p>Busca el control del pensamiento</p>

	<p>Tiene control sobre los otros sombreros</p> <p>Tiende a la síntesis y a las conclusiones</p> <p>Formula las preguntas adecuadas</p>
--	--

## ANEXO B

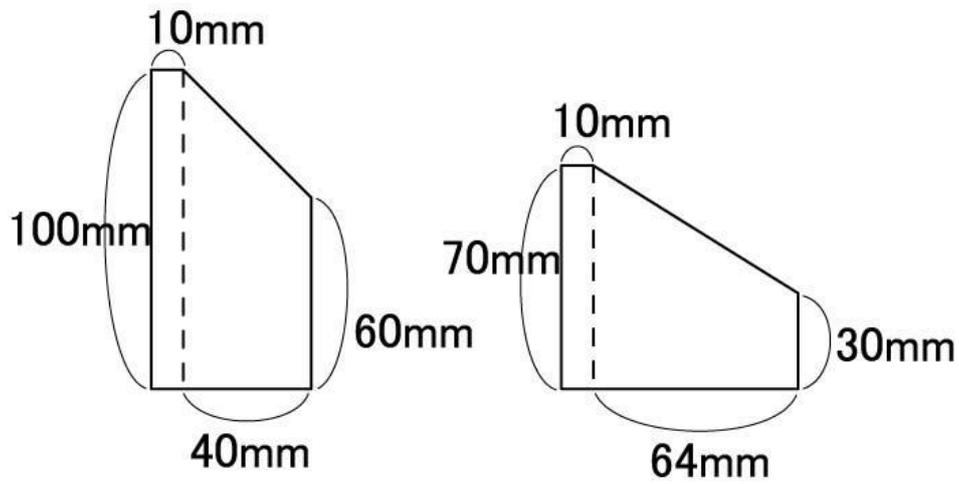


Figura B1. Alerones para la construcción del cohete de agua. Obtenidos del Manual del Educador de Ishii (2008).

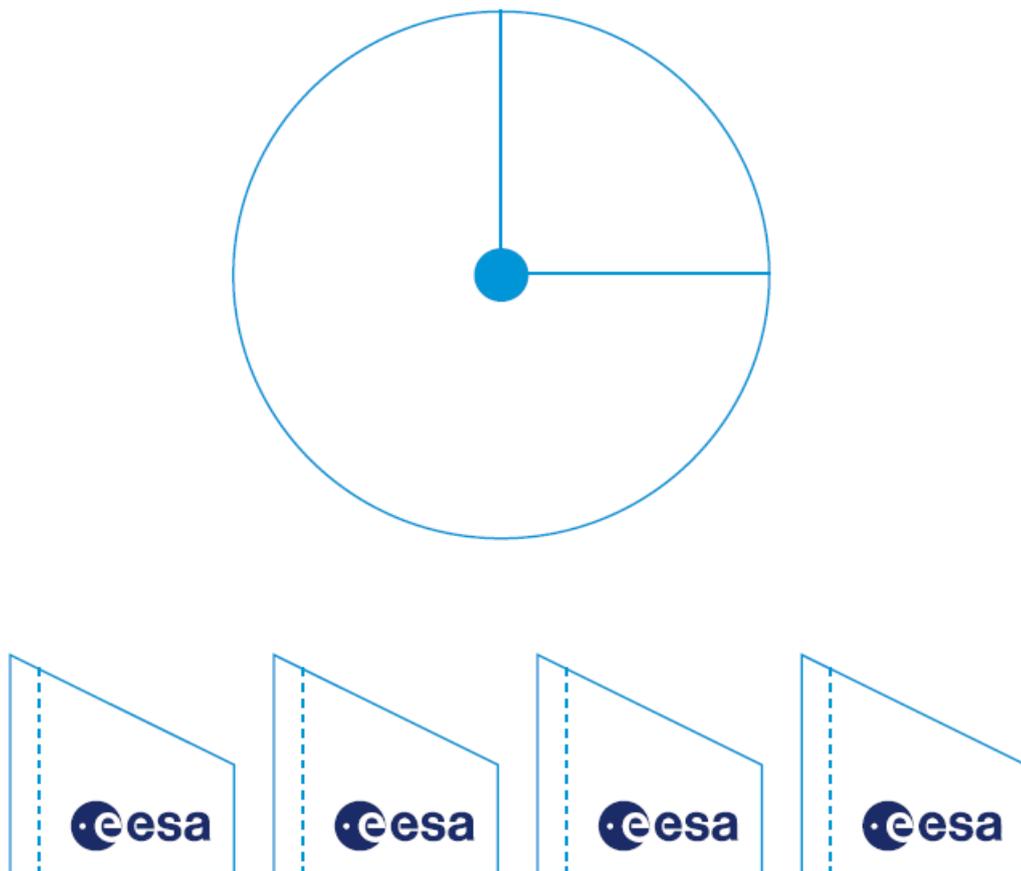


Figura B2. Ojiva y alerones diseñados por la ESA para el lanzamiento de cohetes propulsados por aire. Obtenido del Cuaderno del Profesorado realizado por The European Space Agency (2018).

## ANEXO C

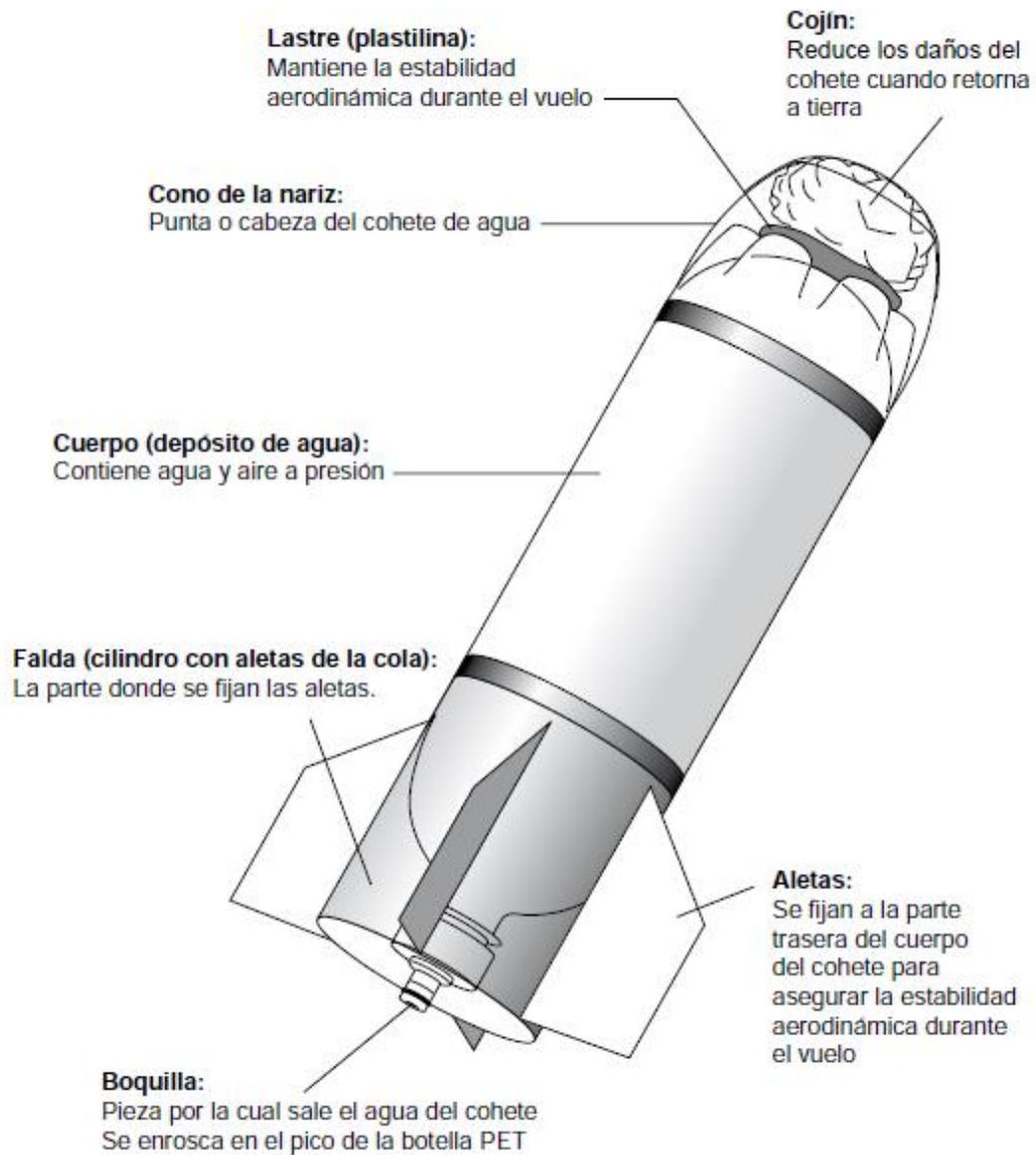


Figura C1. Terminología de las partes que forman el cohete junto a una breve descripción. Imagen obtenida del Manual del Educador de Ishii (2008).

### ANEXO D

**Tabla D1.** Tabla de ejemplo para completar con los datos de la experimentación y obtener unos parámetros estadísticos básicos que se utilizan en cualquier investigación.

Prueba	Condición de viento	Medidas				
<b>#1</b>	Sin viento					
		$\bar{x} =$	Me =	CV =	$\sigma =$	$\sigma^2 =$
<b>#2</b>	Viento nivel 1					

		$\bar{x} =$	Me =	CV =	$\sigma =$	$\sigma^2 =$
<b>#3</b>	Viento nivel 2					
		$\bar{x} =$	Me =	CV =	$\sigma =$	$\sigma^2 =$

## ANEXO E

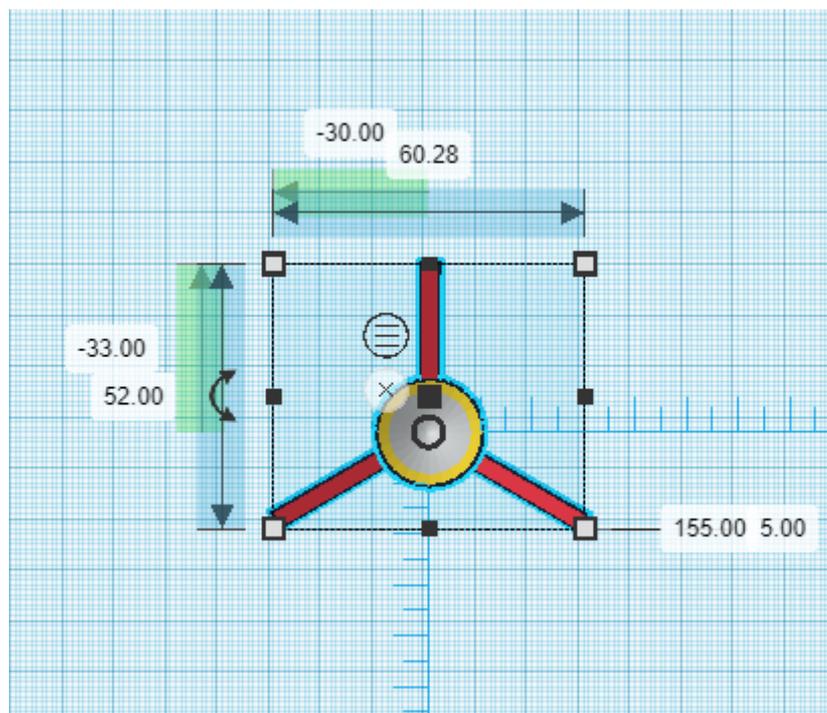


Figura E1. Vista superior o planta del cohete realizada con el software Tinkercad.

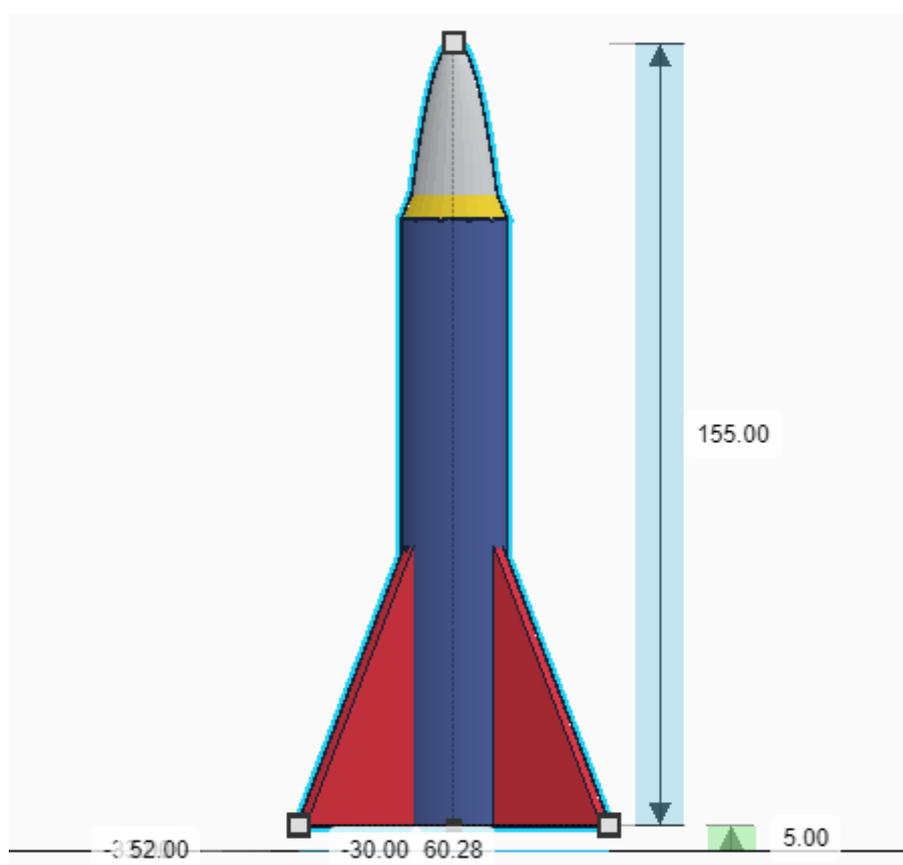


Figura E2. Vista frontal o alzado del cohete realizada con el software Tinkercad.

## ANEXO F

Tabla F1. *Tabla de especificaciones básicas previas al lanzamiento.*

PROYECTO DE COHETE
<p><b>Nombre del equipo:</b></p> <p><b>Portavoz:</b></p> <p><b>Secretario:</b></p> <p><b>Coordinador:</b></p> <p><b>Encargado de recursos:</b></p>
ESPECIFICACIONES DEL COHETE
<p><b>Masa en vacío:</b> ____ g</p> <p><b>Masa del contrapeso:</b> ____ g</p> <p><b>Altura:</b> ____ cm</p> <p><b>Diámetro:</b> ____ cm</p> <p><b>Número de aletas:</b> ____</p> <p><b>Longitud del cono:</b> ____ cm</p> <p><b>Porcentaje de llenado del cohete:</b> ____ %</p>
PARÁMETROS DE ESTABILIDAD
<p><b>Posición del CG</b></p> <p><b>CG (alto):</b> ____ cm</p> <p><b>CG (ancho):</b> ____ cm</p> <p><b>Posición del CP</b></p> <p><b>CP (alto):</b> ____ cm</p> <p><b>CP (ancho):</b> ____ cm</p> <p><b>Distancia entre el CG y CP:</b> ____ cm</p>

**Tabla F2.** Datos que serán recogidos durante el día del ensayo de campo por cada equipo.

<b>DÍA DEL LANZAMIENTO</b>	
Fecha: ____ de _____, 20__	
Hora local: _____	
Nombre del equipo: _____	
Director de lanzamiento: _____	
Técnico de vídeo: _____	
Condiciones climáticas: _____ _____	
Velocidad del viento: _____ m/s	Dirección del viento _____
Localización del lanzamiento: _____	
Ángulo de lanzamiento (grados): _____	
Dirección del lanzamiento: _____	
Porcentaje de llenado: _____ %	Presión: _____ atm
Evalúa el lanzamiento:	
Recomendaciones para ensayos futuros:	

ANEXO G



Figura G1. Diploma que acredita a los alumnos llegar al nivel de Rocket Scientist.

## ANEXO H

## 1.1. Rúbrica para la evaluación del proyecto por parte del profesor y de los alumnos,

	ÍTEM	VALOR	CALIFICACIÓN			NOTA
			1	2	3	
EXPOSICIÓN ORAL (25 %)	Presentación y lenguaje	10%	Uso de expresiones y registro inadecuados	Uso de varias expresiones inadecuada	Uso correcto del lenguaje	
	Conocimiento técnico del proyecto	10%	No es capaz de transmitir conceptos	No transmite varios conceptos adecuadamente	Transmite todos los conceptos adecuadamente	
	Réplica	5%	No es capaz de resolver las dudas	No deja totalmente clara la respuesta a la pregunta	Aclara perfectamente las dudas surgidas	
MEMORIA (60 %)	Contenidos	15%	La estructura del documento es clara, pero faltan epígrafes	Aparecen todos los epígrafes requeridos, pero falta profundizar	Están todos los epígrafes aportando nuevas ideas	

	Planos	15%	Falta algún plano de los requeridos	Están todos los planos, pero mal acotados	Están todos los planos con sus cotas según normativa	
	Ensayos	10%	Faltan datos de los ensayos, no se sacan conclusiones	Existen los datos de los ensayos, pero las conclusiones no son claras	Están los datos claramente presentados y las conclusiones bien definidas	
	Presupuesto	5%	Faltan materiales y precios de los materiales	Falta el precio de algún material	Están los materiales junto a sus precios	
	Lenguaje	10%	Uso de expresiones y registro inadecuados para un documento escrito	Uso de varias expresiones no formales para un documento	Uso correcto del lenguaje formal	
	Bibliografía	5%	No utiliza referencias	Introduce las referencias, aunque no de manera correcta	Realiza las referencias de manera correcta	
PROTOTIPO (15%)	Diseño personalizado del cuerpo	5%	El diseño es poco estético	El diseño es agradable	El diseño es llamativo	

	Funcionalidad del cohete	5%	No se pudo hacer el lanzamiento	El lanzamiento se realizó, pero fallo en el despegue	Buena ejecución del lanzamiento	
	Originalidad del diseño del cohete	5%	Se ha ceñido al prototipo estándar	Ha introducido un cambio respecto al estándar	Ha añadido una nueva función, un mecanismo o un nuevo diseño	

## 1.2. Cuestionario para los alumnos

<b>CUESTIONARIO PARA LOS ALUMNOS</b>					
<b>Valora de 1 a 5</b> <b>1=completamente en desacuerdo; 5=completamente de acuerdo</b>	1	2	3	4	5
Las actividades estaban adaptadas al nivel de conocimientos de la clase	1	2	3	4	5
Las explicaciones del profesor han sido adecuadas y precisas	1	2	3	4	5
Consideras adecuada la organización y la planificación de las actividades	1	2	3	4	5
Consideras que el apoyo recibido por el docente ha sido el adecuado	1	2	3	4	5
El docente explica con claridad los conceptos expuestos	1	2	3	4	5
El docente muestra una preparación previa de las clases	1	2	3	4	5
Considero la forma de evaluación adecuada	1	2	3	4	5
La carga de trabajo del proyecto se adecúa al tiempo programado	1	2	3	4	5
Prefiero realizar un trabajo a un examen escrito	1	2	3	4	5

COMENTARIOS:

## 1.3. Autocuestionario

<b>AUTOCUESTIONARIO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Valora de 1 a 5</b> <b>1=completamente en desacuerdo; 5=completamente de acuerdo</b>					
La planificación y temporalización de las actividades ha sido la adecuada	1	2	3	4	5
Mi actitud ha favorecido que los alumnos se motivaran y participaran en las clases	1	2	3	4	5
He resuelto las dudas de los alumnos y los conflictos que han surgido entre ellos	1	2	3	4	5
El tiempo dedicado a cada una de las actividades ha sido adecuado y provechoso	1	2	3	4	5
Manejo estrategias y recursos para afrontar la diversidad	1	2	3	4	5
He actuado como facilitador o guía del proceso de aprendizaje	1	2	3	4	5
Existe un ajuste entre lo planificado y los resultados obtenidos	1	2	3	4	5
Todos los alumnos han podido seguir las explicaciones	1	2	3	4	5
Considero el ABP un recurso de éxito	1	2	3	4	5

COMENTARIOS: