







**Universidad CEU Cardenal Herrera**

**Departamento de Ciencias de la Educación**



**Diseño de proyectos STEAM a partir del  
currículum actual de Educación Primaria  
utilizando Aprendizaje Basado en  
Problemas, Aprendizaje Cooperativo,  
Flipped Classroom y Robótica Educativa.**

**TESIS DOCTORAL**

Presentada por:

Francisco Ruiz Vicente

Dirigida por:

Dr. D. Alberto Zapatera Llinares

Dr. D. Nicolás Montes Sánchez

VALENCIA  
2017



A María.



## **Agradecimientos**

Esta tesis doctoral es la culminación de un intenso periodo de dedicación y esfuerzo que nunca hubiera sido posible sin la voluntad y colaboración de un grupo importante de personas que tengo a mi alrededor.

En primer lugar mi agradecimiento a los profesores Dr. D. Alberto Zapatera Llinares y Dr. D.. Nicolás Montes Sánchez por su dedicación y esmero en la dirección de esta tesis.

También agradecer a Juan, Esther y a todo el equipo de Taller Docente la dedicación y colaboración mostradas durante este proyecto.

Gracias a mis compañeros de trabajo, por su comprensión y aliento en el día a día.

A Vicente, a mis hermanas y a sus respectivas familias por sus constantes gestos de apoyo. A Vicente y Marga por su atención y ayuda permanente. A mis padres, por su cariño y por sus enseñanzas a lo largo de mi vida.

Agradezco a mis hijos el cariño, la alegría y la luz que me han irradiado cada día pese a las horas de ausencia y horas de juego perdidas.

Y por último, y en especial, mi agradecimiento a mi mujer, María, por su apoyo, entusiasmo, aliento, comprensión, esfuerzo, paciencia y amor incondicional; doy gracias a Dios por permitirme compartir la vida con ella.



## Índice

0.	Introducción .....	21
1.	Problemática de investigación .....	23
1.1.	Justificación .....	23
1.2.	Antecedentes y revisión bibliográfica .....	26
1.2.1.	Aprendizaje STEAM .....	26
1.2.2.	Robótica educativa .....	32
1.3.	Aportaciones de la investigación .....	41
1.4.	Objetivos .....	43
1.4.1.	General .....	43
1.4.2.	Específicos .....	43
2.	Fundamentación teórica .....	45
2.1.	Aprendizaje STEAM .....	45
2.1.1.	Aprendizaje interdisciplinar .....	46
2.1.2.	Las disciplinas STEAM .....	49
2.1.3.	El marco STEAM de Yakman .....	54
2.1.4.	Otras interpretaciones del marco STEAM .....	57
2.2.	Robótica educativa .....	58
2.2.1.	Bases metodológicas .....	59
2.2.2.	Papel del robot en el aprendizaje .....	61
2.2.3.	Tipos de robots utilizados en educación .....	62
2.2.4.	Contextos de aprendizaje .....	63
2.3.	Bases metodológicas .....	65
2.3.1.	Metodologías activas .....	66
2.3.2.	Aprendizaje basado en proyectos .....	67
2.3.3.	Enseñanza para la comprensión .....	69
2.3.4.	Aprendizaje basado en problemas .....	72
2.3.5.	Aprendizaje cooperativo .....	77

2.3.6.	Flipped classroom .....	82
3.	Metodología de investigación .....	85
3.1.	Análisis STEAM del currículum de 4º, 5º y 6º de Ed. Primaria .....	85
3.1.1.	Contexto .....	85
3.1.2.	Objetivos y metodología .....	87
3.1.3.	Aprendizaje STEAM en el currículum .....	88
3.1.4.	Análisis de contenidos .....	90
3.1.5.	Áreas de oportunidad .....	94
3.1.6.	Conclusiones del análisis .....	109
3.2.	Diseño de la propuesta de intervención .....	111
3.2.1.	Objetivos del diseño y contexto .....	111
3.2.2.	Elementos del currículum en la propuesta .....	117
3.2.3.	Metodología didáctica .....	132
3.2.4.	Materiales y recursos .....	142
3.2.5.	Actividades .....	151
3.2.6.	Evaluación .....	157
3.3.	Estudio 1: estudio piloto .....	165
3.3.1.	Muestra .....	165
3.3.2.	Instrumento .....	165
3.3.3.	Procedimiento .....	167
3.4.	Estudio 2: aplicación de la propuesta .....	171
3.4.1.	Muestra .....	171
3.4.2.	Instrumento .....	171
3.4.3.	Procedimiento .....	172
4.	Resultados .....	177
4.1.	Resultados del Estudio 1: estudio piloto .....	177
4.1.1.	Estudio de la validez de la prueba de competencia en sostenibilidad .....	177
4.1.2.	Estudio de fiabilidad de la prueba de competencia en sostenibilidad .....	182
4.1.3.	Resultados de la prueba de competencia en sostenibilidad .....	185
4.1.4.	Resultados del test final .....	186
4.1.5.	Resultados de la plantilla de evaluación de la propuesta .....	187

4.2.	Resultados del Estudio 2: aplicación de la propuesta .....	189
4.2.1.	Estudio de fiabilidad de la prueba de competencia en sostenibilidad .....	189
4.2.2.	Resultados de la prueba de competencia en sostenibilidad .....	190
4.2.3.	Resultados del sistema de evaluación incorporado dentro del proyecto..	191
4.2.4.	Resultados de la plantilla de evaluación de la propuesta .....	192
5.	Discusión y conclusiones .....	195
5.1.	Cumplimiento del objetivo general .....	195
5.2.	Cumplimiento de los objetivos específicos .....	197
5.3.	Líneas futuras de investigación .....	205
6.	Referencias bibliográficas .....	207
7.	Apéndices .....	229
Apéndice 7.1.	Detección de redundancias verticales en cada asignatura .....	229
Apéndice 7.2.	Grupos de ítems curriculares en cada asignatura .....	265
Apéndice 7.3.	Clasificación STEAM de los grupos curriculares .....	293
Apéndice 7.4.	Composición de las áreas temáticas de cada disciplina STEAM ...	309
Apéndice 7.5.	Descripción gráfica del tablero ciudad sostenible .....	321
Apéndice 7.6.	Guías didácticas de los estudiantes .....	331
Apéndice 7.7.	Descripción gráfica del entorno virtual de aprendizaje .....	383
Apéndice 7.8.	Descripción complementaria de las actividades del proyecto .....	387
Apéndice 7.9.	Prueba de competencia STEAM en sostenibilidad .....	413



## Índice de Figuras

Figura 1.	Tanto por mil de titulados en ciencia y tecnología en la UE en 2012 .....	28
Figura 2.	La pirámide del aprendizaje STEAM. Tomada de Yakman (2008) .....	56
Figura 3.	Organizador gráfico para el diseño de un proyecto de comprensión .....	71
Figura 4.	Cuadro comparativo de los modelos de aprendizaje basado en problemas de Del Pozo (2009), Prieto et al. (2006) y Wood (2003) .....	76
Figura 5.	Ejemplo de pauta para la evaluación del funcionamiento del grupo .....	79
Figura 6.	Adaptación de My Flipped Maths Classroom (Walsh, 2013) .....	84
Figura 7.	Listado de áreas temáticas por disciplinas STEAM .....	96
Figura 8.	Mapa de de relaciones intradisciplinarias de la disciplina científica .....	97
Figura 9.	Mapa de de relaciones intradisciplinarias de la disciplina tecnológica ...	98
Figura 10.	Mapa de de relaciones intradisciplinarias de la disciplina ingenieril .....	98
Figura 11.	Mapa de de relaciones intradisciplinarias de la disciplina artística .....	98
Figura 12.	Mapa de de relaciones intradisciplinarias de la disciplina matemática ...	99
Figura 13.	Mapa evolucionado de de relaciones en la disciplina científica .....	100
Figura 14.	Mapa evolucionado de relaciones en la disciplina tecnológica .....	100
Figura 15.	Mapa evolucionado de relaciones en la disciplina ingenieril .....	101
Figura 16.	Mapa evolucionado de relaciones en la disciplina artística .....	102
Figura 17.	Mapa evolucionado de relaciones en la disciplina matemática .....	102
Figura 18.	Áreas de oportunidad conceptual identificadas .....	104
Figura 19.	Diagrama general de áreas de oportunidad .....	107
Figura 20.	Elementos curriculares del área de la sostenibilidad .....	112

Figura 21.	Elementos curriculares del área de la investigación científica .....	113
Figura 22.	Diagrama de áreas de oportunidad del proyecto .....	116
Figura 23.	Perfil competencial del proyecto .....	128
Figura 24.	Adaptación de la plantilla para el diseño de proyectos de comprensión de Del Pozo (2009) .....	133
Figura 25.	Esquema metodológico general para el proyecto STEAM .....	134
Figura 26.	Estructura general del PBL para el proyecto STEAM .....	136
Figura 27.	Plantilla de diseño general para el proyecto STEAM .....	138
Figura 28.	Plantilla de diseño del proyecto Ciudad Sostenible .....	139
Figura 29.	Adaptación del PrintBot Renacuajo de BQ empleada en el proyecto Ciudad Sostenible .....	144
Figura 30.	Esquema organizativo del tablero “Ciudad Sostenible” .....	145
Figura 31.	Fotografía del tablero “Ciudad Sostenible” montado .....	146
Figura 32.	Número de veces que es evaluado cada estándar de aprendizaje .....	162
Figura 33.	Plantilla de evaluación de la propuesta .....	164
Figura 34.	Resultados del cuestionario de validación de contenido de la prueba de competencia en sostenibilidad .....	181
Figura 35.	Distribución de calificaciones en el test final del estudio 1 .....	186
Figura 36.	Plantilla de evaluación de la propuesta completada por el docente del estudio 1 .....	188
Figura 37.	Distribución de calificaciones finales del estudio 2 .....	192
Figura 38.	Plantilla de evaluación de la propuesta completada por el docente del estudio 2 .....	193

Figura 39.	Imágenes del despiece y montaje del reto “Cubierta Sostenible” .....	322
Figura 40.	Imágenes del despiece y montaje del reto “Energía Eólica” .....	323
Figura 41.	Imágenes del despiece y montaje del reto “Control de Movilidad” .....	324
Figura 42.	Imágenes del despiece y montaje del reto “Campo Fotovoltaico” .....	325
Figura 43.	Imágenes del despiece y montaje del reto “Iluminación Urbana” .....	326
Figura 44.	Imágenes del despiece y montaje del reto “Recogida Selectiva” .....	327
Figura 45.	Tablero montado por uno de los equipos durante el estudio 2 .....	328
Figura 46.	Equipo realizando la demostración final durante el estudio 1 .....	328
Figura 47.	Momento del montaje del reto “Cubierta Sostenible” .....	329
Figura 48.	Momento del montaje de los retos de “Energía Eólica” y “Campo Fotovoltaico” .....	329
Figura 49.	Pantalla de acceso al EVA para iniciar sesión .....	383
Figura 50.	Pantalla inicial del EVA una vez iniciada la sesión .....	384
Figura 51.	Portada del proyecto Ciudad Sostenible dentro del EVA .....	384
Figura 52.	Acceso a actividades tipo video dentro del EVA .....	385
Figura 53.	Acceso a actividades tipo test o rúbrica dentro del EVA .....	385
Figura 54.	Rúbrica de autoevaluación grupal del trabajo cooperativo .....	400
Figura 55.	Rúbrica de autoevaluación individual del trabajo cooperativo .....	401
Figura 56.	Cuestionario de evaluación entre iguales .....	403
Figura 57.	Rúbrica de evaluación de la demostración y exposición final .....	408



## Índice de Tablas

Tabla 1.	Estudios revisados por Toh et al. (2016) y edad de los estudiantes .....	34
Tabla 2.	Análisis de redundancia vertical del currículum legal .....	91
Tabla 3.	Análisis de variedad curricular .....	92
Tabla 4.	Clasificación STEAM de los grupos curriculares .....	93
Tabla 5.	Cantidad de áreas temáticas por disciplinas STEAM .....	95
Tabla 6.	Áreas de oportunidad según disciplinas STEAM .....	103
Tabla 7.	Áreas temáticas del proyecto .....	115
Tabla 8.	Correspondencia entre criterios, competencias y asignaturas .....	127
Tabla 9.	Costes de producción del prototipo del kit Ciudad Sostenible .....	143
Tabla 10.	Características de las baldosas del tablero de la Ciudad Sostenible .....	147
Tabla 11.	Temporalización del proyecto STEAM Ciudad Sostenible .....	152
Tabla 12.	Tipos de evaluación, actividades y estándares evaluados en cada una ...	160
Tabla 13.	Ponderación de actividades de evaluación por cantidad de estándares involucrados .....	161
Tabla 14.	Relación entre tipos de pregunta, cantidad de ítems y conceptos evaluados en la prueba de competencia STEAM en sostenibilidad .....	166
Tabla 15.	Puntuaciones y penalizaciones máximas por tipos de ítem en la prueba de competencia STEAM en sostenibilidad .....	167
Tabla 16.	Temporalización programada en el estudio 1: estudio piloto .....	168
Tabla 17.	Temporalización resultante del estudio 2: aplicación de la propuesta ....	173
Tabla 18.	Cuestionario para evaluar la validez de contenido de la prueba de competencia en sostenibilidad .....	180

Tabla 19.	Valores de alfa de Cronbach para la prueba de competencia en sostenibilidad del estudio 1.....	183
Tabla 20.	Valores de KR-20 para la prueba de competencia en sostenibilidad del estudio 1.....	184
Tabla 21.	Resumen de resultados de la prueba de competencia en sostenibilidad del estudio 1.....	185
Tabla 22.	Medias por pregunta del test final en el estudio 1.....	186
Tabla 23.	Valores del alfa de Cronbach y coeficiente KR-20 para la prueba de competencia en sostenibilidad del estudio 2.....	190
Tabla 24.	Resumen de resultados de la prueba de competencia en sostenibilidad del estudio 2.....	190
Tabla 25.	Resultados de las actividades de evaluación en el estudio 2.....	191
Tabla 26.	Detección de redundancias verticales en Ciencias de la Naturaleza.....	230
Tabla 27.	Detección de redundancias verticales en Ciencias Sociales.....	237
Tabla 28.	Detección de redundancias verticales en Educación Plástica.....	244
Tabla 29.	Detección de redundancias verticales en Matemáticas.....	253
Tabla 30.	Grupos curriculares creados en Ciencias de la Naturaleza.....	265
Tabla 31.	Grupos curriculares creados en Ciencias Sociales.....	271
Tabla 32.	Grupos curriculares creados en Educación Plástica.....	277
Tabla 33.	Grupos curriculares creados en Matemáticas.....	285
Tabla 34.	Clasificación STEAM de los grupos de las Ciencias de la Naturaleza.....	294
Tabla 35.	Clasificación STEAM de los grupos de las Ciencias Sociales.....	298
Tabla 36.	Clasificación STEAM de los grupos de la Educación Plástica.....	301

Tabla 37.	Clasificación STEAM de los grupos de las Matemáticas .....	304
Tabla 38.	Composición de las áreas temáticas de las ciencias (S) .....	309
Tabla 39.	Composición de las áreas temáticas de la tecnología (T) .....	312
Tabla 40.	Composición de las áreas temáticas de la ingeniería (E) .....	313
Tabla 41.	Composición de las áreas temáticas del arte (A) .....	316
Tabla 42.	Composición de las áreas temáticas de las matemáticas (M) .....	318



## **0.- Introducción**

Los cambios sociales y tecnológicos del s. XXI plantean la necesidad de redefinir el modelo de enseñanza de forma que el desarrollo de las capacidades relacionadas con la creatividad y la innovación esté unido a la adquisición de competencias científico-técnicas para que los estudiantes actuales sean capaces de resolver los retos inciertos del futuro. El aprendizaje STEAM es uno de los modelos que trata de dar respuesta a este reto integrando el arte (A) con el resto de disciplinas científico-técnicas: ciencias (S), tecnología (T), ingeniería (E) y matemáticas (M). Los propios avances tecnológicos están consolidando la robótica educativa como una nueva herramienta didáctica que, unida a una adecuada planificación metodológica, es capaz de mejorar el aprendizaje del alumnado, aumentar su interés y desarrollar sus habilidades creativas, de resolución de problemas y de cooperación.

La presente investigación, tras realizar un análisis de las propiedades STEAM del currículum educativo de la LOMCE, Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa, (BOE nº 295, de 10 de diciembre de 2013), desarrolla y pone en práctica una propuesta de intervención a través de un proyecto de aprendizaje STEAM que utiliza la robótica educativa como herramienta didáctica incorporando distintos elementos metodológicos provenientes del flipped classroom, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje cooperativo.

En el primer capítulo de este trabajo se aborda la problemática de la investigación, justificándola, revisando sus antecedentes y bibliografía más representativa para terminar definiendo las aportaciones que se realizan y los objetivos de investigación.

El segundo capítulo está dedicado a definir el marco teórico en el que se mueve el desarrollo del trabajo dividiéndolo en el marco del aprendizaje STEAM, el de la robótica educativa y en el de las bases metodológicas que se utilizan.

El capítulo dedicado a la metodología es el tercero y está dividido en cuatro grandes bloques: (1) el análisis STEAM del currículum oficial, (2) el diseño de la propuesta de intervención, (3) el primer estudio o estudio piloto y (4) el segundo estudio o aplicación de la propuesta.

En el cuarto capítulo se recogen los resultados de los dos estudios de aplicación práctica y en el quinto se discuten estos resultados extrayendo las conclusiones de todo el proceso de investigación e intentando fijar algunas futuras líneas de investigación derivadas del presente trabajo.

En el sexto capítulo se recoge la lista de referencias utilizadas para el desarrollo de la investigación y, finalmente, en el séptimo capítulo se incorporan diferentes apéndices que completan la información aportada lo largo del trabajo.

## **1.- Problemática de investigación**

Se recoge en este capítulo la problemática que aborda la presente investigación comenzando con su justificación, continuando con la recopilación de los antecedentes y bibliografía de mayor relevancia y terminando con las aportaciones que se pretenden realizar y el establecimiento de los objetivos de investigación.

### **1.1.- Justificación**

La llegada del siglo XXI ha completado una auténtica revolución tecnológica de los sistemas de información y conocimiento. En los países desarrollados el acceso a todo tipo de conocimiento es inmediato pero, a la vez, su obsolescencia ha crecido de forma exponencial. Mientras que a comienzos del siglo XX las ideas tenidas por ciertas perduraban a lo largo de una media de 2'5 vidas adultas, se estima que hoy en día las ideas serán renovadas 6'5 veces a lo largo de la vida de un adulto (Martín, 2013). El conocimiento, las ideas y la información ahora son variables y aunque son totalmente accesibles están en constante cambio y evolución. La educación no puede ser ajena a esta nueva realidad, en la que la mayoría de los actuales alumnos de educación secundaria trabajarán en oficios que aún no existen y manejando conocimientos inimaginables. Desde esta perspectiva, ya no será tan importante acumular conocimientos específicos como aprender a buscar y seleccionar las ideas correctas, a desechar la información falsa, anticuada y desfasada y especialmente a tener la habilidad de aprender de forma autónoma a lo largo de la vida. (Esteve, 2003). Se entiende, por tanto, la necesidad de comenzar a introducir nuevas metodologías y herramientas educativas y nuevos tipos de actividades de enseñanza multidisciplinar al servicio de un proyecto global de aprendizaje (Fernández, 2006).

Las denominadas metodologías activas, que colocan al alumnos en el centro de su aprendizaje, se revelan más efectivas para generar aprendizaje significativo que forme a personas críticas, creativas y preparadas para afrontar los retos desconocidos del futuro (Prégent, 1990). Una de estas metodologías activas es el aprendizaje basado en proyectos, que en base a una pregunta o reto inicial, se plantea el objetivo de generar un producto final, generando el aprendizaje a través de las tareas que se realizan para crearlo (Sánchez, 2013). Si alguna de estas tareas, además de formar parte del proyecto, plantean un nuevo reto o

problema a resolver, se necesitarán para superarlas técnicas de otra metodología, el aprendizaje basado en problemas. Este tipo de aprendizaje surge en la educación universitaria y es, a su vez, una metodología activa que se centra en el estudiante y genera buenas dosis de aprendizaje significativo (Torp y Sage, 1999).

Ambas metodologías, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas, utilizan el gran paraguas metodológico del aprendizaje cooperativo (Domingo , 2013) y necesitan para su implantación una nueva estructura organizativa del aula, una forma diferente de gestionar los tiempos y los sistemas de evaluación y cambiar el rol del profesor y su formación (Del Pozo, 2009). Tradicionalmente el concepto del aprendizaje cooperativo se ha referido a todo proceso de enseñanza-aprendizaje en el que varios estudiantes comparten los mismos objetivos de forma tan estrecha que cada estudiante solo puede alcanzar sus objetivos si, y solo si, los demás alcanzan los suyos (Johnson, Johnson y Holubec, 1998).

El desarrollo de las nuevas tecnologías y, especialmente, su democratización han hecho que las TIC aplicadas a la educación, siendo ya una realidad dentro del aula, cobren una nueva dimensión y se hagan realidad en los hogares del alumnado. Gracias a este avance modelos pedagógicos como el del flipped classroom, o clase inversa, han comenzado a ser posibles. Este modelo transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula y utiliza el tiempo de clase y la experiencia del docente para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos dentro del aula (Santiago, 2013). La clase inversa es un concepto de reciente desarrollo que pretende fomentar la autonomía del alumno iniciando el aprendizaje de nuevos conceptos en casa mediante vídeos y destinando el tiempo de clase a resolver dudas y a realizar actividades de asimilación y consolidación (Walsh, 2013). En este sentido el flipped classroom no solo es compatible con el aprendizaje basado en proyectos, con el aprendizaje basado en problemas y con el aprendizaje cooperativo; sino que mejora la viabilidad de estas metodologías al liberar tiempo de clase llevando parte de las explicaciones teóricas a casa.

Dentro de lo impredecible del futuro, lo que sí concretan las tendencias del mercado laboral es que el conocimiento tecnológico será esencial para el 80% de los trabajadores y que las cualificaciones necesarias para entrar al mercado laboral de 2020 se medirán por competencias tecnológicas (Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional,

CEDEFOP, 2011). Con estas previsiones emerge la necesidad de formar nuevas generaciones cuyas habilidades STEM (Science, Technology, Enginery, Mathematics) estén lo suficientemente desarrolladas para saber adaptarse y desarrollar tecnologías aún por descubrir (Comisión Europea, 2012). Las políticas educativas de países como Estados Unidos o Corea entre otros, e incluso la Comunidad Europea, han comenzado a apostar por la puesta en valor de las disciplinas STEM (Keon, 2006; National Academies, 2007; Comisión Europea, 2012; Yakman y Lee, 2012). Sin embargo, en este proceso están apareciendo dudas acerca de la forma de potenciar estas disciplinas y de la efectividad de los modelos que se han puesto en marcha (Pitt, 2009; Sanders, 2009; Williams 2011). En este contexto surge el Arte como nueva disciplina a unir al STEM que se convierte en STEAM, generando situaciones de aprendizaje mucho más interdisciplinares, creativas e innovadoras (Yakman, 2008; Pérez, 2015).

La robótica educativa se presenta como un proceso creativo basado en el ensayo-error y como un proceso tecnológico basado en las interacciones entre ciencia, sociedad y tecnología, que se concretan en la construcción, programación y manipulación de una plataforma robótica (Chavarría y Saldaño, 2010; García, 2015; Karim, Lemaignan y Mondada, 2015). Por tanto, la robótica educativa es una herramienta perfectamente integrable en un entorno de aprendizaje STEAM que tiene mucho que aportar en la motivación, interés y rendimiento de los estudiantes (Benitti, 2012; Alimisis, 2013; Mikropoulos y Bellou, 2013). Aunque no supone una metodología de aprendizaje en sí misma, la robótica educativa puede jugar el papel de herramienta manipulativa en el proceso de enseñanza y situar al robot como compañero y co-aprendiz del alumno e, incluso, como tutor (Mubin, Stevens, Shadid, Mahnud y Dong, 2013).

Finalmente, el uso de la robótica educativa como herramienta de aprendizaje dentro de un proyecto introduce el aprendizaje basado en problemas como metodología permitiendo avanzar en la resolución de cada pequeño reto robótico. Además garantiza el aspecto manipulativo y cercano en la resolución de los retos, lo que los hace accesibles a estudiantes de 4º, 5º y 6º que se encuentran, según las teorías de Piaget (1978), en la etapa de las operaciones concretas en su desarrollo y pueden resolver problemas con objetos que tengan delante o con los que estén suficientemente familiarizados. Por otro lado, la inclusión de varias sesiones de flipped classroom permite un feedback inmediato y guiar la investigación y

asimilación de nuevos conceptos, lo que libera tiempo de clase que puede estructurarse enteramente de forma cooperativa. Además, si la temática del proyecto está relacionada con una o varias áreas científico-tecnológicas y creativas del currículum, se genera un auténtico proyecto de aprendizaje STEAM tanto en adquisición de contenidos como en desarrollo de competencias.

## **1.2.- Antecedentes y revisión bibliográfica**

En este apartado se revisa la literatura científica existente acerca del aprendizaje STEAM y la robótica educativa, destacando aquellas investigaciones que han realizado las aportaciones más relevantes en relación al contexto del presente trabajo.

### **1.2.1.- Aprendizaje STEAM**

El aprendizaje STEAM es un modelo educativo que persigue la integración y el desarrollo de las materias científico-técnicas y artísticas en un único marco interdisciplinar (Yakman, 2008). El acrónimo surge en 2008 cuando Yakman, intentado fomentar la interdisciplinariedad, introduce la A inicial de “Arts” dentro de otro acrónimo ya existente que recogía las iniciales en inglés de las disciplinas de ciencias (S), tecnología (T), ingeniería (E) y matemáticas (M): STEM .

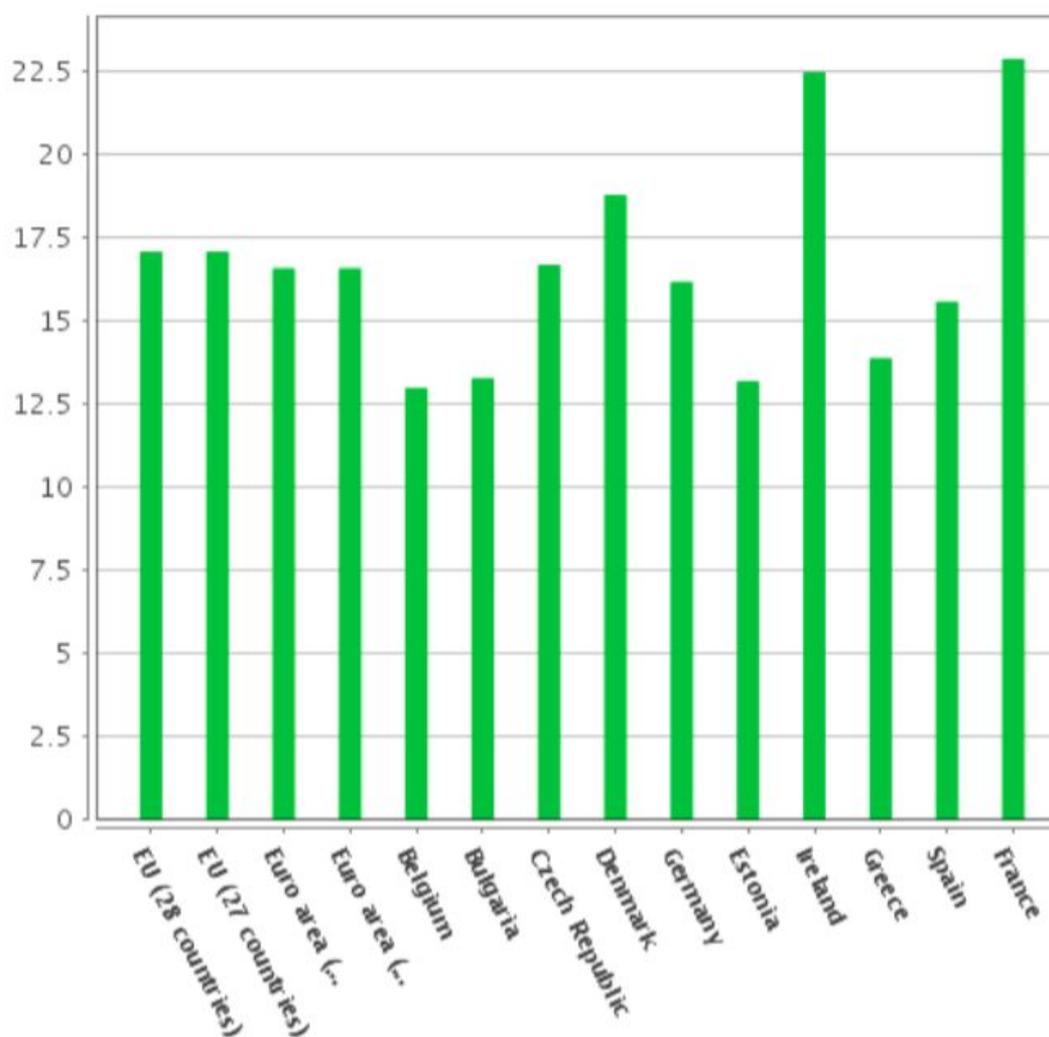
Pese a existir literatura científica anterior a 2005, (Sarlemijn, 1993; Savage y Sterry, 1990), el interés académico por el aprendizaje STEM toma un fuerte impulso entre 2005 y 2010, cuando varios autores reclaman una mejora del aprendizaje de estas áreas para garantizar la formación de los científicos del futuro (Ashby, 2006; Horwedel, 2006; Porter, 2006; Sanders, 2006; Toulmin y Groome, 2007; Tyson, Lee, Borman, y Hanson, 2007).

Este interés cristalizó, desde el punto de vista socio político, en dos acontecimientos importantes: (1) la aprobación en 2006 de una nueva versión Ley Carl D. Perkins de Educación Vocacional y Técnica por el Congreso de los EEUU y (2) la publicación en 2007 del informe *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future* por Academias Nacionales de Estados Unidos (González y Kuenzi, 2012). La ley, que ya había sido aplicada en 1984 y 1998 se reformuló para basarla en el fomento de un aprendizaje integrado de las áreas STEM y el informe vinculó la capacidad de progreso de los EEUU a la necesidad de mejorar la formación y el interés de los

jóvenes por las áreas STEM desde la educación primaria, al intentar atajar la merma de la cantidad de estudiantes cualificados para ocupar puestos de trabajo relacionados con la alta tecnología. A partir de estos acontecimientos se generó todo un movimiento estadounidense de fomento del aprendizaje STEM impulsado por numerosas agencias gubernamentales y fondos públicos.

Esta tendencia se extendió rápidamente al entorno europeo y varias agencias y asociaciones emitieron sus previsiones, estudios y recomendaciones relacionadas con las disciplinas científico-técnicas (Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional, CEDEFOP, 2011; Comisión Europea, 2012; Eurostat, 2016).

Mientras que el CEDEFOP (2001) preveía que las profesiones con cualificación tecnológica crecerían, hasta 2025, un 8%, frente al 3% del resto de áreas, el informe de la Comisión Europea (2012) alertaba de la necesidad de formar nuevas generaciones con un cualificación STEM suficiente para adaptarse y contribuir al desarrollo tecnológico del futuro. En este informe se reveló que el número de titulados por año en disciplinas MCT (Matemáticas, Ciencias y Tecnología), había descendido del 24,4% en 2001, al 21,4% en 2010, lo que, junto con las previsiones laborales y tecnológicas, provocó que el fomento de las vocaciones STEM formara parte de la Agenda Europea 2020 dentro del área de educación. El caso español, sin llegar a ser alarmante, se sitúa por debajo de la media europea. Según los datos de Eurostat (2016) recogidos en la Figura 1, tomando el conjunto de la población europea y no sólo los recién titulados, como hacía la Comisión Europea (2012), solo un 15 por mil de los ciudadanos españoles tiene una titulación en un área STEM frente a la media europea que se sitúa sobre el 17 por mil. En definitiva, con estos datos, es obvia la necesidad de comenzar a introducir, en toda Europa y por tanto en España, nuevas metodologías y herramientas educativas que potencien el aprendizaje de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas.



*Figura 1.* Tanto por mil de titulados en ciencia y tecnología en la UE en 2012. Tomado de Eurostat (2016).

A la vez que los organismos oficiales comenzaban a emitir sus informes y a poner en marcha planes de acción, la literatura científica comenzó a centrarse en la problemática del aprendizaje STEM, analizando esos planes de acción, investigando casos prácticos particulares y teorizando sobre las relaciones que debían establecerse entre las cuatro disciplinas (Pitt, 2009; Sanders, 2006; Sanders, 2009; Wells, 2006; Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012).

Al revisar el concepto de aprendizaje STEM, Yakman (2008) distingue dos enfoques muy diferentes: (1) el enfoque tradicional, que entiende el aprendizaje STEM como cuatro parcelas individuales que se desarrollan de forma independiente y (2) el enfoque reciente o

integrador, que entiende las cuatro materias del aprendizaje STEM de forma conjunta. La propia autora para enfatizar la separación entre materias describe de forma diferenciada estos dos conceptos, el primero como S-T-E-M y el segundo como STEM (Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012).

El primer enfoque solo establece relación entre las cuatro materias a través de la evolución interna que ha sufrido cada una de ellas. Esta evolución se refiere a la inclusión formal de elementos de otras materias que se ha ido dando con el tiempo, eso sí, respetando las propias normas y prácticas de la materia original (American Association of Colleges for Teacher Education, AACTE, 2007). El fomento del aprendizaje STEM basado en este enfoque se centra en reforzar cada una de las materias o asignaturas de forma independiente y no da una visión integradora y multidisciplinar ya que solo tenderá puentes ocasionales entre algunas materias y siempre bajo el dominio formal de una de ellas (Yakman, 2008).

La tendencia más reciente entiende el aprendizaje STEM como una educación integradora de las materias que la componen (Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012) y enfatiza el hecho de que las cuatro materias están tan estrechamente relacionadas en la realidad que pueden llegar conformar una única práctica de enseñanza y aprendizaje (Sanders, 2006). En esta tendencia integradora de currículum, una de las materias puede ser la base dominante o todas pueden estar equitativamente representadas (Wells, 2006).

Aunque este enfoque es el que ha venido reclamando y desarrollando la literatura científica desde principios del siglo XXI, su implementación en las aulas de forma oficial en muchos casos, como en EEUU, Reino Unido o Sudáfrica, ha provocado no pocas voces críticas (Sanders, 2009; Williams, 2011; Pitt, 2009).

Sanders (2009) se mostraba muy escéptico ante las implementaciones del aprendizaje STEM alegando que no incidían en una verdadera interdisciplinariedad y seguían tratándose como materias desconectadas y Williams (2011) se alineó con él al analizar varias propuestas estadounidenses surgidas de los planes estatales de fomento de la enseñanza STEM.

Por su parte, Pitt (2009) puso el acento en las ambigüedades de este enfoque STEM ya que no detectaba consenso en cuanto a lo que es y cómo puede enseñarse en los colegios, pues en las iniciativas llevadas a cabo no termina de definirse si el aprendizaje STEM es una

disciplina aislada o una aproximación integrada a las materias que lo componen ni cómo debe evaluarse.

Williams (2011) enfatiza el hecho de que la integración curricular de las materias STEM puede no ser beneficiosa para el estudiante y, entre otros, cita tres problemas principales: (1) el problema del diseño de un currículum verdaderamente integrado que debería superar factores como la presión de los padres, los estándares tradicionales, la evaluación y las cualificaciones específicas de cada materia, los tiempos o la capacitación de los profesores en tantas disciplinas (Venville , Wallace , Rennie y Malone, 2002), (2) el problema de la dudosa moralidad de la estrategia STEM cuando su único objetivo, al someter a todos los estudiantes a un plan de aprendizaje, es generar vocaciones, lo que Millar, Lubben y Pitt (2006) llegan a calificar como ingeniería social inaceptable y (3) el problema de la dificultad para alinear todas las materias por igual sin que predomine una de ellas, ciencias o matemáticas, en detrimento de otras, ingeniería o tecnología.

Ante los problemas que están sacando a la luz los diferentes planes de aprendizaje STEM que se han enfocado hacia la integración plena de las materias, Williams (2011) considera más razonable hablar de otro tipo de relación entre las materias, la interacción. Ante este nuevo tipo de relación surgen preguntas sobre cómo conservar un buen grado de interdisciplinariedad, propia del enfoque STEM moderno, solo basándose en interacción o cómo desarrollar un proyecto STEM basado en la interacción sin que acabe siendo una serie de materias desconectadas.

En 2008 surge el ensayo de Yakman que, asumiendo la necesidad de apostar por un concepto integrador del aprendizaje STEM, considera esencial introducir en el modelo lo que en inglés se denomina “the arts” para generar un aprendizaje verdaderamente integrado y creativo (Yakman, 2008). La idea de “the arts” utilizada por Yakman (2008) es un concepto muy amplio que abarca campos como las artes del lenguaje, las artes liberales o ciencias sociales y las artes físicas además de las que tradicionalmente se han considerado como las bellas artes. Así, con su integración dentro del aprendizaje STEM, “the arts” se convierten en un agente multidisciplinar que permite conectar a las ciencias con ámbitos artísticos que facilitan la comunicación, la comprensión de la realidad y hacen aflorar estrategias y soluciones creativas (Yakman y Lee, 20012).

Cuando el informe Pisa (Organisation for Economic Co-operation and Development, OCDE, 2007) reveló del bajo grado de conocimientos, interés y motivación de los estudiantes de Corea del Sur, el gobierno coreano, fijándose en las tendencias educativas del momento, pero especialmente en las aportaciones estadounidenses, ideó un plan educativo basado en el aprendizaje STEAM. (Yakman y Lee, 2012). Utilizando a la propia Yakman de asesora y partiendo de su marco teórico (Yakman, 2008) se ha desarrollado toda una propuesta nacional basada en el aprendizaje STEM. Este plan nacional es una de las referencias más utilizadas en la literatura científica para avalar la viabilidad del aprendizaje STEAM, si bien no hay que pasar por alto que un punto clave del plan es el fomento de las artes del lenguaje y las ciencias sociales (Pérez, 2015).

Poco después de que Yakman (2008) lanzara su propuesta de aprendizaje STEAM, otros autores, de forma totalmente independiente, también utilizaron el acrónimo aportando su visión particular de la integración del arte dentro del aprendizaje STEM.

Brazell (2010) maneja un concepto de arte muy similar al de Yakman, incorporando a la educación artística un abanico de campos teóricos mayor que el de las bellas artes. Sin embargo a la hora de definir el papel del arte dentro del conjunto se centra mucho más en su función como fuente de creatividad. Según Brazell (2010), la incorporación del arte al aprendizaje STEM es algo que está ocurriendo de forma natural ya que las aplicaciones prácticas del aprendizaje STEM están recurriendo al arte para dotar sus proyectos del carácter creativo que carecen.

En paralelo a Brazel, White (2010) defiende que la potencia del aprendizaje STEAM hace que sea una herramienta eficaz para recomponer el sistema educativo estadounidense del que dice que está totalmente roto, desfasado y desconectado de la realidad. White (2010) en su defensa del aprendizaje STEAM utiliza un concepto de arte mucho más concreto que Yakman (2008) relacionándolo sólo con la creatividad y la innovación que aporta el arte en su formato de educación plástica y audiovisual. Las teorías de White cristalizaron en la creación del portal web “steam-notstem.com” que promueve y recoge iniciativas del aprendizaje STEAM de todo el mundo.

Una de las instituciones que más ha difundido y potenciado el aprendizaje STEAM es la Rode Island Design School (RIDS) y su iniciativa divulgativa, “stemtosteam.org”, es una

de las más conocidas en este ámbito (Pérez, 2015). El marco STEAM definido por la RIDS varía sustancialmente del modelo de Yakman por la forma en la que incorpora el arte al resto de disciplinas, equiparándolo al diseño y dotándolo de un fuerte carácter innovador. Tal y como lo define la propia RIDS el objetivo del aprendizaje STEAM es transformar la política de investigación para colocar el arte entendido como diseño en el centro del aprendizaje STEM. Desde este punto de vista el artista-diseñador tiene mucho que decir en los procesos de desarrollo científico-tecnológico y debe estar presente en todo equipo de innovación. La RIDS se plantea el reto de situar la educación artística como una disciplina plenamente integrada en el aprendizaje científico de la educación primaria y secundaria. (Crocker, 2012). Al combinar el arte y la creatividad con el resto de disciplinas se ponen en valor aspectos como la innovación y el diseño, el desarrollo de la curiosidad y la imaginación o la búsqueda de soluciones diversas a un único problema (Pérez, 2015).

En España, durante 2015 se celebró la 1ª Conferencia Internacional STEAM, que ha tenido su segunda edición en 2016, y que pretendía reunir los proyectos más destacados del momento en la aplicación STEAM. Se trata del primer evento en España relacionado exclusivamente con el aprendizaje STEAM, sin estar contenido en el marco de un evento STEM. Estas conferencias, o ciertos proyectos de mecenazgo y fomento de la investigación en aprendizaje STEM y STEAM como los de la Fundación Telefónica, son solo una muestra de que el interés por el aprendizaje STEAM en España empieza a ser una realidad (Pérez, 2015).

### **1.2.2.- Robótica educativa.**

En los primeros años del siglo XXI se ha consolidado un crecimiento exponencial del interés por la robótica educativa. Según los datos aportados por la Comisión Económica de las Naciones Unidas (UNEC) o la Federación Internacional de Robótica (IFR), la cantidad de propuestas comerciales en materia de robótica educativa ya estaba en pleno crecimiento en los primeros años de este siglo (Kara, 2004).

En el último lustro la cantidad de artículos e investigaciones sobre esta materia se han multiplicado. Si analizamos algunas revisiones sobre el estado de la materia (Benitti, 2012; Mubin et al. 2013) se observa que tan sólo fueron capaces de seleccionar alrededor de una decena de investigaciones empíricas con un cierto grado de validez en el periodo del año

2000 al 2010, mientras que en 2016 ya se conocen gran cantidad de investigaciones válidas sobre robótica educativa aplicando criterios semejantes para el periodo del año 2010 al 2014 (Toh, Causo, Tzuo, Chen y Yeo, 2016)

Este súbito aumento puede explicarse, entre otros factores, por la insistente llamada que se ha venido realizando en la mayoría de trabajos para que los investigadores se centren en realizar estudios que validen la robótica como elemento educativo. Ya en 2003, Johnson defendía que la robótica educativa no era sólo una moda. Basaba esta afirmación en apreciaciones personales tras varios años de trabajo y observación y comparaba las propiedades de los robots con las de los animales domésticos al generar en los niños las mismas emociones. Pero más allá de estas afirmaciones Johnson ya demandaba que la comunidad científica y docente se pusiera a trabajar para demostrar la validez de la robótica como herramienta educativa.

Para la mayoría de investigadores el potencial de la robótica educativa es evidente, pero aún necesita de una mayor cantidad de estudios empíricos que, de forma objetiva, midan y cuantifiquen ese potencial, demostrando que no es sólo una moda. (Benitti, 2012; Alimisis, 2013; Mubin et al., 2013; Karim et al., 2015; Toh et al, 2016).

La robótica educativa se ha venido utilizando en todas las franjas de edad del sistema educativo y, si bien no hay un número de investigaciones fiables muy alto, los estudios existentes se reparten en todas las edades del sistema educativo. (Benitti, 2012, Mubin et al., 2013 y Toh et al., 2016).

La revisión del estado de la robótica educativa de Toh et al. (2016) solo recoge tres investigaciones que se centren exclusivamente en estudiantes de entre 9 y 12 años, las de Barker y Ansoerge (2007), Liu (2010) y Slangen et al. (2011). De estos estudios, solo el de Barker y Ansoerge (2007) es un trabajo práctico de aprendizaje mediante la robótica con un cierto grado de fiabilidad, mientras que los otros dos estudios trabajan con encuestas sin llegar a poner en práctica la robótica. De igual manera, en las revisiones de Benitti (2012) y Mubin et al. (2013) tan sólo aparece la publicación de Barker y Ansoerge (2007) entre las que garantizan una cierta objetividad y trabajan con estudiantes de estas edades. La franja de los 9 a los 12 años es, por tanto, una de las menos trabajadas en los estudios empíricos prácticos recogidos en las revisiones del estado de la robótica educativa consultadas. La tabla 1

relaciona los estudios empíricos tenidos en cuenta por Toh et al. (2016) con la edad de los estudiantes.

Tabla 1.  
*Estudios revisados por Toh et al. (2016) y edad de los estudiantes.*

<b>Estudio</b>	<b>Edad</b>
Barker & Ansorge, 2007	9-11 años
Williams et al., 2007	12-15 años
Rusk et al., 2008	familias completas
Levy & Mioduser, 2008	5-6 años
Barak, 2009	16-18 años
Liu, 2010	9-11 años
Highfield, 2010	3-4 años
Chen, Quadir & Teng (2011)	6-9 años
Young et al., 2010	8-10 años
Hong et al., 2011	6-9 años
Lin et al., 2012	16-18 años
Ruiz-del- Solar & Avilés, 2004	6-12 años
Varney et al., 2012	6-9 años
Sugimoto, 2011	12 años
Chambers et al., 2008	9-10 años
Chang et al., 2010	14-15 años
Bers, 2010	4-7 años
Whittier & Robinson, 2007	12-14 años
Beran et al., 2011	5-16 años
Salter et al., 2004	5-7 años
Woods, 2006	?
Kzakoff et al., 2013	3-5 años
Bers & Portsmore, 2005	+18 años
Slangen et al., 2011	10-12 años
Michaud, et al., 2005	1-2 años
Cangelosi et al., 2010	?

Según las teorías de Piaget (1978), los niños de 7 a 11 años se encuentran en la etapa de las operaciones concretas en su desarrollo, y pueden realizar operaciones de lógica de clases y de relaciones con los objetos que tengan delante o con los que estén suficientemente familiarizados. Por tanto los alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria, que son los que se corresponden con esta franja de edad, han alcanzado ya una madurez suficiente en sus habilidades cognitivas. En el aspecto social, los estudiantes se convierten en seres verdaderamente sociales, apareciendo además los esquemas lógicos de seriación, ordenamiento mental de conjuntos y clasificación de los conceptos de casualidad, espacio, tiempo y velocidad. (Piaget, 1978). Se trata por tanto de una edad en la que empiezan a poder resolver problemas abiertos o semiabiertos planteados a través de elementos manipulativos, como es el caso de la robótica educativa (Barker y Ansorge, 2007).

Aunque la robótica educativa está aún en fase de comprobación empírica, los ya numerosos estudios científicos, vislumbran una serie de aportaciones positivas que suelen repetirse: (1) rendimiento académico, (2) interés y motivación, (3) habilidades sociales y de trabajo cooperativo, (4) creatividad y (5) habilidades en la resolución de problemas (Benitti, 2012; Mubin et al., 2013; Alimisis, 2013; Mikropoulos y Bellou, 2013; Karim et al., 2015 y Toh et al., 2016).

### ***1.- Mejora del rendimiento***

Analizando algunas revisiones del estado de la robótica educativa hasta la fecha (Benitti, 2012, Mubin et al., 2013 y Toh et al., 2016) se descubren varios estudios que, utilizando métodos cuantitativos, han podido medir la mejora del rendimiento en los alumnos cuando utilizan robots en su aprendizaje. La revisión de Toh et al. (2016) es la que más claramente diferencia varios trabajos que aportan datos sobre esta cuestión de forma fiable (Barker y Ansorge, 2007; Williams, Ma, Prejean, Lai y Ford, 2007; Barak y Zadok, 2009; Highfield, 2010; Whittier y Robinson, 2007; Kazakoff, Sullivan y Bers, 2013; Bers, 2010; Slangen, Keulen y Gravemeijer, 2011).

Whittier y Robinson (2007) revelaron que el conocimiento científico de los alumnos se incrementó del 26,9% en el pre-test al 42,3% en el post-test.

El estudio de Barker y Ansorge (2007) es el que más se asemeja al objeto de estudio del presente trabajo, al estar dirigido a estudiantes entre 9 y 11 años y trabajar las áreas de Ciencias, Ingeniería y Tecnología. El estudio duró 6 semanas, contó con un pre-test y un post-test en los que se evaluaron las respuestas a un prueba diseñada ad hoc, correctamente validada y fiable. Los resultados del estudio demostraron que, mientras en el grupo de control no hubo una mejora significativa de la puntuación en el post-test, los alumnos que habían utilizado robots mejoraron sus resultados más de un 37%.

A la hora de valorar el resultado de Barker y Ansorge (2007) hay que fijarse en las condiciones del estudio: el tipo de población, el área curricular estudiada, el tipo de aprendizaje del grupo de control, el tipo de robots utilizados y su contexto horario. Uno de los aspectos más importantes en esta valoración es que el grupo experimental trabajó con robots en horario extraescolar, siendo, por tanto, un refuerzo de los contenidos trabajados de forma tradicional en horario escolar y no una sustitución de estos.

Existen numerosos factores que pueden hacer variar los resultados de un estudio que mida la mejora de rendimiento de un grupo de alumnos y, por tanto, la sola presencia de la robótica educativa, un factor más, no es garantía de buenos resultados. Algunos de los factores que en los diferentes estudios modificaron los resultados fueron (Benitti, 2012):

- el profesor, su formación y su rol durante el aprendizaje (Hussain, Lindh y Shukur, 2006).
- el tiempo disponible para experimentar con el robot y el tamaño de los grupos de trabajo (Lindh y Holgersson, 2007).
- la existencia de tutoriales cortos que los alumnos puedan consultar en tiempo real y que puedan probar los robots antes de resolver retos con ellos (Williams et al., 2007).
- lo evidente que sea la relación de los robots con el tema tratado (Nugent, Barker y Grandgenett, 2008).

La tecnología, por sí sola, no actúa directamente sobre el aprendizaje, ya que adecuadas metodologías, planes de estudio y entornos de aprendizaje son factores importantes que ayudan a conducir cualquier innovación educativa hacia el éxito (Alimisis y Kynigos, 2009).

## ***2.- Interés por materias STEM y la robótica, motivación***

Mitnik, Nussbaum y Soto (2008), citados en Benitti (2012), afirman que hasta la fecha de su estudio la mayoría de las aplicaciones de la robótica a la educación se habían centrado en temas estrechamente relacionados con la propia robótica: programación de robots, construcción de robots o mecatrónica. Sólo cuatro años después, el avance tecnológico producido en la robótica habilita a Benitti (2012) para afirmar que la robótica ya permitía nuevos enfoques educativos: con el apoyo de sensores y actuadores, los robots educativos ya eran capaces de explorar e interactuar con el mundo real y los trabajos de investigación se generalizaron a todas las áreas curriculares.

Según la mayoría de la literatura científica, las materias más trabajadas mediante la robótica educativa son las materias STEM, y tras ellas, en mucho menor porcentaje, aparece el aprendizaje de idiomas (Benitti, 2012, Mubin et al., 2013; Karim et al., 2015 y Toh et al., 2016). En muchos casos los estudios empíricos, además de recoger datos sobre el rendimiento educativo en las materias STEM, aportan datos acerca del interés que despiertan en los estudiantes el trabajo mediante robots (Rusk, Resnick, Berg y Pezalla-Granlund, 2008; Barak y Zadok, 2009; Varney, Janoudi, Aslam y Graham, 2012; Mubin, Bartneck, Feijs, Hooft, et al., 2012). Todos estos estudios empíricos certifican una mejora del interés en robótica o en las materias STEM trabajadas, destacando el trabajo de Ruiz del Solar y Avilés (2004) que, tras estudiar las respuestas de 700 alumnos que habían trabajado con robots, concluye que el 84% de ellos estaban dispuestos a cursar estudios científicos o ingenieriles en la universidad.

Algunos investigadores ya han trabajado sobre la aplicación de la robótica al aprendizaje STEAM, intentando explorar el efecto de la componente del arte y la creatividad (Zawieska y Duffy, 2015). Por ejemplo, Hamner y Cross (2013), a través de su taller Arts & Bots, han diseñado una herramienta que ayuda a los docentes a preparar actividades de robótica en las que el diseño manual toma el papel protagonista; sus resultados indican que, gracias a la inclusión del Arte, la variedad de áreas de aplicación ha crecido enormemente.

Por otro lado, el interés en las materias y áreas STEM mejora si se integra el arte y la robótica (Chung, 2014) y si se utilizan kits de robótica (Jin, Chong y Cho, 2012). Además, Han, Jo, Jones y Jo (2008) concluyeron que los niños no sólo obtienen mejores resultados en

los post-test, sino que se muestran mucho más interesados y motivados cuando el aprendizaje se lleva a cabo con la ayuda de un robot; la construcción y el montaje del propio robot aumenta la motivación de los estudiantes al crear un fuerte sentido de la propiedad especialmente si se les da tiempo para jugar, llevarlos y traerlos a casa, usarlos en tiempo libre,...(Mubin et al., 2012).

Johnson (2003) elaboró una tabla en la que compara diferentes herramientas que pueden motivar a los alumnos en el aprendizaje de las materias STEM. De todas las herramientas comparadas (videojuegos, pintura y arte, deporte, construcciones tipo mecano, trabajos manuales, referencias a famosos y la TV, etc.) la robótica es la más versátil y multidisciplinar, lo que, según el autor, la convierten en la herramienta más motivadora de cara al aprendizaje de la ciencia. En el mismo estudio, Johnson (2003) llega a definir la robótica educativa como el medio de la “Edutainment” (educación y entretenimiento), por excelencia y, en una línea parecida, Zawieska y Duffy (2015) aluden a la “ilusión de la vida” que provocan los robots en los estudiantes como una de las causas de esa motivación e interés.

Aún así, cabe recordar que la motivación y el interés suelen tener un carácter efímero si están influenciados por el factor de la novedad y la robótica tiene un fuerte componente novedoso: en primer lugar, la robótica es nueva en el entorno social y escolar, en segundo lugar la cultura pop está plagada de imágenes de robots que se hacen presentes al comenzar a trabajar con un kit de robótica y en tercer lugar es una actividad práctica y experimental, aspectos que muchas veces han sido olvidados en la educación tradicional (Zawieska y Duffy, 2015). Es importante aprovechar esa novedad inicial, pero también es importante mantener el interés más allá del efecto novedad y una buena manera de conseguirlo es basando la motivación en la curiosidad, que está estrechamente relacionada con la creatividad (Starko, 2013).

### ***3.-Habilidades sociales y trabajo cooperativo.***

Las aportaciones de la robótica sobre la que más suele tratar la literatura científica son las habilidades sociales y de trabajo cooperativo, el desarrollo de la creatividad y la resolución de problemas (Mikropoulos y Bellou, 2013). Aunque la percepción de los investigadores siempre ha sido que la robótica mejora este tipo de habilidades, los estudios

empíricos no llegaban a mostrar unos resultados suficientemente concluyentes (Benitti, 2012). Sin embargo, en las revisiones más recientes sobre el estado de la robótica sí comienzan a aparecer conclusiones más claras sobre los beneficios de la robótica en estas áreas (Toh et al., 2016).

Estudios como el Varney et al. (2012) demuestran que la robótica es una herramienta eficaz para desarrollar habilidades de equipo en los estudiantes: el uso de robots en diversas actividades con niños pequeños hace que discutan, resuelvan problemas, trabajen con sus compañeros y aporte cada uno lo mejor (Toh et al., 2016). En este sentido, los robots crean una experiencia de aprendizaje interactiva y atractiva para los niños que les impulsa a colaborar. (Chang, Lee, Chao, Wang y Chen, 2010) .

El trabajo de Owens, Granader, Humphery y Baron-Cohen (2008) muestra un mayor desarrollo de las habilidades sociales necesarias para trabajar en equipo en los grupos experimentales que trabajaron con kits de Lego que en los grupos de control. Además, el estudio de Mitnik, Nussbaum y Soto (2008) demuestra, mediante sociogramas, que los grupos experimentales que trabajaron con kits de robótica fortalecieron sus lazos sociales mucho más que los grupos de control.

#### ***4.- Creatividad.***

Desde hace unos años existe, en todo el mundo, una llamada al fomento de la creatividad en la educación (Alimisis, 2013). Hoy en día los estudiantes crecen en un mundo que es muy diferente al de sus padres y para tener éxito los estudiantes deben aprender a pensar de forma creativa y sistemática, a realizar análisis críticos, a colaborar con sus compañeros y a mantener una actitud de aprendizaje permanente (Resnick , 2007). En este sentido, es importante entender la creatividad como algo más que un factor individual sino como algo social (Zawieska y Duffy, 2015), ya que más allá del genio solitario, la interacción social puede mejorar la creatividad de cualquier persona (Edmonds, Ficher, Hughes y Hewett, 1999; Glăveanu, 2010).

En la robótica educativa, la creatividad se ha asociado tradicionalmente con los procesos de construcción, programación y manipulación de plataformas robóticas, inspirando el pensamiento inventivo y la solución creativa de problemas (Zawieska y Duffy, 2015). Sin

embargo, más allá de la creatividad surgida del proceso de construcción, programación y manipulación, existe un segundo foco de creatividad basado en la “ilusión de la vida” (Zawieska y Duffy, 2015) y la utilización de artefactos que realizan una serie de tareas e interactúan con el entorno plantea una serie de preguntas fundamentales sobre el papel de las máquinas: ¿qué pueden llegar a hacer?, ¿tienen vida?...

Las aportaciones, a nivel universitario, de la robótica en el campo de la creatividad han sido ampliamente investigadas: se ha observado una mejora sustancial en el pensamiento creativo de los estudiantes de ingeniería y diseño (Goff y Vernon, 2001; Ringwood, Monaghan y Maloco, 2005), se ha observado un aumento de la creatividad en los estudiantes de programación cuando utilizan los kits de Lego al compararlos con las soluciones surgidas del aprendizaje sin robots (Wang, 2001) y la mayoría de los planes de estudio universitarios en los que aparece la robótica son prácticos y en los resultados obtenidos en la resolución de problemas reflejan que los estudiantes piensan de forma más creativa (Yousuf, 2008).

En el ámbito escolar, el estudio de Cavas, Kersercioglu, Holbrook, Rannikmae, Ozdogru y Gokler (2012) confirma que en los estudiantes de educación básica también se detecta un aumento de la creatividad al trabajar con robots y Chung (2014), al investigar la aplicación de la robótica al aprendizaje STEAM, considera que arte y robótica forman un paradigma práctico que aporta belleza, alegría, diversión y creatividad mientras se aprenden los conceptos curriculares.

Pero la creatividad no es algo consustancial a la robótica educativa ya que, tal y como ocurría con la mejora del rendimiento, otros factores pueden anularla. Por ejemplo, las actividades pedagógicas diseñadas con kits de robótica emplean, en muchos casos, series de instrucciones de programación y montaje paso a paso que anulan el factor creativo. Para evitar estas instrucciones paso a paso, han surgido metodologías, como la de los “five steps” (Botelho, Braz y Rodrigues, 2012) en las que los robots son creados libremente y tanto la creatividad como el trabajo en equipo se tornan imprescindibles.

### ***5.- Habilidades en la resolución de problemas***

El aprendizaje basado en problemas, al igual que la creatividad, se ha visto coartado por las guías paso a paso que ocultan el proceso de diseño de la plataforma robótica, dando la

solución al problema y eliminando los procesos de razonamiento profundo (Botelho et al., 2012).

La robótica es una herramienta útil para el aprendizaje basado en problemas (Benitti, 2012; Mubin et al., 2013; Karim et al., 2015 y Toh et al., 2016), aunque cuando al analizar los resultados de los diversos estudios empíricos aparecen algunas contradicciones. Por ejemplo, en la revisión de Benitti (2012) se recoge que mientras Hussain et al. (2006) y Williams et al. (2007) no consiguieron resultados fiables, Sullivan (2008) y Nugent et al. (2008) sí pudieron medir mejoras en las habilidades para resolver problemas al detectar un mayor uso de enfoques eficaces.

Algunos estudios han observado que ciertos factores, como la falta de libertad del proceso educativo para buscar la solución al problema (Botelho et al., 2012) o la falta de concreción al centrar el problema a resolver (Nugent et al., 2008), desvían los resultados esperados; otros estudios ha detectado deficiencias debido a la falta de tiempo para que los estudiantes prueben diferentes tipos de solución (Lindh y Holgersson, 2007) y la ausencia de tutoriales cortos que los alumnos puedan consultar en tiempo real (Williams et al., 2007).

Por estas causas, autores como Karim et al. (2015) reclaman herramientas de evaluación normalizadas que sean capaces de aislar y pulir los factores que enturbian los resultados de manera que se cuantifique de forma mucho más clara cuánto aporta la robótica como herramienta en el aprendizaje basado en problemas.

### **1.3.- Aportaciones de la Investigación**

Al relacionar robótica educativa y currículum, Johnson (2003, p. 20) dejaba varias preguntas en el aire “¿Qué parte del currículum de ciencias, tecnología y matemáticas puede ser trasladado a la robótica?. ¿Todo el plan?, ¿la mitad?. No se sabe, y hay claramente un trabajo importante por hacer en respuesta a esa pregunta”. Uno de los grandes retos que tiene por delante la robótica educativa es el currículum oficial y cómo adaptarlo para que pueda ser trabajado mediante la robótica (Benitti, 2012; Mubin et al., 2013; Mikropoulos y Bellou, 2013; Karim et al., 2015).

Johnson (2003) encargaba esta tarea a los docentes que, según él, son los que están capacitados para proponer las adaptaciones necesarias, creando materiales y herramientas

educativas. En la misma línea Mubien et al. (2013) enfatizan que los mayores esfuerzos deben centrarse en el desarrollo de materiales de aprendizaje y en la identificación de los currículums apropiados y no tanto en el software y hardware. Parece que la comunidad educadora ha asumido el reto y Han et al. (2009) o Alimisis y Kynigos (2009) ya recogen varios proyectos educativos con bastante recorrido en EEUU, Europa, Corea o Japón.

Si los docentes son los que deben ir ensamblando la robótica y el currículum para garantizar una buena experiencia de enseñanza/aprendizaje, estos deben sentirse cómodos con la robótica en sí misma, por lo que la existencia de buenos planes de formación del profesorado y buenas guías sobre los robots educativos son de vital importancia para que el reto del currículum sea superado (Karim et al., 2015).

En relación al currículum, en 2013 se produjo un nuevo cambio de ley educativa en el sistema español y la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, LOMCE, (BOE nº 295, de 10 de diciembre de 2013), modificó varios apartados de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, LOE, (BOE nº 106, de 4 de mayo de 2006).

En una de estas modificaciones la LOMCE redefine las ocho competencias básicas de la LOE pasando a denominarlas “competencias clave” y resumiéndolas en siete. Una de estas competencias clave se denomina “competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología”, CMCT, cuya definición en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, (BOE nº 25, de 29 de enero de 2015) es bastante similar a los que podría ser una competencia en aprendizaje STEM, eso sí en ningún caso se incluye referencia alguna al arte y a la posibilidad del aprendizaje STEAM.

A día de hoy, no se ha publicado ningún estudio o trabajo científico que intente profundizar en el análisis de las propiedades STEAM de la LOMCE, ya sea en sus directrices y definiciones generales o buscando relaciones entre los contenidos de las asignaturas y tampoco se conoce ningún proyecto didáctico que profundice en el uso de la robótica educativa como herramienta integrada en los aspectos STEAM del currículum LOMCE.

En el presente trabajo se realiza un análisis STEAM del currículum LOMCE para, a partir de él, diseñar un proyecto educativo de aprendizaje STEAM que integre la robótica

educativa como herramienta didáctica principal. Ya que los beneficios de la robótica educativa dependen mucho de una buena planificación metodológica (Alimisis y Kynigos, 2009), el proyecto integra las bases metodológicas necesarias para reforzar el efecto de la robótica y generar un aprendizaje significativo, que interese a los alumnos y que desarrolle sus capacidades cooperativas, creativas y de resolución de problemas.

El análisis y el diseño del proyecto se ha centrado en los cursos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria que, siendo una de las etapas menos trabajadas por la literatura revisada, es el momento en que los alumnos empiezan a ser capaces de resolver problemas concretos justo antes de enfrentarse a la Educación Secundaria.

#### **1.4.- Objetivos**

##### **1.2.1.- Generales**

El objetivo general de la investigación es diseñar un proyecto de aprendizaje STEAM para alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria en el que, a través del uso de robótica educativa como herramienta, se introduzcan metodologías de aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo y sesiones de flipped classroom.

##### **1.2.2.- Específicos**

- A. Analizar y clasificar los contenidos del currículum oficial, LOMCE, de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria según su relación con alguna de las disciplinas STEAM
- B. Establecer las propiedades que debe tener un área del currículum para ser un área de oportunidad y servir como tema principal de un proyecto de aprendizaje STEAM
- C. Identificar las áreas del currículum oficial, LOMCE, de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria que puedan servir como áreas de oportunidad
- D. Establecer las propiedades y pautas de diseño de los proyectos de aprendizaje STEAM que utilicen robótica educativa para alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria

- E. Establecer pautas para la evaluación de proyectos de aprendizaje STEAM que utilicen robótica educativa para alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria
- F. Medir los resultados de aprendizaje de un proyecto de aprendizaje STEAM que utilice robótica educativa para alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria
- G. Discutir la viabilidad docente y económica del proyecto diseñado en base a los costes de producción, número de alumnos por kit, número de sesiones utilizadas y cantidad de contenidos trabajados.

## **2.- Fundamentación Teórica**

En el presente capítulo se recogen las bases teóricas del aprendizaje STEAM, de la robótica educativa y de las metodologías docentes que se incorporarán en el diseño de la propuesta de intervención.

### **2.1.- Aprendizaje STEAM**

Tal y como se ha recogido en el primer capítulo el modelo educativo de aprendizaje STEAM surge al introducir la disciplina del arte como una más de las disciplinas consideradas científicas, ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, que con sus nombres en inglés forman el acrónimo STEM (Yakman, 2008; Pérez, 2015).

Aunque se ha venido utilizando en educación desde finales del siglo XX, el aprendizaje STEM ha cobrado una especial relevancia en el ámbito educativo en la última década con numerosas instituciones e investigaciones centradas en su desarrollo. (AACTE, 2007; Ashby, 2006; CEDEFOP, 2011; Comisión Europea, 2012; Eurostat, 2016; Horwedel, 2006; National Academies, 2007; Pitt, 2009; Porter, 2006; Sanders, 2006; Sanders, 2009; Toulmin y Groome, 2007; Tyson et al., 2007; Wells, 2006; Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012).

Las tendencias actuales, frente a la idea tradicional que aislaba cada una de las disciplinas dentro de su parcela, conciben el aprendizaje STEM de una forma integrada fomentando que el aprendizaje de las cuatro disciplinas se produzca de manera simultánea (Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012). Una de las mayores controversias generadas a raíz de la puesta en práctica del concepto moderno de aprendizaje STEM radica precisamente en la forma de integrar las cuatro disciplinas (Sanders, 2009; Williams, 2011; Pitt, 2009), surgiendo diferentes tendencias.

Mientras que autores como Williams (2011) apuestan por hablar de interacción equitativa entre disciplinas, otros como Wells (2008) ofrecen la posibilidad de situar una de las disciplinas como materia dominante. Por su parte, Barlex y Pitt (2000) profundizan aún más en este asunto clasificando en tres grupos las relaciones entre las disciplinas que se enseñan en conjunto: las de integración, las de coordinación y las de colaboración. Frente a la

integración, que considera el aprendizaje de las cuatro disciplinas de forma unificada, la coordinación y la colaboración conservan las bases de cada una de ellas. En la coordinación las materias se organizan de forma simultánea para que las relaciones se generen de forma espontánea durante el aprendizaje y en la colaboración las materias se entrelazan en algunos momentos haciendo evidente las conexiones y la transición de una materia a otra.

Numerosos investigadores aceptan que será necesario utilizar diferentes tipos de relaciones según el contexto y que el uso variado de estos tipos de relaciones facilita la comprensión de las distintas disciplinas (Berger & Pollman, 1996; De Boer, 1991; De Vries, 1996; Dewey, 1963; Driscoll, 2005; Hickman, 1992; Loepp, 1999; Paterson, 2007; Petrina, 2007; Wicklein y John, 1995; Wiggins y McTighe, 2005).

Uno de los principales motivos de que Yakman (2008) incluyera por primera vez “the arts” como disciplina dentro del contexto STEM y comenzara a hablar de aprendizaje STEAM es precisamente la controversia acerca de la integración. Para ella el arte se revela como un agente perfecto de integración favoreciendo el aprendizaje interdisciplinar.

### **2.1.1.- Aprendizaje interdisciplinar**

Para llegar a la inclusión del arte como agente de integración Yakman (2008) define el aprendizaje interdisciplinar como un aprendizaje estructurado en varias disciplinas de manera que cada una no pierde relevancia pero se promueve la transferencia de conocimiento entre materias llegando a ser de forma puntual una sola.

La interdisciplinariedad en la educación ha sido un asunto de especial atención que ya fue tratado por autores tan distantes entre sí en el tiempo como Platón o Descartes. Centrando el foco en teorías y autores modernos, el aprendizaje interdisciplinar puede ser considerado desde varios enfoques distintos: (1) enfoque constructivista, (2) enfoque holístico, (3) enfoque de otras teorías modernas y (4) alfabetización funcional.

#### ***1.- El enfoque constructivista***

Driscoll (2005) en su trabajo de análisis del constructivismo evidencia cómo Piaget (1973), al desarrollar sus teorías educativas y defender un enfoque cercano a la realidad para construir el conocimiento, se acerca a la idea de aprendizaje interdisciplinar, ya que la

realidad es multidisciplinar y por tanto su comprensión requiere de conexiones interdisciplinarias.

Vigostky (1930) le dio una enorme influencia a la manera en la que se estructura la realidad alrededor de una persona y su manera de conocer el mundo para formarse su interpretación personal. De esta manera, si las materias educativas se estructuran de forma totalmente separada, los estudiantes podrían acabar analizando la realidad y representando sus elementos también de forma aislada y unidireccional. Desde este punto de vista, una estructura en materias totalmente independientes y encerradas en sí mismas generaría visiones distorsionadas de la realidad.

Al mismo tiempo, Vigostky (1930) observó cómo las personas aprenden sobre la base de los conocimientos ya adquiridos, desarrollando el concepto de andamiaje. Según esta idea, si se intenta parcelar el aprendizaje tratando de evitar las conexiones interdisciplinarias se estará coartando el aprendizaje; por esta causa se debe permitir que el estudiante establezca amplias conexiones cruzadas de manera que pueda aprovechar todo su conocimiento previo y la manera más efectiva de hacerlo es presentar la información de una manera interdisciplinaria (Driscoll, 2005).

## ***2.- El enfoque holístico***

La educación integradora es esencial en los modelos educativos holísticos formales e informales. Uno de los modelos holísticos de mayor impacto y éxito es el de María Montessori (Montessori, 1914) que defiende que los niños necesitan de un interés inicial en el todo para luego poder dar sentido a cada una de las partes (Montessori, 1992). El éxito en todas las áreas de la educación post-secundaria de estudiantes formados bajo el modelo Montessori reflejan las bondades de una educación verdaderamente integradora. Este mismo resultado se ha obtenido con otros modelos holísticos que persiguen una educación verdaderamente integradora como el de Waldorf (Association of Waldorf Schools of North America, AWSNA, 2008) que renuncia a la mera transmisión de conocimiento para centrarse en promover la capacidad de pensar clara y críticamente, en experimentar empáticamente y en comprender los fenómenos en el mundo.

Dewey (1963), uno de los autores que más ha atacado la separación del aprendizaje en materias independientes, considera que estas materias separadas en categorías se basan en el contenido y dejan de lado el contexto, haciendo imposible entender las conexiones menos obvias entre conceptos, contenidos y contextos. Reconoce la necesidad de disciplinas separadas para poder profundizar en ciertos contenidos, pero no en la formación de conceptos que se ven reforzados cuando se explican los vínculos y las conexiones en diferentes contextos. Con la separación de disciplinas se aprende, pero sólo al final del proceso, que en lugar de descubrir y luego conectar entre sí una serie de realidades separadas, se ha participado en la definición progresiva de un hecho (Dewey, 1963).

Se trata de un enfoque radical en sus planteamientos prácticos, pero muy próximo en sus fundamentos al constructivismo, al relacionar la verdadera comprensión de contenidos y la construcción de conceptos con el aprendizaje en contextos. El aprendizaje conceptual basado en contextos es una necesidad en la educación integradora, y solo la educación integradora puede adaptarse a la evolución y a los cambios sociales reflejándolos en los planes de estudio (Yakman, 2008).

### ***3.- El enfoque de otras teorías modernas***

Muchas otras teorías de la educación han mostrado de alguna manera su apoyo a una educación interdisciplinaria: las teorías de aprendizaje por descubrimiento (Bruner, 1978), el aprendizaje humanista (Rogers, 1969), la taxonomía de Bloom (Bloom, 1974), el aprendizaje instruccional (Gagné, Wager, Golas y Keller, 2005) o las dimensiones del aprendizaje de Marzano (Marzano, 2007). Desarrollando cada una sus propias teorías y manteniendo enfoques, a veces muy diferentes, todas incluyen la necesidad de proporcionar a los estudiantes experiencias de aprendizaje basadas en la realidad que les permitan pensar y descubrir la realidad y sus conexiones.

### ***4.- Alfabetización funcional***

El objetivo de la educación es conseguir personas funcionalmente alfabetas, es decir, personas que sepan cómo aprender y adaptarse a su entorno que además cambia rápidamente (Yakman, 2008). La propia Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (UNESCO, 1970), promueve el cambio desde programas de

alfabetización tradicional a programas de alfabetización funcional en los que, además de formar en la lectura y en la escritura, se forme a las personas en base a su entorno.

Para conseguir una verdadera alfabetización funcional es importante poner los medios para producir una transferencia de conocimiento de orden superior entre las disciplinas (Yakman, 2008) y enfatizar en el desarrollo de las habilidades de los estudiantes para pensar en todas las disciplinas, conectarlas y obtener una verdadera alfabetización funcional (Hickman, 1992).

Aunque mantener la estructura de disciplinas individuales sigue siendo esencial para alcanzar cierta profundidad en el nivel de conocimientos de cada campo, también es importante poner en contexto esos conocimientos, de manera que los conocimientos de un área refuercen los de la otra. Es decir, el proceso de aprendizaje debe ser planeado reflejando la realidad y poniendo en contexto los conceptos (Ruggiero, 1988).

La necesidad de un aprendizaje multidisciplinar que promueva una integración curricular no sólo es una preocupación de los teóricos de la educación general, sino que desde cada una de las disciplinas se está trabajando para incorporar formalmente elementos pedagógicos de otros campos, por lo que ahora es el momento de cambiar hacia métodos educativos de integración y crear planes transversales de estudio (Yakman, 2008).

### **2.1.2.- Las disciplinas STEAM**

Dentro del ámbito STEM, Yakman (2008) puso de manifiesto que la necesidad de un cierto grado de integración curricular y aprendizaje interdisciplinar ya había sido planteada de forma individual dentro de cada una de las disciplinas. Esta revisión le permitió, además, clasificar lo que es propio de cada disciplina, lo que la hace única y la diferencia del resto de ámbitos STEM y descubrir que al arte (A) aportaba un componente extra de interdisciplinariedad y creatividad. Se incluyen a continuación esas definiciones comenzando por las áreas STEM y dejando para el final el arte (A).

#### ***1.- Ciencia***

La educación científica trata sobre todo lo que existe de manera natural y cómo es estudiado. De esta manera, la física, la biología, la química, la bioquímica, las ciencias de la

tierra y del espacio y otras próximas a la tecnología, como la biotecnología o la biomedicina, son áreas propias de la educación científica (Yakman, 2008).

Tradicionalmente la educación científica ha difuminado sus fronteras con otras disciplinas aportándolas conocimientos y comprensión (American Association for the Advancement of Science, AAAS, 1989, 1993; De Boer, 1991). El pensamiento científico se ha ocupado de que los estudiantes conocieran hechos científicos y además les dieran sentido para aplicarlos en situaciones nuevas (DeBoer, 1991), ya que los estudiantes, para ser miembros productivos de la sociedad, deben ser capaces de aplicar el pensamiento científico en situaciones nuevas.

El aprendizaje científico, cuya herramienta es el descubrimiento guiado, exige tres necesidades curriculares: la exploración de los puntos de vista existentes, el trabajo experimental y el consenso disciplinar final (DeBoer, 1991).

La aportación interdisciplinar del aprendizaje científico radica en la propia metodología, en el denominado método científico, cuyo pensamiento es transferible a otros contenidos y con el que los estudiantes aprenden (1) a pensar de una manera disciplinada y racional fortaleciendo su mente y (2) a pensar como científicos e imitarles en lo formal (DeBoer, 1991).

## ***2.- Tecnología***

La educación tecnológica se encarga de estudiar todo lo que haya sido creado y fabricado por el ser humano (Yakman, 2008). Como disciplina escolar, la tecnología fue la última en llegar a los planes educativos y desde que lo hizo las conexiones con las matemáticas y las ciencias se hicieron evidentes al ser disciplinas existentes que sustentaban su aparición (Childress, 1996; Gardner, 1997; Laporte y Sanders, 1993). La relación entre tecnología y ciencia ha sido muy estrecha tanto en el ámbito educativo como en el mundo real donde los avances científicos van de la mano de los avances tecnológicos (Hickman, 1992), y donde la ciencia es necesaria para desarrollar la tecnología y la tecnología ayuda a que haya avances científicos (AAAS, 1993).

La educación tecnológica hace referencia a conceptos como su naturaleza, su relación con la sociedad, el diseño, las habilidades para un mundo tecnológico y los objetos diseñados

para medicina, agricultura, biotecnología, construcción, fabricación, información, comunicación, transporte, potencia y energía (International Technology Education Association, ITEA, 2000). Expertos que han extendido el campo disciplinar de la tecnología educativa al del desarrollo de la ingeniería o a los campos sociales, creativos y estéticos de las artes liberales (Hickman, 1992; Snyder y Hales, 1986; J. Wells, Pinder, y Smith, 1992) argumentan que no es suficiente con entender cómo funcionan la tecnología y los objetos, sino que también es necesario entender cómo se desarrolla la tecnología a través de las demandas sociales y cómo se adapta a los valores sociales, económicos, estéticos y culturales.

El objetivo principal de la tecnología como materia es alfabetizar personas tecnológicamente, tanto funcional como técnicamente, para que sean capaces de adaptarse a los rápidos avances tecnológicos (Bill, 2006; Dakers, 2006; ITEA, 2006), por lo que su enfoque, en relación a los conceptos, ha sido el de restar importancia a los contenidos particulares y centrarse en la comprensión de los sistemas tecnológicos y sus conexiones (Dugger, 1993).

Por todo ello, aunque la tecnología como disciplina educativa tiene objetivos, metodologías y contenidos propios e independientes del resto, es la materia más transversal de todas las disciplinas establecidas (Gardner, 1994).

### ***3.- Ingeniería***

Conforme la ciencia y la tecnología avanzan van surgiendo nuevos campos como la ingeniería (AAAS, 1989), entendida como el “uso de la creatividad y la lógica, basada en las matemáticas y la ciencia y que utiliza la tecnología como agente para crear contribuciones al mundo” (Yakman, 2008, p. 10), es decir, la ingeniería es el uso de la ciencia y las matemáticas para diseñar tecnología nueva (Dugger, 1993).

La ingeniería es un campo que no ha llegado a implantarse como disciplina educativa en la educación básica, aunque se la ha relacionado con la educación tecnológica, que es la disciplina educativa que la conecta con las matemáticas y las ciencias. De hecho, cuando los alumnos estudian diseño y tecnología, en el fondo, están estudiando ingeniería (Barlex y Pitt, 2000).

Si se considera el ámbito de la ingeniería circunscrito a la investigación y al desarrollo necesarios para crear nueva tecnología, la ingeniería es un subconjunto del campo más amplio que define la tecnología (AAAS, 1989). De esta manera, y a pesar de que muchos proyectos han tratado de incorporar la ingeniería como disciplina a la educación primaria y secundaria (Engineering Accreditation Commission, EAC, 2004), su ámbito es demasiado específico para establecerse como una disciplina independiente dentro del currículum (Yakman, 2008).

A pesar de esto, es importante la inclusión de la ingeniería dentro del currículum, sino como disciplina en sí misma, sí como componente transversal dentro de otras disciplinas como la tecnología, las ciencias y las matemáticas. Los estudiantes necesitan asimilar a edades tempranas capacidades relacionadas con la ingeniería por si más adelante necesitan diseñar y dirigir experimentos, analizar e interpretar datos, diseñar sistemas, componentes o procesos, trabajar de forma multidisciplinar, identificar los problemas contemporáneos o resolver problemas de impacto para la sociedad (Grasso y Martinelli, 2007).

#### ***4.- Matemáticas***

Las matemáticas es la disciplina que antes se consolidó como una materia individual en la educación moderna, concretándose su estudio en los números y sus operaciones, el manejo de expresiones algebraicas, la geometría analítica, el manejo de mediciones, los análisis de datos, la probabilidad, la resolución de problemas, el razonamiento lógico y su comunicación. (Yakman, 2008)

La asignación a las matemáticas de la resolución de problemas y el razonamiento lógico y su comunicación, dotan a la disciplina de un fuerte carácter transversal. Estudios e informes abogan por unas matemáticas integradas en la vida real en las que, aunque los resultados sigan siendo importantes, aspectos como su influencia en la sociedad o en la forma de entender la realidad sean aún más importantes. (Ernest, 1994; Hersh, 1994; National Council of Teachers of Mathematics, NCTM, 1989; Paulos, 1995; Tymoczko, 1994).

El NCTM estadounidense deja claro que los resultados deben empezar a ser menos relevantes frente a los proyectos y procesos de trabajo (NCTM, 1989); Ernest (1994) indica que los objetivos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas siempre tienen que ver

con la sociedad y que esa relación debe hacerse evidente; y Hersh (1994) afirma que los objetivos matemáticos son objetivos socio-culturales e históricos que reflejan el modo de comprender la realidad.

Tras el reconocimiento de que en la esencia de las matemáticas está la resolución de problemas y que éstas son necesarias para definir, analizar y resolver todo tipo de problemas de la vida real (Yakman, 2008), las matemáticas se revelan como una manera de pensar y cuestionar la realidad, como un lenguaje universal (Paulos, 1995), este lenguaje no es un lenguaje inventado, sino descubierto de forma subyacente en la naturaleza (Paulos, 1995). Desde una mirada interdisciplinar, las matemáticas en el ámbito STEM, se revelan como el lenguaje común al resto de campos, el lenguaje a través del cual todas las comunicaciones son reguladas, definidas y comprendidas (Yakman, 2008).

### ***5.- Arte***

Aunque tradicionalmente la educación artística se ha relacionado con las artes plásticas, el concepto arte tiene otras muchas divisiones internas cuya incorporación dificulta establecer una definición global (Yakman, 2008). De todas formas se considera que el arte trata de cómo se desarrolla, se comunica y es entendida la sociedad con sus actitudes y costumbres pasadas, presentes y futuras (Certified Nursing Assistant Educator Association, CNAEA, 1994).

Esta definición genera un amplio abanico de ámbitos que abarcan desde el lenguaje y la manera de comunicarse, hasta la expresión corporal, la sociología, la educación, la filosofía, la teología, la historia, la expresión manual o el canon de belleza (CNAEA, 1994). Esta diversidad temática ha provocado que la disciplina del arte se divida en varios tipos: las artes del lenguaje, las bellas artes o artes plásticas, las artes físicas, las artes manuales y las artes liberales que engloban a las ciencias sociales (Yakman, 2008).

Varias de estas artes han sido consideradas disciplinas independientes en los sistemas educativos, como las artes del lenguaje, las ciencias sociales, las artes plásticas o las físicas a través de la educación física (Yakman, 2008). Desde este punto de vista, la presencia de “el arte” en el mundo educativo es amplia y no se limitaría a las artes plásticas y manuales.

Uno de los puntos comunes de las artes radica en las expresiones creativas de una sociedad, por lo que las disciplinas educativas basadas en algún tipo de arte deben tener un fuerte componente creativo. Sin embargo la realidad no ha sido esa y muchas de estas disciplinas, una vez establecidas como materias educativas, han perdido ese componente dejando de percibirse como materias artísticas y relegando la creatividad a las artes plásticas y manuales (CNAEA, 1994).

Además, el arte, entendido de esta manera, nunca ha sido incluido en el “club de las ciencias duras”, las áreas STEM, quedando fuera de la estructura educativa considerada vital para formar ciudadanos cualificados. (Yakman, 2008).

### **2.1.3.- El marco STEAM de Yakman**

En 2008 tras concluir su investigación sobre el marco educativo STEM y la aportación del arte a la educación, Yakman, añadió forma el arte a las disciplinas que englobaba el STEM, introduciendo por primera vez la A de “Arts” en el acrónimo STEM y pasando a ser STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). El concepto de arte empleado por Yakman (2008), como se ha indicado anteriormente, es un muy amplio y engloba desde las artes del lenguaje, hasta las artes liberales o ciencias sociales, pasando por las artes físicas, y las que tradicionalmente se han considerado las bellas artes, las artes plásticas y las manuales.

Las artes del lenguaje son universales ya que sin ellas se elimina la posibilidad de comunicación (Clerk y Rutherford, 2000) y manejar adecuadamente los conceptos, entender el vocabulario, comunicarse utilizando las palabras correctamente ayuda a la transferencia de conocimiento y a la comprensión (Brown, 2005). Es por tanto evidente que la inclusión de las artes del lenguaje es posible dentro del ámbito STEAM ya que una comunicación efectiva es necesaria para, dentro de cada disciplina, demostrar teorías, conceptos, diseños, etc. (Yakman, 2008).

Las artes liberales, relacionadas con las ciencias sociales, se centran en comprender el mundo, su pasado, su presente y su posible evolución. Sin una comprensión de los acontecimientos, no se puede entender realmente el cómo y el porqué del resto de ámbitos. La influencia de la sociedad, de los modos de pensar y de las leyes en las ciencias, en las

matemáticas, en la tecnología y en la ingeniería es de vital importancia, por ejemplo en la forma en la que la raza, el género o la clase social han influido en el origen y reconocimiento de los avances (Yakman, 2008).

Las artes plásticas, manuales y físicas tienen una influencia significativa en la evolución de la sociedad y la cultura, siendo evidente la aportación que pueden realizar las artes plásticas y manuales a la educación tecnológica (Foster, 1995) e incluso la influencia que el arte en su versión física, educación física, puede tener en la comprensión de aspectos científicos relacionados con un cuerpo y mentes sanos (Kalyn, 2006).

Pero más allá de los aportes concretos de cada una de estas artes a alguna de las disciplinas STEM, cabe destacar que las bellas artes, o artes plásticas y manuales, son las únicas artes que han conservado su esencia creativa al establecerse como disciplinas educativas (CNAEA, 1994) y, por lo tanto, conectarse con otras disciplinas es fuente inmediata de creatividad (Yakman, 2008).

En el desarrollo de su teoría, Yakman (2008) establece de forma muy concreta el papel que tiene cada una de las disciplinas en el aprendizaje, llegando a definir el aprendizaje STEAM como el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología interpretadas a través de la Ingeniería y el Arte basándose en el lenguaje de las Matemáticas (Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012).

El diagrama en forma de pirámide de la Figura 2 sintetiza esta definición y ubica el concepto de aprendizaje STEAM a medio camino entre el aprendizaje multidisciplinar propio del aprendizaje STEM y el aprendizaje holístico. En esta pirámide Yakman (2008) estratifica las diferentes concepciones que se pueden tener del aprendizaje STEM y STEAM en base a su grado de interdisciplinariedad, situando en la base la concepción tradicional en el que los contenidos se aislaban dentro de sus respectivas materias careciendo de cualquier grado de integración (AACTE, 2007). En el segundo estrato coloca los enfoques modernos moderados del aprendizaje STEM que apuestan por una interacción, cooperación o colaboración entre las disciplinas (Barlex y Pitt, 2000; Wells, 2006; Williams, 2011) y sobre él las concepciones más radicales que apuestan por un aprendizaje completamente integrado y multidisciplinar entre las disciplinas STEM (Sanders, 2006; Wells, 2006). En el cuarto estrato coloca su teoría del aprendizaje STEAM que utiliza el arte como elemento y transversal e integrador del resto

de disciplinas (Yakman, 2008), situando en la cúspide las teorías holísticas de algunas corrientes modernas que defienden una aprendizaje para la vida en el que los contenidos quedan en un segundo plano (Montessori, 1914; AWSNA, 2008).

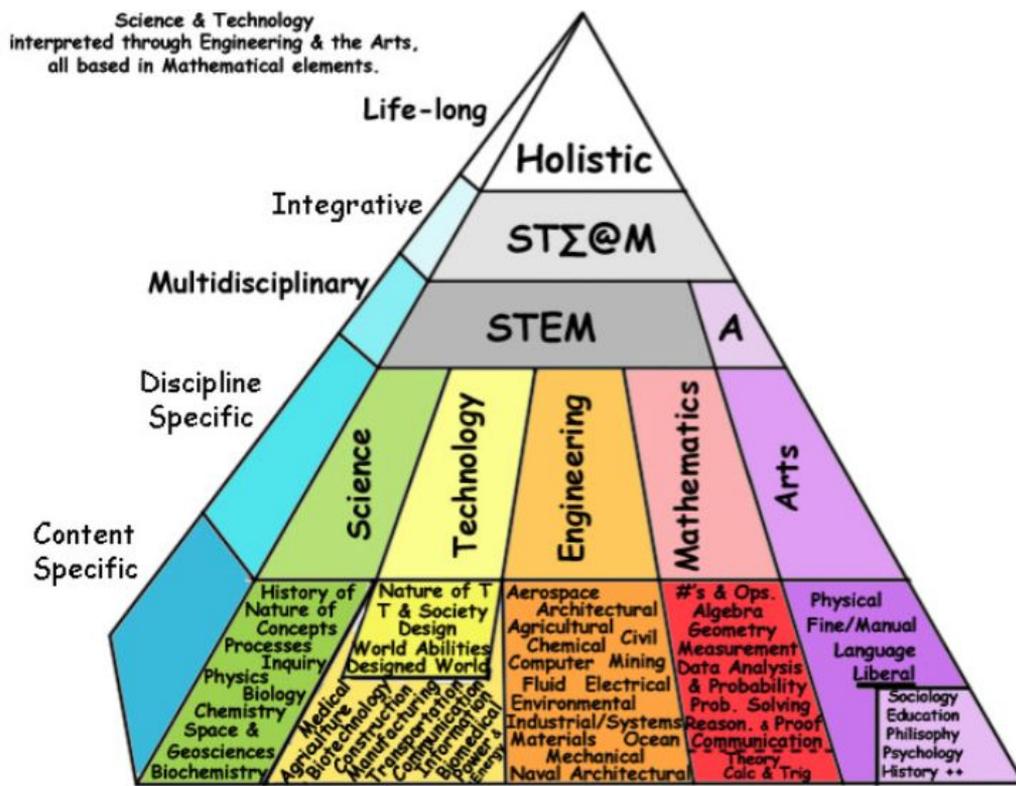


Figura 2. La pirámide del aprendizaje STEAM. Tomada de Yakman (2008).

Yakman (2008) se acerca a las ideas de Paulos (1995) situando las matemáticas como el lenguaje primario que atraviesa las fronteras de todos los demás ámbitos; las matemáticas son el lenguaje subyacente en toda comunicación y en el ámbito STEAM son, además, el agente de enlace que permiten que se comprendan los conceptos.

En la estructura STEAM de Yakman (2008), la ingeniería y el arte son los ámbitos que dan contexto al aprendizaje: la ingeniería aporta un contexto de investigación y desarrollo, necesario para crear nueva tecnología, mientras que el arte, entendido en su forma más amplia, aporta un contexto social y creativo. Las dos disciplinas son las que enfocan y dirigen el aprendizaje (Yakman y Lee, 2012).

De esta manera la ciencia y la tecnología quedan como el objeto de estudio en sí mismo: los conceptos científicos y tecnológicos serán interpretados bajo el contexto ingenieriles y artísticos utilizando un lenguaje matemático para su comprensión (Yakman y Lee, 2012).

#### **2.1.4.- Otras interpretaciones del marco STEAM**

Tras Yakman (2008) otros muchos autores comenzaron a utilizar el acrónimo STEAM y a incorporar el arte dentro de las disciplinas STEM (Boy, 2013; Brazell, 2010; Connor, Karmokar, Whittington y Walker, 2014; Connor, Karmokar y Whittington, 2015; Crocker, 2012; Herro y Quigley, 2016; Hogan y Down, 2015; Moriwaki et al., 2012 Pérez, 2015; White, 2010).

A pesar de utilizar un concepto amplio de arte, similar al de Yakman, Brazell (2010) lo valora exclusivamente como fuente de creatividad, al observar en sus estudios que las aplicaciones prácticas del aprendizaje STEM están comenzando a utilizar al arte para dotar sus proyectos del carácter creativo del que carecen.

White (2010) desarrolla una idea de aprendizaje STEAM en el que el concepto del arte resulta mucho más concreto al relacionarlo solo con la educación plástica y audiovisual. En una línea similar se mueve el aprendizaje STEAM defendido por la Rhode Island Design School, RIDS, que se centra en el arte entendido como diseño; estos modelos difieren sustancialmente del de Yakman (2008), que es el que más se ha extendido y con el que suelen realizarse las aplicaciones prácticas del aprendizaje STEAM (Pérez, 2015).

El arte entendido como diseño tiene una fuerte componente de innovación que, según la RIDS, debe situarse en el centro de todo proceso científico-tecnológico siendo una disciplina esencial en el aprendizaje escolar (Pérez, 2015). La educación artística y el diseño, al integrarse dentro del resto de disciplinas STEM, se convierten en garantía de creatividad e innovación y la definición de aprendizaje STEAM dada por Yakman (2008) se reformula como el aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología interpretadas a través de la Ingeniería y el lenguaje Matemático de una forma creativa e innovadora gracias al Arte (Crocker, 2012).

## **2.2.- Robótica Educativa**

El término robótica educativa puede resultar bastante vago pero existen ciertos puntos comunes que se repiten en las definiciones de varios autores. Generalmente se alude a un proceso pedagógico creativo basado en el aprendizaje por ensayo-error (García, 2015), y un proceso tecnológico, basado en las interacciones entre ciencia, sociedad y tecnología (Chavarría y Saldaño, 2010), que se concretan en la construcción, programación y manipulación de una plataforma robótica (Karim et al., 2015). Esta última parte de la definición es la que se corresponde con la robótica en sí misma, sea o no educativa, es decir, la ciencia que estudia la creación y programación de máquinas que perciben e interactúan con el entorno (Botelho, Braz y Rodrigues, 2012).

Las definiciones de robótica educativa basadas en el aprendizaje interactivo, como la ofrecida anteriormente, están ampliamente aceptadas, pero con las últimas tendencias en el uso de robots requieren una actualización (Karim, Lemaignan y Mondada, 2015). En muchas ocasiones la robótica educativa elimina las fases de construcción y programación, quedando tan solo la de manipulación, que se convierte en interacción con el robot. Son lo que algunos han llamado robots sociales y que ayudan en el desarrollo cognitivo e intelectual de los estudiantes (Karim et al., 2015; Zawieska y Duffy, 2016). En este sentido Alimisis y Kynigos (2009) ponen de relieve la importancia de la fase de control e interacción con el robot que pasa a ser el centro del aprendizaje.

Según el trabajo de Toh et al. (2016) varias investigaciones han concluido que la percepción de alumnos, familias y docentes hacia la robótica es, en principio, positiva aunque no deja de tener algunos puntos contradictorios. (Beran, Ramírez-Serrano, Kuzyk, Fior y Nugent, 2011; Salter, Boekhorst y Dautenhahn, 2004; Woods, 2006; Liu 2010; Lin, Liu y Huang, 2012; Bers y Portsmore, 2005): (1) los alumnos, especialmente en la educación básica, suelen asignar cualidades cognitivas, actitudinales y afectivas a los robots (Beran et al., 2011), de forma que, en cierto modo, tenía razón Johnson (2003) cuando los comparaba con mascotas; sin embargo, los robots con una especial apariencia humana, tienden a producir cierta repulsión entre los niños (Woods, 2006); (2) las familias perciben la robótica como un ámbito que influye positivamente en la educación de sus hijos, pero se sienten incapaces de jugar o enseñar a sus hijos utilizando robots en casa (Lin et al., 2012); y (3) los

docentes, aunque reconocen las cualidades de la robótica como herramienta educativa, son el grupo más reacio a su incorporación en las aulas, debido a la escasa formación y un mal concepto del papel del robot en el aula (Mubin et al., 2013)..

### **2.2.1.- Bases metodológicas**

Las definiciones tradicionales de la robótica educativa que se basan en la construcción, programación y manipulación están en línea con varias teorías pedagógicas modernas: la teoría del construccionismo de Papert (1980), el aprendizaje por diseño, los principios de aprendizaje activo o el constructivismo social (Karim et al., 2015).

Según Kafai y Resnick (1996) la teoría básica en la que se ha basado buena parte del desarrollo de la robótica educativa ha sido la de una variante del constructivismo llamada construccionismo y desarrollada por Papert (1980) y su grupo de trabajo. El trabajo inicial de Papert (1980) incluye el desarrollo del lenguaje de programación Logo, que a mediados de los ochenta se cruzó con los bloques de construcción de Lego fruto del trabajo de su grupo de investigación en el MIT. La tecnología Lego/Logo, como es nombrada por Alimisis y Kynigos (2009), es el origen de Lego Mindstorms, el kit más utilizado mundialmente en la educación y que debe parte de su nombre a la publicación de Papert (1980) llamada *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas* (Alimisis y Kynigos, 2009).

Como explica Ackermann (2001), Papert trabajó con Piaget al final de la década de los 50 y principios de los 60 de manera que su teoría del construccionismo parte del constructivismo de Piaget. Piaget (1974) afirma que la manipulación de artefactos es clave para que los niños construyan su conocimiento a lo que Papert (1980) añade que la construcción del conocimiento es especialmente efectiva cuando los estudiantes se comprometen conscientemente a construir una “entidad pública”, ya sea un castillo de arena o un artefacto tecnológico. Papert (1980) centra el aprendizaje en el hecho de que un estudiante construya el artefacto físico y reflexione sobre su experiencia en la resolución del problema al que se ha enfrentado durante la construcción (Mubin et al., 2013).

Partiendo de principios psicológicos similares, siendo ambos constructivistas, Papert (1980) establece una diferencia de fondo importante con Piaget (1974) que centra su foco de estudio en el polo de asimilación del conocimiento y en cómo el individuo alcanza una serie

de niveles de equilibrio interno, mientras que Papert (1980) se centra en el polo del cambio, en la dinámica del cambio, y en cómo cada acto cognitivo y cada contexto hace variar la interpretación del mundo, poniendo siempre el énfasis en la fragilidad, la contextualidad y la flexibilidad de los conocimientos en construcción (Ackerman, 2001).

La teoría tenía, en origen, una componente cognitiva eminentemente individualista, sin embargo, a mediados de los ochenta, comenzaron ya a incorporarse conceptos como la colaboración y la comunicación durante el aprendizaje (Alimisis y Kynigos, 2009). La influencia del socio-constructivismo de Vygotsky (1930) en la evolución del construccionismo es evidente, incluyendo su concepto de andamiaje y ruptura de las tareas complejas en tareas más pequeñas, un concepto bastante común en la enseñanza construccionista (Mubin et al., 2013).

Otros enfoques pedagógicos modernos también han tenido su acercamiento e interacción con el construccionismo; los principios del aprendizaje activo y los del aprendizaje por diseño comparten enfoques análogos, especialmente en lo relativo al enfoque práctico del proceso de aprendizaje (Mubin et al., 2013). Mickropoulos y Bellou (2013) resumen el construccionismo actual en cuatro ideas básicas:

- aprendizaje mediante el diseño de proyectos significativos, creando cosas y compartiéndolas
- uso y manipulación de objetos para favorecer el pensamiento concreto sobre fenómenos abstractos
- identificación de las ideas principales como herramienta con la que pensar sobre diferentes ámbitos de conocimiento
- aprendizaje basado en el pensamiento y la reflexión

La aparición de los llamados robots sociales y las aplicaciones de la robótica educativa en las que las fases de construcción y programación son eliminadas llevan a Alimisis y Kynigos (2009) a poner de relieve la fase de control e interacción con el robot. Para ellos esta fase es la vital del construccionismo y es construccionismo por sí misma. Defienden que los dispositivos y configuraciones cerradas, si son interesantes, permiten a los estudiantes aprender en base a los tipos de retroalimentación que reciben al controlar y/o interactuar con el robot. No es necesario que el alumno construya y programe su propio robot

para aprender con él, puede hacerlo viendo cómo el robot reacciona, analizando las respuestas que da al entorno o a sus acciones.

### **2.2.2.- Papel del robot en el aprendizaje**

Cuando no sólo se desplaza el foco educativo fuera las fases de construcción y programación sino que se eliminan para quedarse con la de control, manipulación e interacción se está modificando sustancialmente el papel del robot en el aprendizaje. En este sentido, se pueden clasificar las plataformas y los robots educativos según el papel que tengan en el proceso de aprendizaje como herramientas, compañeros o tutores (Mubin et al., 2013):

- Como herramienta del proceso de enseñanza/aprendizaje, el robot representa un papel pasivo; es el papel que tienen los robots de las definiciones tradicionales de robótica educativa. Los alumnos aprenden al construir, programar y manipular el robot, pero este es una mera herramienta de aprendizaje. Algunos ejemplos serían el uso de kits de robótica para aprender conceptos físicos a través de los sensores y actuadores (Church, Ford, Perova y Rogers, 2010) o el aprendizaje de algunas frases en una lengua extranjera mientras se juega con un robot (Mubin et al., 2012).
- Como compañero, el robot se sitúa como co-aprendiz del estudiante participando de forma activa y espontánea en el aprendizaje; el robot es uno más en el proceso y ayuda a los estudiantes mediante sus reacciones o centrando su atención en determinados momentos. Un ejemplo de este uso es la resolución de ejercicios de ciencias de forma colaborativa entre el alumno y el robot (Hashimoto, Kobayashi, Polishuk y Verner, 2013).
- Como tutor, el robot guía el aprendizaje de los estudiantes; genera retroalimentación durante el proceso de aprendizaje y se comporta como un asistente del profesor. Un ejemplo de este caso es el de un robot que adapta el grado de dificultad de ejercicios de aritmética en función del rendimiento del estudiante en el ejercicio anterior (Janssen, Van der Wal, Neerincx y Looije, 2011) o el robot tutor que utilizaron Han et al. (2008) para enseñar inglés como segunda lengua.

### 2.2.3.- Tipos de robots utilizados en educación

Siguiendo con las clasificaciones de Mubin et al. (2013), además de la clasificación según el papel del robot, los robots educativos se suelen clasificar por el tipo de artefacto en que se materializan. Este tipo de clasificaciones varían mucho de un autor a otro, pero la propuesta por Mubin et al. (2013) es lo suficientemente amplia en sus definiciones para incluir todas las aplicaciones educativas de la robótica que se llevan a cabo en la actualidad. Mubin et al. (2013) diferencian entre kits mecánicos, electrónicos y humanoides:

- Los kits mecánicos suelen ser kits de bajo coste de una sola función, es decir, pensados para aprender una única función y suelen estar enfocados al aprendizaje de funciones robóticas en sí mismas. Ejemplos de kits mecánicos son los kits sigue líneas o los de reacción a una fuente de sonido. Mubin et al. (2013) recogen el ejemplo del kit OWI-9910 Weasel (Mc Comb, 2008).
- Los kits electrónicos proporcionan la opción de aprender no sólo robótica, sino también electrónica. Son kits totalmente programables que permiten a los estudiantes construir robots y cargar secuencias de comandos en ellos. Es la categoría que más modelos comerciales comprende y van desde kits centrados en la programación, como los de Arduino o Parallax BoeBot a kits con mayor libertad mecánica y flexibilidad constructiva como Lego Mindstorms. Karim et al. (2015) ubican dentro de esta categoría tres tipologías diferentes: kits de robótica basados en bloques y mucha libertad de diseño, tipo Lego Mindstorms, kits robóticos modulares con mucha menor libertad constructiva, tipo Arduino Starter Kit, y robots pre-ensamblados, que permiten modificaciones en programación y algunas variaciones de diseño tipo EPFL Thymio.
- Dentro del grupo de los kits humanoides, Mubin et al. (2013) incluyen los robots con forma de animales o juguetes. Se trata de los ya nombrados robots sociales que son capaces de interactuar con los estudiantes. Suelen emplearse en aplicaciones a materias no técnicas, como segunda lengua o música, y también en edades tempranas en educación infantil, como kit de BeeBot (Janka, 2008).

En relación a este tipo de clasificaciones cabe destacar una cualidad de los diferentes kits y plataformas que influyen de manera decisiva en el recorrido que las actividades educativas pueden tener: su transparencia. Alimisis (2013) utiliza en varios de sus trabajos la metáfora de la “caja blanca” o la “caja negra” para explicar esta propiedad (Alimisis y Kynigos, 2009; Detsikas y Alimisis, 2011; Alimisis, 2013): (1) los robots de “caja negra” son aquellos cuyo diseño está cerrado, su tecnología es totalmente opaca al usuario, de tal forma que aplicados a la educación sólo permiten seguir el camino preestablecido, generando en muchos casos un aprendizaje pasivo en el que no se permite cuestionar el proceso y (2) los robots de “caja blanca” son totalmente transparentes, permiten ser contruidos y deconstruidos desde cero y de varias maneras, de tal forma que el estudiante tiene acceso total a su estructura y genera situaciones de aprendizaje totalmente libres y llenas de creatividad (Alimisis, 2013).

Sin embargo, mientras la “caja negra” deriva en situaciones de aprendizaje pasivo y monótono, la “caja blanca” suele acabar generando estancamiento en el aprendizaje, ya que, al partir siempre desde cero, los estudiantes acaban siendo incapaces de avanzar más allá de cierto punto y se dan cuenta de que no son capaces de hacer artefactos más interesantes, acabando la situación en desinterés y/o abandono (Alimisis, 2013).

Kynigos (2008) defiende la metáfora de la “caja negra y blanca” para no caer en ninguno de los dos extremos y serán los docentes los que deberán escoger el grado de transparencia del robot según la edad de los estudiantes, intereses, objetivos de aprendizaje y contexto. Por ejemplo, si un maestro pretende centrarse en conceptos avanzados de programación el robot será opaco a la construcción, ofreciéndose ya montado, y será transparente a la programación (Alimisis, 2013).

#### **2.2.4.- Contextos de aprendizaje**

La robótica educativa se ha venido utilizando en diferentes contextos, en hogares, en talleres y en colegios. En los colegios se ha aplicado tanto en aprendizajes curriculares como extracurriculares (Benitti, 2012; Mubin et al., 2013; Alimisis, 2013; Mikropoulos y Bellou, 2013; Karim et al., 2015 y Toh et al., 2016).

El aprendizaje extracurricular es el que tiene lugar en talleres extraescolares, aunque se trabajen contenidos similares a los de las clases, ya que el taller extraescolar es un taller opcional que no forma parte de la educación reglada. Suelen trabajarse actividades más relajadas, que toleran mejor las desviaciones sobre lo previsto y son más fáciles de configurar y organizar (Mubin et al., 2013).

El aprendizaje intracurricular es el que tiene lugar dentro de las horas de clase marcadas por el currículum oficial y se puede diferenciar entre aprendizaje formal e informal. El aprendizaje intracurricular informal tiene las ventajas de que las tareas suelen ser cortas, de una o dos sesiones, no necesitan de un gran diseño previo y no requieren formación previa del profesorado al poder estar presente un experto en robótica. El gran problema de este tipo de aprendizaje es que su escasa duración en el tiempo no garantiza un impacto aceptable en el alumnado (Mubin et al., 2013).

El aprendizaje intracurricular formal tiene lugar dentro de las horas de clase y se extiende en el tiempo, siendo la robótica la herramienta educativa principal. Este tipo de aprendizaje requiere una mayor preparación y una formación previa del profesorado y una excelente integración en el currículum Mubin et al. (2013). Existen numerosos estudios realizados en este tipo de contextos, como el de Balch, Summet, Balnk, Kumar, et al. (2008), y en muchos de ellos los esfuerzos se han centrado, más que en la plataforma robótica en sí misma, en su integración con el currículum..

### **2.3.- Bases Metodológicas**

El mundo actual es el resultado de la evolución de la sociedad industrial hacia la sociedad de la información y el conocimiento, caracterizándose por su incesante cambio. La sociedad del conocimiento y la información es también la sociedad del aprendizaje a lo largo de toda la vida, en la que los ciudadanos necesitan ser capaces de poner al día su conocimiento, de seleccionar la información adecuada al contexto, de aprender de forma continua comprendiendo y adaptando rápidamente el conocimiento a nuevas realidades (Esteve, 2003).

Esta sociedad del conocimiento plantea nuevos retos al mundo de la enseñanza y el aprendizaje. El saber es cada vez más extenso siendo y su producción cada vez más acelerada (Fernández, 2006), lo que se traduce en un crecimiento de la obsolescencia del conocimiento, que disminuye su esperanza de vida pasando de una vigencia que abarcaba varias generaciones a otra que apenas abarca unas décadas o lustros. El conocimiento es ahora relativo y hay que ser capaz de manejarse en esa incertidumbre, se trata de asumir una concepción “perspectivista” del conocimiento (Monereo y Pozo, 2003).

Las consecuencias de esta realidad para la educación son varias; Martínez y Fernández (2005) las resumen de la siguiente manera:

- La estructura académica basada en disciplinas es cuestionada por una visión formativa que integra visiones conectadas con la realidad, mucho más multidisciplinar.
- El modelo de enseñanza basado en acumular y manejar habilidades propias de cada disciplina es cuestionado por un modelo que persigue no sólo la comprensión del momento actual, sino también la de las futuras líneas de desarrollo, formando individuos con una sólida base de conocimientos pero especialmente reflexivos y creativos.
- La división metodológica entre teoría y práctica del pasado es cuestionada por metodologías que integran teoría y práctica en busca de un aprendizaje significativo, profundo y constructivo que permita a los estudiantes afrontar nuevos retos.

Se define, por tanto, un nuevo modelo educativo centrado en el aprendizaje autónomo y en el aprender a aprender a lo largo de la vida. Un modelo basado en el desarrollo de competencias y en la cooperación entre aprendices y entre profesores y estudiantes, un modelo con nuevos tipos de actividades de enseñanza multidisciplinares al servicio de un proyecto global y un modelo en el que la evaluación es verdaderamente continua y formativa potenciando el feedback entre alumno y profesor (Fernández, 2006).

Este nuevo modelo se aproxima a la explicación cognitiva y constructivista del aprendizaje, donde el estudiante es el protagonista de su aprendizaje que se caracteriza por ser un proceso constructivo, activo, contextualizado, social y reflexivo (Esteve, 2003). El papel del profesor también cambia para convertirse en guía, generador de feedback y apoyo del estudiante. El profesor va disminuyendo su presencia conforme el estudiante gana en autonomía, aprende a aprender y es capaz de gestionar el proceso de aprendizaje (Fernández, 2006).

### **2.3.1.- Metodologías activas**

Una metodología educativa se puede definir como la organización sistemática de oportunidades y condiciones que se ofrecen a los estudiantes de forma que sea altamente probable que aprendan (De Miguel, 2005). Es un procedimiento reglado y contrastado que debe tener en cuenta la materia, las cualidades del profesor y del alumnado y el contexto social y cultural.

La selección de la metodología es algo particular de cada proceso de enseñanza. pero, aunque no existe una metodología óptima para todos los casos, las investigaciones aportan unas conclusiones a tener en cuenta: para alcanzar objetivos de bajo nivel cognitivo, comprensión de información, cualquier método aplicado con interés obtiene resultados similares, sin embargo, para alcanzar objetivos de alto nivel cognitivo, aprendizaje autónomo o pensamiento crítico, las metodologías centradas en el alumno obtienen mejores resultados aunque sea sólo por la cantidad y calidad del trabajo personal que exigen al alumno (Prégent, 1990).

Se puede afirmar que las metodologías centradas en el alumno, también llamadas metodologías activas, donde la responsabilidad del aprendizaje recae en su nivel de actividad,

implicación y compromiso, son más formativas que informativas, generan aprendizajes significativos y facilitan la conexión a diversos contextos (Fernández, 2006).

En todo caso, otros factores como el espacio, el tiempo, la forma de aportar la información, el tipo de relación entre profesor y estudiante o entre los propios estudiantes,... pueden ser igual de decisivos en el proceso de enseñanza que la propia metodología. Así que, en cierta manera, la planificación de la metodológica es la planificación de un cierto equilibrio entre las variables que se pueden cambiar y las que no (Zabalza, 2003).

### **2.3.2.- Aprendizaje basado en proyectos**

Se ha definido el aprendizaje basado en proyectos como un conjunto de tareas que culminan con un producto final y que los estudiantes deben resolver de una manera autónoma mediante procesos de investigación (Sánchez, 2013). Se trata de una estrategia holística donde se potencia la interacción con la realidad más allá del aula (Karlin y Viani, 2001).

Las características generales que definen el aprendizaje basado en proyectos como metodología se puede resumir de la siguiente manera:

- Se trata de una metodología de las llamadas activas o centradas en el alumno (Salinas, 1997).
- Conceptualmente se basa en los modelos educativos constructivistas ya que los estudiantes aprenden construyendo nuevos conceptos a partir de sus conocimientos previos (Dole, Bloom y Kowalske, 2016).
- Desarrolla las competencias clave al hacer que los alumnos se sientan especialmente motivados al tener un papel decisivo en la planificación del proceso de enseñanza (Balcells, 2014; Exley y Dennick, 2007; Karlin y Viani, 2001). Los proyectos mejoran la satisfacción del estudiante con el aprendizaje y los prepara para saber enfrentarse a las situaciones reales que puedan encontrarse en el futuro (Sánchez, 2013).
- Gracias a la conexión con la realidad, el estudiante, al enfrentarse a un proyecto, activa las habilidades mentales de orden superior y retiene mayor cantidad de información sin tener que recurrir a la memorización (Bottoms & Webb, 1998).

- El aprendizaje por proyectos suele estructurarse en forma de equipos de trabajo fomentando el aprendizaje cooperativo y permitiendo el intercambio de ideas, la expresión de opiniones y la negociación de soluciones (Sánchez, 2013).

Generalmente un proyecto se centra en el diseño y desarrollo del producto final que puede ser un artefacto o una exhibición, puede ser presentado de múltiples maneras y otros lo puedan ver o utilizar (Salinas, 1997), invirtiendo el proceso de enseñanza-aprendizaje convencional. Tradicionalmente se expone la información y luego se busca su aplicación para resolver una situación real, mientras que en el aprendizaje por proyectos, primero se presenta el problema, el reto o producto, luego se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información y finalmente se resuelve el proyecto (Liu y Pedersen, 19998).

Este proceso del proyecto se puede resumir en 4 fases (González, 1990):

1. Intención: curiosidad y deseo de resolver el reto.
2. Preparación: estudio y búsqueda de la información necesaria.
3. Ejecución: aplicación de los medios de resolución que se han elegido.
4. Evaluación: valoración del producto en función del objetivo perseguido.

Históricamente las primeras raíces del aprendizaje basado en proyectos se remontan a las teorías de Dewey (Larmer, Mergendoller y Boss, 2015), en las que, con la idea de “aprender haciendo” y su posición a favor del profesor como guía o de las actividades constructivas (Dewey, 1934), estaba sentando las bases de muchas de las metodologías activas actuales, entre ellas el aprendizaje basado en proyectos.

Larmer, Mergendoller y Boss (2015) realizan una revisión teórica del aprendizaje por proyectos y establecen siete elementos que debe contener todo diseño docente para ser considerado un aprendizaje basado en proyectos, centrado en el alumno y activo.

1. Reto o pregunta desafiante: es el “corazón” del proyecto, lo que desencadena el aprendizaje y debe ser lo suficientemente abierto y motivador para impulsar todo el proyecto.

2. Investigación profunda: debe ser algo más que buscar información en un libro o en la red. Se trata de un proceso cíclico de varias sesiones en el que los estudiantes buscan respuestas a las preguntas iniciales y vuelven a plantearse nuevas preguntas.
3. Autenticidad: debe estar conectado a la realidad, ya sea teniendo lugar en un contexto real, contando con expertos externos, o produciendo algún tipo de efecto en personas o en situaciones reales.
4. Decisiones del alumnado: en algún momento el alumno debe tener libertad para decidir. El profesor debe mantener cierto grado de control pero cuantas más situaciones abiertas haya y más decisiones deban tomar los estudiantes más lo sentirán como propio.
5. Reflexión: en el proceso se debe exigir, de forma planeada, la reflexión de los estudiantes y/o el profesor acerca de lo que están aprendiendo. La reflexión mejora la comprensión y asimilación del aprendizaje.
6. Crítica y revisión: debe facilitarse la evaluación entre iguales con instrumentos tipo rúbrica, modelo, dinámica..., de manera que se fomente la crítica constructiva y la revisión de las ideas durante el proceso.
7. Producto final público: mantiene constante la motivación y la tensión por generar un producto de calidad que será público; el aprendizaje se materializa en un producto, se concreta en un “objeto” del que se puede discutir y hablar, socializando lo aprendido.

### **2.3.3.- Enseñanza para la comprensión**

Las investigaciones muestran cómo en la experiencia docente los profesores, muchas veces, observan que los estudiantes no llegan a comprender los conceptos clave como deberían hacerlo. Los profesores buscan la forma de ayudar a sus alumnos a comprender mejor; explican claramente, resuelven dudas, hacen aclaraciones e incluso plantean trabajos con enunciados abiertos que necesitan de experimentación y pensamiento crítico (Perkins y Blythe, 1994).

La comprensión es la capacidad de realizar una gama de actividades que requieren pensamiento respecto a un tema (Perkins y Blythe, 1994), por lo que explicar, encontrar

evidencias y ejemplos, generalizar, presentar analogías y representar de una manera nueva son tareas que demuestran comprensión y la aumentan. Perkins y Blythe (1994) denominan a estas acciones como “desempeños de comprensión” .

Para que una tarea sea considerada como un desempeño de comprensión no debe ser rutinaria. Los exámenes de verdadero o falso y los ejercicios de aritmética son acciones rutinarias que pueden tener su importancia, pero no construyen comprensión. Para que haya comprensión los alumnos deben dedicar la mayor parte del tiempo a tareas que demanden generalizar, buscar nuevos ejemplos, realizar aplicaciones y realizar otros desempeños de comprensión, todo ello de forma reflexiva y con un feedback que les permita avanzar. Estas teorías establecen un esquema a seguir en el diseño docente en busca de la comprensión que contiene cuatro elementos (Perkins y Blythe, 1994):

1. Tópicos generativos: los tópicos generativos deben ser centrales en la disciplina, asequibles y familiares para los alumnos y tener la mayor relación posible con otros temas dentro y fuera de la disciplina.
2. Metas de comprensión: se deben identificar algunas metas que concreten el tópico generativo y fijen hacia dónde debe dirigirse el aprendizaje. No existe una meta correcta o incorrecta, tan sólo debe enfocar el proceso de enseñanza.
3. Desempeños de comprensión: se deben diseñar tareas y actividades que apoyen las metas de comprensión. Los desempeños deben ser lo suficientemente variados para permitir trabajar el mismo tópico generativo durante varias semanas.
4. Valoración continua: se debe establecer un proceso en el que los alumnos tengan criterios, reciban retroalimentación y encuentren oportunidades para reflexionar a lo largo de todo el proceso de aprendizaje.

El marco para la enseñanza para la comprensión es adaptado por Del Pozo (2009) para definir los proyectos de comprensión, que añaden los “hilos conductores” a los cuatro elementos definidos por Perkins e introducen las Inteligencias Múltiples de Gardner (1983) a modo de competencias a desarrollar durante los desempeños de comprensión. El proceso de

diseño y los componentes de un proyecto de comprensión fue definido por Del Pozo (2009) a través de un organizador gráfico recogido en la Figura 3.

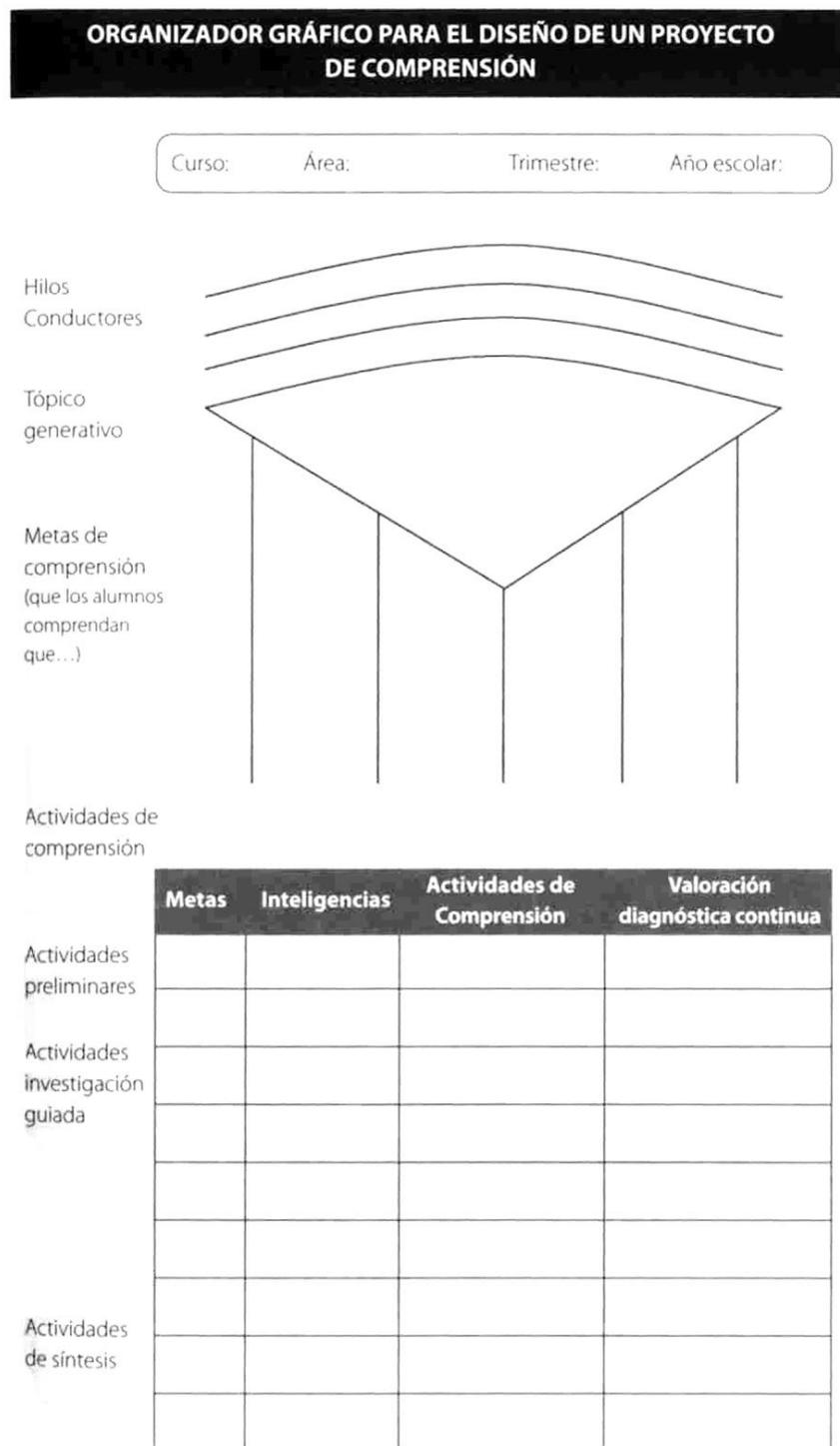


Figura 3. Organizador gráfico para el diseño de un proyecto de comprensión (Del Pozo, 2009).

El diseño comienza con la definición de unos “hilos conductores” que son objetivos amplios que bien pudieran ser los de un curso completo. Se enuncian en forma de pregunta abierta y muchas veces hunden sus raíces en creencias y valores referentes a la disciplina. Se recomienda definir entre 3 y 6 “hilos conductores” (Del Pozo, 2009).

Estos hilos conductores cristalizan en un “tópico generativo” que repite el nombre del primer elemento del aprendizaje para la comprensión. Tras él se establecen las “metas de comprensión”, unos objetivos concretos que establecen lo que los estudiantes deben aprender. Según Del Pozo (2009), un buen consejo a seguir para definir las “metas de comprensión” es que “menos es más”.

A continuación comienza el proceso para establecer las “actividades de comprensión” que son similares a los desempeños de comprensión de la enseñanza para la comprensión. La novedad radica en que el proceso se divide en “actividades preliminares”, “actividades de investigación guiada” que son el bloque más extenso y “actividades de síntesis”. A través del organizador cada actividad de comprensión, sea preliminar, de investigación o de síntesis, se relaciona con una o varias “metas de comprensión”, una o varias inteligencias múltiples y con uno o varios métodos de valoración continua.

#### **2.3.4.- Aprendizaje basado en problemas**

Diariamente a una persona se le presentan varias posibilidades y problemas. Las habilidades para afrontarlos, identificar las cuestiones clave y obtener información de esas situaciones conducen al éxito. El aprendizaje basado en problemas sitúa al alumno ante una situación confusa, no estructurada, ante la que ellos asumen el papel protagonista: identifican el problema real y aprenden, mediante investigación, lo que es necesario para llegar a una solución viable (Torp y Sage, 1999).

El aprendizaje basado en problemas surgió en 1969 en la facultad de medicina de la Universidad de McMaster (Canadá) y el modelo se introdujo para ayudar a los estudiantes de medicina a mejorar sus habilidades de diagnóstico mediante el trabajo con problemas no estructurados. Utilizando bases de datos de diagnóstico y los síntomas particulares de un determinado paciente y guiados por el profesor, los alumnos construyen un diagnóstico

mediante hipótesis, recopilación de información y evaluación de sus hipótesis (Prieto et al. (2006).

Existen numerosas definiciones de lo que es el aprendizaje basado en problemas (Barrows y Tamblyn, 1980; Savin-Baden y Wilkie, 2004; Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006; Chen, 2008; Barrows, 2010)- Para Torp y Sage (1999), el aprendizaje basado en problemas dentro de la educación primaria es una experiencia pedagógica organizada para investigar y resolver problemas, es un organizador del curriculum y también una estrategia de enseñanza.

El aprendizaje basado en problemas es una metodología activa que tiene tres características principales (Torp y Sage, 1999):

- Responsabiliza a los estudiantes ante una situación problemática
- Organiza el currículum en torno a problemas holísticos que generan aprendizajes significativos
- Los profesores animan a sus alumnos a que piensen y los guían en su investigación para que alcancen niveles profundos de comprensión.

Según Barrows (2010), los problemas estimulan el aprendizaje autónomo de los alumnos y son oportunidades para que adquieran conocimientos y desarrollen habilidades, requieren una solución y la mejor no es conocida. Se suelen formar grupos cooperativos a los que se les plantea un problema y cada grupo se organiza de forma autónoma, define sus objetivos, reparte responsabilidades, investiga, analiza resultados y presenta sus conclusiones (Prieto et al. (2006).

Existen hasta seis variantes metodológicas dentro del aprendizaje basado en problemas (Barrows, 2010):

1. Utilizar problemas sencillos para ilustrar aspectos específicos durante el desarrollo de una clase magistral.
2. Leer previamente a la clase un problema algo más difícil, pero bien estructurado y que contiene toda la información necesaria para su resolución, y utilizar este problema

como punto de partida para ilustrar los distintos aspectos que se tratarán en la clase magistral.

3. Analizar, previamente a la clase, un problema más complejo que contiene toda la información necesaria para su resolución y llevar a cabo una discusión sobre el mismo, primero en pequeños grupos y luego mediante una puesta en común en gran grupo.
4. Proporcionar a los alumnos un problema complejo, estructurado pero al que le falta información que va aportando el profesor conforme va siendo necesaria. Los alumnos trabajan en pequeños grupos y se disminuye el porcentaje de clase magistral.
5. Proporcionar a los alumnos un problema algo más complejo que requiere información adicional que deben obtener por sus propios medios. Se trabaja igualmente en grupos y el profesor supervisa la información que los alumnos aportan para resolver el problema.
6. Igual que el anterior pero con una etapa adicional de reevaluación de la solución del problema para analizar la posibilidad de haber utilizado otra información y reflexionar sobre el conocimiento y las habilidades adquiridas durante la resolución del problema.

Según los estudios de Barrows (2010) las variantes 5 y 6 son las más efectivas en el proceso de enseñanza ya que son las que alcanzan un mayor nivel de logro educativo según indicadores de estructuración del conocimiento, razonamiento, autodirección y motivación.

Por lo que se refiere a la naturaleza de los problemas, Jonassen (1997) distingue entre problemas estructurados y no estructurados. Los problemas estructurados requieren la aplicación de un número finito de conceptos, reglas o principios a una situación determinada, tienen un estado inicial bien definido y conocido, un estado final igualmente conocido y un determinado conjunto de operaciones lógicas que deben ser aplicadas. Proporcionan todos los elementos del problema al alumno, requieren la aplicación de un número limitado de conceptos, reglas o principios y tienen soluciones comprensibles y conocibles.

Los problemas no estructurados se asemejan más a problemas que aparecen en la práctica profesional y al no estar ceñidos a lo estudiado en clase, sus soluciones no son tan

predecibles y normalmente requieren la integración de varias áreas de conocimiento. Se caracterizan porque algunos de los elementos del problema son desconocidos o confidenciales, poseen múltiples soluciones, o incluso pueden no tener solución, poseen diferentes criterios de resolución por lo que pueden aplicarse distintos conceptos, reglas o principios y, por último, requieren que los alumnos realicen juicios y expresen opiniones sobre el problema (Jonassen, 1997).

Varios autores han tratado de secuenciar las fases por las que los estudiantes deben pasar al trabajar con problemas. En la Figura 4 se recoge un cuadro comparativo de las secuencias establecidas por Del Pozo (2009), Prieto et al. (2006) y Wood (2003). Del Pozo (2009) establece diez pasos con los que concreta exactamente qué se debe hacer en cada momento, Prieto et al. (2006) resumen todo el proceso en cuatro grandes bloques en lo que llama el ABP 4x4, que engloba prácticamente el mismo proceso que Del Pozo (2009) pero sin subdividir cada bloque, y Wood (2003) distingue siete fases y detalla especialmente los momentos de definición del problema, planteamiento de hipótesis y distribución de tareas. En la propia Figura 4 se aprecia cómo este modelo carece de fases de evaluación.

<b>Del Pozo (2009)</b>	<b>Prieto et al. (2006)</b>	<b>Wood (2003)</b>
Presentación y clarificación del problema	Activación y análisis inicial (A): los alumnos definen el problema e identifican lo que desconocen. Concretan los temas a investigar y los reparten. El profesor da feedback de la fase a cada grupo.	Identificación una realidad y de las partes que no se entienden
		Definición del problema o problemas que serán discutidos
		Análisis del problema, muchas veces mediante <i>brainstorming</i> .
		Formulación de hipótesis y soluciones revisando los pasos 2 y 3
Detección de lo que saben del problema y de lo que necesitan saber		Se establecen objetivos de aprendizaje en base a las cuestiones que se desconocen. Se establece un plan de acción y se reparte la búsqueda de información.
Reparto de tareas		
Búsqueda individual de información	Investigación (I): se realizan las investigaciones. El profesor orienta y dirige a recursos adicionales y da feedback sobre los hallazgos.	Búsqueda de información y estudio personal de las cuestiones desconocidas y que han sido asignadas a cada estudiante.
Puesta en común de los resultados de la búsqueda		
Aplicación de los nuevos conocimientos al problema	Resolución y reanálisis (R): se resuelve el problema o se re-analiza para iniciar un nuevo proceso de investigación. El profesor exige soluciones fijando tiempos y fechas límite.	Discusión, reunión de la información y solución del problema.
Desarrollo del producto final		
Presentación oral	Evaluación y reflexión metacognitiva (E): los alumnos comparten y ponen a prueba sus soluciones. El profesor evalúa a los alumnos y éstos la actividad.	
Diario reflexivo		
Evaluación individual y grupal		

*Figura 4.* Cuadro comparativo de los modelos de aprendizaje basado en problemas de Del Pozo (2009), Prieto et al. (2006) y Wood (2003).

### 2.3.5.- Aprendizaje cooperativo

A la hora de desarrollar su teoría sobre el aprendizaje cooperativo, Johnson, Johnson y Holubec (1998) diferencian entre aprendizaje cooperativo formal e informal: (1) el aprendizaje cooperativo formal consiste hacer que los estudiantes trabajen juntos, desde una sola clase hasta varias semanas, para alcanzar los objetivos de aprendizaje comunes y completar juntos las tareas individuales y (2) el aprendizaje cooperativo informal se caracteriza por el trabajo en grupo pero en espacios cortos de tiempo de forma casi espontánea, sin necesidad de tener establecidas tareas individuales u objetivos de mucho alcance (Johnson et al., 1998).

Las sesiones de aprendizaje cooperativo formal debe contener cinco elementos básicos (Johnson, Johnson y Smith, 1991):

1. *Interdependencia positiva*: el esfuerzo de cada estudiante no sólo le beneficia a él sino también a los demás miembros. Se crea un compromiso con el éxito de los demás.
2. *Interacción cara a cara*: se promueve el aprendizaje ayudando, compartiendo, enseñando, animando, intercambiando recursos y materiales. La interacción facilita el éxito de todos
3. *Responsabilidad individual*: todos los miembros asumen la responsabilidad de alcanzar los objetivos y se responsabilizan del cumplimiento de su parte del trabajo. Nadie puede estar pasivo ni aprovecharse del trabajo de los demás.
4. *Habilidades interpersonales y de pequeño grupo*: actitudes como el liderazgo, la creación de un clima de confianza, la comunicación, el respeto, la toma de decisiones, la resolución de conflictos...
5. *Reflexión individual y grupal*: evaluación y/o reflexión individual del grado de responsabilidad e implicación dentro del grupo. De forma conjunta reflexionan y evalúan si están alcanzado los objetivos, si las relaciones de trabajo en el grupo son eficaces, identifican acciones positivas y negativas, conductas a conservar o a eliminar.

Para que haya aprendizaje cooperativo deben aparecer los cinco elementos y estos cinco elementos deben servir para enmarcar al aprendizaje cooperativo como una metodología activa, centrada en el alumno (Domingo, 2013).

Johnson et al. (1998), definen el papel del profesor durante el aprendizaje cooperativo formal en base a cuatro fases:

1. *Toma de decisiones previas*: formular objetivos, definir el tamaño de los grupos, decidir los roles, organizar la clase y obtener los materiales.
2. *Explicación de las tareas y establecimiento de la estructura cooperativa*: explicar la tarea y los criterios de éxito así como la estructura cooperativa que se va a seguir.
3. *Vigilancia del aprendizaje de los alumnos y prestar ayuda*: el profesor interviene cuando es necesario mejorar el nivel de la tarea del trabajo en equipo. La vigilancia genera la responsabilidad individual.
4. *Evaluación del aprendizaje de los estudiantes y fomento de la reflexión grupal*: valorar y evaluar la calidad y cantidad de logros alcanzados y asegurarse de que los estudiantes reflexionan y hacen un plan de mejora de su trabajo.

Pujolàs (2003) presta especial atención a la organización interna de los equipos y su funcionamiento, para lo que establece un cuaderno de equipo que debe recoger todos los datos de gestión del equipo durante el desarrollo de las actividades: componentes, roles asignados, planes del equipo y sus revisiones, objetivos de equipo, compromisos personales y diario de sesiones. Este cuaderno incluye plantillas de evaluación del funcionamiento del grupo, como la adaptación realizada por Pujolàs (2003) de la plantilla de evaluación interna del grupo de Putnam (1993) (Figura 5).

<b>Reflexión sobre el equipo cooperativo y establecimiento de objetivos de mejora</b>			
Nombre (o número) del Equipo:			
Responsable:		Fecha:	
<i>¿Cómo funciona nuestro equipo?</i>	<i>Necesita mejorar</i>	<i>Bien</i>	<i>Muy bien</i>
1. ¿Terminamos las tareas?			
2. ¿Utilizamos el tiempo adecuadamente?			
3. ¿Hemos progresado todos en nuestro aprendizaje?			
4. ¿Hemos avanzado en los objetivos del equipo?			
5. ¿Cumplimos los compromisos personales?			
6. ¿Practica cada miembro las tareas de su cargo?			
¿Qué es lo que hacemos especialmente bien?:			
¿Qué debemos mejorar?:			
Objetivos que nos proponemos:			

Figura 5. Ejemplo de pauta para la evaluación del funcionamiento del grupo. Tomado de Pujolàs (2003) adaptado de Putnam (1993).

La evaluación del funcionamiento del grupo es especialmente importante en las actividades cooperativas formales que se integran dentro de proyectos programados. Las actividades de aprendizaje cooperativo formal siguen un esquema organizado al que se le llama estructura o técnica cooperativa que garantiza la aparición de los cinco elementos básicos y organiza el funcionamiento del grupo (Domingo, 2013).

Dentro de las estructuras formales, las más efectivas y utilizadas para organizar el trabajo de los equipos dentro de un proyecto programado son: (1) el “puzle”, (2) los “grupos

de investigación”, (3) las “cabezas numeradas”, (4) la “rueda de ideas” y (5) “pasa el problema” (Pujolàs, 2003):

### ***1.- Rompecabezas o puzzle.***

Se forman grupos heterogéneos de 3 a 5 personas. El docente elige un tema y lo divide en tantas partes como miembros haya en cada grupo. Cada miembro del grupo estudia y prepara su parte. Se forman grupos de expertos con personas de grupos diferentes pero que hayan preparado el mismo tema. Los grupos de expertos intercambian la información, ahondan en los conceptos claves, construyen esquemas y mapas conceptuales, clarifican las dudas planteadas... Cada experto retorna a su grupo original donde cada uno de los miembros deberá explicar al resto su parte del tema y asegurar que los demás la comprenden bien. Finalmente, el docente prepara una evaluación individual del tema completo para evaluar el aprendizaje de cada estudiante (Domingo, 2013).

Todos los alumnos se necesitan unos a otros y se ven "obligados" a cooperar, porque cada uno de ellos dispone solo de una pieza del rompecabezas y sus compañeros de equipo tienen las otras que son imprescindibles para culminar con éxito la tarea propuesta: el dominio global de un tema objeto de estudio previamente fragmentado (Pujolàs, 2003).

### ***2.- Grupos de investigación.***

Es una técnica parecida a la anterior, pero más compleja y muy cercana al aprendizaje basado en proyectos (Echeita y Martín, 1990).

En primer lugar los alumnos eligen, según sus aptitudes o intereses, subtemas específicos dentro de un tema o problema general, normalmente planteado por el profesor en función de la programación. A continuación se constituyen los grupos cuya composición debe ser lo más heterogénea posible. El número ideal de componentes oscila entre 3 y 5.

Los estudiantes y el profesor planifican los objetivos concretos y los procedimientos que utilizarán para alcanzarlos, al tiempo que distribuyen las tareas a realizar (encontrar la información, sistematizarla, resumirla, esquematizarla, etc.). A continuación los alumnos desarrollan el plan. El profesor sigue el progreso de cada grupo y les ofrece su ayuda.

Una vez acabado el plan, los alumnos analizan y evalúan la información obtenida, la resumen y la presentan al resto de la clase. Una vez expuesto el trabajo, se plantean preguntas y se responde a las posibles cuestiones, dudas o ampliaciones que puedan surgir. Para evaluar la actividad, el profesor y los alumnos realizan conjuntamente la evaluación del trabajo en grupo y la exposición y puede completarse con una evaluación individual. La estructura de esta técnica facilita que cada componente del grupo pueda participar y desarrollar aquello para lo que está mejor preparado o que más le interesa (Echeita y Martín, 1990).

### ***3.- Cabezas numeradas.***

Se deben formar grupos de 3 o 4 alumnos. Cada alumno queda numerado bien al azar o siguiendo algún tipo de criterio académico. Tras haber trabajado sobre una situación, problema, pregunta o tema el equipo alcanza y consensúa una respuesta. Los estudiantes son responsables de que todos los miembros del equipo hayan alcanzado un buen grado de comprensión y sean capaces explicar la respuesta.

Al azar se escoge un número y el alumno con ese número debe explicar a todo el grupo-clase la respuesta de su grupo. Si lo consigue adecuadamente la recompensa es para todo el equipo. La estructura es perfecta para preguntas cortas en que se tengan que investigar las respuestas o para resolver problemas (Domingo, 2013).

### ***4.- Rueda de ideas.***

Se forman equipos de 3 o 4 estudiantes. El profesor plantea un tema o tarea y pregunta cómo se debería llevar a cabo para aprenderla. También puede solicitar que se establezcan los criterios de calidad de una tarea que se va a emprender. Cada alumno, individualmente, escribe su aportación en una hoja.

Se ponen en común la ideas, el equipo discute las aportaciones, las ordena y las selecciona antes de presentarlas. El profesor recoge o pide que se citen las ideas y las va presentando en un proyector de forma que las pueda ir agrupando y, así, poder establecer cuáles son las mejores ideas o cuáles van a ser los criterios de calidad de una tarea (Domingo, 2013).

### ***5.- Pasa el problema.***

La estructura comienza cuando el profesor asigna a cada equipo un problema diferente dentro de un sobre (o un caso o un contenido o una lista para clasificar o para relacionar, etc.). Cada equipo resuelve el problema en una hoja, lo mete en el sobre y lo pasa a otro equipo.

Se repite sucesivamente el proceso hasta que cada equipo vuelve a tener su sobre original. Cada equipo revisa las diferentes respuestas y evalúa el grado de corrección de las soluciones. Se debe prestar atención a cuántos equipos se forman, ya que es lo que establece el número de problemas a preparar. Además es importante el tiempo que se asigna a cada equipo para resolver su problema y para revisar los de los demás equipos (Pujolás, 2003).

### **2.3.6.- Flipped classroom**

Tourón y Santiago (2013) consideran el flipped classroom como una metodología activa que sitúa al estudiante como protagonista de su aprendizaje y lo definen como un modelo didáctico en el cual los estudiantes aprenden nuevo contenido a través de video-tutoriales en línea, habitualmente en casa, mientras que lo que antes solían ser los “deberes”, tareas asignadas para casa, se realizan ahora en el aula con el profesor ofreciendo orientación más personalizada e interacción con los estudiantes.

”Flippear” una clase es mucho más que la edición y distribución de un vídeo, es un enfoque integral que combina la instrucción directa con métodos constructivistas, incrementan el compromiso y la implicación de los estudiantes con el contenido del curso y mejoran su comprensión conceptual (Santiago, 2013).

Díez, Santiago y Tourón (2014) fijan el origen del término flipped classroom en la publicación de Bergmann y Sams (2012), dos profesores de química en Woodland Park High School, Colorado, que grabaron y distribuyeron en video sus clases para poder llegar a los alumnos que frecuentemente faltaban a clase. Pronto se dieron cuenta de que aplicado a todo el alumnado permitía al profesor centrarse en las necesidades individuales de cada estudiante.

Antes de que se acuñase el término flipped classroom ya existían otras experiencias cercanas que perseguían modelos de aprendizaje similares. Tal y como recoge Santiago (2013), el Peer Instruction desarrollado por Mazur (1997) en Harvard, permitía al profesor

recibir retroalimentación de los estudiantes el día antes de la clase para que él pudiera preparar estrategias y actividades para centrarse en las deficiencias que puedan existir en la comprensión del contenido.

Recientemente, varios profesores e investigadores tras probar y analizar el modelo han puesto en común sus experiencias y han fijado las tres ventajas principales del flipped classroom (Walsh, 2013):

1. Produce una mayor implicación del estudiante.
2. Permite una mayor adaptación al ritmo de cada estudiante.
3. Produce un aprendizaje más profundo y significativo, al permitir que se trabajen, en combinación con el aula, todos los niveles cognitivos.

Este último punto toma como referencia la revisión de la Taxonomía de Bloom, que jerarquiza el aprendizaje de manera que la adquisición de aprendizajes de nivel superior depende de la adquisición de conocimientos y habilidades de niveles inferiores, (Anderson y Krathwohl, 2001). El flipped pretende apoyar todas las fases del ciclo de aprendizaje posibles ya que cuando un docente diseña una sesión de flipped hace que los estudiantes trabajen en casa los niveles básicos del aprendizaje, recordar y comprender, y libera tiempo de clase para que en ella se produzca la participación activa del alumnado y que, con la ayuda del profesor, a través de preguntas, discusiones y actividades, se produzca un aprendizaje de orden superior y se alcancen los estadios más altos del aprendizaje, analizar, evaluar y crear (Santiago, 2013). Walsh (2013) recoge la Figura 6 en la que se ilustra como el Flipped Classroom permite invertir un mayor tiempo en clase en las categorías superiores de la taxonomía de Bloom.

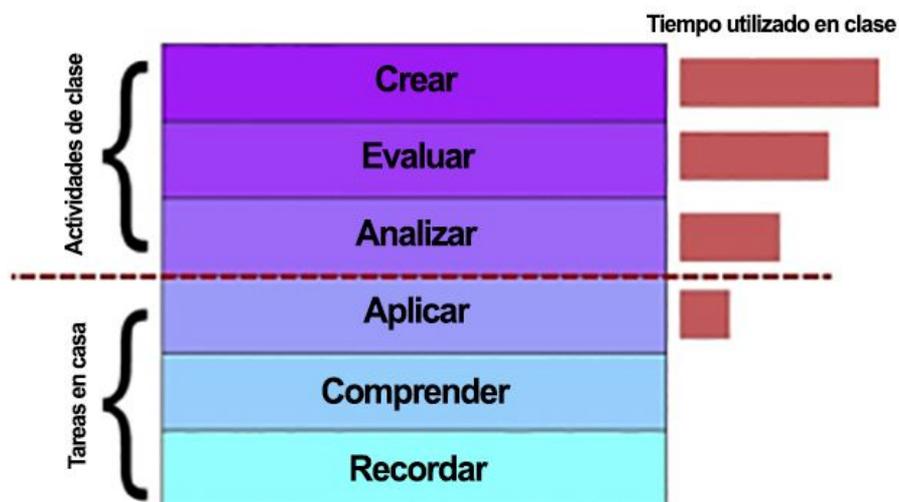


Figura 6. Adaptación de “My Flipped Maths Classroom” (Walsh, 2013).

El flipped classroom no es un modelo exclusivo de la educación secundaria y universitaria, es un modelo aplicable a todos los niveles educativos. Díez (2014) ha integrado el flipped en sus sesiones de educación infantil, digitalizando y grabando las narraciones de diferentes cuentos ha generado diferentes vídeos cuyo visionado ha mandado como deberes a sus alumnos de infantil; una vez vistos los vídeos los niños conseguían recordar la historia, primer estadio de la taxonomía, y con las actividades de clase alcanzaban estadios superiores, comprender, aplicar, reinterpretar...

Prieto, Díaz y Santiago (2014) proponen que las sesiones de flipped classroom se completen con cuestionarios que permitan conocer si el estudiante ha visualizado el video o si ha comprendido los contenidos. En este sentido Prieto et al. (2014) describen el Just In Time Teaching (JITT) como una metodología en la que por medio de cuestionarios de preguntas abiertas el profesor recibe información en tiempo real de los problemas de comprensión de sus alumnos y con esa información el profesor adapta la sesión en función de las dudas y demandas detectadas. Prieto et al. (2014) proponen unir esta metodología, que lleva varios años utilizándose en el entorno universitario estadounidense (Novak, Gavrin, Christian y Patterson, 1999) con el flipped classroom para poder obtener un feedback inmediato del trabajo realizado por los alumnos en casa.

### **3.- Metodología de Investigación**

La investigación se desarrolla a partir de una metodología descriptiva no experimental, estableciéndose cuatro fases metodológicas para cumplir con los objetivos generales y específicos del trabajo:

1. Análisis STEAM del currículum de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria
2. Diseño de la propuesta de intervención
3. Estudio 1: estudio piloto
4. Estudio 2: aplicación de la propuesta

#### **3.1.- Análisis STEAM del Currículum de 4º, 5º y 6º de Ed. Primaria**

##### **3.1.1.- Contexto.**

El presente trabajo se sitúa en el marco legal del Estado Español, dentro del ámbito de la Comunidad Valenciana, que tiene transferidas las competencias en materia educativa por lo que desarrolla su propia legislación educativa en base a la publicada a nivel estatal.

La ley educativa en vigor en España es la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa, LOMCE, (BOE nº 295, de 10 de diciembre de 2013), cuyo único artículo modifica sustancialmente a la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, LOE, (BOE nº 106, de 4 de mayo de 2006). Siguiendo el calendario de implantación recogido en la propia LOMCE, durante el curso escolar 2015/16 quedó implantada en todos los cursos de la Educación Primaria en la Comunidad Valenciana.

La LOMCE define el currículum como “la regulación de los elementos que determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje para cada una de las enseñanzas” (BOE nº 295, de 10 de diciembre de 2013, p. 97867) y establece que los elementos que los compone son los objetivos, los contenidos, los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje evaluables, la metodología didáctica y las competencias. El único de estos elementos que, de alguna manera, empieza a concretar la propia ley para Educación Primaria son los contenidos que establece las asignaturas en las que deben ser estructurados.

Las competencias y los objetivos son genéricos para toda la etapa de la Educación Primaria y vienen definidos en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, (BOE nº 52, de 1 de marzo de 2014), mientras que los elementos restantes aparecen diferenciados según la asignatura en los anexos del mismo Real Decreto. Para cada asignatura se ofrecen unas orientaciones metodológicas y una relación completa de los objetivos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje que la componen.

En el caso de la Comunidad Valenciana el Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, (DOCV nº 7311, de 7 de julio de 2014), completa el desarrollo del currículum de la Educación Primaria. En el Decreto se fijan las asignaturas de libre configuración autonómica y se vuelven a concretar las orientaciones metodológicas, los contenidos y los criterios de evaluación para cada asignatura. Como no especifica los estándares de aprendizaje, son aplicables los de la normativa estatal.

El currículum está dividido en asignaturas y, resumiendo lo que dicen las diferentes leyes, decretos y órdenes, los estudiantes de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria de la Comunidad Valenciana deben cursar las siguientes asignaturas:

- Ciencias de la Naturaleza
- Ciencias Sociales
- Lengua Castellana y Literatura
- Valenciano: Lengua y Literatura
- Matemáticas
- Primera Lengua Extranjera
- Educación Física
- Religión o Valores Sociales y Cívicos
- Educación Plástica, Segunda Lengua Extranjera, Religión o Valores Sociales y Cívicos si no se ha escogido antes
- Cultura Valenciana (en 5º curso)

Asumiendo la definición de cada disciplina establecida por Yakman (2008) pero centrando el alcance del arte al diseño y las artes plásticas y manuales, en la línea de la Rhode Island Design School (Crocker, 2012), se establece la hipótesis, que deberá ser comprobada durante el análisis, de que las disciplinas STEAM aparecen claramente identificadas en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Matemáticas, y Educación Plástica.

### **3.1.2.- Objetivos y metodología**

El análisis STEAM del currículum pretende cumplir con tres de los objetivos específicos de la investigación:

- Analizar y clasificar los contenidos del currículum oficial, LOMCE, de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria según su relación con alguna de las disciplinas STEAM
- Establecer las propiedades que debe tener un área del currículum para ser un área de oportunidad y servir como tema principal de un proyecto de aprendizaje STEAM
- Identificar las áreas del currículum oficial, LOMCE, de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria que puedan servir como áreas de oportunidad

Para cumplir estos objetivos, metodológicamente, se segmenta el análisis en tres etapas:

1. Aprendizaje STEAM en el currículum:
  - búsqueda de cualidades o recomendaciones propias del aprendizaje STEAM en los elementos del currículum
2. Análisis de contenidos:
  - detección de redundancias curriculares entre 4º, 5º y 6º
  - agrupación de los contenidos en elementos curriculares por similitud
  - clasificación de los elementos según disciplinas STEAM
3. Áreas de oportunidad:
  - definición y propiedades de área de oportunidad
  - búsqueda de áreas de oportunidad agrupando los elementos curriculares en áreas según disciplinas STEAM, fijando las relaciones intra e

interdisciplinarios para, finalmente, identificar cuáles sirven como áreas de oportunidad

- creación de un mapa de relaciones interdisciplinarias entre las áreas de oportunidad y el resto de áreas

### **3.1.3.- Aprendizaje STEAM en el currículum**

En las siete competencias clave establecidas para la Educación Primaria en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, (BOE nº 52, de 1 de marzo de 2014), y definidas en Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, (BOE nº 25, de 29 de enero de 2015), se incluye por primera vez en el sistema educativo español algo similar a lo que sería una competencia en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas o competencia STEM. Se trata de la segunda competencia clave: “competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología”.

En su definición esta competencia fortalece “algunos aspectos esenciales de la formación de las personas que resultan fundamentales para la vida” (BOE nº 25, de 29 de enero de 2015, p. 6993). Más adelante reconoce el impacto que estas áreas tienen en la sociedad y la necesidad, para garantizar el bienestar social, de una capacidad de visión crítica y razonamiento que sólo aporta esta competencia, alineándose con las recomendaciones de la Comisión Europea (2012) y acercándose a las posturas de algunos de los autores que más han trabajado por la educación STEM (Ashby, 2006; Horwedel, 2006; Porter, 2006; Sanders, 2006; Toulmin y Groome, 2007; Tyson et al., 2007).

En ningún caso se incluye el arte o la educación artística como parte de esta competencia dejando de lado cualquier atisbo de aprendizaje STEAM, aunque la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, (BOE nº 25, de 29 de enero de 2015), incide especialmente en esta disciplina cuando define la “competencia en conciencia y expresiones culturales” relacionándola con aspectos como conocer varias expresiones artísticas, manejar diferentes técnicas o saber comunicarse y expresarse artísticamente.

Existe una tercera competencia que en su definición se relaciona con los ámbitos STEAM, “la competencia digital”. Al definirla la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, dice que “implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la

comunicación” (BOE nº 25, de 29 de enero de 2015, p. 6995) enlazando directamente con el ámbito de la tecnología y con el del arte al incluir la creación de audio, video e imagen.

En cualquier caso las conexiones de las competencias en conciencia y expresiones culturales y digital con el arte y la tecnología son meramente disciplinares y no dejan entrever acercamiento alguno a los conceptos de aprendizaje STEAM.

Algo similar ocurre al analizar los objetivos de la Educación Primaria. Los objetivos g, h, i y j que recoge el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, están directamente relacionados con ámbitos STEAM (BOE nº 52, de 1 de marzo de 2014, p. 19354):

- g. Desarrollar las competencias matemáticas básicas e iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones, así como ser capaces de aplicarlos a las situaciones de su vida cotidiana.
- h. Conocer los aspectos fundamentales de las Ciencias de la Naturaleza, las Ciencias Sociales, la Geografía, la Historia y la Cultura.
- i. Iniciarse en la utilización, para el aprendizaje, de las Tecnologías de la Información y la Comunicación desarrollando un espíritu crítico ante los mensajes que reciben y elaboran.
- j. Utilizar diferentes representaciones y expresiones artísticas e iniciarse en la construcción de propuestas visuales y audiovisuales.

Estos objetivos solo establecen la necesidad de alcanzar un cierto grado de dominio en algunas disciplinas pero no incluyen acercamiento alguno a la integración de un aprendizaje STEAM o STEM.

Los contenidos, los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje y las recomendaciones metodológicas organizados por asignaturas, y no de forma global o interdisciplinar, tampoco establecen relaciones internas significativas que pudieran guiar el desarrollo de un aprendizaje STEAM.

En conclusión, para diseñar un proyecto de aprendizaje STEAM en base al currículum actual, aún reconociendo la ley su importancia al definir la competencia matemática y en

ciencia y tecnología, sólo queda la alteranativa de buscar relaciones de este tipo en la naturaleza misma de los contenidos y no a través de recomendaciones legislativas.

#### **3.1.4.- Análisis de contenidos**

El análisis de contenidos se centra en los contenidos de las asignaturas de Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales y Educación Plástica dada su relación directa con las materias STEAM. Los ítems curriculares pertenecen a 4º, 5º y 6º de Educación Primaria y se han tomado del Decreto 108/2014, de 4 de julio, (DOCV nº 7311, de 7 de julio de 2014), de la Comunidad Valenciana, que concreta en esta comunidad lo dictaminado por la LOMCE. Entre los tres niveles y las cuatro asignaturas se ha trabajado con 1020 ítems.

La primera fase del análisis se inició buscando las redundancias verticales, es decir, ítems que se repiten en varios de los cursos estudiados. El Apéndice 7.1 recoge esta búsqueda para cada una de las cuatro asignaturas trabajadas marcando los cursos en los que aparece cada ítem.

En esta fase se definió el índice de redundancia como la relación entre la cantidad de ítems redundantes verticalmente de 4º a 6º y la cantidad de ítems iniciales en la ley. El criterio seguido para definir un ítem como redundante ha sido estrictamente su redacción en la ley: un ítem se considera redundante cuando aparece redactado exactamente igual en, al menos, dos cursos.

La Tabla 2 recoge los datos cuantitativos resultantes de la búsqueda de estas redundancias verticales asignatura por asignatura. El índice global de redundancia es del 0'37, lo que significa que el 37% de los contenidos se repiten en varios cursos. La asignatura más redundante es la de Matemáticas con un 0'42 y la menos redundante la de Ciencias Sociales, con un 0'23 de contenidos redundantes.

Tabla 2

*Análisis de redundancia vertical del currículum legal*

	Matemáticas	Ciencias de la Naturaleza	Ciencias Sociales	Educación Plástica	<b>TOTAL</b>
Ítems curriculares iniciales	326	213	175	306	<b>1020</b>
Ítems redundantes	138	85	41	112	<b>376</b>
Ítems curriculares resultantes	188	128	134	194	<b>644</b>
Índice de redundancia vertical	0.42	0.40	0.23	0.37	<b>0.37</b>
% de redundancia vertical	42%	40%	23%	37%	<b>37%</b>

Una vez detectadas las redundancias verticales y haber reducido a 644 el número de ítems curriculares, aún había, dentro de cada asignatura, ítems que, aunque no estaban redactados exactamente igual, se parecían mucho en su contenido. De esta manera en la segunda fase el análisis se centró en definir los “grupos curriculares” de cada asignatura, los cuales debían agrupar varios ítems semejantes en su contenido.

Se consideraron ítems pertenecientes al mismo grupo curricular los que, dentro de la asignatura, se referían al mismo concepto pero enfocado desde diferentes perspectivas de aprendizaje. El Apéndice 7.2 recoge cómo se agruparon los ítems curriculares asignatura por asignatura y la redacción escogida para cada uno de los grupos curriculares.

El índice de variedad permitió detectar que las Ciencias de la Naturaleza y las Matemáticas, además de ser las asignaturas con mayor cantidad de contenidos según el número de elementos curriculares, también son las asignaturas con una mayor variedad curricular (Tabla 3). Mientras que en las Ciencias de la Naturaleza o las Matemáticas la cantidad de grupos curriculares representa entorno al 50% de los ítems curriculares no redundantes, en la Educación Plástica representan solo el 30%. La variedad curricular está cercana al 40%..

Tabla 3

*Análisis de variedad curricular*

	Matemáticas	Ciencias de la Naturaleza	Ciencias Sociales	Educación Plástica	<b>TOTAL</b>
Ítems no redundantes	188	128	134	194	<b>644</b>
Grupos curriculares	96	72	54	59	<b>281</b>
Índice de variedad curricular	0.51	0.56	0.40	0.30	<b>0.44</b>
% de variedad curricular	51%	56%	40%	30%	<b>44%</b>

Una vez establecidos los diferentes grupos curriculares se inició la fase de clasificación STEAM, cuyo objetivo era desvincular los grupos curriculares de su asignatura de origen para clasificarlos dentro de uno de los ámbitos de las Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas.

La clasificación de cada grupo curricular dentro de un ámbito u otro se realizó según las definiciones que hace Yakman (2008) de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y la definición de arte de la Rhode Island Design School (Pérez, 2015):

- Ciencias: estudia aquello que existe de manera natural y de cómo es estudiado.
- Tecnología: estudia todo lo que haya sido creado y fabricado por el ser humano
- Ingeniería: estudia el uso de la ciencia y las matemáticas para diseñar tecnología nueva
- Arte: estudia cómo se desarrolla, se comunica y es entendida la sociedad a través de sus expresiones gráficas y plásticas.
- Matemáticas: estudia los números y sus operaciones, el manejo de expresiones algebraicas, la geometría analítica, el manejo de mediciones, los análisis de datos, la probabilidad, la resolución de problemas, el razonamiento lógico y su comunicación.

Las tablas del Apéndice 7.3 muestran, organizada por asignaturas, la clasificación STEAM asignada a cada uno de los grupos curriculares y la Tabla 4 resume de forma cuantitativa estas clasificaciones. Se clasificaron dentro de alguna disciplina STEM 218 de los 281 grupos curriculares identificados previamente, el 78%. Las matemáticas es la

asignatura con mayor porcentaje de contenidos STEAM, un 89%, mientras que las Ciencias Sociales es la asignatura con menos contenidos STEAM, un 59%. Estos resultados confirman la hipótesis de que las materias estudiadas tienen un alto grado de contenidos STEAM.

Tabla 4

*Clasificación STEAM de los grupos curriculares*

	S	T	E	A	M	<i>STEAM</i>		<i>NO STEAM</i>	
						<i>Total</i>	<i>%</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
Matemáticas	0	2	34	1	48	<b>85</b>	89%	<b>11</b>	11%
Ciencias de la Naturaleza	29	13	11	1	0	<b>54</b>	75%	<b>18</b>	25%
Ciencias Sociales	23	4	3	1	1	<b>32</b>	59%	<b>22</b>	41%
Educación Plástica	0	3	9	35	0	<b>47</b>	80%	<b>12</b>	20%
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>22</b>	<b>57</b>	<b>38</b>	<b>49</b>	<b>218</b>	78%	<b>63</b>	22%
<b>%</b>	24%	10%	26%	17%	22%				

Los resultados reflejan que en el currículum actual las disciplinas más trabajadas son la científica, ingenieril y matemática, que tienen más del 20% de elementos curriculares dentro de su ámbito y que el arte y la tecnología son las disciplinas menos trabajadas, llamando especialmente la atención esta última que sólo abarca el 10% de los elementos considerados.

Las tres primeras fases del análisis del currículum permitieron convertir los 1020 ítems que conforman el currículum de Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales y Educación Plástica en 218 grupos curriculares clasificados según la disciplina STEAM a la que pertenecen y no según la asignatura de la que forman parte.

Esta clasificación permitió detectar nuevas relaciones, dentro de cada disciplina, entre los grupos curriculares provenientes de diferentes asignaturas. Estas nuevas relaciones permitían seguir reorganizando los contenidos generando áreas de contenido más extensas. A estas grandes áreas se les denominó áreas temáticas y, cada una, reunía todos los grupos curriculares que se podían relacionar con un mismo bloque.

### **3.1.5.- Áreas de oportunidad**

#### ***a.- Definición y propiedades de área de oportunidad***

Antes de comenzar a describir el trabajo que se realizó con las áreas temáticas es necesario establecer qué se considera como área de oportunidad y qué características debe reunir.

En el presente análisis se define un área de oportunidad como un área temática perteneciente a una disciplina STEAM que reúne las condiciones necesarias para ser el tema principal de un proyecto de aprendizaje STEAM, por lo que un área de oportunidad debe reunir las características del reto o pregunta desafiante del aprendizaje basado en proyectos (Larmer et al., 2015) y las características del tópico generativo de la enseñanza por comprensión (Del Pozo, 2009). Desde esta perspectiva, un área de oportunidad:

- Debe destacar por su centralidad y amplitud dentro de la disciplina.
- Debe ser cercana al alumnado, conectada con su realidad, asequible para él y lo suficientemente abierta y motivadora para impulsar todo el proyecto.
- Su estudio debe permitir establecer conexiones intra e interdisciplinarias, es decir relacionarse con otras áreas dentro de la propia disciplina y con áreas de otras disciplinas STEAM.

#### ***b.- Búsqueda de áreas de oportunidad***

Una vez definida el área de oportunidad, el análisis del currículum se centró en definir las diferentes áreas temáticas que surgían al relacionar los grupos curriculares de cada disciplina STEAM.

El Apéndice 7.4 recoge los grupos curriculares que componen cada una de las áreas temáticas que se definieron en cada disciplina. La Tabla 5 muestra el número de áreas temáticas encontradas: 11 en matemáticas, 10 áreas en ciencias, 10 en ingeniería, 6 en arte y 4 tecnología.

Tabla 5

*Cantidad de áreas temáticas por disciplinas STEAM*

	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>TOTAL</b>
Elementos curriculares por disciplina:	52	22	57	38	49	<b>218</b>
Áreas temáticas por disciplina:	10	4	10	6	11	<b>41</b>

La Figura 7 recoge las 41 áreas temáticas identificando cada una con un tamaño diferente, un código y un color. El tamaño representa la cantidad de grupos curriculares que engloba el área, cuanto mayor sea más contenidos engloba, el código describe las asignaturas y los cursos en los que esta área se desarrolla según el currículum y el color identifica la disciplina STEAM a la que pertenece.

CIENCIAS		
CN/CS 456	La investigación científica: método, proyectos, cultura y actividad científica.	CN 456 La célula y los seres vivos: estructura, clasificaciones, relaciones y ecosistemas.
CS 456	El medio físico de España, Europa y el mundo.	CN 456 Salud, enfermedades, hábitos y prevención.
		CN/CS 456 Actividad económica y humana: agricultura, industria y materias primas
		CS 456 Meteorología, clima y regiones climáticas.
		CS 5 Universo y Sistema Solar
		CS 456 Demografía y migraciones
		CN/CS 56 Sostenibilidad
		CN 456 El cuerpo humano, estructura y funciones.
TECNOLOGÍA		
CN 456	Máquinas simples, compuestas y aparatos eléctricos.	CN/CS/EP 456 Licencias de propiedad. Respeto
		MT 45 La calculadora
		CN 6 Mezclas y disoluciones
		CN 4 Rozamiento y velocidad
		MT 456 Comprensión de enunciados y datos
		MT/CN/CS/EP 456 Uso de las TIC: gestión de información, aplicaciones, presentaciones y seguridad
INGENIERÍA		
CN 6	Electricidad, magnetismo	MT/EP 456 Geometría: ángulos, rectas, circunferencias, figuras planas, poliedros y cuerpos redondos
CN 456	La materia, sus propiedades, estados y cambios	MT 456 Resolución de problemas: reales, cerrados, abiertos y temáticos
MT 456	Unidades de medida, comparación, mediciones y aparatos de medida	CN/CS 456 Supervisión, evaluación y mejora de productos y proyectos
		MT/CS/EP 456 Escalas, mapas, ejes y representaciones de la realidad
ARTE		
EP/CS 456	La publicidad, función social y su elaboración	EP 56 El cine: tipos, elementos y fases. El cine animado: creación de animaciones
EP 456	El mensaje audiovisual y el arte plástico: función, mensaje y cultura.	EP 456 Habilidad para la creación plástica y audiovisual
		EP 456 Composición audiovisual plástica: elementos, expresividad y técnicas
		MT/CN 6 Creatividad en problemas y sus soluciones
MATEMÁTICAS		
MT 456	Las fracciones: comparación, equivalencia y operaciones. Relación con decimales y porcentajes	MT 456 Los decimales: representación, descomposición y operaciones
MT 456	Geometría plana: áreas, perímetros y el número Pi	MT 456 Proporcionalidad directa y porcentajes: cálculo y variaciones.
MT 456	Probabilidad, azar y aleatoriedad: fenómenos, sucesos y tablas	MT 456 Sistema sexagesimal y ángulos: cálculos.
		MT 456 Estadística: tablas, gráficas, tipos de datos y medidas de centralización
		MT 456 Números naturales y enteros: operaciones, cálculo mental, factorización y potencias
		MT/CS 456 El tiempo, su medida, escalas y representación
		MT 456 Cultura y vocabulario matemático

Figura 7. Listado de áreas temáticas por disciplinas STEAM

Para iniciar la identificación de áreas de oportunidad dentro de estas áreas temáticas generales se dibujaron cinco mapas de relaciones intradisciplinarias, uno por cada disciplina, de forma que dos áreas estaban relacionadas si se podía encontrar un hilo conductor evidente que permitiese incluirlas dentro de un mismo proyecto de aprendizaje.

Los mapas de relaciones intradisciplinarias, recogidos en las Figuras 8, 9, 10, 11 y 12, permiten detectar las áreas que establecen más conexiones con otras dentro de su propio ámbito por lo que ocupan un lugar de centralidad dentro de la disciplina.

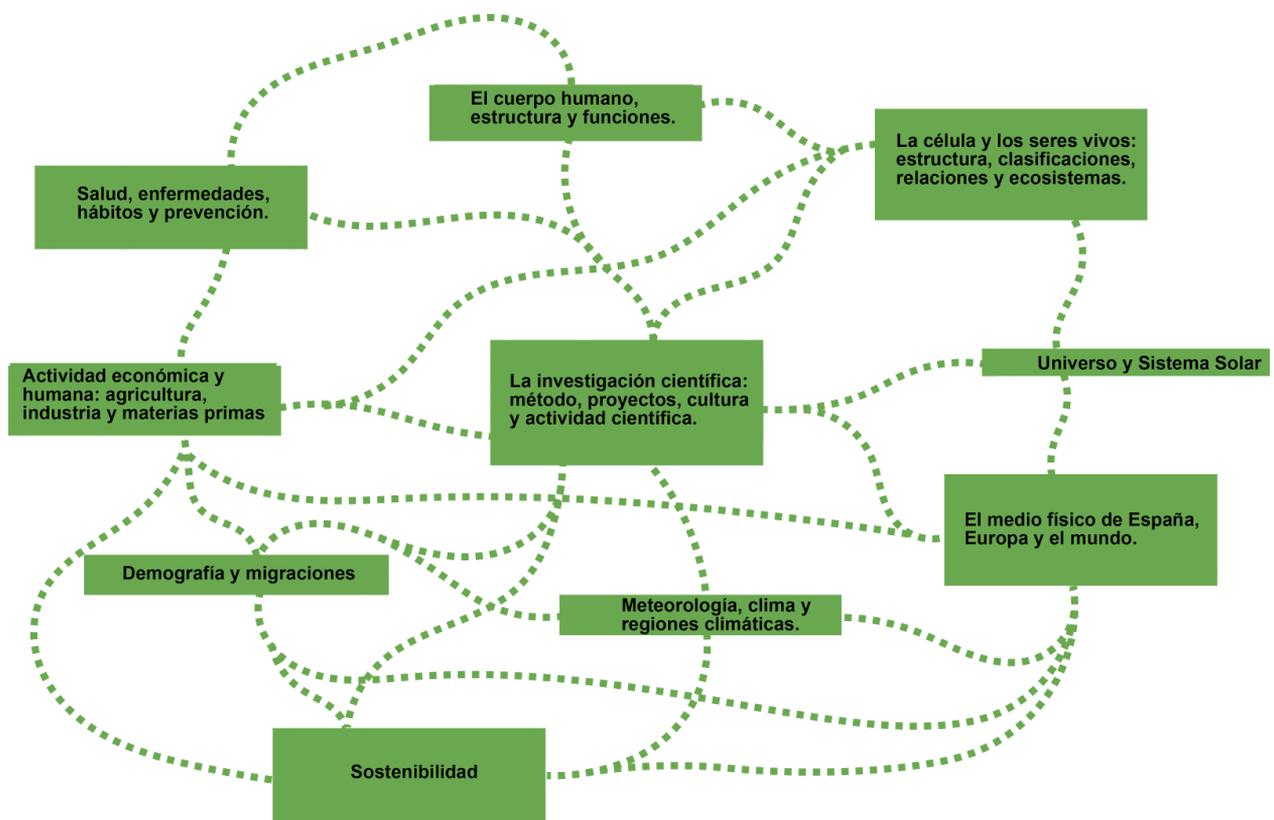


Figura 8. Mapa de de relaciones intradisciplinarias de la disciplina científica

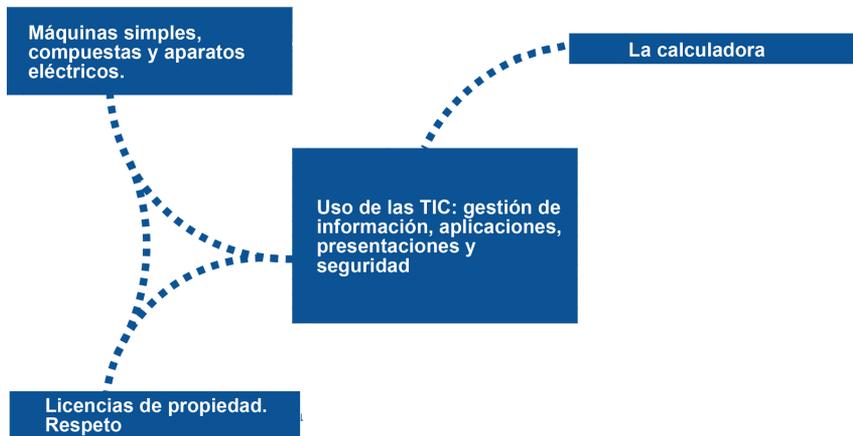


Figura 9. Mapa de de relaciones intradisciplinarias de la disciplina tecnológica

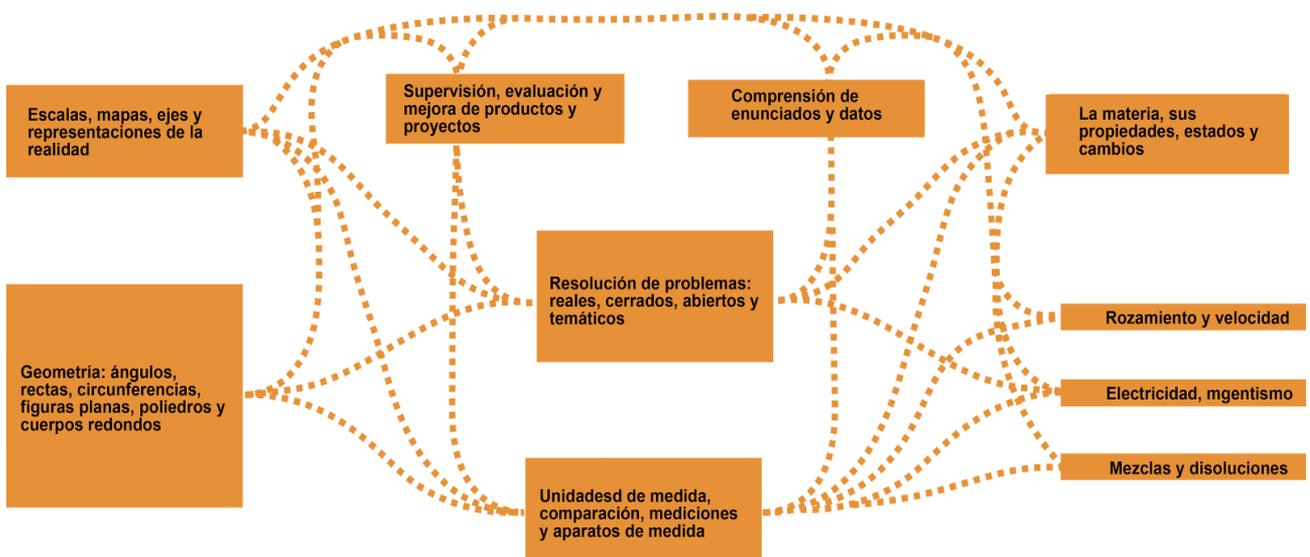


Figura 10. Mapa de de relaciones intradisciplinarias de la disciplina ingenieril

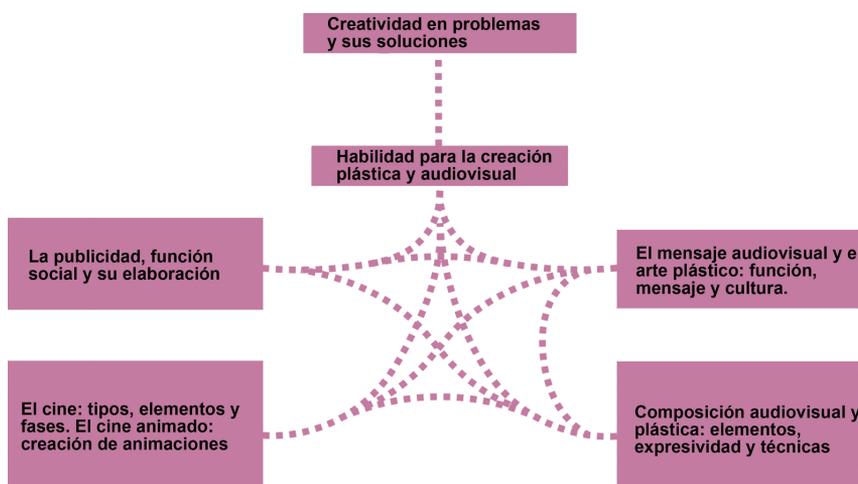


Figura 11. Mapa de de relaciones intradisciplinarias de la disciplina artística

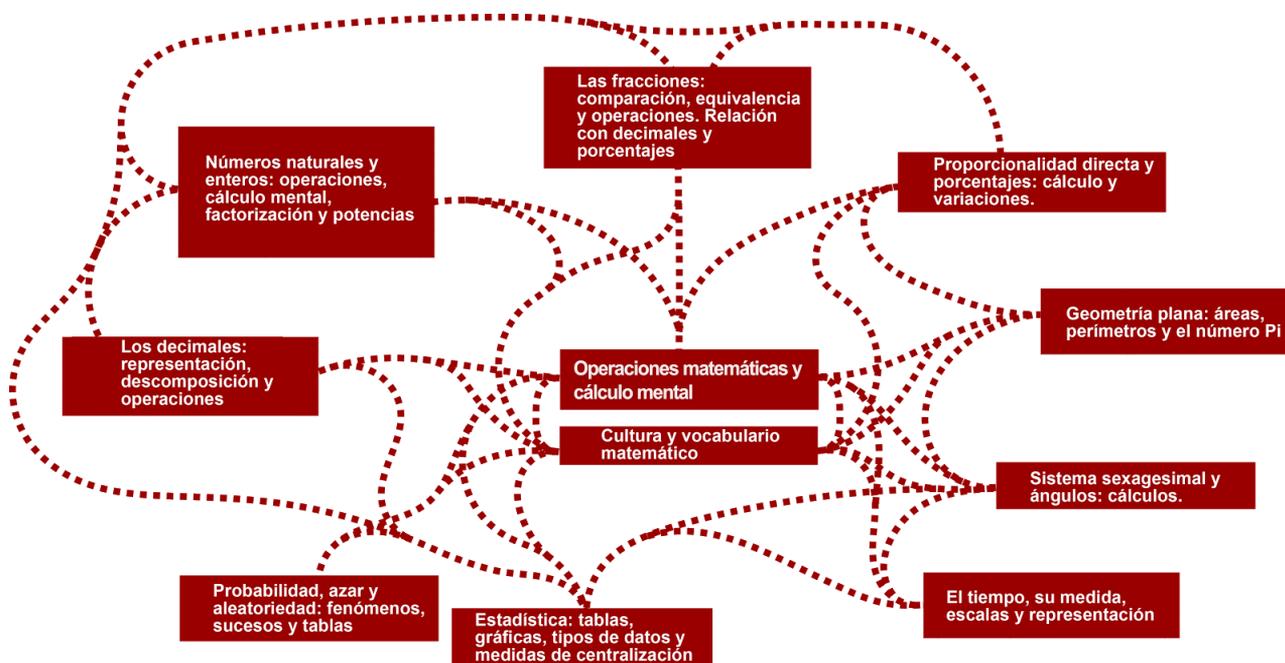


Figura 12. Mapa de de relaciones intradisciplinarias de la disciplina matemática

Estudiando las áreas con mayor número de conexiones se detectaron dos tipos: las que desarrollan contenidos conceptuales y las que tratan contenidos actitudinales o procedimentales. Estas últimas, a las que se llamó áreas de oportunidad no conceptuales, al no representar contenidos cercanos a los estudiantes y estar algo alejadas de su realidad cotidiana, no se consideraron como áreas que pudieran motivar y desencadenar todo el proyecto, pero tampoco parecía aconsejable dejarlas completamente de lado de cara al diseño de un proyecto.

Al analizar las conexiones entre las áreas relativas a la Ciencia, que se recogía en la Figura 8, hay cinco áreas que destacan por la cantidad de conexiones que tienen con el resto, pero una de ellas, la de “Investigación científica”, es un área no conceptual, por lo que el mapa puede evolucionar diferenciando con un enlace en negro las conexiones que nacen de esta área no conceptual (Figura 13).

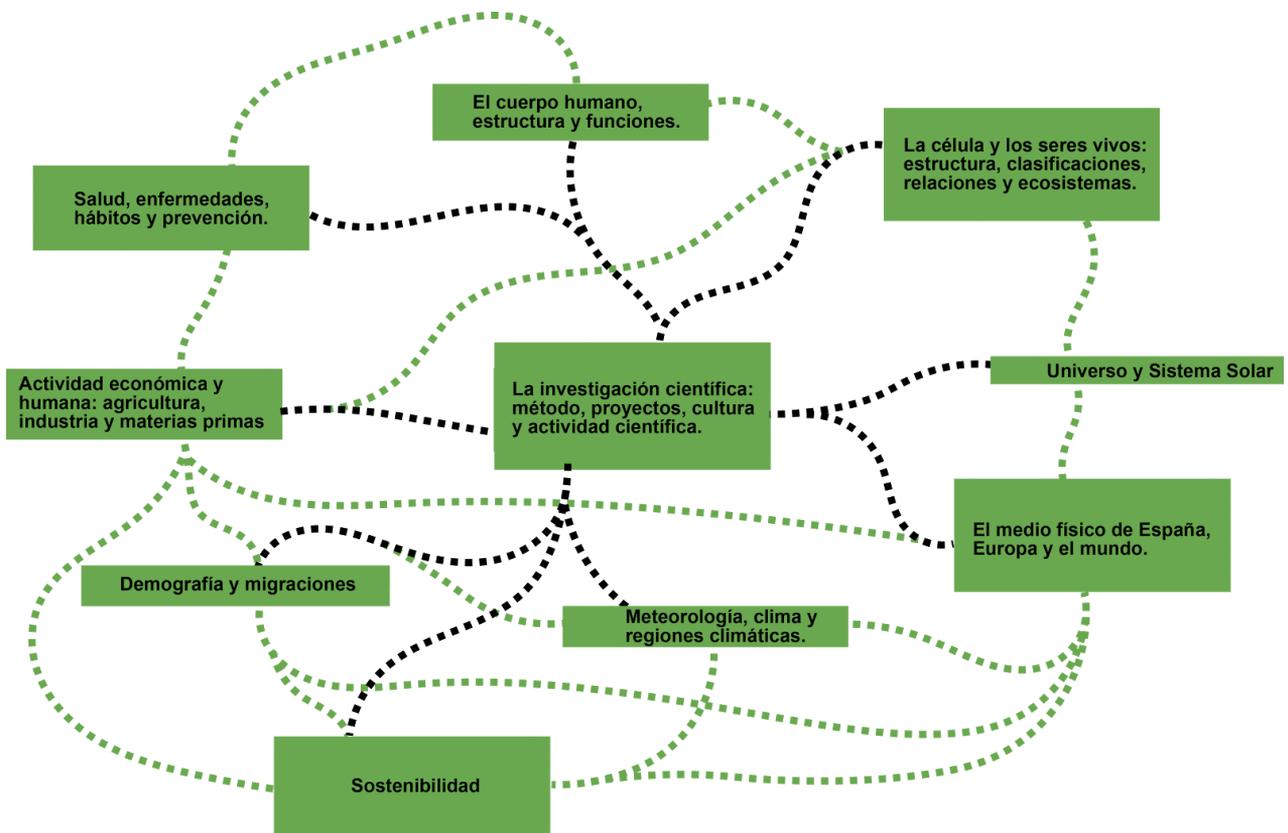


Figura 13. Mapa evolucionado de de relaciones en la disciplina científica

De igual manera las áreas de la tecnología con más conexiones eran la de “Máquinas simples, compuestas y aparatos eléctricos”, la de “Licencias de propiedad y respeto” y la de “Uso de las TIC”, siendo estas dos últimas no conceptuales. En la Figura 14 se recoge cómo cambia el mapa de relaciones de esta disciplina al diferenciar las áreas no conceptuales.

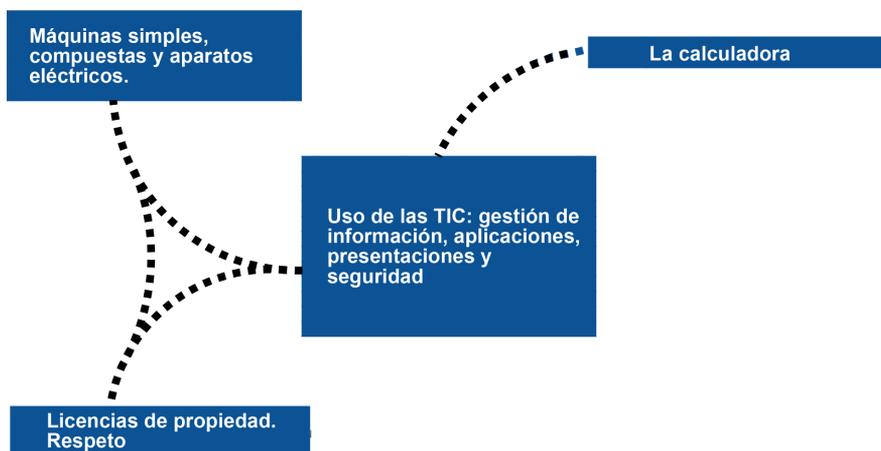


Figura 14. Mapa evolucionado de relaciones en la disciplina tecnológica

En la disciplina de la ingeniería hay cinco áreas con muchas más conexiones con el resto y entre ellas la de “Comprensión de enunciados y datos”, la de “Resolución de problemas” y la de “Supervisión, evaluación y mejora de productos y proyectos” son no conceptuales. La Figura 15 recoge el nuevo mapa.



Figura 15. Mapa evolucionado de relaciones en la disciplina ingenieril

Las áreas de la “Habilidad para la creación plástica y audiovisual”, la de “Creatividad en problemas y sus soluciones”, la de “Composición audiovisual y plástica” y la de “Mensaje audiovisual y arte plástico” son las que tenían mayor número de conexiones en el arte, pero la de “Habilidad para la creación plástica y audiovisual” y la de “Creatividad en problemas y sus soluciones” eran no conceptuales. La evolución del mapa del arte al hacer esta distinción aparece en la Figura 16.

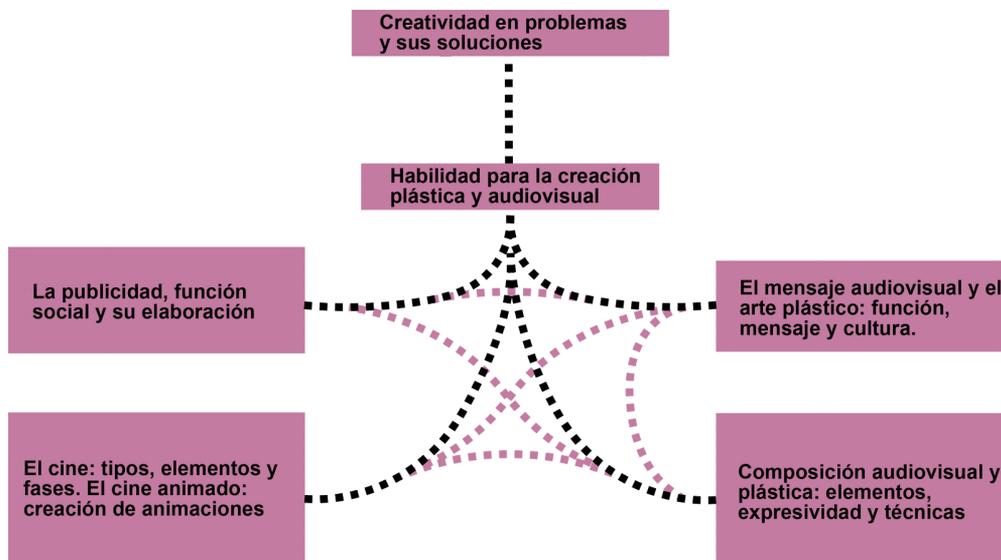


Figura 16. Mapa evolucionado de relaciones en la disciplina artística

Y por último, en la disciplina de las matemáticas había 4 áreas que destacaban en número de conexiones siendo las de “Cultura y vocabulario matemático” y “Operaciones y cálculo mental” no conceptuales. Por tanto el mapa de conexiones en las matemáticas quedó como recoge la Figura 17.

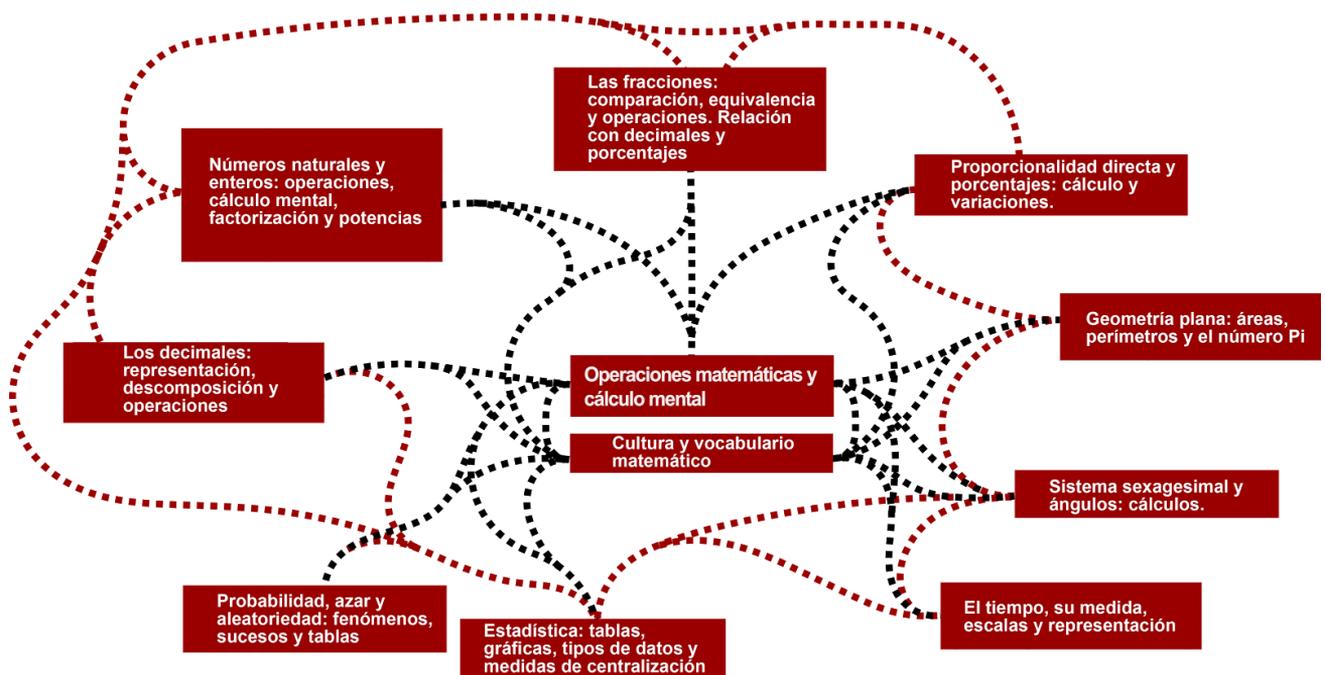


Figura 17. Mapa evolucionado de relaciones en la disciplina matemática

Descontando las áreas no conceptuales, en total quedaban 11 áreas que por su cantidad de conexiones ocupan un lugar central en su disciplina siendo sus contenidos reales y cercanos. El desglose de las áreas de oportunidad por disciplina se recoge en la Figura 18, mientras que en la Tabla 6 se resumen los datos de forma cuantitativa y se aprecia cómo la ciencia, a pesar de no ser la que mayor porcentaje de elementos STEAM tiene ni ser la que más áreas temáticas aporta, acaba siendo la disciplina que más áreas de oportunidad contiene según el currículum actual.

Tabla 6

*Áreas de oportunidad según disciplinas STEAM*

	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>TOTA L</b>
Número de áreas temáticas:	10	4	10	6	11	<b>41</b>
Número de áreas de oportunidad no conceptual:	1	2	3	2	2	<b>10</b>
Número de áreas de oportunidad conceptual:	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>11</b>

## CIENCIAS

CN 456

La célula y los seres vivos: estructura, clasificaciones, relaciones y ecosistemas.

CN/CS 456

Actividad económica y humana: agricultura, industria y materias primas

CN/CS 56

Sostenibilidad

CS 456

El medio físico de España, Europa y el mundo.

## MATEMÁTICAS

MT 456

Proporcionalidad directa y porcentajes: cálculo y variaciones.

MT 456

Estadística: tablas, gráficas, tipos de datos y medidas de centralización

## TECNOLOGÍA

CN 456

Máquinas simples, compuestas y aparatos eléctricos.

## INGENIERÍA

MT 456

Unidades de medida, comparación, mediciones y aparatos de medida

CN 456

La materia, sus propiedades, estados y cambios

## ARTE

EP 456

El mensaje audiovisual y el arte plástico: función, mensaje y cultura.

EP 456

Composición audiovisual y plástica: elementos, expresividad y técnicas

Figura 18. Áreas de oportunidad conceptual identificadas

### ***c.- Diagrama de áreas de oportunidad***

Tras la detección de las 11 áreas de oportunidad quedaba por resolver el encaje de las áreas no conceptuales que, aunque en relación al alumnado carecían de cierto grado de cercanía y realidad y no podían ser el tema principal de aprendizaje, debían aparecer frecuentemente en un proyecto STEAM dado su carácter central dentro de la disciplina.

Este encaje se buscó a través de un diagrama que recogiera 41 áreas temáticas destacando las 11 que eran áreas de oportunidad conceptual y las 10 que era áreas de oportunidad no conceptual.

Para hacer evidentes las diferencias, en el diagrama, se definió la esfera de las áreas de oportunidad no conceptuales como el conjunto de las áreas que, sin llegar a ser el área temática central de un proyecto, debían incluirse en la medida de lo posible en su diseño para garantizar el desarrollo de actitudes y procedimientos relacionados con el aprendizaje STEAM.

En contraste, la esfera de las áreas de oportunidad conceptual era el conjunto de áreas que reúnen todas las características necesarias, centralidad, amplitud, cercanía, realidad, conexiones intra e interdisciplinarias, para ser utilizadas como área temática principal de un proyecto de aprendizaje STEAM

Estas dos esferas generaban un diagrama general, Figura 19, que, además, recogía las conexiones de las áreas de oportunidad conceptual con el resto de áreas temáticas.

En el centro del diagrama, con fondo gris oscuro, se sitúa la esfera de las áreas de oportunidad no conceptual que se conectan entre sí a través de la circunferencia blanca que las rodea. El diseño del proyecto debe incluir esta circunferencia incluyendo el mayor número posible de estas áreas.

En torno a la esfera anterior se despliega la franja que contiene las áreas de oportunidad conceptual con un fondo más claro. La circunferencia negra que une estas áreas las conecta entre sí haciendo posible las conexiones interdisciplinarias. Todo proyecto de aprendizaje STEAM debiera partir de al menos una de estas áreas, que será el área temática

principal, para luego, a través de la circunferencia negra, ir seleccionando otras áreas que también pueden entrar a formar parte de los contenidos.

La franja exterior, con un fondo más blanco, recoge las áreas temáticas no consideradas de oportunidad. Estas áreas se conectan con el resto de áreas que forman parte de su disciplina y reflejan las conexiones intradisciplinarias.





### 3.1.6.- Conclusiones del análisis.

A pesar de incorporar una competencia clave que en su definición se acerca bastante a las ideas de aprendizaje STEAM actuales (Crocker, 2012; Paulos, 1995; Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012) la LOMCE y el resto de disposiciones legales que la desarrollan a nivel nacional y autonómico no dan pie por sí mismas a un aprendizaje STEAM integrado. Un aprendizaje en el que los contenidos científicos y tecnológicos sean el centro y lo relacionen con la realidad (Yakman, 2008), en el que los contenidos ingenieriles y artísticos aporten un contexto de investigación, desarrollo y creatividad al aprendizaje (Crocker, 2012) y en el que los contenidos matemáticos aparezcan como lenguaje común al resto de ámbitos y posibiliten su comprensión (Paulos, 1995; Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012).

El diagrama de áreas de oportunidad STEAM, ya visto en la Figura 19, es el que servirá como herramienta de diseño para escoger los contenidos conceptuales y no conceptuales que contendrá el proyecto de aprendizaje STEAM de este trabajo.

Para interpretar el diagrama, se parte de una de las áreas de oportunidad de la franja intermedia y se sigue la circunferencia negra para establecer conexiones interdisciplinares a otras áreas, siendo las líneas de color las que establecen las conexiones intradisciplinares. De forma paralela se recorre la circunferencia blanca, en la esfera central, para escoger las áreas no conceptuales que se desea trabajar.

La selección de áreas de oportunidad y su definición dentro de un proyecto de aprendizaje STEAM garantiza la existencia de conexiones interdisciplinares que integren las disciplinas en un único contexto de aprendizaje. Esta integración exige un alto grado de equilibrio. Las diferentes ideas sobre la interdisciplinariedad (Barlex y Pitt, 2000; Dewey, 1963; Hickman, 1992; Ruggiero, 1988), el concepto moderno de integración STEM (Sanders, 2006; Yakman, 2008; Yakman y Lee, 2012) y los problemas que ha ido generando (Pitt, 2009; Sanders, 2009; Williams 2011) determinan la importancia de que un proyecto de aprendizaje STEAM establezca diferentes tipos de relaciones entre disciplinas: por un lado se busca la alfabetización funcional de los estudiantes desarrollando una comprensión multidisciplinar (Hickman, 1992) y, por otro lado, se busca profundizar en los contenidos de cada disciplina (Williams, 2011).

El proyecto de aprendizaje STEAM se planteará como un todo interdisciplinar existiendo en su desarrollo una disciplina dominante que, marcada por el área de oportunidad principal, cumpla con las características necesarias de centralidad, amplitud, cercanía, realidad y conectividad. Se sigue así la idea de Wells (2006) de jerarquizar y seleccionar una disciplina dominante y, entrando en el campo de la interacción entre disciplinas de Williams (2011) o la coordinación y colaboración interdisciplinar de Barlex y Pitt (2000), se garantiza una cierta profundidad en los conocimientos alcanzados tal y como demandaba Ruggiero (1988).

## **3.2- Diseño de la Propuesta de Intervención**

### **3.2.1.- Objetivos del diseño y contexto**

El objetivo general del presente trabajo de investigación es el diseño de una propuesta de intervención que concrete un proyecto de aprendizaje STEAM para alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria en el que, a través del uso de robótica educativa como herramienta, se introduzcan metodologías de aprendizaje basado en problemas y aprendizaje cooperativo junto con sesiones de flipped classroom. Se trata de una propuesta que debe ser trabajada dentro del horario escolar, por lo que se mueve en el contexto intracurricular y, además, es de tipo formal, es decir, programada y duradera en el tiempo; este tipo de propuestas que trabajan con robótica educativa dentro de un contexto intracurricular formal requieren de una preparación intensa, de una buena formación del profesorado y de una excelente integración en el currículum (Mubin et al., 2013).

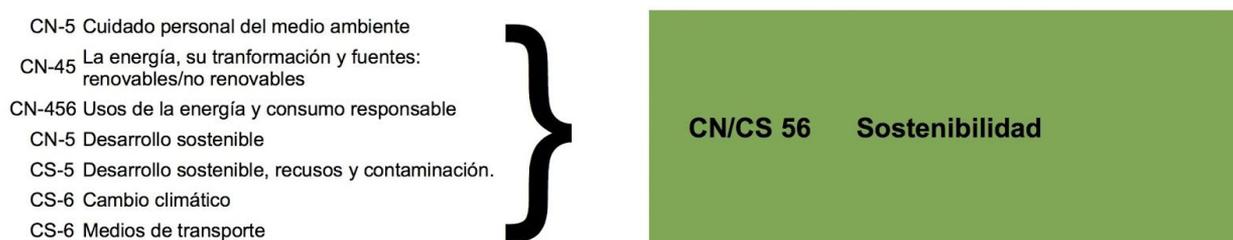
Además del objetivo principal, el proceso de diseño de la propuesta de intervención, aborda varios de los objetivos específicos planteados, como el establecimiento de las propiedades de este tipo de proyectos y algunas pautas de diseño y evaluación.

A partir del análisis STEAM del currículum y utilizando el diagrama de áreas de oportunidad, la propuesta de intervención parte del área de la “Sostenibilidad” como área de oportunidad conceptual principal y fija la “Investigación científica” como principal área no conceptual de trabajo. Ambas áreas pertenecen a la disciplina de la ciencia (S), que se sitúa como disciplina dominante del proyecto (Wells, 2006) y asume la responsabilidad de coordinar las conexiones interdisciplinarias en forma de colaboración (Barlex y Pitt, 2000).

La elección de estas dos áreas como punto de partida del diseño se fundamenta en aspectos teóricos y prácticos. Desde el punto de vista teórico, el análisis STEAM del currículum reveló que las ciencias son la disciplina con mayor cantidad de áreas de oportunidad y que la sostenibilidad era una de las que aglutinaban mayor número de contenidos y desde el punto de vista práctico, a la hora de realizar la propuesta, se tenía acceso a mayor número de docentes del área de ciencias que de cualquier otra disciplina.

Una vez tomada esta decisión, el proceso de diseño no fue un proceso lineal sino ramificado, de ida y vuelta, en el que la toma de decisiones en un determinado momento genera cambios e incorporaciones en las decisiones tomadas previamente. En el presente apartado se terminará de poner en contexto el proyecto diseñado en base al análisis STEAM del currículum, si bien se ha de tener en cuenta que varias de las áreas de oportunidad que irán apareciendo no se incorporaron hasta alcanzar fases avanzadas del diseño.

En el plano de las áreas de oportunidad conceptuales, la Figura 20 toma del anexo 8.4 los elementos curriculares que componen el área temática de la “Sostenibilidad”. De los siete elementos que componen este área cuatro pertenecen a la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y tres a las Ciencias Sociales.



*Figura 20.* Elementos curriculares del área de la sostenibilidad

El uso de la robótica educativa es la herramienta educativa que fija el objetivo general para el diseño del proyecto. En este sentido el diseño de la propuesta de intervención se alinea con las definiciones de robótica educativa que, fundamentadas en el aprendizaje interactivo, aluden a un proceso tecnológico y creativo basado en el ensayo-error que se concreta en la construcción, programación y manipulación de máquinas que perciben e interactúan con el entorno (Botelho, Braz y Rodrigues, 2012; Chavarría y Saldaño, 2010; García, 2015; Karim et al., 2015) y no sólo en la manipulación, que convierte los robots en máquinas de interacción social (Karim et al., 2015; Zawieska y Duffy, 2016).

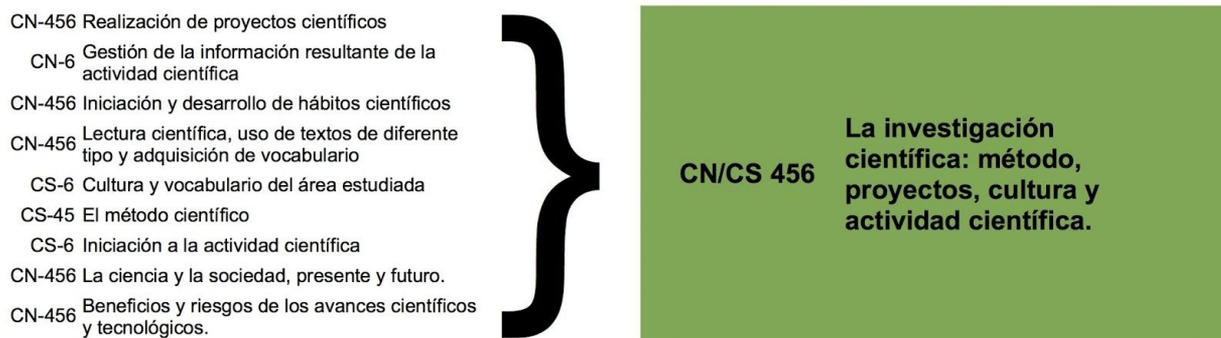
Esta decisión permite realizar una primera conexión interdisciplinar hacia la disciplina de la tecnología (T) ya que el uso de la robótica descrita de esta manera se enmarca dentro del área de oportunidad conceptual de las “Máquinas simples, compuestas y aparatos eléctricos”.

En este proyecto, la conexión entre las áreas de la “Sostenibilidad”, área temática principal del proyecto, y la de las “Máquinas simples, compuestas y aparatos eléctricos”,

relativa al uso de la robótica como herramienta educativa, se materializa en la construcción de una representación de la realidad que integre sostenibilidad y robots. De esta manera, a través del área conceptual de oportunidad de las “Unidades de medida, comparación, mediciones y aparatos de medida” propia de la ingeniería (E) se enlaza mediante una conexión intradisciplinar con el área temática de las escalas, mapas, ejes y representación de la realidad.

La última área de oportunidad conceptual que entra a formar parte del diseño del proyecto es la de la “Proporcionalidad directa y porcentajes” que forma parte de las matemáticas (M). El proceso de aprendizaje, el tipo de herramienta escogida y los retos propuestos hacen que esta área intervenga de forma notable en la programación de la plataforma robótica.

Como se ha indicado al inicio de este apartado, desde el punto de vista no conceptual, el proyecto arranca del área de la “Investigación científica: método, proyectos, cultura y actividad científica”. La Figura 21 toma del anexo 8.4 los nueve elementos curriculares que componen el área, seis de ellos provienen de las Ciencias de la Naturaleza y los otros tres de las Ciencias Sociales.



*Figura 21.* Elementos curriculares del área de la investigación científica

Es significativa la ausencia de la disciplina del arte en el plano conceptual del diseño. Observando las descripciones de las áreas artísticas incluidas en el Apéndice 7.4 se comprende que la esfera de las áreas no conceptuales debe asegurar la aparición de esta disciplina en los proyectos STEAM; en concreto, el área de la “Habilidad para la creación plástica y audiovisual” es la encargada de velar para que el proyecto no sea sólo de

aprendizaje STEM. El diseño del proyecto incorporó esta área condicionando el producto final a un cierto grado de personalización plástica por parte del alumnado.

Cuando el diseño abordó su definición metodológica a través del aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en problemas y el flipped classroom se incorporaron nuevas áreas no conceptuales que terminaron por garantizar la integración de todas las disciplinas. El proyecto final acaba añadiendo las áreas ingenieriles de “Comprensión de enunciados y datos”, de “Resolución de problemas” y de “Supervisión, evaluación y mejora de productos y proyectos”, el área matemática de “Operaciones y cálculo mental” y el área artística de “Creatividad en los problemas y sus soluciones”.

La Tabla 7 recopila los datos derivados de las áreas que intervienen en el proyecto con los códigos empleados durante el análisis. En ella se aprecia la aportación de cada disciplina y la influencia de cada asignatura en el proyecto, así como la correspondencia con cada curso según las disposiciones legales.

Tabla 7

*Áreas temáticas del proyecto*

<b>Código</b>	<b>Área</b>	<b>Tipo</b>	<b>STEAM</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Nivel</b>
MT 456	Comprensión de enunciados y datos	No conceptual	E	Matemáticas	4°, 5° y 6°
MT/CN 6	Creatividad en los problemas y sus soluciones	No conceptual	A	Matemáticas Ccias. de la Nat.	6°
MT/CS/EP 456	Escalas, mapas, ejes y representación de la realidad	Conceptual	E	Matemáticas Ccias. Sociales Ed. Plástica	4°, 5° y 6°
EP 456	Habilidad para la creación plástica y audiovisual	No conceptual	A	Ed. Plástica	4°, 5° y 6°
CN/CS 456	Investigación científica: método, proyectos, cultura y actividad científica.	No conceptual	S	Ccias. de la Nat. Ccias. Sociales	4°, 5° y 6°
CN 456	Máquinas simples, compuestas y aparatos eléctricos	Conceptual	T	Ccias. de la Nat.	4°, 5° y 6°
MT 456	Operaciones y cálculo mental	No conceptual	M	Matemáticas	4°, 5° y 6°
MT 456	Proporcionalidad directa y porcentajes	Conceptual	M	Matemáticas	4°, 5° y 6°
MT 456	Resolución de problemas: reales, cerrados, abiertos y temáticos	No conceptual	E	Matemáticas	4°, 5° y 6°
CN/CS 56	Sostenibilidad	Conceptual	S	Ccias. de la Nat. Ccias. Sociales	5° y 6°
CN/CS 456	Supervisión, evaluación y mejora de productos y proyectos	No conceptual	E	Ccias. de la Nat. Ccias. Sociales	4°, 5° y 6°
MT 456	Unidades de medida, comparación, mediciones y aparatos de medida	Conceptual	E	Matemáticas	4°, 5° y 6°

La Figura 22 refleja cómo queda el diagrama de áreas de oportunidad para el proyecto. En la esfera de las áreas de oportunidad conceptual se aprecian las conexiones interdisciplinarias entre la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. La esfera de las áreas no conceptuales incorpora las disciplinas de la ciencia, la ingeniería, el arte y las matemáticas.

Una vez definidas las áreas STEAM que se incluyen en el diseño del proyecto es posible concretar uno por uno los ítems curriculares o contenidos que incluye, así como el resto de elementos del currículum: objetivos, criterios de evaluación, competencias clave y estándares de aprendizaje.

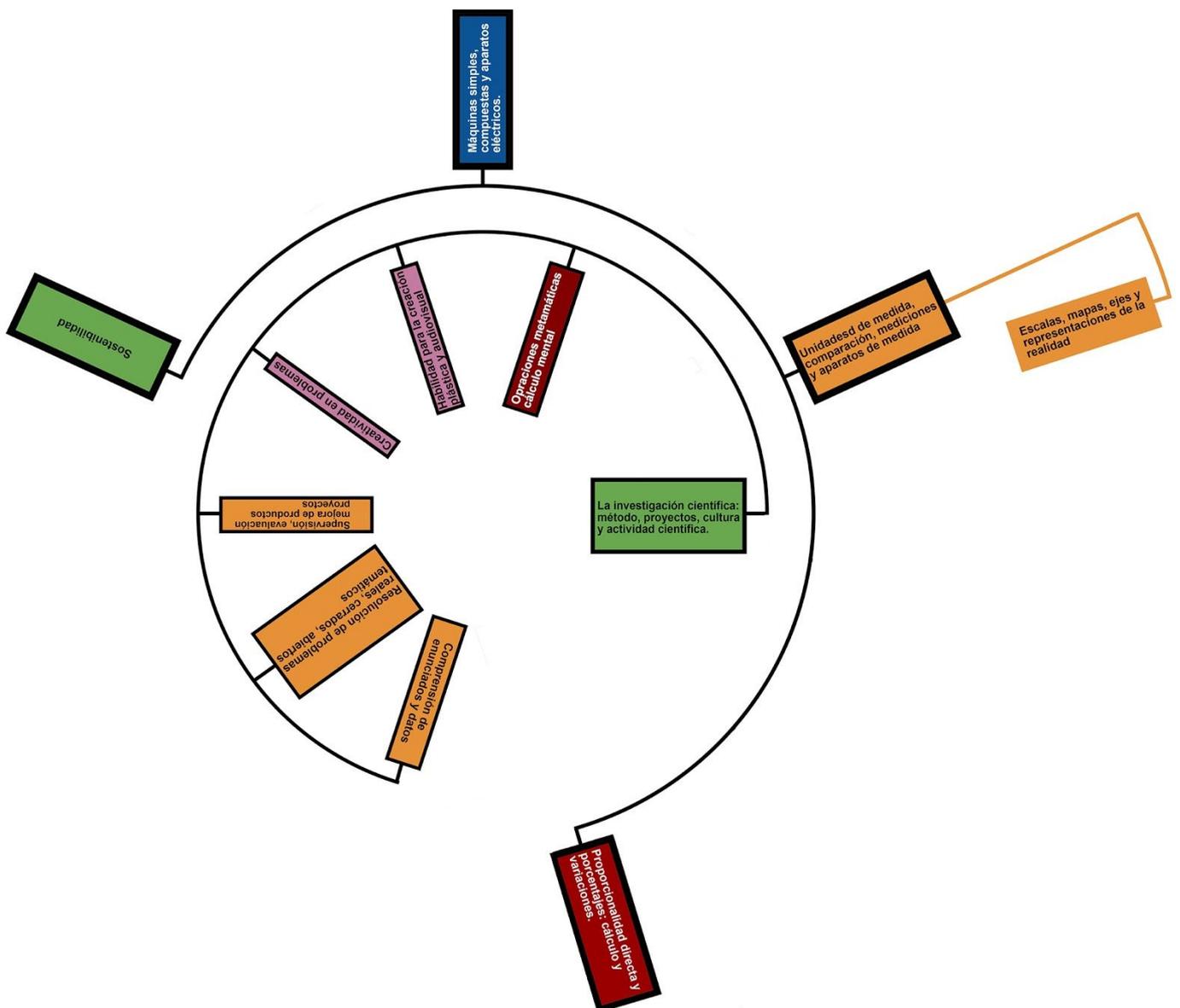


Figura 22. Diagrama de áreas de oportunidad del proyecto.

### **3.2.2.- Elementos del currículum en la propuesta**

#### ***a.- Objetivos***

La LOMCE modifica algunos de los 14 objetivos de etapa fijados por la LOE para la Educación Primaria y que enumera de la “a” la “n”. Ocho de estos objetivos se trabajan de forma explícita en el presente proyecto, que manteniendo la nomenclatura legal son:

- b) Desarrollar hábitos de trabajo individual y de equipo, de esfuerzo y de responsabilidad en el estudio, así como actitudes de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés y creatividad en el aprendizaje, y espíritu emprendedor.
- c) Adquirir habilidades para la prevención y para la resolución pacífica de conflictos, que les permitan desenvolverse con autonomía en el ámbito familiar y doméstico, así como en los grupos sociales con los que se relacionan.
- g) Desarrollar las competencias matemáticas básicas e iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones, así como ser capaces de aplicarlos a las situaciones de su vida cotidiana.
- h) Conocer los aspectos fundamentales de las Ciencias de la Naturaleza, las Ciencias Sociales, la Geografía, la Historia y la Cultura.
- i) Iniciarse en la utilización, para el aprendizaje, de las Tecnologías de la Información y la Comunicación desarrollando un espíritu crítico ante los mensajes que reciben y elaboran.
- j) Utilizar diferentes representaciones y expresiones artísticas e iniciarse en la construcción de propuestas visuales y audiovisuales.
- m) Desarrollar sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como una actitud contraria a la violencia, a los prejuicios de cualquier tipo y a los estereotipos sexistas.

n) Fomentar la educación vial y actitudes de respeto que incidan en la prevención de los accidentes de tráfico.

### ***b.- Contenidos***

Los contenidos del proyecto surgen de recorrer el camino que va de las áreas temáticas escogidas a los ítems curriculares que recoge la ley pasando por los elementos curriculares, es decir partir de las tablas de Apéndice 7.4 para llegar a las del Apéndice 7.2. En este recorrido, de cada área temática incluida en el diseño se seleccionan los elementos curriculares que formarán parte del proyecto y con estos se llega a la selección de los ítems recogidos en el Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell (DOCV nº 7311, de 7 de julio de 2014) para el ámbito de la Comunidad Valenciana.

Siendo consecuente con el análisis STEAM del que se parte, los contenidos del proyecto se presentan agrupados en conceptuales y no conceptuales. Los contenidos conceptuales, especificando las asignaturas y el bloque al que pertenecen según la LOMCE y el resto de leyes que la desarrollan, son:

Ciencias de la Naturaleza: bloque de la materia y la energía

- Fuentes de energía renovables y no renovables.
- Principales usos de la energía y su consumo responsable.
- Hábitos de consumo responsable de la energía.
- Desarrollos sostenibles y equitativos.

Ciencias de la Naturaleza: bloque de la tecnología, objetos y máquinas

- Análisis de estructuras objetos y máquinas sencillas de nuestro entorno más inmediato y construcción de objetos y/o máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas modulares
- Poleas y planos inclinados; máquinas con operadores combinados.
- Identificar los componentes básicos de aparatos eléctricos.
- Circuitos y sus componentes.
- Planificación, diseño y montaje de un circuito eléctrico y de un electroimán
- Beneficios y riesgos de las tecnología y productos.
- Avances de la ciencia que mejoran la vida en general

- Clasificación y resolución de problemas técnicos sencillos de forma guiada.

Ciencias Sociales: bloque de el mundo en que vivimos

- Nociones de desarrollo sostenible y recurso.
- Contaminación.
- Escasez y agotamiento de recursos
- Nociones de cambio climático y equilibrio ambiental y efecto invernadero.

Ciencias Sociales: bloque vivir en sociedad

- Señales de tráfico de prohibición e informativas.
- Respeto de las normas de tráfico como peatón.
- Ventajas e inconveniente de los diversos medios de transporte

Matemáticas: bloque de números

- Cálculo de 50%, 25% y 10% en situaciones reales.
- Cálculo de tantos por ciento sencillos en situaciones reales.
- Elaboración y uso de estrategias de cálculo mental de sumas, restas, multiplicaciones y divisiones.
- Explicación verbal del proceso seguido en cálculos mentales por cualquier otra estrategia personal.

Matemáticas: bloque de geometría

- Escalas.
- Reconocimiento en los objetos y espacios las proporciones entre el dibujo y la realidad y su representación gráfica utilizando escalas.

Educación Plástica: bloque de expresión plástica

- Observación e interpretación de los diferentes entornos natural, artificial e imaginario a través de los medios de comunicación e Internet.
- Formas geométricas.
- Construcción de distintos volúmenes mediante planos.
- Simbología y expresión del color
- Valor comunicativo y publicitario del color.

Educación Plástica: bloque de dibujo geométrico

- Relación entre las medidas del dibujo y la realidad.
- Reconocimiento de formas geométricas en el campo del diseño.

Por otro lado, los contenidos no conceptuales, especificando de nuevo las asignaturas y el bloque al que pertenecen, son:

Ciencias de la Naturaleza: bloque de iniciación a la actividad científica

- Formulación de interrogantes a partir de un problema o cuestión.
- Realización de proyectos de experimentación y/o investigación sobre contenidos científicos.
- Obtención y uso eficaz de la información.
- Uso de las herramientas más comunes de las TIC o de un entorno virtual de aprendizaje para conversar con el resto del grupo con la finalidad de planificar el trabajo, aportar ideas constructivas propias, comprender las ideas ajenas, etc.; compartir información y recursos; y construir un producto o meta colectivo.
- Desarrollo de hábitos de trabajo en torno a la actividad científica.
- Exposición oral de conclusiones de una experiencia.
- Argumentación de conclusiones.
- Uso de vocabulario específico.
- Uso de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos.
- Desarrollo de proyectos en equipo, transformando ideas en acciones y cumpliendo con la parte del trabajo en tareas que implican a varios compañeros.
- Escucha de las aportaciones ajenas y aceptación de otros puntos de vista.
- Desarrollo de estrategias para resolver conflictos a través del diálogo.
- Sensibilidad y comprensión de los puntos de vista de los demás.
- Reconocimiento del trabajo ajeno.
- Responsabilidad del trabajo personal para alcanzar una meta colectiva.
- Participación en la planificación, toma de decisiones y evaluación del grupo.
- Diversidad de roles.
- Fomento de los valores de la convivencia democrática.

- Aportación de ideas propias constructivas.
- Iniciativa.
- Reconocimiento y aprendizaje de los propios errores.
- Regulación de la perseverancia, flexibilidad, control de la ansiedad e incertidumbre y capacidad de automotivación antes, durante y después del proceso de aprendizaje.
- Búsqueda de orientación o ayuda cuando se necesita de forma precisa.
- Aprendizaje autónomo.
- Aportación de soluciones originales a los problemas.
- Mejora del producto y el proceso tras la evaluación.

#### Ciencias Sociales: bloque de contenidos comunes

- Seleccionar la información técnica y los materiales.
- Recogida de información sobre hechos o fenómenos
- Lectura de textos propios de la temática a investigar.
- Formulación de interrogantes a partir de un problema o cuestión.
- Exposición oral de conclusiones de una experiencia.
- Aplicación de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos.
- Participación cooperativa en tareas
- Planificación, organización y gestión de proyectos individuales o colectivos.
- Desarrollo de proyectos en equipo, transformando ideas en acciones y cumpliendo con la parte del trabajo en tareas que implican a varios compañeros.
- Ayuda, trabajo con todos, aceptación a todos.
- Mejorar el producto y el proceso tras la evaluación.
- Tomar decisiones y calibrar oportunidades y riesgos.
- Evaluar el proyecto y el producto con ayuda de guías.
- Búsqueda de orientación o ayuda cuando la necesita de forma precisa.
- Aprendizaje de forma autónoma.
- Envío y recepción de contenidos digitales por medio de herramientas comunes en dispositivos de las TIC que lo permitan con el objeto de compartir información.

#### Matemáticas: bloque de procesos, métodos y actitudes

- Lectura comprensiva del enunciado.
- Identificación de la pregunta.
- Identificación e interpretación de los datos.
- Detección de la ausencia de datos para la posible resolución de un problema.
- Planteamientos y estrategias para comprender y resolver problemas de suma y resta referidos a situaciones reales sencillas
- Resolución individual o en grupo (trabajo cooperativo).
- Explicación oral y/o por escrito del proceso seguido en la resolución de problemas.
- Ensayo y error razonado. El error como forma de aprendizaje.
- Resolución de situaciones problemáticas abiertas
- Investigaciones matemáticas sencillas sobre números, medida, geometría y tratamiento de la información.
- Planteamiento de pequeños proyectos de trabajo. Aplicación e interrelación de diferentes conocimientos matemáticos.
- Aplicación de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos.
- Memorización comprensiva de la información debidamente organizada.

#### Educación Plástica: bloque de expresión plástica

- Adquisición de la coordinación y precisión necesarias para la ejecución de las distintas técnicas de la expresión plástica.
- Dominio y control de las distintas fases del proceso creativo: experimentación e investigación previas, planificar y organizar proyectos individuales o colectivos, organizar y gestionar el desarrollo de un proyecto, aportar soluciones originales a los problemas, transformar ideas en acciones, admitir los propios errores y aprender de ellos.
- Interés por la arquitectura, escultura, diseño industrial (objetos cotidianos, mobiliario urbano, moda).

### ***c.- Criterios de evaluación***

La LOMCE a través del Real Decreto, 126/2014, de 28 de febrero, (BOE nº 52, de 1 de marzo de 2014), a nivel estatal, y del Decreto 108/2014, de 4 de julio, (DOCV nº 7311, de 7 de julio de 2014), a nivel autonómico, relaciona los contenidos de cada asignatura con determinados criterios de evaluación. Siguiendo esta correlación y de acuerdo a los contenidos ya enumerados, forman parte del proyecto diseñado un total de 19 criterios de evaluación:

1. Actuar de modo eficaz en equipos de trabajo, participando en la planificación de metas comunes, tomando decisiones razonadas, responsabilizándose de su rol y su tarea, haciendo propuestas valiosas, reconociendo el trabajo ajeno y animando a los otros miembros del grupo, utilizando el diálogo igualitario para resolver conflictos y discrepancias.
2. Interpretar las demandas de las tareas de aprendizaje, mantener la concentración mientras las realiza, mostrar perseverancia y flexibilidad ante los retos y dificultades, esforzándose y manteniendo la calma y la motivación, intentando resolver las dudas por sus propios medios haciéndose preguntas y buscando ayuda si la necesita.
3. Planificar la realización de un producto o una tarea estableciendo metas, proponer un plan ordenado de acciones para alcanzarlas, seleccionar los materiales y estimar el tiempo para cada paso, adaptándolo ante los cambios e imprevistos, evaluar el proceso y la calidad del producto final con ayuda de guías para la observación detallando las mejoras realizadas.
4. En la resolución de problemas y pequeñas investigaciones científicas, utilizar diferentes estrategias como la descripción de pautas y regularidades, comprobar e interpretar las soluciones encontradas a partir de operaciones o respuestas dadas y mediante la formulación de nuevos enunciados, comunicando con claridad, oralmente y/o por escrito el proceso seguido a través de la reflexión y el diálogo.
5. Interpretar y utilizar el vocabulario del área del nivel educativo para analizar e intercambiar informaciones con otros alumnos o con los adultos, explicar el proceso y

evaluar el resultado de sus aprendizajes y de los de sus compañeros/as, hacer propuestas razonadas para mejorarlas y presentar su trabajo en público.

6. Diferenciar formas de energía así como algunas de las principales características y utilidades, justificando la necesidad de su consumo responsable.
7. Diferenciar las principales características de tipos de energía, sus fuentes, su origen y materias primas, enunciando los beneficios y riesgos de su uso actuando de acuerdo a hábitos de consumo responsable de la energía y otros recursos.
8. Diferenciar las fuentes de energías, su origen y sus materias primas, identificando las consecuencias de un mal uso de la energía.
9. Explorar y clasificar los elementos de juguetes/aparatos eléctricos a través de su montaje y/o desmontaje, para describir los principios básicos de funcionamiento y su utilidad.
10. Diseñar y construir objetos o máquinas sencillas que cumplan una función o condición proporcionando información sobre qué estrategias han empleado y evaluando el resultado.
11. Planificar el diseño y realizar el montaje de un circuito eléctrico para identificar sus elementos, explicar algunos efectos de la electricidad y la relación entre electricidad y magnetismo, proporcionando información sobre qué estrategias han empleado y evaluando el resultado.
12. Distinguir diferentes señales de tráfico clasificándolas según sus características y el tipo de actuaciones que implican en sus desplazamientos habituales.
13. Examinar algunos problemas ambientales relacionados con el desarrollo sostenible como el agotamiento, escasez o deterioro por contaminación de los recursos que se pueden obtener del suelo y el subsuelo especialmente las materias primas y el agua como resultado de las actividades humanas.

14. Analizar algunas de las manifestaciones del cambio climático como una consecuencia de la interacción de la actividad humana con el medio sugiriendo algunas posibles actuaciones para frenar dicho cambio.
15. Utilizar los porcentajes y la proporcionalidad directa para interpretar y explicar datos y mensajes de textos numéricos en situaciones de cálculo de precios, de cantidades, impuestos, rebajas, ofertas publicitarias, etc.
16. Reproducir y clasificar figuras del entorno (natural, artístico, arquitectónico, etc.) en base a alguna de sus propiedades, con los recursos apropiados (cinta métrica, fotografías, programas de geometría dinámica, etc.), utilizando el vocabulario adecuado, para explicar el mundo que nos rodea.
17. Interpretar una representación espacial (croquis de un itinerario, plano de casas o ciudades) realizada a partir de un sistema de referencia para orientarse en distintos entornos.
18. Realizar producciones artísticas bidimensionales, tridimensionales y mixtas eligiendo los materiales y recursos informáticos y tecnológicos más adecuados para conseguir diferentes efectos expresivos con precisión y calidad de ejecución.
19. Reconocer en los objetos y espacios las proporciones entre el dibujo y la realidad para realizar la representación gráfica utilizando escalas.

#### ***d.- Competencias clave***

Las competencias clave definidas por el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, (BOE nº 52, de 1 de marzo de 2014), y los acrónimos que utiliza para referirse a ellas tanto este Real Decreto como el Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, (DOCV nº 7311, de 7 de julio de 2014), son:

- CCLI: Competencia comunicación lingüística.
- CMCT: Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- CD: Competencia digital.
- CAA: Competencia aprender a aprender.
- CSC: Competencias sociales y cívicas.
- SIEE: Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- CEC: Conciencia y expresiones culturales.

Tal y como ocurre con los criterios de evaluación, tanto el Real Decreto estatal como el Decreto autonómico relacionan los criterios de evaluación con las competencias clave que desarrollan. En la Tabla 8 recoge esta relación añadiendo las asignaturas en las que aparece cada criterio de evaluación y sus competencias.

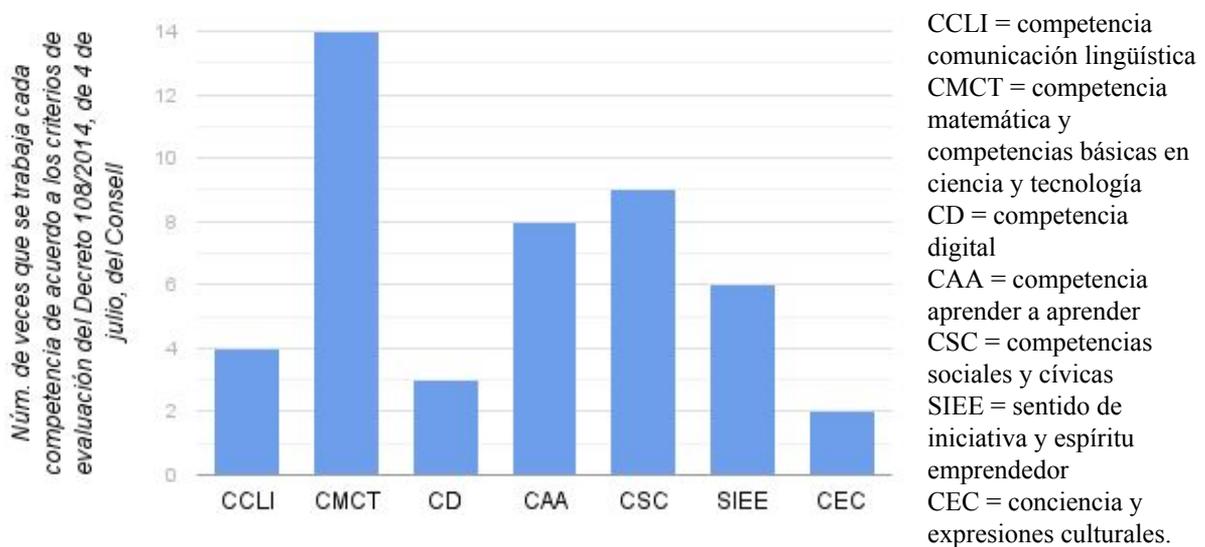
Tabla 8

*Correspondencia entre criterios de evaluación, competencias y asignaturas.*

<b>Criterio</b>	<b>Competencias</b>	<b>Asignatura</b>
1	CSC, CAA, SIEE	Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Educación Plástica
2	CAA, SIEE	Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Matemáticas, Ed. Plástica
3	CAA, SIEE, CD	Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Matemáticas, Ed. Plástica
4	CMCT, CCLI, CAA, CD	Matemáticas
5	CMCT, CCLI, CAA	Matemáticas
6	CMCT, CSC	Ciencias de la Naturaleza
7	CMCT, CSC	Ciencias de la Naturaleza
8	CMCT, CSC	Ciencias de la Naturaleza
9	CMCT, CSC	Ciencias de la Naturaleza
10	CMCT, SIEE	Ciencias de la Naturaleza
11	CMCT, SIEE	Ciencias de la Naturaleza
12	CSC	Ciencias Sociales
13	CMCT, CSC, CAA	Ciencias Sociales
14	CMCT, CAA	Ciencias Sociales
15	CMCT, CCLI, CSC	Matemáticas
16	CMCT, CCLI	Matemáticas
17	CMCT, CSC	Matemáticas
18	CEC, CAA, SIEE, CD	Educación Plástica
19	CEC, CMCT	Educación Plástica

*Nota.* CCLI = competencia comunicación lingüística, CMCT = competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, CD = competencia digital, CAA = competencia aprender a aprender, CSC = competencias sociales y cívicas, SIEE = sentido de iniciativa y espíritu emprendedor, CEC = conciencia y expresiones culturales.

En la Figura 23, que recoge estos datos, se observa que se trabajan todas las competencias clave del currículum, siendo la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), la más trabajada en el proyecto, seguida por las competencias social y cívica (CSC) y la competencia aprender a aprender (CAA).



*Figura 23.* Perfil competencial del proyecto.

### ***e.- Estándares de aprendizaje***

Los estándares de aprendizaje vienen fijados en el Real Decreto, 126/2014, de 28 de febrero, (BOE nº 52, de 1 de marzo de 2014), del Ministerio de Educación que define varios estándares para cada uno de los criterios de evaluación de cada asignatura.

Los estándares de aprendizaje están directamente relacionados con el proceso de evaluación al concretar en qué debe consistir el aprendizaje del estudiante. A continuación se recogen, relacionados con cada uno de los criterios de evaluación, los 32 estándares de aprendizaje relativos al proyecto diseñado.

*Estándares del criterio número 1.*

- 1.1.Utiliza estrategias para realizar trabajos de forma individual y en equipo, mostrando habilidades para la resolución pacífica de conflictos.
- 1.2.Utiliza algunos recursos a su alcance proporcionados por las tecnologías de la información para comunicarse y colaborar.
- 1.3.Participa en actividades de grupo adoptando un comportamiento responsable, constructivo y solidario y respeta los principios básicos del funcionamiento democrático.
- 1.4.Desarrolla actitudes de cooperación y de trabajo en equipo, valora las ideas ajenas y reacciona con intuición, apertura y flexibilidad ante ellas.

*Estándares del criterio número 2.*

- 2.1.Realiza las tareas encomendadas y presenta los trabajos de manera ordenada, clara y limpia.
- 2.2.Manifiesta autonomía en la planificación y ejecución de acciones y tareas y tiene iniciativa en la toma de decisiones.
- 2.3.Muestra actitudes de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés, creatividad en el aprendizaje y espíritu emprendedor que le hacen activo ante las circunstancias que le rodean.
- 2.4.Se plantea la resolución de retos y problemas con la precisión, esmero e interés adecuados al nivel educativo y a la dificultad de la situación.

*Estándares del criterio número 3.*

- 3.1.Planifica trabajos en grupo, coordina equipos, toma decisiones y acepta responsabilidades.
- 3.2.Planifica el proceso de trabajo con preguntas adecuadas: ¿qué quiero averiguar?, ¿qué tengo?, ¿qué busco?, ¿cómo lo puedo hacer?, ¿no me he equivocado al hacerlo?, ¿la solución es adecuada?

3.3. Realiza experiencias sencillas y pequeñas investigaciones: planteando problemas, enunciando hipótesis, seleccionando el material necesario, realizando, extrayendo conclusiones, y comunicando los resultados.

*Estándares del criterio número 4.*

4.1. Utiliza estrategias heurísticas y procesos de razonamiento en la resolución de problemas.

4.2. Reflexiona sobre el proceso de resolución de problemas: revisa las operaciones utilizadas, las unidades de los resultados, comprueba e interpreta las soluciones en el contexto de la situación, busca otras formas de resolución, etc.

*Estándares del criterio número 5.*

5.1. Utiliza, de manera adecuada, el vocabulario correspondiente a cada uno de los bloques de contenidos.

5.2. Expone oralmente de forma clara y ordenada contenidos relacionados con el área manifestando la comprensión de textos orales y/o escritos

*Estándares del criterio número 6 y 7.*

6.1. Identifica y explica algunas de las principales características de las energías renovables y no renovables, identificando las diferentes fuentes de energía y materias primas y el origen de las que provienen.

*Estándares del criterio número 8.*

8.1. Identifica y explica los beneficios y riesgos relacionados con la utilización de la energía: agotamiento, lluvia ácida, radiactividad, exponiendo posibles actuaciones para un desarrollo sostenible.

*Estándares del criterio número 9.*

9.1. Identifica diferentes tipos de máquinas, y las clasifica según el número de piezas, la manera de accionarlas, y la acción que realizan

9.2. Observa, identifica y describe algunos de los componentes de las máquinas.

*Estándares del criterio número 10.*

10.1. Construye alguna estructura sencilla que cumpla una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas

*Estándares del criterio número 11.*

11.1. Observa e identifica los elementos de un circuito y construye uno

*Estándares del criterio número 12.*

12.1. Conoce el significado de algunas señales de tráfico, reconoce la importancia de respetarlas y las utiliza tanto como peatón y como usuario de medios de transporte

*Estándares del criterio número 13.*

13.1. Explica el uso sostenible de los recursos naturales proponiendo y adoptando una serie de medidas y actuaciones que conducen a la mejora de las condiciones ambientales de nuestro planeta.

*Estándares del criterio número 14.*

14.1. Explica las causas y consecuencias del cambio climático y las actuaciones responsables para frenarlo.

*Estándares del criterio número 15.*

15.1. Calcula porcentajes de una cantidad.

15.2. Calcula tantos por ciento en situaciones reales.

*Estándares del criterio número 16.*

16.1. Utiliza instrumentos de dibujo y herramientas tecnológicas para la construcción y exploración de formas geométricas.

16.2. Identifica en una obra bidimensional formas geométricas simples.

*Estándares del criterio número 17.*

- 17.1. Comprende y describe situaciones de la vida cotidiana, e interpreta y elabora representaciones espaciales (planos, croquis de itinerarios, maquetas), utilizando las nociones geométricas básicas (situación, movimiento, paralelismo, perpendicularidad, escala, simetría, perímetro, superficie).
- 17.2. Interpreta y describe situaciones, mensajes y hechos de la vida diaria utilizando el vocabulario geométrico adecuado: indica una dirección, explica un recorrido, se orienta en el espacio.

*Estándares del criterio número 18.*

- 18.1. Confecciona obras tridimensionales con diferentes materiales planificando el proceso y eligiendo la solución más adecuada a sus propósitos en su producción final.

*Estándares del criterio número 19.*

- 19.1. Conoce y comprende el término de escala y es capaz de aplicarlo cambiando la escala de un dibujo sencillo mediante el uso de una cuadrícula.

### **3.2.3.- Metodología didáctica**

#### ***a.- Pautas metodológicas generales.***

En el objetivo general del presente trabajo ya se establecen una serie de estrategias metodológicas a seguir en el tipo de proyectos de aprendizaje STEAM que se pretende definir. Todas estas estrategias metodológicas tienen en común que son consideradas metodologías activas, es decir están centradas en el alumno, son capaces de alcanzar objetivos de alto nivel cognitivo, generan aprendizajes significativos y facilitan la conexión a diversos contextos (Fernández, 2006; Prégent, 1990)

Se ha estado definiendo la propuesta de intervención como un proyecto ya que toma de este tipo de aprendizaje el marco metodológico global en el que se enmarcan el resto de estrategias. Toda la actividad docente estará enfocada al diseño y desarrollo del producto final (Salinas, 1997), presentando un reto relacionado con la construcción y programación de

una plataforma robótica cuyo diseño esté estrechamente vinculado a una de las áreas de oportunidad STEAM. Tras identificar las necesidades de aprendizaje, se iniciará un proceso de investigación que conduzca a la resolución del proyecto (Liu y Pedersen, 19998).

La incorporación de otras metodologías siempre estará enfocada a facilitar o complementar este proceso respetando, en todo momento, la aparición de los siete elementos propios del aprendizaje basado en proyectos (Larmer et al., 2015): reto inicial, investigación profunda, autenticidad, toma de ciertas decisiones por parte del alumnado, reflexión, crítica más revisión y existencia de producto final.

Estructuralmente, de cara al diseño del proyecto, se ha adaptado la plantilla de diseño de los proyectos de comprensión de Del Pozo (2009). La Figura 24 recoge la cabecera de esta adaptación en la que, una vez fijada el área conceptual principal y su disciplina, se establecen unos “hilos conductores” que se concretan en un “tópico generativo” y en unas “metas de comprensión”.

**Cursos recomendados:** (4º) (5º) (6º)      **Trimestre:**      **Año escolar:**

**Área de oportunidad principal:** \_\_\_\_\_ (S) (T) (E) (A) (M)

Hilos Conductores

Tópico Generativo

Metas de Comprensión

Figura 24. Adaptación de la plantilla para el diseño de proyectos de comprensión de Del Pozo (2009).

Los hilos conductores, tópico generativo y metas de comprensión están destinados a concretar el tema y lo que deben aprender los estudiantes. Además unidos al uso de la robótica como herramienta, acercan el área de oportunidad principal a la realidad, y la convierten en un objeto tangible, manipulable, que supone un reto y dota al proyecto de autenticidad. La secuencia metodológica que se propone en la estructura de actividades pretende garantizar un proceso de investigación cooperativo y creativo, así como la aparición de momentos de reflexión, crítica y revisión. Para ello se fijó un esquema metodológico general, recogido en la Figura 25, en el que se entrelazan las características de un proyecto, con estructuras de aprendizaje cooperativo, secuencias de aprendizaje basado en problemas (PBL) y sesiones de flipped classroom.

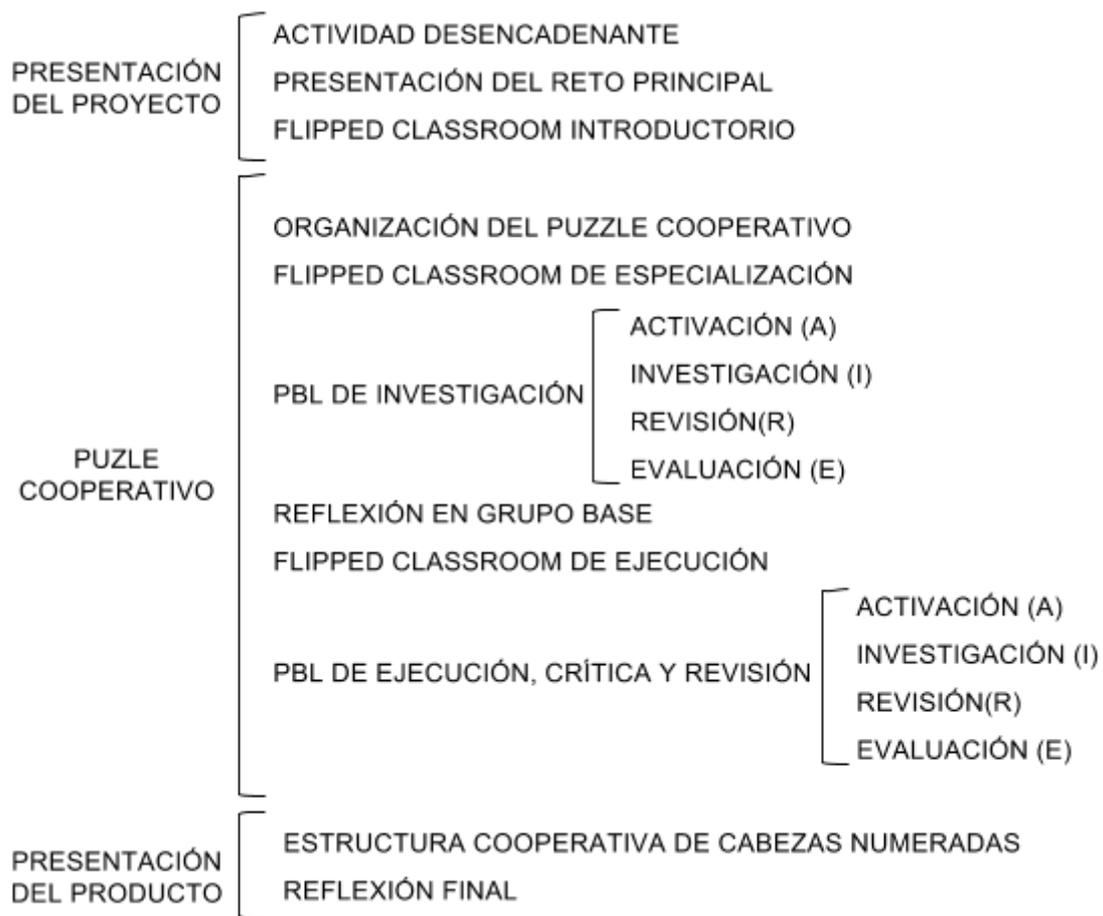


Figura 25. Esquema metodológico general para el proyecto STEAM

Un primer nivel del esquema divide la secuencia de actividades en tres: (1) presentación del proyecto, (2) realización de un puzle cooperativo y (3) presentación del producto final.

La presentación del proyecto consta de una actividad desencadenante, que acerca el tema a los estudiantes, los motiva y sirve de introducción a la presentación del reto que deben resolver. Como actividad de enlace al puzle cooperativo, se fija una sesión de flipped classroom, cuyo objetivo es que los estudiantes conozcan el marco conceptual básico del proyecto y que el docente cuente con datos objetivos para organizar los grupos cooperativos.

El puzle cooperativo hace la función de gran paraguas metodológico que engloba el grueso del proceso de aprendizaje y lo subdivide en cuatro fases: (1) la organización del puzle, que se inicia con la formación, por parte del docente, de grupos base de 3-4 alumnos cuya tarea será la de conocer, analizar y repartir los retos individuales de los que consta el proyecto y que concluye con una nueva sesión de flipped classroom en la que cada alumno se especializará en los conceptos de la parte del proyecto que le ha tocado resolver, (2) el “PBL (aprendizaje basado en problemas) de investigación” que comienza cuando el docente reorganiza a los alumnos en grupos de investigación o de especialistas formados por 3-4 alumnos a los que, al repartir en el grupo base, les ha tocado el mismo reto individual y forman un nuevo grupo para poder resolverlo, y que se concreta en una secuencia de aprendizaje basado en problemas, “PBL de investigación”, que sigue la estructura 4x4 de Prieto et al. (2006), (3) reflexión en grupos base, que empieza con la desaparición de los grupos de investigación para volver a formar los grupos base, que realizarán actividades que impliquen autoevaluación individual y grupal de la fase anterior, presentación al resto del grupo base de lo aprendido durante la investigación y una evaluación entre iguales que permita reflexionar sobre las presentaciones realizadas y que acaba con la tercera sesión general de flipped classroom en la que cada estudiante trabajará los conceptos necesarios para pasar de los retos individuales al reto del producto final y (4) el “PBL de ejecución, crítica y revisión” en el que se vuelve a utilizar la estructura de aprendizaje de problemas basada en Prieto et al. (2006), Del Pozo (2009) y Wood (2003), cuyo objetivo es abordar el diseño, ejecución, fabricación y/o montaje del producto final (Prieto et al., 2006; del Pozo, 2009 y Wood. 2003).

Una vez concluido el puzzle cooperativo se entra en la presentación del producto final, en la que seguirán trabajando juntos los grupos base. En este caso las actividades siguen el esquema cooperativo de las “Cabezas numeradas” que obliga a los estudiantes del grupo a realizar una revisión general del producto y de los conceptos aprendidos asegurándose de que todos los componentes del grupo han aprendido y saben presentar el producto.

Se empieza numerando a los componentes del grupo, después se les deja tiempo para preparar la presentación del producto y asegurarse de que todos saben presentarlo y finalmente, por sorteo, se escoge al estudiante que debe presentar el producto final al resto de la clase. La secuencia concluye con la reflexión final que puede incluir actividades de autoevaluación grupal e individual, actividades que certifiquen un manejo adecuado de conceptos y actividades puras de reflexión como la conclusión de un portafolio.

La secuencia de aprendizaje de los “PBL de investigación” y “PBL de ejecución, crítica y revisión”, que se recoge en la Figura 26, toma de Prieto et al. (2006), la división en 4 pasos y su nomenclatura: A, I, R, E, aunque con variaciones en su contenido.

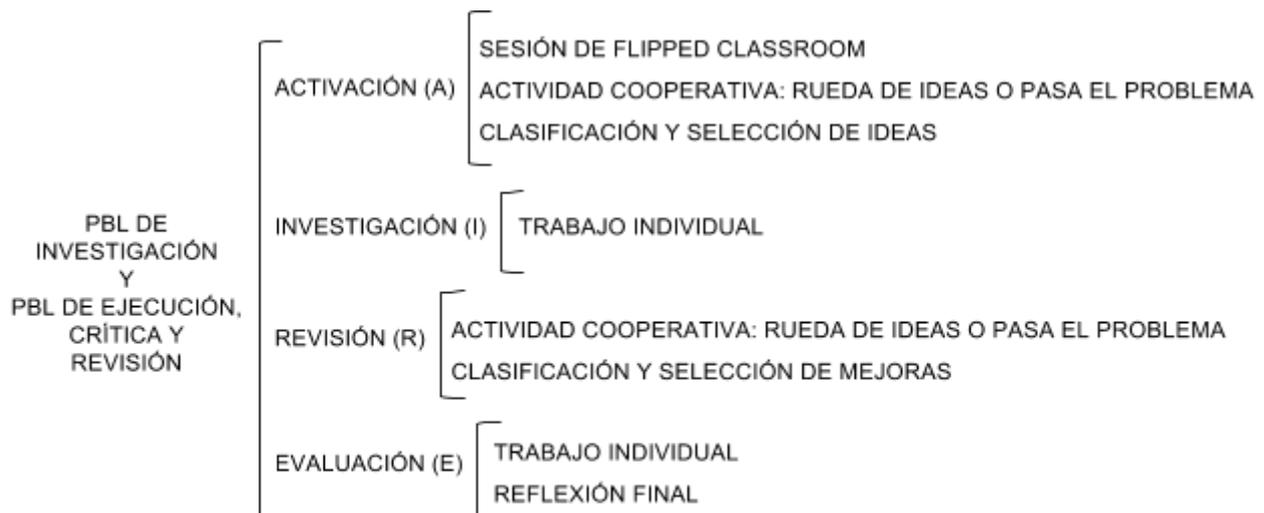


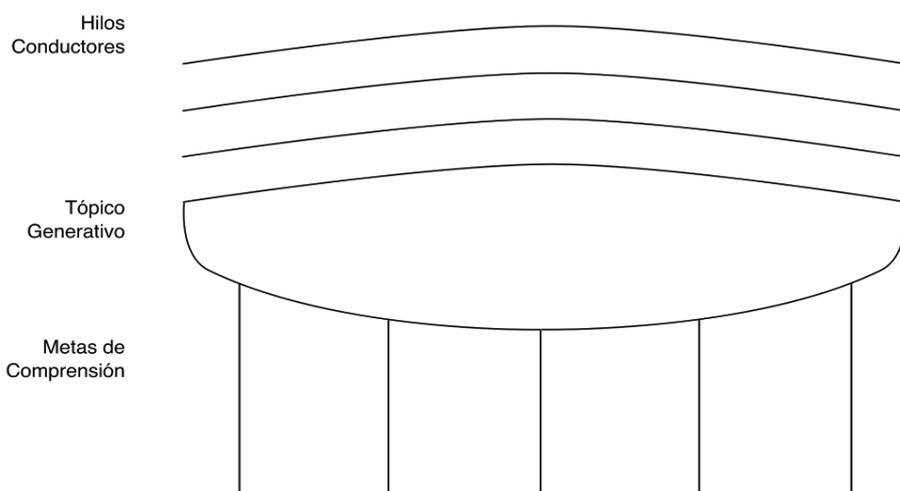
Figura 26. Estructura general del PBL para el proyecto STEAM.

El primer paso es el de Activación (A) que sirve para establecer contacto con el problema o retos a resolver y en él, a través de una actividad cooperativa tipo rueda de ideas o pasa el problema, se generan una serie de ideas, hipótesis o soluciones (Wood, 2003) que se clasifican, seleccionando las que se creen correctas, y se reparten (Del Pozo, 2009). El segundo paso es el de Investigación (I) que se transforma en la fase de estudio y trabajo individual siguiendo a Wood (2003) y Del Pozo (2009). En el tercer paso, Revisión (R), se analiza el trabajo individual realizado siguiendo de nuevo un estructura cooperativa tipo rueda de ideas o pasa el problema, que acaba por redefinir algunas de las ideas, hipótesis o soluciones de la fase de activación. El cuarto paso es el de Evaluación (E) que pierde su carga cooperativa y se centra en la evaluación entendida como reflexión personal y mejora de todo lo trabajado.

En base a todo el esquema metodológico descrito se termina de dar forma a la plantilla de diseño del proyecto tal y como se recoge en Figura 27. Esta plantilla es la que el docente deberá completar una vez haya escogido las áreas de oportunidad conceptual y no conceptual que quiere trabajar.

Cursos recomendados: 4° 5° 6° Trimestre: Año escolar:

Área de oportunidad principal: \_\_\_\_\_ (S) (T) (E) (A) (M)



Actividades

Presentación del proyecto	Actividad desencadenante	_____	
	Presentación del reto	_____	
	Flipped introductorio	_____	
	Organización del puzzle	_____	
Puzzle cooperativo	Flipped de especialización	_____	
	PBL de investigación	Activación	_____
		Investigación	_____
		Revisión	_____
		Evaluación	_____
	Reflexión en grupo base	_____	
	Flipped de ejecución	_____	
	PBL de ejecución, crítica y revisión	Activación	_____
		Investigación	_____
		Revisión	_____
Evaluación		_____	
Presentación del producto	Cabezas numeradas	_____	
	Reflexión final	_____	

Figura 27. Plantilla de diseño general para el proyecto STEAM. Adaptado del organizador gráfico para el diseño de un proyecto de comprensión de Del Pozo (2009)

**b.- Descripción metodológica concreta.**

De acuerdo a las pautas metodológicas y las plantillas del apartado anterior la descripción metodológica concreta para el proyecto de aprendizaje STEAM diseñado es la que se recoge en la Figura 28.

Área de oportunidad principal: Sostenibilidad  T E A M

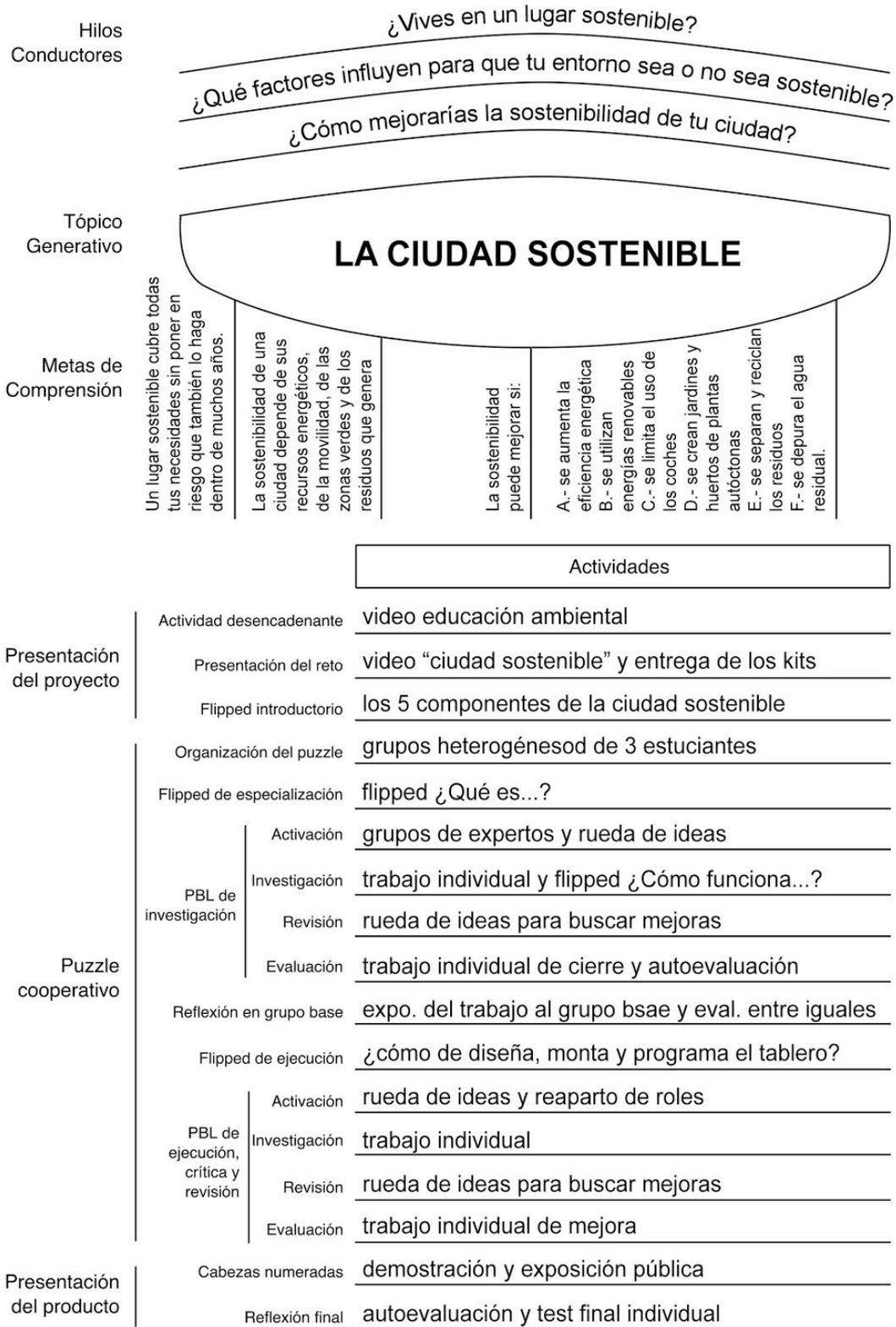


Figura 28. Plantilla de diseño del proyecto Ciudad Sostenible.

El proyecto está orientado a los cursos de 4º, 5º y 6º y su área de oportunidad principal es la sostenibilidad que es un área de la disciplina de las ciencia (S). Los “hilos conductores” del proyecto son tres:

- A. ¿Vives en un lugar sostenible?
- B. ¿Qué factores influyen para que tu entorno sea o no sea sostenible?
- C. ¿Cómo mejorarías la sostenibilidad de tu ciudad?

Una vez definidas estas metas se establece el “tópico generativo” de la Ciudad Sostenible, que pasa a dar nombre al proyecto, definiéndose tres metas de comprensión:

- A. Un lugar sostenible cubre todas tus necesidades sin poner en riesgo que también lo haga dentro de muchos años.
- B. La sostenibilidad de una ciudad depende de sus recursos energéticos, de la movilidad, de las zonas verdes y de los residuos que genera
- C. La sostenibilidad puede mejorar si:
  - C1. se aumenta la eficiencia energética
  - C2. se utilizan energías renovables
  - C3. se limita el uso de los coches
  - C4. se crean jardines y huertos de plantas autóctonas
  - C5. se separan y reciclan los residuos
  - C6. se depura el agua residual.

La secuencia de actividades, tal y como se recoge en la plantilla de diseño, se inicia con la presentación del proyecto que consta de la “actividad desencadenante”, la presentación del tablero robótico de la Ciudad Sostenible y la sesión “flipped classroom (FC) introductorio”.

A continuación se inicia el puzle cooperativo formando los grupos base, que serán heterogéneos y estarán formados por tres alumnos. Estos alumnos se familiarizarán con su kit de robótica a través del video “La Ciudad Sostenible” tras el que se repartirán los retos individuales asumiendo cada alumno una especialización: experto en biodiversidad y energía, experto en movilidad y energía y experto en eficiencia y residuos. Con el reparto hecho cada estudiante realizará la sesión del “FC de especialización” que le corresponda.

Tras la sesión flipped se inicia el “PBL de investigación” formándose grupos de 3 estudiantes con la misma especialización. La plantilla general establece la secuencia de Activación, Investigación, Revisión y Evaluación para los PBL: para las fases de Activación y Revisión se utiliza la “rueda de ideas” como actividad cooperativa y además se introduce el “FC de expertización” como actividad intermedia entre las fases de Investigación y Revisión.

Las actividades de “reflexión en grupo base” tras el “PBL de investigación” siguen estrictamente la estructura metodológica ya descrita en la plantilla general acabando con el “FC de ejecución”.

La fase del “PBL de ejecución, crítica y revisión” establece, como en el “PBL de investigación”, la rueda de ideas como estructura cooperativa del primer y segundo paso (A, R), sin embargo no introduce ninguna sesión de flipped classroom intermedia.

Los roles que deberán repartirse los estudiantes dentro del grupo tras la fase de Activación (A) serán los de diseñador, montador y programador: el diseñador asumirá el desarrollo creativo del producto siendo el encargado de diseñar su aspecto final y consensuar todas las decisiones que impliquen un cierto grado de libertad creativa; el montador será el responsable del ensamblaje físico de las piezas del tablero; y el programador se responsabilizará de realizar la programación de las placas de control del tablero y el robot.

La presentación del producto final, el tablero robótico de la Ciudad Sostenible, sigue la estructura preestablecida organizando una actividad de cabezas numeradas e introduciendo una autoevaluación individual y grupal además de un test de personal de conocimientos sobre el desarrollo sostenible.

En esta fase cada uno de los alumnos del grupo deberá asegurarse de que sus compañeros han comprendido el trabajo de todos los roles, las decisiones que se han tomado y que sabrán explicarlas en público. La presentación en sí misma constará de dos partes: la primera consistirá en demostrar que el robot es capaz de activar el tablero de la Ciudad Sostenible y la segunda en una breve exposición oral en la que se explicarán las decisiones

tomadas en el diseño gráfico de los acabados, el montaje de ciertas piezas del tablero y el grado de dificultad alcanzado en la programación de las placas.

Todo el proceso será evaluado por el docente con una rúbrica y tras la presentación se desharán los grupos y cada alumno deberá contestar la rúbrica de autoevaluación y el test final.

### **3.2.4.- Materiales y recursos**

Los materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto son esencialmente dos: (1) el kit de robótica Ciudad Sostenible, incluido su material didáctico, y (2) un entorno virtual de aprendizaje necesario para las sesiones de flipped classroom y útil para apoyar el trabajo individual y las actividades de evaluación.

#### ***a.- Kit de robótica***

En el kit de robótica, específicamente diseñado para el proyecto, se utilizaron placas de control, sensores y actuadores de compatibles con Arduino Uno y piezas de plástico tipo PLA impresas en tres dimensiones. La selección de este tipo de componentes se realizó en base a criterios tanto didácticos como económicos.

La utilización de impresoras 3D permite un alto grado de libertad en el diseño del kit adecuando las formas según el tema del proyecto. Con los mismos componentes robóticos, placa, sensores y actuadores, es posible generar cualquier tipo de reto robótico, lo que permite que el proyecto no esté condicionado por el kit de robótica sino que serán los criterios didácticos los que impongan y definan el diseño del kit. De esta manera se siguen las recomendaciones de Mubin et al. (2013) que demandan mayores esfuerzos en la identificación de los currículums apropiados y en el desarrollo de los materiales de aprendizaje que en el desarrollo de kits cerrados o softwares especiales.

El uso de la impresión 3D deja abierta la posibilidad de que el diseño del kit forme parte del proceso de aprendizaje dotando a los estudiantes de libertad para diseñar sus propias formas y aunque el proyecto diseñado no utiliza esta idea es una opción que profundizaría aún más en las disciplinas del arte y la ingeniería.

Desde el punto de vista económico la posibilidad de reutilizar los componentes robóticos de otro proyecto reduce los costes considerablemente ya que esta partida representa el 65 % del coste total del material. Este porcentaje se ve reflejado en el Tabla 9 que recoge el resumen de costes de producción del prototipo del kit de la Ciudad Sostenible.

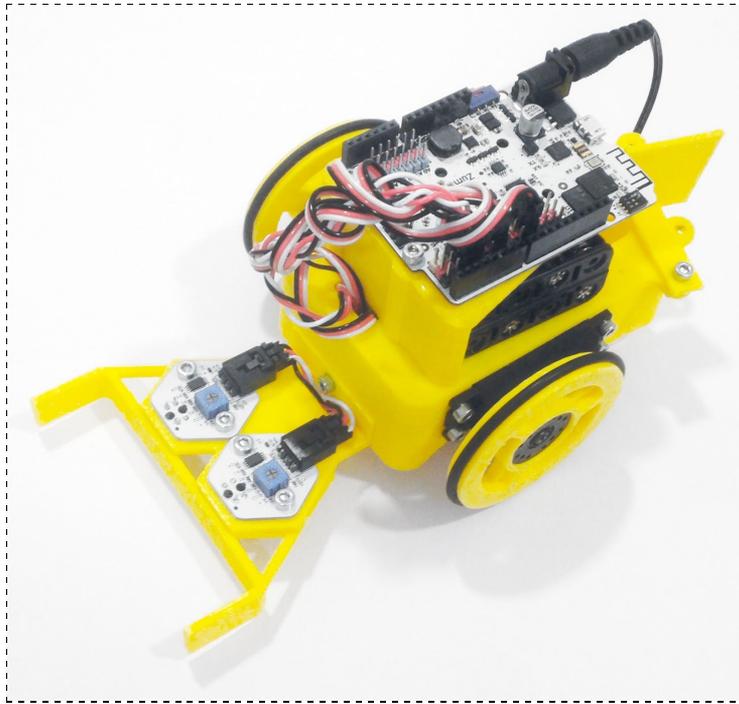
Tabla 9  
*Costes de producción del prototipo del kit Ciudad Sostenible.*

<b>Partida</b>	<b>Precio</b>	<b>Porcentaje</b>
Electrónica	115,73 €	65,0%
Piezas Impresas	25,55 €	14,3%
Ferretería	12,31 €	7,0%
Papelería	24,40 €	13,7%
<b>Total</b>	<b>177,99 €</b>	<b>100,0%</b>

El kit conserva las tres fases de trabajo que definen a la robótica educativa basada en el aprendizaje interactivo, construcción, programación y manipulación (Karim et al., 2015), garantizando en el proyecto el fomento y la aparición de la disciplina de la tecnología (T) y permitiendo una primera conexión interdisciplinar.

El uso de la robótica de la manera anteriormente descrita se enmarca dentro del área de oportunidad conceptual de las máquinas simples, compuestas y aparatos eléctricos y por tanto será un área trabajada por todo proyecto que incluye el proceso de construcción, programación y manipulación de plataformas robóticas.

En cada grupo-aula los kits de trabajo van acompañados por un robot similar al de la Figura 29 totalmente montado y programado para seguir una línea negra de 5 cm de ancho. El robot es una versión del robot diseñado por la marca BQ y denominado PrintBot Renacuajo y es el que el docente presta a cada grupo durante la demostración pública para que recorra el tablero montado por el grupo y active los diferentes elementos que hacen de la ciudad un lugar sostenible.



*Figura 29.* Adaptación del PrintBot Renacuajo de BQ empleada en el proyecto Ciudad Sostenible

El robot emplea una placa de control ZUM compatible con Arduino Uno, dos servos de rotación continua y un sensor siguelíneas doble, todos ellos montados, mediante tornillería, en una carcasa de plástico PLA impresa en 3D.

Para programarlo se utiliza el software online Bitbloq, desarrollado por BQ, que consiste en una interfaz intuitiva de bloques que, por detrás, genera el código el arduino que se ha de cargar en la placa de control.

El montaje y programación del robot tienen lugar en la fase final del puzzle cooperativo, dentro del “PBL de ejecución, crítica y revisión”, mientras que la manipulación se produce en la fase de presentación pública del producto final.

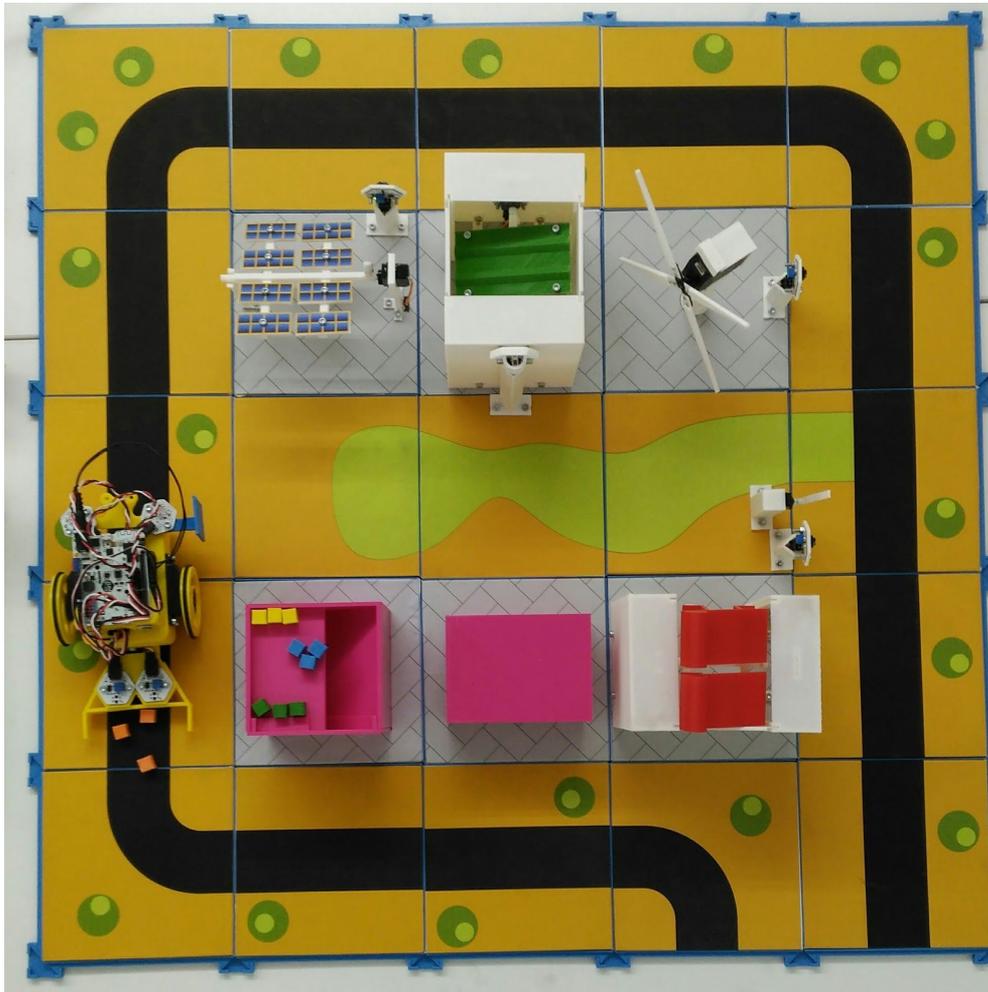
El tablero de retos que conforma la Ciudad Sostenible en sí misma, está compuesto por 25 baldosas de 15x15 cm cada una, se monta sobre una estructura de crucetas desmontables y todas sus piezas están fabricadas en plástico PLA mediante impresión 3D.

El tablero reproduce la manzana de una ciudad que debe ser programada para que cuando el robot recorra la calle perimetral se vayan activando los diferentes elementos que la

convierten en una ciudad sostenible. La Figura 30 recoge el esquema organizativo del tablero que se puede apreciar en la fotografía de la Figura 31.

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>A</b>	Inicio de recorrido del robot ↓	Fin del recorrido ↻	←	←	↻
<b>B</b>	↓	Edificio de viviendas no robótico	Ayuntamiento . con placa de control oculta	Edificio comercial con recogida selectiva	↑
<b>C</b>	↓	Marquesina de control de la movilidad		Edificio de viviendas no robótico con iluminación urbana	↑
<b>D</b>	↓	Edificio de viviendas con cubierta sostenible	Campo solar fotovoltaico	Torre eólica	↑
<b>E</b>	↻	→	→	→	↻

Figura 30. Esquema organizativo del tablero “Ciudad Sostenible”.



*Figura 31.* Fotografía del tablero “Ciudad Sostenible” montado.

De las nueve baldosas que conforman el núcleo central del tablero, seis son baldosas robóticas, que plantean seis retos de sostenibilidad y robótica: (1) energía eólica, (2) cubierta sostenible, (3) campo fotovoltaico, (4) control de movilidad, (5) recogida selectiva e (6) iluminación urbana. Además se incluyen otras tres baldosas no robotizadas que terminan de conformar los edificios de la ciudad y que sirven para ocultar elementos como la placa de control ZUM. El cableado de conexión de cada baldosa con la placa se oculta bajo la estructura de traviesas del tablero. Al igual que para la programación del robot, el código arduino del tablero se genera y carga en la placa ZUM utilizando Bitbloq, el software desarrollado por BQ. La Tabla 10 resume las características de cada una de las 25 baldosas utilizando la nomenclatura de la Figura 30.

Tabla 10

*Características de las baldosas del tablero de la Ciudad Sostenible.*

<b>Baldosa</b>	<b>Formalización</b>	<b>Componentes robóticos</b>	<b>Reto robótico</b>	<b>Libertad creativa</b>
A1	Calle exterior	Ninguno	Inicio del recorrido del robot siguelineas	Ninguna
A2	Calle exterior	Ninguno	Giro a derecha y fin del recorrido del robot siguelineas	Ninguna
A3	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna
A4	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna
A5	Calle exterior	Ninguno	Giro a izquierda del recorrido del robot siguelineas	Ninguna
B1	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna
B2	Edificio de viviendas	Ninguno	Ninguno	Diseño gráfico de fachada sostenible
B3	Ayuntamiento	Placa ZUM	Conexión de todo el cableado y compilación del programa	Ninguna
B4	Edificio comercial	Miniservo	Giro del miniservo cuando se active el sensor IR de la baldosa C4	Diseño gráfico de fachada sostenible de edificio comercial y grados en giro del miniservo
B5	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna
C1	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna
C2	Marquesina	Led ZUM Sensor IR	Encendido del led cuando se active el sensor IR	Parpadeo e intensidad del brillo del Led
C3	Calle interior	Ninguno	Ninguno	Ninguna
C4	Edificio de viviendas con iluminación urbana	Led ZUM Sensor IR	Encendido del Led cuando se active el sensor IR	Diseño de fachada sostenible, montaje de la luminaria de la farola y parpadeo e intensidad del brillo del Led
C5	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna
D1	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna
D2	Edificio de viviendas con cubierta sostenible	Led ZUM Sensor IR	Encendido del Led cuando se active el sensor IR	Diseño de fachada sostenible y parpadeo e intensidad del brillo del Led
D3	Campo solar fotovoltaico	Miniservo	Giro del miniservo para orientar las placas fotovoltaicas cuando se active el sensor IR de la baldosa C2	Grados en el giro del miniservo y variación programada de la posición
D4	Torre eólica	Servo de rotación continua	Activación del servo cuando se active el sensor IR de la baldosa D2	Cambios en la velocidad de giro del servo
D5	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna

<b>Baldosa</b>	<b>Formalización</b>	<b>Componentes robóticos</b>	<b>Reto robótico</b>	<b>Libertad creativa</b>
E1	Calle exterior	Ninguno	Giro a izquierda del recorrido del robot siguelineas	Ninguna
E2	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna
E3	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna
E4	Calle exterior	Ninguno	Recorrido del robot siguelineas	Ninguna
E5	Calle exterior	Ninguno	Giro a izquierda del recorrido del robot siguelineas	Ninguna

Las seis baldosas numeradas como B4, C2, C4, D2, D3 y D4 son las que se asignan de dos en dos a los estudiantes de los grupos base al inicio del puzle cooperativo, durante la presentación y análisis inicial del tablero:

- Experto en biodiversidad y energía: baldosas D2 y D4
- Experto en movilidad y energía: baldosas C2 y D3
- Experto en eficiencia y residuos: baldosas B4 y C4

Los alumnos trabajan sus dos baldosas alternando el trabajo cooperativo y el individual dentro del “PBL de investigación”, tras el cual se inicia el montaje del tablero completo y su programación dentro del “PBL de ejecución, crítica y revisión”. En este caso el trabajo no se distribuye por baldosas sino por tipología creando los roles de diseñador, montador y programador.

Una descripción gráfica de cada una de las baldosas y del tablero completo se ha incluido en el Apéndice 7.5.

El kit incorpora cuatro guías didácticas que deben ser utilizadas por los estudiantes en diferentes fases el proyecto (Apéndice 7.6): (1) guía de presentación en la que se describen el tablero, el robot y los seis retos individuales a repartir; (2) guía de investigación, que se divide en seis partes, una por cada baldosa, que se deben trabajar en el grupo de investigación y que plantean el problema a resolver y orientan al alumno para conseguir la información y datos necesarios durante el “PBL de investigación”; (3) guía de ejecución que se utiliza durante el segundo PBL y está dividida en tres partes, una por cada rol: la guía del diseñador,

la del montador y la del programador; en ellas se orienta al estudiante sobre los pasos a seguir para resolver su parte del trabajo y se les reta con pequeños problemas abiertos que estimulen su creatividad: diseño gráfico de ciertos componentes, diferentes posibilidades de encaje de piezas y alternativas a la programación básica; y (4) guía de presentación, en la que se dan las instrucciones necesarias para llevar a cabo la actividad de cabezas numeradas y consejos sobre la demostración y la presentación.

Las guías serán custodiadas por el docente que las repartirá en cada sesión según la secuencia fijada en el programa de actividades. El uso de estas guías se alternará con el uso del ordenador para realizar varias actividades, por lo que se trata de un proceso que, en paralelo, obliga a los estudiantes a manipular y discutir las fichas de las guías didácticas y a acudir a su ordenador a completar tareas individuales.

#### ***b.- Entorno virtual de aprendizaje***

El uso de un entorno virtual de aprendizaje (EVA) se hace necesario en el momento en que se decide disponer de datos personalizados de cada estudiante tras las sesiones de flipped classroom. Estas sesiones fueron diseñadas de manera que tras la visualización de un vídeo los alumnos debían contestar una serie de preguntas y los resultados de estas sesiones formarán parte del proceso de evaluación continua durante el proyecto.

Los criterios para la selección del EVA, al igual que en el diseño del kit de robótica, fueron didácticos y económicos: el entorno Moodle es una plataforma de código abierto, es decir gratuita, con un nivel de desarrollo de varios años y la versión 3.0 incorpora potentes herramientas para gestionar el trabajo cooperativo, los agrupamientos y el seguimiento personalizado de los estudiantes, además de tener una alto grado de libertad en su instalación, permitiendo adecuarla a las necesidades de cada proyecto.

De este modo una instalación de Moodle 3.0 suponía una fuente de oportunidades didácticas de las que el proyecto se podía aprovechar asumiendo solo los costes de alquiler de un alojamiento web. La plataforma se instaló dentro del servidor adoce.es en la dirección “<http://ciudadsostenible.adoce.es>”. Cada kit de la Ciudad Sostenible tiene impresos los códigos de acceso al EVA de los tres alumnos que pueden utilizarlo y aunque el acceso es individual, queda reflejado el grupo base al que pertenece cada estudiante.

Además de seguir las actividades didácticas que se vayan indicando en clase y que irán apareciendo en el apartado cursos, cada uno de los alumnos puede personalizar su ficha virtual en la plataforma, pedir ayuda al resto a través del foro principal y contactar con el docente. Algunas imágenes descriptivas del entorno utilizado para la puesta en práctica del proyecto se recogen en el Apéndice 7.7.

La estructura interna del proceso de enseñanza, dentro del apartado cursos, sigue el esquema del propio proyecto recogiendo incluso el contenido de actividades que aunque se hayan realizado en clase de forma dirigida por el docente, quedan a disposición de los alumnos para su revisión posterior. Todas las actividades se van activando progresivamente según se avanza en el proceso de aprendizaje, no estando a la vista hasta el momento de abordarlas. Como se ha descrito en el apartado del material didáctico del kit, el entorno virtual es una herramienta que discurre en paralelo a la actividad en el aula y que, en este caso, se ha enfocado especialmente a las actividades individuales.

Se recogen así las actividades de la presentación del reto a la clase, para su consulta posterior, y las sesiones de flipped classroom introductorio y de especialización. Acabadas estas actividades se activa todo el material digital necesario para trabajar las fases individuales del “PBL de investigación” según la especialización que le haya sido asignada a cada estudiante.

Tras el “FC de expertización” y su posterior trabajo individual se acaba el primer bloque de investigación, activándose las actividades individuales relacionadas con la reflexión en el grupo base: la autoevaluación individual y grupal del trabajo realizado en el grupo de investigación y la actividad de evaluación entre iguales, tras la presentación del trabajo al resto del grupo base.

Realizado el “FC de ejecución” a cada estudiante se le activan los contenidos digitales necesarios para resolver los retos de su rol dentro del “PBL de ejecución, crítica y revisión”: tutoriales de diseño sostenible, de montaje del tablero y de programación.

Finalmente, dentro de la fase de presentación del producto final, aparecen las actividades de autoevaluación individual y grupal, así como el test final de contenidos.

Todos los datos quedan registrados y además de formar parte de la evaluación formativa del proceso de enseñanza, sirven para la evaluación final sumativa.

### **3.2.5.- Actividades**

#### ***a.- Temporalización***

La estructura metodológica descrita anteriormente, al concretar las actividades que la componen, se programa para una duración mínima de 14 sesiones y una máxima de 23 (Tabla 11), por lo que tomando como referencia dos sesiones por semana, hace un total de 7 a 11 semanas.

Esta variación se debe a las diferentes edades a las que está destinado el proyecto, porque, aunque por currículum, asimilación de conceptos y tareas es un proyecto viable en 4º, 5º y 6º de Educación Primaria, tal y como se ha visto en el análisis STEAM y en la descripción de los elementos curriculares de la propuesta, los ritmos de aprendizaje, especialmente en las fases de trabajo individual, es de esperar que sean diferentes según la edad.

Se prevén, por tanto, diferentes ritmos para las actividades individuales que suponen el montaje o la manipulación de componentes de cierta precisión o el aprendizaje de lenguajes de programación; estos diferentes ritmos de aprendizaje serán reajustados tras los estudios empíricos.

Tabla 11

*Temporalización del proyecto STEAM Ciudad Sostenible*

<b>Fase metodológica</b>	<b>Número de actividades</b>	<b>Número de sesiones</b>
Presentación del proyecto	3	1
Organización del puzzle cooperativo	3	1
PBL de investigación paso A	4	1
PBL de investigación paso I	2	1-3
PBL de investigación paso R	2	0.5
PBL de investigación paso E	2	1.5-3.5
Reflexión en grupo base	3	1
PBL de ejecución, crítica y revisión paso A	4	1
PBL de ejecución, crítica y revisión paso I	1	1-3
PBL de ejecución, crítica y revisión paso R	3	0.5
PBL de ejecución, crítica y revisión paso E	1	1.5-3.5
Presentación del producto final	5	2-3
Reflexión final	2	1
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>14-23</b>

***b.- Programa de actividades***

A continuación se desglosan y describen las actividades incluidas dentro de cada fase metodológica. Una descripción complementaria con los materiales desarrollados para cada actividad se incluye en el Apéndice 7.8.

*Presentación del proyecto*

1. Actividad desencadenante: visualización del video “The Wake Up Call” en el aula y comentario general
2. Presentación del reto global: visualización del video “La Ciudad Sostenible”, presentación del kit de robótica en el aula, presentación del entorno virtual de aprendizaje y asignación de credenciales de acceso

3. FC introductorio: visionado del vídeo teórico que introduce los cinco componentes de la sostenibilidad que abarca el proyecto: eficiencia, energías renovables, zonas verdes, movilidad urbana y gestión de residuos; tras el video, realización del test de conceptos esenciales de forma individual en casa.

#### *Organización del puzle cooperativo*

4. Formación de grupos base: grupos de 3 alumnos, agrupados de forma heterogénea ayudándose de los resultados individuales del FC introductorio; una vez establecidos físicamente en el aula cada grupo se dará de alta como grupo en la plataforma virtual
5. Presentación y repartos de retos personales: con la ayuda de la guía de presentación se ayuda al grupo en el reconocimiento de los materiales y retos que componen el kit; concluye con la asignación de dos retos a cada estudiante según los roles de especialización: experto en biodiversidad y energía, experto en movilidad y energía y experto en eficiencia y residuos
6. FC de especialización: en casa, cada estudiante ve el vídeo de especialización sobre los retos de los que se ha responsabilizado y contesta el cuestionario final; cada video es diferente según el rol de experto pero todos tratan de responder la pregunta ¿Qué es...? el reto sobre el que les ha tocado trabajar.

#### *PBL de investigación paso A*

7. Formación de grupos de investigación: el profesor, con ayuda de los datos del flipped de especialización, forma nuevos grupos de 3 alumnos a los que les haya sido asignado el mismo rol de experto
8. Rueda de ideas: dentro de cada grupo, cada alumno escribe cómo cree que se resuelve el montaje físico de los retos que le han tocado, pudiendo dar varias soluciones pero poniendo cada una en una hoja diferente; cuando todos hayan escrito sus ideas y/o dibujos se ponen encima de la mesa
9. Clasificación de ideas: se clasifican las hojas agrupándolas por similitud

10. Selección de ideas: se discuten y acuerdan las mejores opciones para comenzar a solucionar los retos

*PBL de investigación paso I*

11. Trabajo individual: en el aula, cada alumno trabaja en el montaje de sus dos retos utilizando la guía de montaje del reto que le ha proporcionado el docente
12. FC de expertización: en casa, cada estudiante ve el vídeo de expertización sobre los retos de los que se ha responsabilizado y contesta el cuestionario final; estos vídeos explican cómo funcionan los diferentes retos en los que están trabajando los expertos

*PBL de investigación paso R*

13. Rueda de ideas: se ponen todos los montajes encima de la mesa y cada alumno escribe en una hoja lo mejor de cada montaje y cómo cree que se resuelve la programación de los retos que le han tocado, pudiendo dar varias soluciones pero poniendo cada una en una hoja diferente
14. Selección de mejoras: se muestran todas las hojas y se seleccionan, por consenso, las mejoras a introducir y la forma de programar los retos

*PBL de investigación paso E*

15. Trabajo individual: en el aula, cada alumno trabaja en la mejora del montaje y en la programación de sus dos retos utilizando la guía de montaje y la de programación
16. Autoevaluación grupal e individual: de forma individual, en clase, cada estudiante contesta el cuestionario digital de autoevaluación valorando aspectos de cooperación, de actitud y creatividad tanto de sus compañeros como de sí mismo

*Reflexión en grupo base*

17. Exposición al grupo base: se reorganizan los grupos base originales y en función de la duración de la sesión se asignan de 10 a 15 minutos a cada

alumno para que explique su reto al resto de compañeros; cada uno deberá hablar de los conceptos teóricos aprendidos, del proceso de montaje seguido y del estado de la programación de sus retos; mientras un alumno expone, los otros dos no podrán intervenir

18. Evaluación entre iguales de la exposición: en clase cada alumno contesta el cuestionario digital de evaluación sobre las explicaciones de sus compañeros, basándose en lo que ha comprendido, en si considera que se ha explicado bien y si su trabajo es de calidad
19. FC de ejecución: en casa, cada estudiante, tras ver el vídeo sobre el montaje del tablero completo, contesta el cuestionario; en esta ocasión el video es el mismo para todos los alumnos y consiste en una explicación global de cómo se terminan de diseñar los acabados, montar las piezas y programar las placas del tablero Ciudad Sostenible

*PBL de ejecución, crítica y revisión paso A*

20. Rueda de ideas: dentro de cada grupo base el docente reparte una guía de ejecución, y siguiéndola, cada alumno escribe cómo cree que se resuelve el diseño de los acabados, montaje y programación del tablero, pudiendo dar varias soluciones pero poniendo cada una en una hoja diferente; cuando todos hayan escrito sus ideas y/o dibujos se ponen encima de la mesa
21. Clasificación de ideas: se clasifican las hojas agrupándolas por similitud
22. Selección de ideas: se discuten y acuerdan las mejores opciones para comenzar a solucionar el tablero
23. Reparto de tareas: los alumnos revisan los roles que indica la guía y acuerdan un reparto de tareas asignando los roles de diseñador, montador y programador

*PBL de ejecución, crítica y revisión paso I*

24. Trabajo individual: cada alumno trabaja en el tipo de trabajo que le ha sido asignado de forma individual con apoyo de las guías de ejecución

*PBL de ejecución, crítica y revisión paso R*

25. Presentación de avances al grupo: cada alumno presenta a su grupo base el progreso de su trabajo diciendo qué le está costando más y qué le resulta más sencillo; el resto del equipo no puede intervenir
26. Rueda de ideas: cada alumno escribe en una hoja lo que debe mejorarse del trabajo de sus compañeros o nuevas alternativas que se le ocurran
27. Selección de mejoras: se muestran todas las hojas y se consensúan las mejoras a llevar a cabo

*PBL de ejecución, crítica y revisión paso E*

28. Trabajo individual: cada alumno trabaja en el tipo de trabajo que le ha sido asignado de forma individual teniendo en cuenta las mejoras consensuadas con el grupo

*Presentación del producto final*

29. Organización de las cabezas numeradas: conservando la estructura de los grupos base, el docente asigna a los estudiantes un número del uno al tres
30. Práctica de la demostración: el grupo base monta el tablero y prueba el recorrido del robot por el tablero utilizando la guía de presentación
31. Preparación de la exposición: siguiendo los consejos de la guía de presentación, los tres componentes del grupo acuerdan un guión general para la exposición oral de su tablero y la practican por turnos
32. Sorteo de representantes: el docente dirige el sorteo de alumnos que representarán a cada grupo; se sortea por el número asignado a cada uno de ellos
33. Demostración y exposición: demostración práctica de que el robot programado es capaz de recorrer el tablero y activar las diferentes baldosas; el alumno seleccionado deberá realizar una exposición oral explicando las características de la Ciudad Sostenible y las decisiones de diseño, montaje y programación

que han tomado para mejorarla; el profesor evalúa la presentación con la rúbrica recogida en el Apéndice 7.8

### *Reflexión final*

34. Autoevaluación grupal e individual: de forma individual, en clase, cada estudiante contesta el cuestionario digital de autoevaluación valorando aspectos de cooperación, actitud y creatividad, tanto de sus compañeros del grupo base como de sí mismo durante todo el proyecto
35. Test final: en clase, prueba individual de manejo de los conceptos trabajados durante el proyecto

### **3.2.6.- Evaluación**

#### ***a.- La evaluación en un proyecto de aprendizaje STEAM***

Si se considera que una herramienta de evaluación es toda aquella acción pedagógica que informa al estudiante de su progreso y le conduce a una revisión reflexiva y crítica, se puede entender que el aprendizaje basado en proyectos es una metodología que incorpora frecuentes procesos de evaluación al incluir de forma constante actividades de reflexión, crítica y revisión (Dole et al., 2016). Lo mismo ocurre con el aprendizaje basado en problemas o con las actividades de aprendizaje cooperativo, todas ellas metodologías activas que, además, facilitan la aparición de procesos de evaluación a través de la reflexión, la crítica y la revisión conformando una evaluación continua y formativa (Del Pozo, 2009; Domingo, 2013; Prieto et al., 2006).

La LOMCE en su artículo 20 concreta que la evaluación debe ser “continua y global, y tendrá en cuenta el progreso en el conjunto de áreas” (BOE nº 295, año 2013, pág 97871). Por su parte, el Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, concreta que la evaluación continua deberá “detectar las dificultades en el momento en que se produzcan, analizar sus causas y, en consecuencia, reorientar la intervención educativa” (DOCV nº 7311, de 7 de julio de 2014, pág. 16332), definición que se ajusta a las cualidades formativas de la evaluación basada en la reflexión, la crítica y la revisión.

Por otro lado el Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell (DOCV nº 7311, de 7 de julio de 2014), en el Capítulo 3 habla de “evaluación inicial”, entendida como información previa al inicio de enseñanza aprendizaje que se obtiene de cada estudiante, y de “evaluación continua y final” estableciendo que deben utilizarse para comprobar el grado de adquisición de las competencias y el logro de los objetivos los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje.

Además de definir los estándares de aprendizaje como el referente de logro, el Artículo 12 del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero (BOE nº 52, de 1 de marzo de 2014), insta a los docentes a definir sus propios indicadores de logro en las programaciones, acercándose a la idea de la utilización de las rúbricas de evaluación. Más adelante, en la disposición adicional cuarta, el mismo Real Decreto fija los términos de Insuficiente (IN), Suficiente (SU), Bien (BI), Notable (NT) y Sobresaliente (SB), que deben ser empleados para redactar los resultados de evaluación, relacionando cada término con una calificación numérica: Insuficiente: 1, 2, 3 o 4, Suficiente: 5, Bien: 6, Notable: 7 u 8 y Sobresaliente: 9 o 10.

En este contexto un proyecto de aprendizaje STEAM debe incorporar una evaluación inicial, una evaluación continua, llamada también formativa, y una evaluación final. Adecuando este esquema al esquema metodológico definido para estos proyectos, (1) la evaluación inicial se realizará durante las fases de presentación del proyecto y debe aportar la información necesaria para adecuar el resto del proceso a las características del alumno, (2) la evaluación formativa se realizará durante el desarrollo del puzzle cooperativo y estará marcada, especialmente, por actividades de reflexión, crítica y revisión y (3) la evaluación final se realizará en la fase de presentación del producto e incluirá actividades sobre conceptos aprendidos y de reflexión y valoración global del proyecto. La inclusión de la evaluación final dentro de esta última fase no impide que tenga un aspecto sumativo que incluya resultados de los otros dos momentos de evaluación, ya que, cumpliendo las disposiciones legales, es la encargada de determinar una calificación numérica final.

En este sentido para ser consecuentes con la idea de una evaluación basada en reflexión, crítica y revisión, a la vez que se cumplen las disposiciones legales que demandan una calificación numérica, sea cual sea el momento de evaluación y el tipo concreto de

actividades, las rúbricas serán la herramienta encargada de transformar una actividad de evaluación reflexiva en una calificación numérica. De esta manera, si se utilizan test, diarios, portafolios... durante el proyecto, cada una de estas actividades irá acompañada de su correspondiente rúbrica que medirá el grado de asimilación de los estándares de aprendizaje que incorpore el proyecto según su contenido

Por último será necesaria una herramienta de evaluación del propio proyecto docente, ya que la legislación establece la necesidad de que los docentes evalúen su labor y los procesos de enseñanza que han desarrollado. Los diferentes retos didácticos a los que se enfrenta un proyecto de aprendizaje STEAM son muy variados, pero hay dos aspectos que deben ser evaluados en un proyecto de este tipo: la concreción exacta de qué es el aprendizaje STEAM y la forma de integrar el trabajo interdisciplinar sin perder profundidad en las disciplinas estudiadas (Williams, 2011).

Por otro lado, la robótica educativa tiene sus propios retos a resolver: la integración en el currículum oficial (Johnson; 2003) y el diseño de un contexto metodológico adecuado para que la mejora del rendimiento sea real (Alimisis y Kynigos, 2009). Otras propuestas de intervención también se han centrado en la evaluación del impacto en la motivación e interés de los alumnos (Chung, 2014; Jin et al., 2012; Han et al., 2008), en la influencia en la mejora de las habilidades cooperativas (Toh et al., 2016; Chang et al., 2010) o en la mejora de la creatividad en la resolución de problemas sin caer en la rutina (Botelho et al., 2012).

En conclusión, una buena rúbrica que evalúe el diseño de un proyecto de aprendizaje STEAM basado en robótica educativa, además de incluir indicadores de rendimiento en función de los estándares de aprendizaje, deberá establecer indicadores relacionados con el aprendizaje interdisciplinar, la integración en el currículum, la motivación y el interés de los estudiantes por los contenidos, la mejora de las habilidades cooperativas y de la creatividad.

#### ***b.- Evaluación dentro de la propuesta: inicial, formativa y final***

Dentro del programa de actividades ya se han incluido las actividades relacionadas con la evaluación que forman parte del proyecto. La Tabla 12 relaciona cada una de estas actividades con el tipo de evaluación de la que forman parte, fijando además los estándares de aprendizaje que se evalúan en cada una de ellas. El material referente al contenido de los

cuestionarios, ítems detallados de las rúbricas... se recogen en la descripción complementaria de las actividades del proyecto, dentro del Apéndice 7.8.

Tabla 12

*Tipos de evaluación, actividades y estándares evaluados en cada una.*

<b>Tipo de evaluación</b>	<b>Fase metodológica</b>	<b>Actividad de evaluación</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Estándares de aprendizaje</b>
Inicial	Presentación del proyecto	Flipped classroom introductorio	evaluación individual de conceptos ya conocidos y asimilados durante la primera sesión	6.1, 8.1, 12.1, 13.1 y 14.1
Formativa	Organización del puzzle cooperativo	Flipped classroom de especialización	evaluación individual de conceptos asimilados	6.1, 8.1, 12.1, 13.1 y 14.1
Formativa	PBL de investigación	Flipped classroom de expertización	evaluación individual de conceptos asimilados	6.1, 8.1, 12.1, 13.1 y 14.1
Formativa	PBL de investigación	Autoevaluación grupal e individual del “PBL de investigación”	evaluación grupal e individual sobre el funcionamiento del grupo y percepción personal del interés y calidad de las aportaciones de cada miembro del grupo	1.1, 1.3, 1.4, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.1 y 4.2
Formativa	Reflexión en grupo base	Evaluación entre iguales de la presentación en el grupo base	evaluación individual recibida por parte de los compañeros sobre la presentación realizada	1.2, 2.1, 2.3, 2.4, 3.3, 4.1, 5.1 y 5.2
Formativa	PBL de ejecución, crítica y revisión	Flipped classroom de ejecución	evaluación individual de conceptos asimilados	9.1, 9.2, 11.1
Final	Presentación del producto	Demostración y exposición del tablero	evaluación grupal según lo ocurrido en la demostración y la calidad de la exposición	1.2, 2.1, 3.3, 4.1, 5.1, 5.2, 10.1, 11.1, 15.1, 15.2, 16.1, 16.2, 17.1, 17.2, 18.1 y 19.1
Final	Presentación del producto	Autoevaluación grupal e individual del grupo base	evaluación grupal e individual sobre el funcionamiento del grupo y percepción personal del interés y calidad de las aportaciones de cada miembro del grupo	1.1, 1.3, 1.4, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2 y 4.2
Final	Presentación del producto	Test final	evaluación individual de conceptos asimilados	6.1, 8.1, 9.1, 9.2, 11.1, 12.1, 13.1, 14.1, 17.1 y 17.2

Por su propia definición, los resultados de las actividades de la evaluación inicial sólo se utilizarán para la organización del proyecto y para extraer datos relativos a la evolución del alumnado tras el proceso de enseñanza.

En este proyecto la calificación numérica con la que debe acabar, según las disposiciones legales, el proceso de evaluación final incorporará de forma ponderada todos los resultados de las actividades de evaluación formativa y final. Para realizar la ponderación de esta evaluación final sumativa se tendrá en cuenta la cantidad de estándares involucrados en cada actividad. La Tabla 13 recoge la ponderación de cada actividad en la evaluación sumativa final.

Tabla 13

*Ponderación de actividades de evaluación por cantidad de estándares involucrados.*

<b>Actividad de evaluación</b>	<b>Estándares</b>	<b>Ponderación</b>
Flipped classroom de especialización	5	7,5%
Flipped classroom de expertización	5	7,5%
Autoevaluación grupal e individual del “PBL de investigación”	9	14%
Evaluación entre iguales de la presentación en el grupo base	8	12,5%
Flipped classroom de ejecución	3	4,5%
Demostración y exposición del tablero	16	24,5%
Autoevaluación grupal e individual del grupo base	9	14%
Test final	10	15,5%
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>100%</b>

Por otro lado el gráfico de la Figura 32 refleja la cantidad de veces que se evalúa cada estándar de aprendizaje con las actividades de evaluación del proyecto. Cruzando estos datos con los de la Tabla 13 se descubre que el estándar con mayor influencia en el proyecto es el 13.1, que establece que el alumno debe saber explicar el uso sostenible de los recursos naturales proponiendo y adoptando una serie de medidas y actuaciones que conducen a la

mejora de las condiciones ambientales de nuestro planeta. Se trata de un estándar directamente relacionado con el tópico generativo del proyecto y el área de oportunidad elegida como arranque del proyecto.

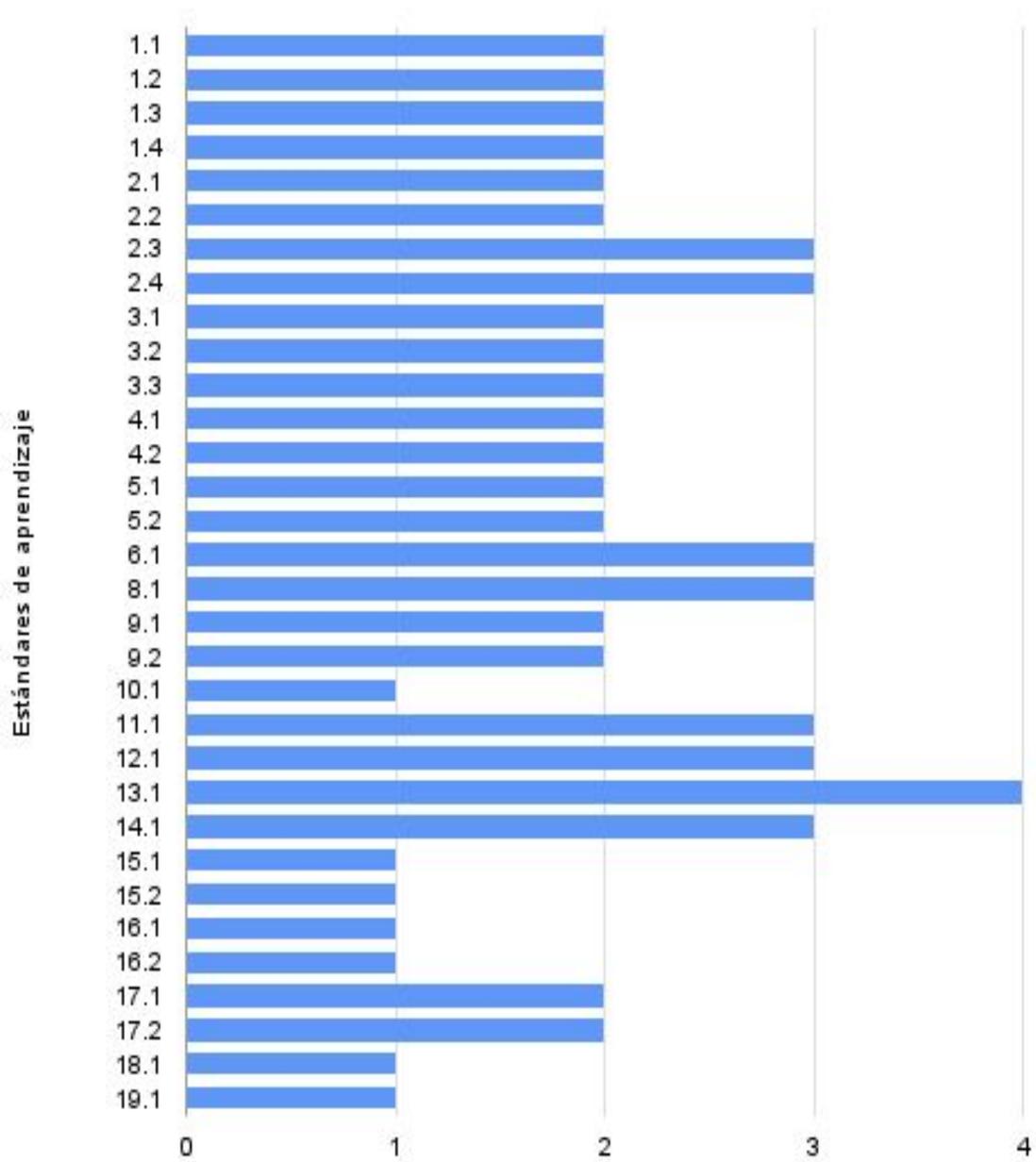


Figura 32. Número de veces que es evaluado cada estándar de aprendizaje

***c.- Evaluación de la propuesta***

La evaluación de la propuesta del proyecto diseñado se centra en valorar (1) los resultados en el rendimiento de los alumnos, (2) los resultados en el trabajo cooperativo, (3)

la creatividad de las soluciones generadas, (4) la capacidad de investigación observada, (5) el grado de integración curricular y (6) el grado de aprendizaje multidisciplinar alcanzado.

Los resultados en el rendimiento de los alumnos se valorarán por comparación de los datos extraídos del flipped classroom introductorio y el test final de evaluación. Aunque incluye otros, el test final evalúa los mismos estándares que la sesión de flipped introductoria por lo que se comparan los resultados relativos a estos últimos. Se trata de estándares directamente relacionados con la asimilación de conceptos teóricos.

El progreso de las habilidades cooperativas de los estudiantes se valorará por comparación de los resultados de las dos autoevaluaciones de las que consta el proyecto: la primera tiene lugar al concluir el “PBL de investigación” y es la primera actividad de interacción cooperativa del proyecto y la segunda se realiza en la última sesión del proyecto, cuando han finalizado todas las actividades cooperativas del proyecto.

La creatividad de las soluciones generadas será evaluada por el docente tras la sesión de demostración y exposición de los productos finales y se valorará en función del número de tableros que hayan conseguido programar en su versión más compleja y de las soluciones de diseño y montaje no descritas en las actividades.

La capacidad de investigación del alumnado se evaluará prestando especial atención a la aparición de informaciones no incluidas en la documentación del proyecto durante la exposición oral en la que cada grupo defiende el trabajo realizado en su tablero.

Finalmente los dos últimos aspectos a valorar, los grados de integración curricular y de aprendizaje multidisciplinar, se basarán en observaciones subjetivas del docente. Aunque ambos factores están en cierta medida avalados por el análisis STEAM del currículum en el que se basa el proyecto, el docente deberá reflejar su punto de vista sobre estos dos aspectos tras haber puesto en práctica el proyecto. Respecto a la integración curricular, se reflexionará sobre los contenidos trabajados del área temática principal en relación a las sesiones invertidas, y respecto a la interdisciplinariedad, se reflexionará sobre la profundidad con la que se han trabajado los contenidos de disciplinas diferentes a la principal.

Todas estas valoraciones quedarán reflejadas en la plantilla de evaluación de la propuesta que se recoge en la Figura 33.

Rendimiento académico	Resultado medio FC Introdutorio	Resultado medio Test Final	<b>Progreso</b>		
Capacidad de cooperación	Resultado medio Autoevaluación 1	Resultado medio Autoevaluación 2	<b>Progreso</b>		
Uso de la creatividad	Número de retos programados en su versión más compleja				
	Número de diseños o montajes con soluciones no previstas en las guías				
Capacidad de investigación	Número de grupos que aportan información no incluida en el proyecto				
Integración curricular	Valoración personal de la relación entre número de sesiones empleadas y la cantidad de materia impartida y su asimilación.				
Aprendizaje multidisciplinar		<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
	<b>S</b>				
	<b>T</b>				
	<b>E</b>				
	<b>A</b>				
	<b>M</b>				

Figura 33. Plantilla de evaluación de la propuesta

### **3.3.- Estudio 1: Estudio Piloto**

El estudio piloto fue el primero de los dos estudios de aplicación práctica de la propuesta de intervención y su objetivo era comprobar la fiabilidad y validez de la prueba teórica que sería utilizada como instrumento de medida del aprendizaje.

De forma paralela, el estudio también buscaba la detección de posibles fallos de diseño en los materiales, en los tiempos asignados, en la comprensión de las actividades de evaluación, en el kit de robótica... a través de la plantilla de evaluación del proyecto. Se trataba de poner en marcha el proyecto por primera vez y observar si era comprensible para los alumnos y viable para los docentes, más allá de los resultados que se obtuvieran en las actividades de evaluación.

#### **3.3.1.- Muestra.**

Dado que el estudio fue considerado como prueba piloto de mejora se realizó fuera del horario escolar, de manera que no se perjudicara el funcionamiento normal de una clase por los posibles fallos existentes.

Se seleccionó una muestra de cinco estudiantes provenientes de centros educativos tanto públicos como privados entre el alumnado de una escuela privada de actividades extraescolares: tres de los estudiantes, dos chicos y una chica, estaban cursando 4º de Educación Primaria, y los otros dos estudiantes eran una alumna de 5º curso y un alumno de 6º curso. Todos los participantes se ofrecieron voluntarios y el único condicionante, además de la edad, fue la autorización de las familias.

#### **3.3.2.- Instrumento.**

Además de los instrumentos de evaluación que incorpora el diseño del propio proyecto, durante la prueba se utilizó una prueba teórica de Competencia en Sostenibilidad realizada ad hoc para esta investigación, cuyo objetivo era medir los resultados de aprendizaje puramente conceptuales, para conocer el rendimiento del alumnado al trabajar el proyecto y comparar los resultados con los obtenidos en las actividades de evaluación del propio proyecto. La prueba fue sometida a un proceso de validación aparente y de contenido por juicio de expertos, y tras su aplicación en este estudio piloto se estudió su fiabilidad en

base a su consistencia interna utilizando las técnicas del Alfa de Cronbach y la de KR 20. El contenido de esta prueba de competencia en sostenibilidad se ha recogido en el Apéndice 7.9.

La prueba contiene 15 preguntas de diferentes tipos: seis de desarrollo, cuatro de selección múltiple, cuatro de unir con flechas y una de verdadero o falso. En relación con los contenidos del proyecto y sus metas de comprensión, la prueba se organizó en torno a cinco conceptos: la eficiencia, las energías renovables, la movilidad, las zonas verdes y la gestión de residuos. Cada pregunta constaba de diferentes ítems que se clasificaron según el concepto, obteniéndose los datos de la Tabla 14, en la que se observa que la prueba consta de 90 ítems: 17 se refieren a eficiencia, 22 a energías renovables, 15 a movilidad, 15 a zonas verdes y 21 a la gestión de residuos.

Tabla 14

*Relación entre tipos de pregunta, cantidad de ítems y conceptos evaluados en la prueba de competencia STEAM en sostenibilidad*

Tipo de pregunta	Número de preguntas	Número de ítems	Ítems de eficiencia	Ítems de energías renovables	Ítems de movilidad	Ítems de zonas verdes	Ítems de gestión de residuos
Desarrollo	6	10	2	2	2	2	2
Selección múltiple	4	40	7	10	7	6	10
Unir con flechas	4	31	6	10	4	2	9
Verdadero o falso	1	9	2	0	2	5	0
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>90</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>21</b>

La valoración de la prueba se realizó en base a los 90 ítems, valorando con 1 las respuestas correctas y con 0 aquellas en las que el ítem era incorrecto o no se mencionaba, como es el caso de las preguntas de desarrollo. En las preguntas de selección múltiple se penalizaron las respuestas incorrectas, de manera que los ítems fueron valorados con 1, si estaban marcados correctamente, con 0 si estaban en blanco y con -1 si estaban marcados incorrectamente. En la Tabla 15 se recogen estos criterios y se observa cómo, al existir 90

ítems y ser 22 de ellos penalizantes, la puntuación máxima que se podía alcanzar en la prueba era de 68 puntos.

Tabla 15

*Puntuaciones y penalizaciones máximas por tipos de ítem en la prueba de competencia STEAM en sostenibilidad*

<b>Tipo de ítem</b>	<b>Puntuación máxima</b>	<b>Penalización máxima</b>
Eficiencia	11	6
Energías renovables	18	4
Movilidad	13	2
Zonas verdes	12	3
Gestión de residuos	14	7
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>22</b>

### **3.3.3.- Procedimiento.**

Este estudio piloto se desarrolló en dos sesiones semanales de 1 hora de duración durante 6 semanas, es decir 12 sesiones de trabajo. Debido al número de sesiones y al bajo número de estudiantes que componían la muestra, cinco, se corrigió la temporalización del proyecto; como el grupo era reducido y se disponía de dos docentes, la atención a los grupos podía ser muy alta, de manera que la duración de las actividades cooperativas, de montaje y programación del kit de robótica se acortaron significativamente. La Tabla 16 recoge la temporalización que se empleó en este estudio piloto.

Tabla 16

*Temporalización programada en el estudio 1: estudio piloto*

<b>Fase</b>	<b>Número de actividades</b>	<b>Número de sesiones</b>
Pre-test	1	0.5
Presentación del proyecto	3	0.5
Organización del puzzle cooperativo	3	1
PBL de investigación paso A	4	0.5
PBL de investigación paso I	2	1.5
PBL de investigación paso R	2	0.5
PBL de investigación paso E	2	1.5
Reflexión en grupo base	3	0.5
PBL de ejecución, crítica y revisión paso A	4	0.5
PBL de ejecución, crítica y revisión paso I	1	1
PBL de ejecución, crítica y revisión paso R	3	0.5
PBL de ejecución, crítica y revisión paso E	1	1.5
Presentación del producto final	5	1.5
Post-test	1	0.5
Reflexión final	2	0
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>12</b>

La primera sesión arrancó pasando la prueba de Competencia en Sostenibilidad a los estudiantes de la muestra. No se les puso límite de tiempo para contestar y cuando habían acabado todos, el resto del tiempo se dedicó a las actividades de presentación del proyecto. Esta actividades se condensaron en 20 minutos haciendo especial hincapié en el reparto de claves de la plataforma digital para que cada alumno realizara las sesión de “FC introductorio” en su casa.

En la segunda sesión se organizó el puzzle cooperativo, formándose dos grupos y primando el criterio de heterogeneidad en edades, género y nivel académico, reflejado en el “FC introductorio”: el primer grupo estaba formado por una alumna de 5º curso y un alumno

de 4º, mientras que el segundo grupo estaba formado por una alumna de 4º curso, un alumno de 4º y un alumno de 6º. Durante la sesión cada grupo se familiarizó con su kit utilizando la guía de presentación y se repartieron los retos de especialización, quedando sin asignar en el grupo de dos alumnos el rol del experto en eficiencia y residuos. La sesión acabó con el registro de los grupos base en la plataforma digital y, ya en casa, cada alumno realizó su sesión de “FC de especialización” correspondiente.

Al inicio de la tercera sesión se organizaron los grupos de investigación juntando los alumnos que tenían el mismo rol de experto, asumiendo uno de los docentes el rol de experto en eficiencia y residuos que faltaba. Utilizando las guías de investigación se realizó la rueda de ideas y la selección de ideas, fase A del “PBL de investigación”, intentando acelerar el proceso para cumplir con la temporalización del estudio y siendo conscientes de que era una de las actividades menos fiables dada la especial configuración de los grupos de investigación debido al número de estudiantes. Quedó algo menos de un cuarto de sesión para comenzar las tareas individuales de la fase I del PBL.

La cuarta sesión se dedicó a concluir el trabajo individual de investigación y montaje de los retos, fase I del PBL. Tras ella, cada alumno realizó en su casa el “FC de expertización”.

En la quinta sesión se inició la fase R del “PBL de investigación”, prolongando la rueda de ideas de mejora y su selección durante la primera mitad. La segunda parte de esta quinta sesión y toda la sexta sesión se dedicaron al trabajo individual de la fase E, la última del “PBL de investigación”.

Para seguir la temporalización prevista, los alumnos contestaron en casa el test de autoevaluación grupal e individual, lo que permitió que la séptima sesión se iniciara con los alumnos ya organizados de nuevo en grupos base y exponiendo su trabajo durante la fase de investigación al resto de componentes. Tras las explicaciones, cada alumno contestó el cuestionario de evaluación entre iguales y dio comienzo la fase A del “PBL de ejecución”. En ella cada grupo utilizó la guía de ejecución para conocer y repartir los tres roles de este PBL. De nuevo en el grupo de dos estudiantes quedó un rol sin asignar que, por recomendación de

los docentes, fue el de programador, ya que este trabajo podía eliminarse si uno de los docentes cargaba las programaciones ya realizadas en las placas del tablero y el robot.

Con estos ajustes organizativos y temporales cada alumno realizó en su casa el “FC de ejecución” y la octava sesión ya se pudo dedicar al trabajo individual de cada uno de los roles dentro de la fase I del PBL.

Durante la primera mitad de la novena sesión se trabajó la rueda de ideas de revisión del trabajo individual, fase R del PBL, acordándose las mejoras a incluir y la segunda parte de la sesión se destinó a comenzar la fase E de trabajo individual.

En la décima sesión se acabó la fase E del PBL quedando ejecutados todos los trabajos de cada rol.

En la undécima sesión se organizó la actividad de presentación final, las cabezas numeradas, y con ayuda de la guía de presentación, cada grupo preparó su guión de presentación, montó su tablero y lo probó.

De esta manera en la última sesión disponible, la duodécima, se sortearon los alumnos que debían representar a cada uno de los dos grupos base y se procedió a la demostración y exposición. En la última parte de la clase, 25 minutos, cada alumno contestó la prueba de competencia STEAM en sostenibilidad a modo de post-test, dando prioridad así a esta prueba sobre las actividades de reflexión final y manteniendo la coherencia con el objetivo del estudio.

Más tarde, ya en casa y de forma digital, cada estudiante realizó las dos actividades de reflexión final que habían quedado pendientes, la autoevaluación grupal e individual del trabajo realizado en el grupo base durante todo el proyecto y el test final de conceptos. De esta manera se cumplió con el requisito de ajustar la temporalización a 12 sesiones que imponía el centro educativo sin afectar significativamente al proceso de enseñanza ni al objetivo principal del estudio.

Tras las observaciones realizadas por los docentes durante el estudio, las actividades que mayores cambios sufrieron fueron las de flipped classroom cuyos cuestionarios se vieron simplificados para mejorar su entendimiento y acortar su duración.

### **3.4.- Estudio 2: Aplicación de la Propuesta**

En el segundo estudio se intentó poner en práctica el proyecto, procurando seguir fielmente las condiciones impuestas en su diseño. El único objetivo del estudio era el de realizar una aplicación práctica rigurosa que sirviera para medir el nivel de aprendizaje alcanzado, los resultados de las actividades de evaluación y los resultados de la evaluación del propio proyecto.

#### **3.3.1.- Muestra.**

El estudio debía desenvolverse en el contexto escolar previsto en el diseño por lo que había que buscar una muestra de alumnos que pudieran trabajar el proyecto como una actividad curricular más dentro del horario lectivo.

Se seleccionó un grupo-clase de 30 alumnos de un centro privado que cursaban 5º de Educación Primaria. Todos los participantes lo fueron por voluntad propia, obteniendo el consentimiento de las familias y del centro educativo. El profesor encargado del curso, que impartía las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales, aceptó participar en el proyecto como docente principal contando con la colaboración del investigador.

#### **3.3.2.- Instrumento.**

La prueba de Competencia en Sostenibilidad, comprobada su validez y fiabilidad, se utilizó a modo de pre-test y post-test para medir la evolución en los conocimientos sobre la sostenibilidad de los alumnos al trabajar el proyecto. Por comparación, estos resultados sirvieron, además, para interpretar los de las actividades de evaluación y los del cuadro de evaluación del propio proyecto.

El proceso de validación no introdujo cambios significativos en la prueba, tan solo algunos ajustes en el vocabulario empleado en alguna de las preguntas, por lo que la prueba mantuvo el contenido que se recoge en el Apéndice 7.9 y conservó las cualidades estructurales y de puntuación descritas en las Tablas 14 y 15 del estudio piloto.

### **3.3.3.- Procedimiento.**

El estudio, realizado dentro del horario lectivo, dispuso de dos sesiones semanales de 50 minutos, una de ellas perteneciente a las Ciencias de la Naturaleza y la otra a las Ciencias Sociales. Esto permitió que en todas ellas el docente que dirigía las sesiones fuera el mismo, contando con la presencia del investigador, y que no se redujera el número de sesiones destinadas al estudio.

Por la edad de los alumnos, 5º de Educación Primaria, el estudio debía moverse en el rango intermedio de sesiones previstas, de 17 a 20 sesiones. Sin embargo dos factores aceleraron el proceso de puesta en práctica: por un lado la presencia continua de dos docentes en el aula, el profesor habitual de los alumnos y el investigador, y por otro que 14 de los 30 alumnos ya habían trabajado en horario extraescolar con los componentes de robótica que utiliza el proyecto y con Bitbloq, el software empleado en la programación.

La Tabla 17 recoge la secuencia temporal que acabó resultando de la aplicación práctica: una sesión para el pre-test, 16 sesiones para el grueso del proyecto y una última sesión para el post-test.

Tabla 17

*Temporalización resultante del estudio 2: aplicación de la propuesta*

<b>Fase</b>	<b>Número de actividades</b>	<b>Número de sesiones</b>
Pre-test	1	1
Presentación del proyecto	3	1
Organización del puzzle cooperativo	3	1
PBL de investigación paso A	4	1
PBL de investigación paso I	2	2
PBL de investigación paso R	2	0.5
PBL de investigación paso E	2	1.5
Reflexión en grupo base	3	1
PBL de ejecución, crítica y revisión paso A	4	1
PBL de ejecución, crítica y revisión paso I	1	2
PBL de ejecución, crítica y revisión paso R	3	0.5
PBL de ejecución, crítica y revisión paso E	1	1.5
Presentación del producto final	5	2
Reflexión final	2	1
Post-test	1	1
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>18</b>

En este caso las dos sesiones en las que los estudiantes completaron la prueba de Competencia en Sostenibilidad, pre-test y post-test, se aislaron del resto de sesiones. La sesión pre-test se realizó al comienzo de la primera sesión de trabajo, antes de poner en contexto a los estudiantes sobre el proyecto que iban a realizar y sin la presencia del investigador, dedicándose prácticamente toda la sesión al cuestionario y el tiempo restante a otras actividades no relacionadas con la temática del proyecto. De igual manera, la sesión post-test se llevó a cabo de forma independiente al resto del proyecto en la sesión decimoctava, sin la presencia del investigador y con el tiempo necesario para que cada alumno acabara el cuestionario.

Las 16 sesiones intermedias transcurrieron tal y como estaba previsto en el diseño del proyecto, las actividades de flipped classroom se realizaron todas en casa y el resto de actividades de autoevaluación, evaluación entre iguales y test final en clase.

Los resultados de la sesión del “FC introductorio” se utilizaron para formar los grupos base del puzzle cooperativo y los del “FC de especialización” para formar los grupos de especialistas, aunque se tuvo muy en cuenta la opinión del docente habitual del grupo que conocía las habilidades de los estudiantes y veló por una verdadera heterogeneidad en la formación de los grupos. De esta forma se evitó la coincidencia de alumnos con escasas habilidades sociales en un mismo grupo base o de investigación; se formaron 10 grupos base de tres estudiantes cada uno y posteriormente 10 grupos de especialistas, también de tres estudiantes, sin caer en las descompensaciones del estudio piloto.

Todos los grupos pudieron seguir el ritmo esperado en las actividades cooperativas, no siendo muy grandes las diferencias en los ritmos de aprendizaje y siendo notablemente alto el nivel de responsabilidad individual derivado de ellas. Aunque algunos estudiantes avanzaron más que otros en su trabajo individual, tanto en la fase de investigación como en la de ejecución, todos los alumnos realizaron su tarea y presentaron su trabajo al resto del grupo.

Sin embargo, el grado de compromiso con las tareas para realizar en casa, fue diferente: aunque todos los alumnos se mostraron muy interesados en realizar dichas sesiones, dos alumnos, el 7% de la muestra, no llegaron a completar ninguna de las actividades de este tipo, y otros seis alumnos, el 20% de la muestra, no realizaron alguna de las sesiones de flipped classroom. Este incumplimiento de tareas repercutió sólo en la fase de trabajo individual de los propios alumnos, ya que se les obligó a visualizar los vídeos del flipped antes comenzar su trabajo.

Cuando se acercaba el final de la última de sesión del “PBL de ejecución, crítica y revisión” se percibió cierta falta de tiempo en los alumnos para acabar sus tareas individuales con el grado de perfección que ellos querían, aunque todos tenían lo suficientemente avanzado su trabajo como para incorporarlo al producto final. Según la percepción del investigador, durante esta fase los alumnos montadores fueron los que más ayuda puntual pidieron a sus compañeros y a los docentes al encontrar alguna dificultad puntual para

realizar de forma individual algunos trabajos de tornillería y conexión de cables. Los programadores también reclamaron la ayuda eventual del docente investigador ante algunos problemas de compilación de las programaciones que estaban creando y las consultas de los diseñadores tuvieron que ver más con la dificultad de tomar una decisión personal que con alguna dificultad real en resolver el reto.

Las demostraciones y exposiciones finales se limitaron a cinco minutos cada una y, al realizarse todas en la misma sesión, hubo que alargar la sesión unos 10-15 minutos. Los tableros tenían diferentes apariencias y grados de complejidad en su resolución, pero el robot pudo dar la vuelta de demostración siguiendo la línea en todos ellos. Concluidas las demostraciones, la decimoséptima sesión se dedicó a las dos actividades de reflexión final: la autoevaluación individual y grupal y el test final de conceptos.



## **4.- Resultados**

En este capítulo se recogen los resultados provenientes de los dos estudios realizados: (1) el estudio piloto y (2) el estudio de aplicación práctica. Los resultados del primero de ellos se centran en la validación de instrumentos y en la corrección de desajustes del diseño y los del segundo miden aspectos centrales de la investigación, como el nivel de conceptos asimilado por los estudiantes, la mejora en las habilidades cooperativas y de resolución de problemas u otros relacionados con la calidad y viabilidad del propio diseño.

### **4.1.- Resultados del Estudio 1: Estudio Piloto**

Los resultados del estudio piloto se dividen en (1) resultados obtenidos en el estudio de validez de la prueba de Competencia en Sostenibilidad, (2) resultados de fiabilidad de la prueba de Competencia en Sostenibilidad, (3) resultados obtenidos por los alumnos a través de la prueba de Competencia en Sostenibilidad, (4) resultados obtenidos por los alumnos en el test final y (5) resultados obtenidos al completar la plantilla de evaluación de la propuesta.

En este estudio se excluyen los resultados obtenidos por los alumnos en las actividades de flipped classroom, en las actividades de autoevaluación grupal e individual y en la actividad de evaluación entre iguales; los resultados del flipped se excluyen porque fueron las actividades que mayores cambios sufrieron de cara al segundo estudio y los otros se excluyen porque las condiciones del estudio, escaso número de participantes y dos docentes, alteraban notablemente los resultados del trabajo cooperativo.

#### **4.1.1.- Estudio de la validez de la prueba de competencia en sostenibilidad.**

##### ***Validez aparente.***

De forma previa a la utilización de la prueba de competencia, se realizó un sondeo acerca de la comprensibilidad de las preguntas que incluía dicha prueba. Para ello se realizó una pequeña encuesta a un grupo de 12 estudiantes de 4º de Educación Primaria, 7 chicos y 5 chicas, con el objetivo de observar si realmente todos los ítems se entendían o si había frases que condujeran a confusión.

La muestra de alumnos provino de un grupo-clase de alumnos de un centro educativo no involucrado en los dos estudios posteriores, es decir, estudiantes de una edad similar a la de los que participarían en los estudios empíricos pero sin relación directa con ellos.

Para realizar el sondeo, a cada estudiante se le entregó una copia de la prueba pidiéndoles que no la contestaran, sino que leyeran los enunciados y subrayaran las palabras que no entendieran y que identificaran si había alguna pregunta en la que no entendieran lo que se les preguntaba.

La comprensión general de las preguntas no presentaba dificultades para el 91,7% de los encuestados, apareciendo tan solo un problema de comprensión en una de las frases de las preguntas de desarrollo con uno de los estudiantes.

Las palabras que mostraban mayor dificultad para ser comprendidas tenían que ver en su mayoría con los conceptos teóricos que se trabajarían en el proyecto, por lo que era razonable su no comprensión.

Las palabras que aparecieron más veces marcadas en las preguntas de desarrollo fueron las de ciudad sostenible, energías renovables, eficiencia energética, sostenibilidad y zona verde; en las preguntas de selección múltiple presentaron dificultades las palabras pozo ciego, salto de agua, central nuclear y rastrojos; en las preguntas de unir con flechas marcaron las palabras fuentes de energía renovable y no renovable, salto de agua, central nuclear y geotermia; y en las preguntas de verdadero o falso no surgieron palabras que presentaran dificultades de comprensión.

Asumiendo que la comprensión de las palabras que presentaban dificultades formaba parte del propio proceso de aprendizaje del proyecto STEAM diseñado, se consideró demostrada la validez aparente de la prueba.

### ***Validez de contenido***

La validez de contenido estudia, a criterio de un grupo de expertos, la inclusión de los aspectos más relevantes dentro de una prueba, según el objetivo propuesto.

Para comprobarla se realizó una serie de encuestas a cinco expertos en la materia de forma previa a la utilización de la prueba. Se seleccionaron como expertos a cinco profesionales de la educación de diferentes edades que habían impartido la asignatura de Ciencias de la Naturaleza o Conocimiento del Medio en los niveles de 4º, 5º o 6º de Educación Primaria durante al menos cinco cursos en los últimos diez años: dos docentes mayores de 50 años, uno varón y otro mujer, otros dos entre 35 y 50 años, también uno varón y otro mujer, y finalmente un varón de menos de 35 años.

El cuestionario elaborado para evaluar la validez de contenido aparece en la Tabla 18 y consta de 12 preguntas: las preguntas 1, 2, 3, 5, 7, 8 y 12 se contestan con una escala de 4 niveles y el resto de preguntas cuenta con una escala nominal tipo sí o no y una indicación para sugerir cambios.

Tabla 18

*Cuestionario para evaluar la validez de contenido de la prueba de competencia en sostenibilidad.*

Pregunta	Respuestas
1. ¿Le parece comprensible el vocabulario empleado a lo largo de la prueba para alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria?	muy poco / poco / suficiente / mucho
2. ¿Considera adecuada la longitud de la prueba para que sea realizada dentro de una sesión de clase normal de los citados cursos?	excesiva / muy larga / larga / adecuada
3. ¿Le parece suficientemente variada la tipología de preguntas que se incorporan?	muy poco / poco / suficiente / muy variada
4. ¿Añadiría o eliminaría alguna tipología de pregunta a la prueba?, ¿cuál?	sí / no _____
5. La valoración de la prueba puntúa con un 1 cada ítem correcto dentro de cada pregunta. En las preguntas de selección múltiple se penaliza con -1 las opciones marcadas y que sean incorrectas. ¿Le parece correcto el sistema de puntuación?	muy poco / poco / suficiente / muy adecuado
6. ¿Cambiaría o añadiría algún criterio de puntuación?, ¿cuál?	sí / no _____
7. ¿Qué capacidad cree que tiene la prueba para detectar estudiantes que saben lo que es la sostenibilidad y los que no lo saben?	muy poca / poca / suficiente / mucha
8. Los aspectos considerados en relación a la ciudad sostenible son eficiencia, energías renovables, zonas verdes, movilidad urbana y gestión de residuos. ¿Le parecen adecuados?	muy poco / poco / suficiente / muy adecuado
9. ¿Añadiría o eliminaría algún aspecto de los anteriores?, ¿cuál?	sí / no _____
10. ¿Cambiaría o eliminaría alguna de las preguntas?, ¿cuál?	sí / no _____
11. ¿Añadiría alguna pregunta a la estructura de la prueba?, ¿cuál?	sí / no _____
12. En líneas generales, ¿le parece útil la prueba?	muy poco / poco / suficiente / muy útil

En cuanto a la comprensión del vocabulario de la prueba, uno de los expertos opinó que era poco comprensible y el resto que la comprensión era adecuada; la longitud fue valorada como adecuada por tres expertos y larga por otros dos; la tipología de las preguntas les pareció suficientemente variada a tres expertos y muy variada a los otros dos expertos, por lo que ninguno de ellos añadiría o eliminaría ninguna tipología; dos expertos coincidieron en que eliminarían alguna de las preguntas de desarrollo y otro sugirió eliminar alguna de selección múltiple para añadir más ítems de verdadero o falso (Figura 34).

	Número de respuestas dentro de la correspondiente escala			
Pregunta 1	-	1	4	-
Pregunta 2	-	-	2	3
Pregunta 3	-	-	3	2
Pregunta 4	3		2	
Pregunta 5	-	1	3	1
Pregunta 6	1		4	
Pregunta 7	-	-	1	4
Pregunta 8	-	-	-	5
Pregunta 9	-		5	
Pregunta 10	-	-	3	2

*Figura 34.* Resultados del cuestionario de validación de contenido de la prueba de competencia en sostenibilidad.

En referencia a la puntuación de la prueba un experto la consideró poco adecuada, tres suficientemente adecuada y un último la consideró muy adecuada. Sólo el experto al que le pareció poco adecuado el sistema de puntuación eliminaría el criterio de penalizaciones.

Cuatro de los cinco expertos entrevistados opinaron que la prueba tiene mucha capacidad, de manera global, para detectar estudiantes que saben lo que es la sostenibilidad y los que no lo saben, todos consideraron muy adecuados los aspectos en que se dividía una ciudad sostenible y ninguno añadiría o eliminaría ningún aspecto. En general, a tres expertos les pareció suficientemente útil la prueba y a los otros dos les pareció muy útil.

Con estos resultados, se consideró comprobada la validez de contenido de la prueba de competencia en sostenibilidad.

#### **4.1.2.- Estudio de fiabilidad de la prueba de competencia en sostenibilidad.**

El estudio fiabilidad de la prueba se basó en el estudio de la consistencia interna de la prueba global y de cada uno de los cinco aspectos medidos: eficiencia, energías renovables, zonas verdes, movilidad urbana y gestión de residuos. Este estudio se realizó en paralelo mediante dos técnicas, calculando el alfa de Cronbach y el coeficiente KR 20, tanto en la aplicación pre-test como en la post-test.

##### ***Alfa de Cronbach***

El alfa de Cronbach es un coeficiente que permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que miden el mismo constructo o concepto teórico. Marca la fiabilidad oscilando entre 0 y 1, de forma que cuanto mayor es el coeficiente mayor es la fiabilidad.

El análisis se realizó de forma global a todos los ítems de la prueba para luego agruparlos en los cinco aspectos evaluados y obtener el alfa de cada agrupación.

En la Tabla 19 se puede observar la consistencia interna, según el alfa de Cronbach, estimada para el global de la prueba y para cada uno de los cinco aspectos valorados en ella.

Tabla 19

*Valores de alfa de Cronbach para la prueba de competencia en sostenibilidad del estudio 1.*

<b>Ítems valorados</b>	<b>Alfa de Cronbach</b>
Toda la prueba	0.79
Eficiencia	0.11
Energías renovables	0.61
Movilidad	0.57
Zonas verdes	0.22
Gestión de residuos	0.61

### ***Coefficiente KR 20***

El alfa de Cronbach es uno de los métodos más difundidos para medir la consistencia interna de una prueba, pero sus resultados empeoran al analizar pruebas cuyas respuestas son codificadas de forma dicotómica, solamente con dos opciones (Ruiz, 2002). Como la valoración de las preguntas de la prueba de competencia en sostenibilidad se realizaron de manera dicotómica, para confirmar los valores del alfa de Cronbach se realizó un estudio paralelo con la técnica de Kuder-Richardson, KR-20. Esta técnica permite, como el alfa de Cronbach, calcular la fiabilidad mediante una única aplicación de la prueba y está especialmente diseñada para ítems que pueden ser codificados de forma dicotómica. También da como resultado un índice que oscila entre 0 y 1 siendo de nuevo los valores más cercanos al 1 los que reflejan mayor fiabilidad.

Utilizando la técnica de KR-20 se vuelven a calcular los coeficientes de consistencia interna de la prueba completa y de las agrupaciones de ítems según los cinco aspectos de la sostenibilidad que se reflejan en la Tabla 20.

Tabla 20.

*Valores de KR-20 para la prueba de competencia en sostenibilidad del estudio 1.*

<b>Ítems valorados</b>	<b>Kuder Richardson 20</b>
Toda la prueba	0.83
Eficiencia	0.16
Energías renovables	0.65
Movilidad	0.61
Zonas verdes	0.27
Gestión de residuos	0.66

### ***Comparación alfa de Cronbach y KR-20***

La escala que se utiliza en las investigaciones educativas tanto para el alfa de Cronbach como para el KR-20 es (Ruiz, 2002):

- fiabilidad muy baja < 0,21
- fiabilidad baja 0,21- 0,40
- fiabilidad moderada 0,41-0,60
- fiabilidad alta 0,61 - 0,80
- fiabilidad muy alta > 0,81

Utilizando esta escala se observa que la prueba, de forma global, se queda en el rango de la fiabilidad alta al ser utilizado el alfa de Cronbach, mientras que entra en la fiabilidad muy alta si se utiliza el KR-20.

Revisando los ítems agrupados según el aspecto de la sostenibilidad que evalúan se aprecia que los coeficientes calculados con la técnica de KR-20 corrigen al alza todos los resultados parciales del alfa de Cronbach. En este caso, de los cinco aspectos evaluados, tres se sitúan en la franja de fiabilidad alta mientras que los otros dos aspectos se quedan dentro de la fiabilidad baja y muy baja.

Uno de los factores que suelen generar desvíos importantes cuando se analizan de forma sesgada los resultados de un test es el bajo número de componentes de la muestra (Ruiz, 2002), por lo que se realizará un análisis de fiabilidad en el segundo estudio para comprobar si el aumento de los estudiantes que forman parte de la muestra mejora los índices parciales, especialmente los de eficiencia y zonas verdes, y los acerca al índice obtenido de forma global.

#### 4.1.3.- Resultados de la prueba de competencia en sostenibilidad.

Se recopilaron los resultados de la prueba de competencia en sostenibilidad, aunque la medición de los resultados del aprendizaje producido como consecuencia del trabajo en el proyecto no era el objetivo prioritario del primer estudio. Estos resultados son un indicador más que permitirá establecer relaciones con los resultados del test final del proyecto, con la plantilla de evaluación de la propuesta y con los resultados del segundo estudio.

La Tabla 21 muestra el resumen de los resultados medios obtenidos por los cinco estudiantes que participaron en el estudio. Además de los datos globales, se incluyen los datos separados por aspectos. En general se detectó un aumento del 23% en la cantidad de conceptos conocidos y asimilados acerca de la sostenibilidad, siendo el aspecto de la gestión de residuos el que más creció con diferencia.

Tabla 21

*Resumen de resultados de la prueba de competencia en sostenibilidad del estudio 1.*

	Pre-test		Post-test		Variación	
	Ptos.	% respecto al máx.	Ptos.	% respecto al máx.	Ptos.	%
Eficiencia	3,8	35%	6,2	56%	2,4	22%
Energías renovables	7,2	40%	10,4	58%	3,2	18%
Movilidad urbana	6,8	52%	9,2	71%	2,4	18%
Zonas verdes	4,6	38%	7,2	60%	2,6	22%
Gestión de residuos	2,6	19%	7,8	56%	5,2	37%
<b>Prueba completa</b>	<b>25</b>	<b>37%</b>	<b>40,8</b>	<b>60%</b>	<b>15,8</b>	<b>23%</b>

#### 4.1.4.- Resultados del test final incluido en el proyecto.

De los resultados de las actividades de evaluación incluidas en el proyecto sólo se han tenido en cuenta los del test final del proyecto. Los resultados de los test de las sesiones de flipped classroom y los de evaluación del trabajo cooperativo se desestimaron porque los test del flipped sufrieron demasiados cambios al pasar del primer al segundo estudio y en los del trabajo cooperativo hubo demasiada influencia de los docentes, dada la alta proporción de docentes/alumnos.

Los resultados medios que obtuvieron los alumnos en el test final, que se recogen en la Tabla 22, reflejan que la media total superó el 6,5. Las medias más altas corresponden a las preguntas P4, P5 y P10 y la única pregunta que se sitúa por debajo del aprobado es la P9, que habla de aspectos generales de sostenibilidad; las preguntas P7 y P3 superan el aprobado por muy poco.

Tabla 22.

*Medias por pregunta del test final en el estudio 1.*

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	%
<b>Media</b>	0.88	0.60	0.52	0.76	0.80	0.60	0.50	0.70	0.40	0.80	<b>6.56</b>	<b>65%</b>

Los resultados de los alumnos se reflejan en la Figura 35, en la que se aprecia el número de alumnos que obtuvieron cada una de las calificaciones definidas por la LOMCE, destacando que ninguno de ellos obtuvo una nota inferior a 5 y por tanto insuficiente.

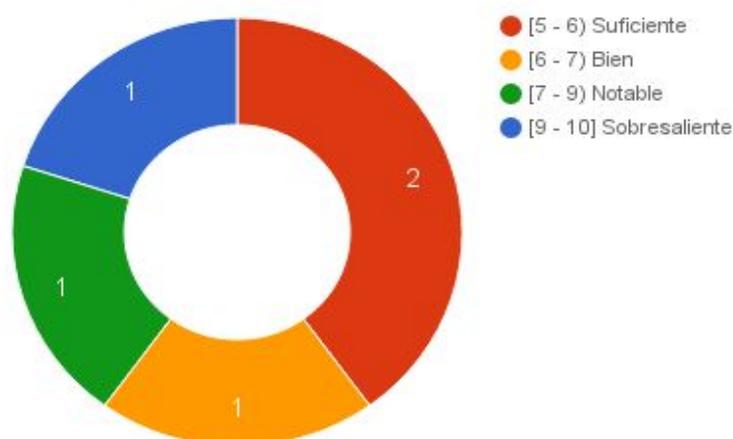


Figura 35. Distribución de calificaciones en el test final del estudio 1.

#### **4.1.5.- Resultados de la plantilla de evaluación de la propuesta.**

La plantilla de evaluación del primer estudio debía servir para terminar de detectar desajustes en el diseño del proyecto o en su aplicación.

En la Figura 36 aparecen las respuestas a la plantilla de evaluación aportadas por el docente que acompañó al investigador durante el estudio.

Las apreciaciones sobre la integración curricular y el aprendizaje multidisciplinar tuvieron más relevancia en el análisis de los resultados que el resto de indicadores, debido al bajo número de alumnos que componían la muestra, a la reducción de número de sesiones y a la alta relación de docentes por alumno.

El docente refleja en sus respuestas el bajo número de sesiones utilizadas para la variedad de conceptos trabajados y un cierto grado de superficialidad en su asimilación; desde el punto de vista multidisciplinar sitúa las ciencias y la ingeniería como los ámbitos más trabajados y asimilados por los alumnos con un nivel muy alto y las matemáticas como el ámbito menos trabajado, nivel bajo.

Rendimiento académico	Resultado medio FC Introdutorio	Resultado medio Test Final	<b>Progreso</b>		
	<b>5,71</b>	<b>6,56</b>	<b>0,85</b>		
Capacidad de cooperación	Resultado medio Autoevaluación 1	Resultado medio Autoevaluación 2	<b>Progreso</b>		
	<b>7,83</b>	<b>8,66</b>	<b>0,83</b>		
Uso de la creatividad	Número de retos programados en su versión más compleja		<b>7 de 12</b>		
	Número de diseños o montajes con soluciones no previstas en las guías		<b>1 de 2</b>		
Capacidad de investigación	Número de grupos que aportan información no incluida en el proyecto		<b>0 de 2</b>		
Integración curricular	Valoración personal de la relación entre número de sesiones empleadas y la cantidad de materia impartida y su asimilación.				
	<b>Se han utilizado pocas sesiones en relación a la gran cantidad de contenidos relacionados con la sostenibilidad que se han trabajado. En general la asimilación por parte de los alumnos ha sido buena. Quizá ha faltado algo de profundidad en algunos apartados y se ha necesitado realizar aclaraciones en clase de algunas cosas que las sesiones de flipped no habían dejado claras.</b>				
Aprendizaje multidisciplinar		<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
	<b>S</b>				<b>*</b>
	<b>T</b>			<b>*</b>	
	<b>E</b>				<b>*</b>
	<b>A</b>			<b>*</b>	
	<b>M</b>		<b>*</b>		

Figura 36. Plantilla de evaluación de la propuesta completada por el docente del estudio 1.

## **4.2.- Resultados del Estudio 2: Aplicación de la Propuesta**

Los resultados del segundo estudio se dividen en (1) resultados de fiabilidad de la prueba de competencia en sostenibilidad, (2) resultados de la prueba de competencia en sostenibilidad, (3) resultados obtenidos por los alumnos a través del sistema de evaluación que incorpora el propio proyecto y (4) resultados obtenidos al completar la plantilla de evaluación de la propuesta. En este caso, dado que la prueba de competencia en sostenibilidad no varió respecto al primer estudio, no se realiza una nueva validación de la prueba.

Los resultados de esta aplicación de la propuesta son los que servirán en mayor medida para el análisis final y discusión del cumplimiento de los objetivos de la investigación.

### **4.2.1.- Estudio de fiabilidad de la prueba de competencia en sostenibilidad.**

Los datos que arrojan los cálculos del alfa de Cronbach y el coeficiente KR-20 realizados con los resultados de este segundo estudio, confirman y mejoran los datos de fiabilidad del primer estudio debido al mayor número de participantes en la muestra (Ruiz, 2002).

Tal y como refleja la Tabla 23, ambos índices han mejorado considerablemente, siendo los dos de 0'96, que corresponden a una fiabilidad muy alta. Es de destacar la mejora de todos los índices agrupados por aspectos, pero especialmente la de la “eficiencia” y las “zonas verdes” que pasan de una fiabilidad baja y muy baja a una fiabilidad muy alta y alta respectivamente. Todos los aspectos están ahora dentro de la fiabilidad alta o muy alta.

Tabla 23

*Valores del alfa de Cronbach y coeficiente KR-20 para la prueba de competencia en sostenibilidad del estudio 2.*

Ítems valorados	Alfa de Cronbach	Kuder Richardson 20
Toda la prueba	0.96	0.96
Eficiencia	0.88	0.89
Energías renovables	0.88	0.88
Movilidad	0.66	0.73
Zonas verdes	0.62	0.71
Gestión de residuos	0.88	0.89

#### 4.2.2.- Resultados de la prueba de competencia en sostenibilidad.

La aplicación de la prueba en el segundo estudio está enfocada a medir el grado de adquisición de conocimientos en sostenibilidad alcanzado por los alumnos participantes en la aplicación práctica.

La Tabla 24 muestra el resumen de los resultados medios obtenidos por los 30 estudiantes que participaron en el estudio, incluyendo los datos separados por aspectos. En general se detectó un aumento del 31% en la cantidad de conceptos conocidos y asimilados acerca de la sostenibilidad, siendo los aspectos de la eficiencia y la gestión de residuos los que más crecieron y el de energías renovables el que menos.

Tabla 24

*Resumen de resultados de la prueba de competencia en sostenibilidad del estudio 2.*

	Pre-test		Post-test		Variación	
	Ptos.	% respecto al máx.	Ptos.	% respecto al máx.	Ptos.	%
Eficiencia	2.1	19%	6.8	62%	4.7	43%
Energías renovables	5.3	29%	8.9	50%	3.6	20%
Movilidad urbana	5.0	39%	8.5	65%	3.5	27%
Zonas verdes	4.1	34%	8.3	69%	4.2	35%
Gestión de residuos	3.2	23%	8.4	60%	5.2	37%
<b>Prueba completa</b>	<b>19.7</b>	<b>29%</b>	<b>41.0</b>	<b>60%</b>	<b>21.3</b>	<b>31%</b>

#### 4.2.3.- Resultados del sistema de evaluación incorporado dentro del proyecto.

La Tabla 25 recopila los resultados medios obtenidos por los estudiantes en las actividades de evaluación durante el segundo estudio. En la calificación del 1 al 10 de cada actividad se aprecia cómo el test final y la demostración y exposición del producto final son las actividades con peores resultados, 6'8 y 6'5 respectivamente; las actividades en las que los alumnos intervienen con sus valoraciones están todas por encima del 7: las dos autoevaluaciones se sitúan en 7'1 y 7'2 y la actividad de evaluación entre iguales en el 7'6; y las calificaciones de las tres sesiones de flipped classroom que se incluyen como actividades de evaluación son 7'0 en la de especialización, 7'6 en la de expertización y 8'0 en la de ejecución.

Aplicando los coeficientes de ponderación descritos en el diseño del proyecto se obtienen las calificaciones ponderadas de cada actividad. La suma de éstas da como resultado la calificación media global del proyecto que se sitúa en un 7'1, alcanzando el notable en la escala definida en el texto de la LOMCE.

Tabla 25

*Resultados de las actividades de evaluación en el estudio 2*

Actividad de evaluación	Calificación media	Coefficiente de ponderación	Calificación media ponderada
Flipped classroom de especialización	7.0	0.075	0.5
Flipped classroom de expertización	7.6	0.075	0.6
Autoevaluación grupal e individual 1	7.1	0.14	1.0
Evaluación entre iguales	7.6	0.125	1.0
Flipped classroom de ejecución	8.0	0.045	0.4
Demostración y exposición	6.8	0.245	1.7
Autoevaluación grupal e individual 2	7.2	0.14	1.0
Test final	6.5	0.155	1.0
<b>Total</b>	<b>7.2</b>	<b>1</b>	<b>7.1</b>

Recopilando las calificaciones finales de cada estudiante y aplicando de nuevo la escala de la LOMCE se obtiene la distribución de notas resultantes de este segundo estudio. Como se observa en la Figura 37 ningún alumno quedó por debajo de 5, sólo un 3'3% se quedó en el suficiente, un 26'7% se situó en el bien, un 56'7% en el notable y la cantidad de alumnos con una calificación de sobresaliente superó el 13%.

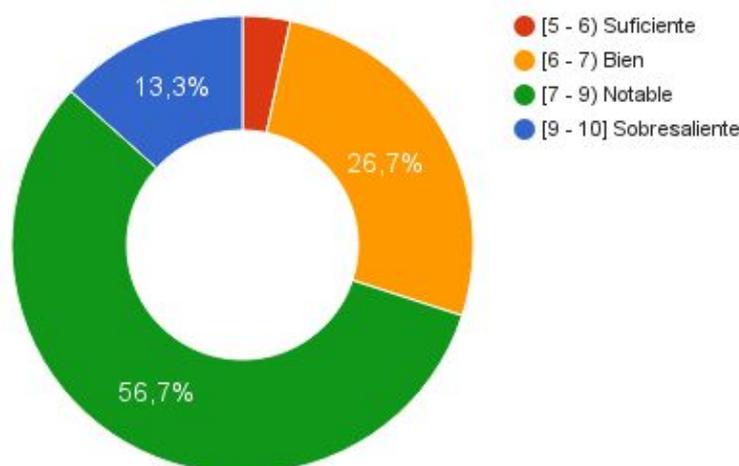


Figura 37. Distribución de calificaciones finales del estudio 2

#### 4.2.4.- Resultados de la plantilla de evaluación de la propuesta.

El docente habitual del grupo de alumnos, que estuvo presente a lo largo de todas las sesiones junto al investigador, completó con sus apreciaciones personales la plantilla de evaluación de la propuesta.

Tanto el indicador del progreso del rendimiento, 0'66, como el de capacidad de cooperación, 0'14, se mantienen en positivo durante el desarrollo del proyecto; los indicadores de creatividad se sitúan en torno al 50% de su máximo al quedar en 37 de 60 y 4 de 10 respectivamente; y el indicador que refleja la capacidad de investigación de los alumnos queda algo más bajo marcando un 3 sobre 10.

Por otro lado el docente aprecia un pequeño desvío en el número de sesiones, algo superior a lo que en otros cursos él había utilizado para trabajar los conceptos relacionados con la sostenibilidad, si bien valora positivamente la integración curricular dado el grado de dominio que ha observado en sus alumnos. En cuanto a la multidisciplinariedad, los

conceptos que cree que se han trabajado con menor profundidad son los matemáticos mientras que los artísticos, tecnológicos y científicos se sitúan al mismo nivel en la franja más alta.

La Figura 38 recoge la plantilla con los todos estos resultados y apreciaciones.

Rendimiento académico	Resultado medio FC Introdutorio	Resultado medio Test Final	<b>Progreso</b>		
	<b>6,33</b>	<b>6,99</b>	<b>0,66</b>		
Capacidad de cooperación	Resultado medio Autoevaluación 1	Resultado medio Autoevaluación 2	<b>Progreso</b>		
	<b>7,07</b>	<b>7,21</b>	<b>0,14</b>		
Uso de la creatividad	Número de retos programados en su versión más compleja		<b>37 de 60</b>		
	Número de diseños o montajes con soluciones no previstas en las guías		<b>4 de 10</b>		
Capacidad de investigación	Número de grupos que aportan información no incluida en el proyecto		<b>3 de 10</b>		
Integración curricular	Valoración personal de la relación entre número de sesiones empleadas y la cantidad de materia impartida y su asimilación.				
	<b>El número de sesiones empleado ha sido algo superior a lo que se hubiera tardado en trabajar los contenidos de sostenibilidad sin el proyecto, pero se valora el grado de dominio que demuestran los estudiantes en sus explicaciones orales.</b>				
Aprendizaje multidisciplinar		<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
	<b>S</b>				<b>*</b>
	<b>T</b>				<b>*</b>
	<b>E</b>			<b>*</b>	
	<b>A</b>				<b>*</b>
	<b>M</b>		<b>*</b>		

Figura 38. Plantilla de evaluación de la propuesta completada por el docente del estudio 2.



## 5.- Discusión y conclusiones

En el presente capítulo, a modo de discusión y conclusión final, se da cuenta del cumplimiento de los objetivos de la investigación, partiendo del objetivo general y siguiendo con cada uno de los objetivos específicos. En la última parte se establecen futuras líneas de investigación a explorar a partir del presente trabajo y de la problemática que afronta.

### 5.1.- Cumplimiento del objetivo general

Toda la investigación gira en torno al cumplimiento del objetivo general de la investigación:

*Diseñar un proyecto de aprendizaje STEAM para alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria en el que, a través del uso de robótica educativa como herramienta, se introduzcan metodologías de aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo y sesiones de flipped classroom.*

En primer lugar, tal y como exige el objetivo, la propuesta diseñada es un proyecto ya que basa toda su estructura metodológica general en las teorías del aprendizaje basado en proyectos, fijando una temática y reto general, un proceso de investigación y resolución del reto, para terminar con un producto final.

Por otro lado, durante el proceso de diseño y puesta en práctica, han aparecido evidencias que demuestran que es realmente un proyecto de aprendizaje STEAM, es decir que trabaja las ciencias (S), la tecnología (T), la ingeniería (E), el arte (A) y las matemáticas (M). Estas evidencias se pueden dividir en tres grupos: (1) las que se derivan de las competencias clave trabajadas, (2) las relacionadas con el kit de robótica y (3) las que surgen de la propia metodología.

Desde el punto de vista competencial, siguiendo las competencias clave definidas en el marco legal de la LOMCE, la Competencia en Matemáticas y en Ciencia y Tecnología es la más trabajada en el proyecto, siendo esta el elemento curricular de la LOMCE más cercano al aprendizaje STEAM. Por otro lado, durante el diseño se incorporan contenidos y

estándares de aprendizaje propios de todas y cada una de las disciplinas STEAM, siendo el tema principal del proyecto la Sostenibilidad, enmarcada dentro del ámbito científico (S).

En relación al kit de robótica utilizado, sigue las directrices del objetivo general de dos maneras: (1) favoreciendo que el proyecto sea de aprendizaje STEAM y (2) siendo una herramienta de aprendizaje y no un fin en sí mismo.

Favorece el aprendizaje STEAM al garantizar la aparición de las componentes tecnológica (T) y artística (A). La tecnología aparece al conectar con el área de oportunidad conceptual de las “máquinas simples, compuestas y aparatos eléctricos” de forma evidente y el arte al dejar abierto el diseño de los acabados.

Es una herramienta de aprendizaje y no un fin en sí mismo porque mediante la incorporación de la tecnología permite ser personalizada según los criterios didácticos del proyecto y no al revés, es decir, el kit se pone al servicio de la didáctica y se convierte en la herramienta de aprendizaje principal sin ser un fin en sí mismo. En este mismo sentido, es una herramienta de aprendizaje activo ya que respeta las fases de construcción, programación y manipulación propias de la robótica educativa activa, huyendo de los diseños que sólo permiten la manipulación. Además, el sistema de evaluación prioriza el aprendizaje de los contenidos y las habilidades de investigación, cooperación y creatividad frente al aprendizaje de la robótica.

Metodológicamente, la propuesta no sólo cumple con el objetivo principal de integrar en el mismo proyecto el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje cooperativo y el flipped classroom, como queda claro en la plantilla metodológica de diseño generada, sino que pone de manifiesto que estas metodologías introducen componentes del aprendizaje STEAM por sí solas. Al trabajar los contenidos que formarían parte del proyecto surgieron contenidos que provenían directamente de la metodología y hacían referencia a diferentes ámbitos STEAM. La “*investigación científica*” (S), la “*comprensión de enunciados y datos*” (E), la “*resolución de problemas*” (E), la “*supervisión, evaluación y mejora de productos y proyectos*” (E) y la “*creatividad en los problemas y sus soluciones*” (A) son contenidos que aparecen en el proyecto por su propia estructura metodológica.

El objetivo general del proyecto queda completamente cubierto al centrar el diseño del proyecto en los alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria, ya que (1) el sistema metodológico propuesto es perfectamente viable en estas edades dado el estadio evolutivo del alumnado, (2) los contenidos escogidos provienen del currículum oficial de estos niveles y su análisis ha detectado cierto grado de redundancia que hace que se repitan a lo largo de estos tres cursos y (3) se han previsto diferentes temporalizaciones y ritmos de aprendizaje para facilitar la aplicación de la propuesta en cada uno de los tres niveles.

## **5.2.- Cumplimiento de los objetivos específicos**

Los objetivos específicos de la investigación son siete y a continuación se recogen las conclusiones que dan cumplimiento a cada uno de ellos.

- A. Analizar y clasificar los contenidos del currículum oficial, LOMCE, de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria según su relación con alguna de las disciplinas STEAM.*

El análisis STEAM del currículum oficial que se realiza en el presente trabajo se centra en dar cumplimiento a este primer objetivo específico. Tras detectar que el único elemento curricular relacionado de manera evidente con el aprendizaje STEAM es la Competencia en Competencia en Matemáticas y en Ciencia y Tecnología, el análisis se centró en la clasificación minuciosa de los contenidos de Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Educación Plástica y Matemáticas de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria. Este análisis permitió agrupar el grueso de los 1020 ítems que suman las cuatro asignaturas de forma conjunta en 41 áreas temáticas, que agrupan cada una de ellas todos los ítems que tratan un contenido similar relativo a alguna de las disciplinas STEAM.

En el proceso, además de cumplir el objetivo marcado, se detectaron ciertas propiedades del currículum que en unos casos suponían una oportunidad para el aprendizaje STEAM y en otros un reto: (1) el 37% de los contenidos se repitan exactamente igual en 4º, en 5º y en 6º de Educación Primaria, lo que corrobora la viabilidad docente de un proyecto que pretende trabajar contenidos similares en los tres niveles, variando tan solo el ritmo de aprendizaje, (2) el 22% de los contenidos analizados no se correspondían exactamente con una disciplina STEAM, por lo que las cuatro asignaturas trabajadas, Ciencias de la

Naturaleza, Ciencias Sociales, Educación Plástica y Matemáticas, son el espacio natural en el que debe moverse el aprendizaje STEAM y (3) al agrupar los ítems iniciales según la semejanza del tema que tratan se detectó que, con un 30%, la Educación Plástica es la asignatura con menos variedad curricular y más repetitiva, lo que supone un reto para la integración del aprendizaje STEAM, y como el arte debe aparecer en cada proyecto de aprendizaje STEAM, a la hora de generalizar este tipo de proyectos, se deberá hacer un esfuerzo por enriquecer el currículum artístico para no caer en la monotonía y acabar utilizando siempre los mismos contenidos.

*B. Establecer las propiedades que debe tener un área del currículum para ser un área de oportunidad y servir como tema principal de un proyecto de aprendizaje STEAM.*

Utilizando como base la literatura científica estudiada, el análisis STEAM del currículum define que un área temática puede ser un área de oportunidad y servir como tema principal de un proyecto de aprendizaje STEAM si reúne las características de centralidad, amplitud, cercanía, realidad y conexiones intra e interdisciplinares necesarias. Además debe ser un área central dentro de la disciplina a la que pertenezca, tener suficiente amplitud conceptual para guiar todo el proyecto, ser cercana al contexto diario del alumnado, tener una relación clara y directa con la realidad y permitir establecer múltiples conexiones a otras áreas.

*C. Identificar las áreas del currículum oficial, LOMCE, de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria que puedan servir como áreas de oportunidad.*

Tras definir lo que son las áreas de oportunidad, el estudio de las relaciones intradisciplinarias de las 41 áreas temáticas encontradas durante el análisis STEAM condujo a identificar 11 áreas de oportunidad: cuatro relacionadas con la ciencia, una con la tecnología, dos con la ingeniería, dos con el arte y dos con las matemáticas.

Durante este proceso se detectó un nuevo tipo de área temática que debía ser destacada y valorada, pese a no cumplir con todas las propiedades de área de oportunidad. Son áreas con un alto grado de conexiones inter e intradisciplinarias que son amplias y

centrales en su disciplina, pero que no son cercanas al alumnado al ser menos directa su conexión con la realidad y que se caracterizan por tratar contenidos no conceptuales.

Dada su relevancia se redefinieron las áreas de oportunidad como áreas de oportunidad conceptual para diferenciarlas de estas nuevas áreas de oportunidad no conceptual que, a pesar de no ocupar el lugar del tema principal del proyecto, resultaba importante incluir en el diseño. Se identificaron 10 áreas de oportunidad no conceptuales: una relacionada con la ciencia, dos con la tecnología, tres con la ingeniería, dos con el arte y otras dos con las matemáticas.

El descubrimiento de las áreas de oportunidad conceptuales y no conceptuales llevaron a concluir el análisis STEAM del currículum con la creación de un diagrama general de áreas de oportunidad que se recogía en la Figura 19 y que, además de cumplir con el objetivo de identificar las áreas de oportunidad, las clasifica estableciendo relaciones entre ellas y sirviendo de herramienta de diseño para futuros proyectos STEAM. Desde este punto de vista el citado diagrama comienza a dar respuesta al siguiente de los objetivos específicos.

*D. Establecer las propiedades y pautas de diseño de los proyectos de aprendizaje STEAM que utilicen robótica educativa para alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria.*

La investigación desarrolla dos herramientas de diseño para proyectos de este tipo: (1) el diagrama de áreas de oportunidad y (2) la plantilla metodológica general.

El diagrama de áreas de oportunidad se utiliza para seleccionar los contenidos y a partir de estos, siguiendo la legislación, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje; aunque es un diagrama algo complejo es la herramienta que se empleó en el diseño de la propuesta de intervención para, a partir del área de oportunidad principal, seleccionar el resto de áreas que formarían parte de la misma, demostrando con ello su utilidad.

La plantilla metodológica general da estructura al proyecto y establece la tipología de actividades a incorporar estableciendo una secuencia tipo; la plantilla convierte el área de

oportunidad principal escogida en el tópico generativo del proyecto y a partir de él establece la secuencia de actividades.

La viabilidad docente de estas dos herramientas queda reflejada en el hecho de que fueran utilizadas en el diseño de la propuesta de intervención de la investigación.

*E. Establecer pautas para la evaluación de proyectos de aprendizaje STEAM que utilicen robótica educativa para alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria.*

En relación al sistema de evaluación, se establecen tres momentos que quedan reflejados en la plantilla metodológica y en la secuencia de actividades: (1) el momento de la evaluación inicial, (2) el de la evaluación formativa y (3) el de la evaluación final.

La evaluación inicial, realizada tras la primera sesión introductoria, se centra en obtener indicadores que permitan crear grupos de trabajo heterogéneos para el resto del proyecto.

La evaluación formativa, que se desarrolla durante el resto del proyecto, se centra en conocer el progreso de los estudiantes para que el docente pueda ayudarles y guiarles en el proceso de aprendizaje y aporta datos referentes a la asimilación de los contenidos teóricos a través de los test incluidos en las sesiones de flipped classroom e incluye indicadores sobre la capacidad de cooperación, implicación e interés de los alumnos extraídos de las actividades de autoevaluación y de evaluación entre iguales.

La evaluación final, que se realiza al final del proyecto, incluye las actividades de la evaluación formativa y otras tres nuevas actividades: exposición final del producto, autoevaluación final y test final.

Con todas las evaluaciones se realiza una evaluación sumativa final que genera la calificación numérica demandada por la LOMCE. La investigación establece un sistema de suma ponderada de las actividades, fijando el número de estándares de aprendizaje involucrados en cada actividad como la pauta que determina el coeficiente de ponderación. Este sistema genera que, tal y como se reflejaba en la Tabla 13, la “demostración y

exposición del tablero” y el “test final” sean las actividades que más influyen en la calificación, seguidas de las dos actividades de autoevaluación.

El cruce de los datos de ponderación con el número de veces que cada estándar aparece en las actividades de evaluación reflejó, Figura 32, que el estándar con mayor influencia en la calificación del proyecto era el 13.1: “el alumno debe saber explicar el uso sostenible de los recursos naturales proponiendo y adoptando una serie de medidas y actuaciones que conducen a la mejora de las condiciones ambientales de nuestro planeta”, que está directamente relacionado con el área de oportunidad principal del proyecto, la sostenibilidad.

Por otro lado, el análisis de los resultados obtenidos por los estudiantes en el segundo estudio, que se recogían en la Tabla 25, revela que aunque la media de la exposición y test final es 6’65 puntos, el sistema de evaluación pone en valor y premia las buenas puntuaciones en las actividades de cooperación, de investigación y creativas que consiguen que la media final del proyecto se eleve a 7’1.

Estos datos avalan el sistema de ponderación establecido ya que lo definen como un sistema capaz de equilibrar la influencia de los contenidos conceptuales escogidos y las habilidades personales de cooperación, investigación y creatividad propias del aprendizaje STEAM.

*F. Medir los resultados de aprendizaje de un proyecto de aprendizaje STEAM que utilice robótica educativa para alumnos de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria.*

La medición de los resultados de aprendizaje no se circunscribe solo a los resultados obtenidos mediante el sistema de evaluación que incorpora el propio proyecto. Para poder medir la asimilación de conceptos de sostenibilidad por parte del alumnado de la forma lo más objetiva posible se desarrolló la “prueba de competencia en sostenibilidad” y los resultados del estudio de validación y fiabilidad realizados demostraron que la prueba es válida en apariencia y en contenido y que su índice de fiabilidad es muy alto tanto de forma global como segmentando la prueba en los cinco aspectos de la sostenibilidad que mide.

La prueba se utilizó a modo de pre-test y post-test en cada uno de los dos estudios prácticos que se realizaron y en ambos casos se demostró que los estudiantes habían sido capaces de aprender conocimientos relacionados con la sostenibilidad a través del proyecto de aprendizaje STEAM diseñado. En el primer estudio, el estudio piloto, el aumento del conocimiento adquirido fue de un 23%, pero en el segundo estudio, el más fiable por amplitud de la muestra y condiciones del estudio, los estudiantes aumentaron sus conocimientos un 31%, pasando de conocer menos de un tercio del contenido incluido en la prueba a dos tercios.

Los resultados del post-test reflejaron un conocimiento final del 60% y en la actividad de evaluación del “Test final”, en la que los estudiantes reflejaban sus conocimientos teóricos de forma individual, los estudiantes obtuvieron una calificación de 6’5 en ambos estudios. Así, se puede concluir que el sistema de evaluación incluido en el proyecto se atiene a la realidad y evalúa de forma objetiva los conceptos adquiridos por los estudiantes ya que existe correlación entre los resultados de este sistema y los de la “prueba de competencia en sostenibilidad”.

Bajo esta perspectiva, el análisis de la distribución de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el segundo estudio, que es en el que se pudo poner en práctica el sistema de evaluación completo, reflejan unos resultados excelentes en los que, según la escala de calificación establecida por la LOMCE, no suspendió ningún estudiante y el 70% se situaron entre el notable y el sobresaliente.

Por otro lado, la investigación desarrolla una “plantilla de evaluación de la propuesta” como herramienta de valoración de la actividad docente. En esta plantilla se recogen algunos datos cuantitativos y otros cualitativos que recogen algunas valoraciones personales de los docentes que acompañaron al investigador en los dos estudios prácticos.

De los cinco datos cuantitativos que recoge la plantilla, los dos primeros, relacionados con la mejora de los alumnos durante el proyecto, han sido positivos en los dos estudios, reflejando que en términos generales todas las actividades han participado en el aprendizaje. Los índices detectados en el primer estudio, 0’85 y 0’83, son mayores que los observados durante la puesta en práctica debido a la participación directa de un docente tuvo que completar uno de los grupos de investigación, aún así, los resultados en el segundo estudio

son positivos, 0'66 y 0'14, confirmando que no solo se produce aprendizaje de forma global, como demostraba la “prueba de competencia en sostenibilidad”, sino que también se produce de forma progresiva durante la secuencia de actividades.

Los otros tres datos cuantitativos de la plantilla que cuantifican la cantidad de soluciones o trabajos que incluyen un cierto grado de creatividad y capacidad de investigación, solo se consideran los resultados del segundo estudio, donde la muestra abarcó un grupo clase completo. Estos resultados reflejan que hubo más soluciones creativas en la programación de los retos robóticos que en el diseño y montaje y que el 30% de las soluciones incorporaron informaciones no recogidas en las guías o las actividades de flipped classroom que habían sido investigadas de forma independiente por los alumnos. Estos indicadores permiten concluir que el proyecto diseñado, aún siendo un proyecto guiado, permite y promueve la investigación y aparición de soluciones creativas no previstas.

En la parte cualitativa de la plantilla los dos docentes reflejaron sus impresiones acerca del grado de integración curricular del proyecto y la multidisciplinariedad del aprendizaje.

En relación al grado de integración curricular del proyecto, el segundo docente, que desarrolló el proyecto con la temporalización adecuada por lo que su valoración es más significativa, consideró bueno el grado de asimilación de conceptos ya que “valora el grado de dominio que demuestran los estudiantes en sus explicaciones orales”, aunque indica que el número de sesiones utilizado es algo superior al que él suele emplear para trabajar los conceptos de sostenibilidad. Sin embargo creemos, en base al desarrollo de los estudios, las impresiones de los docentes y la observación del investigador, que la temporalización propuesta en el diseño del proyecto proporciona unos márgenes correctos para que se pueda trabajar en clase

En cuanto a la multidisciplinariedad, en ambos estudios los docentes reflejaron un grado de trabajo alto o muy alto en las disciplinas de ciencias (S), tecnología (T), ingeniería (I) y arte (A), mientras que el grado de trabajo en la disciplina en las matemáticas (M) se considera bajo. Estas apreciaciones concuerdan con las decisiones tomadas durante el diseño del proyecto, en las que se intenta compensar la falta de profundidad y amplitud del currículum oficial de la Educación Plástica incluyendo actividades de diseño que potencien

las habilidades artísticas (A). Del mismo era previsible que la percepción de la profundidad con la que se trabajan las áreas conceptuales matemáticas (M) fuera baja ya que en el proceso de diseño, para no prolongar en exceso la temporalización, se decidió trabajar estos conceptos de forma indirecta a través del entorno de la programación del kit de robótica y no con actividades específicas.

*G. Discutir la viabilidad docente y económica del proyecto diseñado en base a los costes de producción, número de alumnos por kit, número de sesiones utilizadas y cantidad de contenidos trabajados.*

El coste económico del kit diseñado alcanzó casi los 180€, cubriendo los componentes electrónicos el 65% del gasto y como cada kit es trabajado por tres alumnos, la repercusión del coste del kit por alumno es de 60€, que es un coste elevado si se considera que sólo se está trabajando la sostenibilidad.

Sin embargo, al establecer la libertad de diseño como principal criterio de selección de la tecnología del kit se consigue que la materialización del kit se ajuste perfectamente a las necesidades del proyecto y que, además, se facilite la reutilización de los componentes electrónicos para nuevos proyectos. De esta manera, una vez adquirido el material electrónico, el diseño y fabricación de un kit totalmente diferente en su aspecto sólo influiría en el 35% del gasto, el derivado de las partidas de impresión 3D, ferretería y papelería, por lo que cada nuevo proyecto solo supondría para el alumno un gasto de 21€. De acuerdo a estos datos se concluye que todo el curso lectivo, a razón de un proyecto trimestral de aprendizaje STEAM similar al diseñado en la presente investigación, supondría un coste que rondaría los 100€ por alumno.

Los profesores implicados en los dos estudios no constataron en las plantillas de evaluación de la propuesta grandes problemas de viabilidad, tan sólo el pequeño desajuste entre el número de sesiones utilizadas en relación a los contenidos trabajados en el segundo estudio, sin embargo el investigador observó que la carencia de formación tecnológica de los docentes podría suponer un problema. Aunque el proyecto está diseñado para que los alumnos aprendan a montar y programar el kit de forma autónoma, la intervención del docente se hace indispensable cuando surgen problemas relacionados con el software de los

equipos informáticos o la configuración de los drivers que permiten cargar los programas en las placas de control de los robots. Por esto se concluye que, aunque no es necesaria la formación de los docentes en el montaje y programación de los kits diseñados, sí es necesario que tengan un cierto grado de desempeño tecnológico para poder resolver los problemas logísticos que vayan surgiendo.

### **5.3.- Líneas futuras de investigación**

La relativa novedad del concepto de aprendizaje STEAM a nivel mundial y la ausencia de investigaciones sobre este tema en el contexto educativo español hace que se puedan derivar varias líneas futuras de investigación del presente trabajo.

Sería deseable que en futuras revisiones de las leyes, decretos y normativas que regulan la enseñanza se incluyeran nuevos enfoques relativos al aprendizaje STEAM que facilitaran el desarrollo de proyectos de aprendizaje de este tipo integrados en el currículum..

Se ha justificado la elección de los estudiantes de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria para comenzar a trabajar con un proyecto que integra el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje cooperativo, la sesiones de flipped classroom y la robótica educativa por lo adecuado del estadio evolutivo de los estudiantes de esta edad. Se podría seguir la vía de investigación iniciada con este proyecto, modificando las premisas del kit de robótica y las metodologías utilizadas, la investigación del aprendizaje a través de proyectos similares a este, pero diseñados para otros rangos de edad.

El diseño de nuevos proyectos que sigan las pautas establecidas en la presente investigación, pero que utilicen áreas de oportunidad diferentes, permitiría revisar y mejorar el propio diagrama general de áreas de oportunidad, así como la estructura metodológica, la plantilla de diseño, la tipología de las actividades y el propio sistema de evaluación.

Más allá de estas revisiones y mejoras, el presente trabajo, deja abierta la puerta a la experimentación con nuevos kits de robótica que, utilizando o no la misma tecnología, ofrezcan libertad de diseño suficiente para amoldarse a las necesidades didácticas. En este sentido el rediseño del kit de robótica empleado, el tablero de la “Ciudad Sostenible”, sería una de las líneas de trabajo resultantes de la investigación y su simplificación para reducir el

número de sesiones del proyecto y los costes sería un objetivo a incluir en una investigación que se centrara completamente en el desarrollo del kit.

La metodología y estudios prácticos de la investigación se han basado en un sistema descriptivo no experimental en el que los datos han sido medidos sólo en muestras que estaban trabajando con el proyecto. La inserción de grupos de control que trabajasen con otro tipo de metodologías permitiría cuantificar y poner en valor cada uno de los factores que se han medido en la presente investigación: el rendimiento académico relacionado con la asimilación de conceptos, la mejora de las habilidades de cooperación, la aparición de soluciones creativas en los problemas y la capacidad de investigación del alumnado.

Otra línea de investigación que completaría el presente trabajo es la relacionada con la medición del grado de interdisciplinariedad de este tipo de proyectos. Una investigación centrada en este objetivo deberá medir si existe mejora de conocimiento no sólo en el área de oportunidad principal, sino en todas y cada una de las áreas de oportunidad conceptual que intervengan. Este tipo de medición permitirá extraer datos cuantitativos del aprendizaje y analizar de forma rigurosa y totalmente objetiva el grado de interdisciplinariedad.

La inclusión del arte (A) como parte del aprendizaje STEM profundiza en la mejora de la interdisciplinariedad del proyecto y en la aparición de soluciones creativas. El análisis STEAM del currículum oficial ha puesto de manifiesto la escasa variedad curricular de los contenidos artísticos, como había constatado ya la literatura científica internacional. En este sentido se abre una última línea de investigación que centrándose en el currículum de educación artística, lo complete, lo diversifique y lo convierta en una verdadera fuente de creatividad en el aula ya sea actualizando sus contenidos o ampliando su campo de conocimiento.

En conclusión, el aprendizaje STEAM y el diseño de proyectos que lo fomenten a través de la robótica educativa y las metodologías activas son campos de investigación aún por desarrollar, especialmente en el ámbito español, más aún si se les une la necesidad de que se integren en el currículum oficial. En este sentido, el presente trabajo se ofrece como punto de partida de futuras investigaciones que, de una u otra manera, pretendan demostrar que la integración de aprendizaje STEAM y la robótica educativa en el currículum oficial es posible.

## 6.- Referencias Bibliográficas

- Ackermann, E. (2001). Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: what's the difference? *Constructivism: uses and perspectives in education*, (1), 85-94.
- Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and Robotics in Education. En D. Alimisis (Ed.), *Teacher Education on Robotic-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods* (pp. 11-27). School of Pedagogical and Technological Education.
- Alimisis, D. (2013). Educational Robotics: new challenges and trends. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- American Association for the Advancement of Science, AAAS, (1989). *Science for all Americans*. Washington, D.C.: Autor.
- American Association for the Advancement of Science, AAAS, (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. Washington, D.C.: Autor.
- American Association of Colleges for Teacher Education, AACTE, (2007). *Preparing STEM Teachers: The Key to Global Competitiveness*. Washington, D.C.: Autor.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Addison Wesley
- Ashby, C. M. (2006). *Higher Education: Science, Technology, Engineering, and Mathematics Trends and the Role of Federal Programs. Testimony before the Committee on Education and the Workforce, House of Representatives*. Washington D. C.: Government Accountability Office.

- Association of Waldorf Schools of North America, AWSNA, (2008). Why Waldorf Works: Everything you need to know about Waldorf education. Recuperado de: <http://www.whywaldorfworks.org/>
- Balch, T., Summet, J., Blank, D. & Kumar, D. (2008). Designing personal robots for education: hardware, software, and curriculum. *IEEE, Pervasive Computing*, 7(2), 5–9.
- Balcells, M. (2014). El trabajo por proyectos: Una metodología global. *Cuadernos de Pedagogía*, 450, 7-13.
- Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal Technology & Design Education*, 19(3), 289-307.
- Barker, B. S. & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal Research on Technology in Education*, 39(3), 229-243.
- Barlex, D. & Pitt, J. (2000). *Interaction: the relationship between science and design and technology in the secondary school curriculum*. London: Engineering Council.
- Barrows, H. (2010). *Principles and practice of a PBL*. Southern Illinois: University School of Medicine.
- Barrows, H. & Tamblyn, R. (1980). *Problem-based learning. An approach to medical education*. New York: Springer publishing company
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A Systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988.
- Beran, T. N., Ramirez-Serrano, A., Kuzyk, R., Fior, M., & Nugent, S. (2011). Understanding how children understand robots: Perceived animism in

- child–robot interaction. *International Journal Human-Computer Studies*, 69(7–8), 539-550.
- Berger, E. H. & Pollman, M. J. (1996). Multiple Intelligences: Enabling Diverse Learning. *Early Childhood Education Journal*, 23(4), 249.
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Virginia: ASCD.
- Bers, M. U. & Portsmore, M. (2005). Teaching partnerships: Early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. *Journal Science Education and Technology*, 14(1), 59-73.
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research and Practice*, 12(2).
- Bill, H. (2006). What Does It Mean to Be Globally Competent? *Journal of Studies in International Education*, 10(3), 267-285.
- Bloom, B. S. (1974). An introduction to mastery learning theory. En J. H. Block (Ed.), *Schools, society and mastery learning*. (pp. 3-14). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Botelho, S.S.C., Braz, L.G., & Rodrigues, R.N. (2012). *Exploring Creativity and Sociability with an Accessible Educational Robotic Kit*. Ponencia presentada en la 3ª International Conference on Robotics in Education, RiE 2012, Praga.
- Bottoms, G. & Webb, L.D. (1998). *Connecting the curriculum to “real life.” Breaking Ranks: Making it happen*. Reston, V.A.: National Association of Secondary School Principals.
- Boy, G. (2013). From STEM to STEAM: Toward a Human-Centered Education, Creativity & Learning Thinking. *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics, ECCE 2013*. Toulouse: Université Toulouse le Mirail.

- Brazell, J. (2010). *Connecting STEM and Arts (TEAMS) to spur U.S. innovation*. Recuperado de: <http://www.edutopia.org/blogs/connecting-stem-arts-jim-brazell>
- Brown, J. E. S. (2005). *A Handbook of Content Literacy Strategies*. Norwood, MA: Christopher-Gordon.
- Bruner, J. (1978). *El proceso mental en el aprendizaje*. Narcea. Madrid.
- Cangelosi, A., Metta, G., Sagerer, G., Nolfi, S., Nehaniv, C., Fischer, K., et al. (2010). Integration of action and language knowledge: A Roadmap for developmental robotics. *IEEE Transactions on Autonomous Mental Development*, 2(3), 167-195.
- Cavas, B., Kesercioglu, T., Holbrook, J., Rannikmae, M., Ozdogru, E. & Gokler, F. (2012). The effects of robotics club on the students' performance on science process and scientific creativity skills and perceptions on robots, human and society. En D. Alimisis & M. Moro (Eds.), *Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum* (pp. 134-143). Recuperado de [http://www.terecop.eu/TRTWR2012/trtwr2012\\_submission\\_20.pdf](http://www.terecop.eu/TRTWR2012/trtwr2012_submission_20.pdf)
- Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional, CEDEFOP, (2011). *¿Cuál es el futuro de las cualificaciones en el mercado laboral?*. Recuperado de: [www.cedefop.europa.eu/files/9059\\_es.pdf](http://www.cedefop.europa.eu/files/9059_es.pdf)
- Certified Nursing Assistant Educator Association, CNAEA, (1994). *The National Standards for Arts Education*. Reston, V.A.: Autor.
- Chambers, J. M., Carbonaro, M. & Murray, H. (2008). Developing conceptual understanding of mechanical advantage through the use of Lego robotic technology. *Australasian Journal Educational Technology*, 24(4), 384-401.
- Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y. & Chen, G. D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a

- second language in primary school. *Educational Technology and Society*, 13(2), 13–24.
- Chavarría, M., & Saldaño, A. (2010). La robótica educativa como una innovadora interfaz educativa entre el alumno y una situación problema. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 8-(2), 1-12.
- Chen, N. C. (2008). An educational approach to problem-based learning. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 24(3), 23-30.
- Chen, N. S., Quadir, B. & Teng, D. C. (2011). A Novel approach of learning English with robot for elementary school students. En M. Chang et al. (Eds.), *Edutainment 2011, LNCS 6872* (pp. 309–316). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Childress, V. (1996). Does Integrating Technology, Science, and Mathematics Improve Technological Problem Solving? A Quasi-Experiment. *Journal of Technology Education*, 8(1), 11.
- Chung, C. J. (2014). Integrated STEAM education through global robotics art festival (GRAF). Ponencia presentada en IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC). Princeton, N.J.
- Church, W., Ford, T., Perova, N. & Rogers, C. (2010). Physics with robotics: using lego mindstorms in high school education. *Proceedings of Advancement of Artificial Intelligence Spring Symposium*, 47–49.
- Clerk, D., & Rutherford, M. (2000). Language as a confounding variable in the diagnosis of misconceptions. *International Journal of Science Education*, 22, 703-717.
- Comisión Europea (2012). *El desarrollo de las competencias clave en el contexto escolar en Europa: desafíos y oportunidades para la política en la materia*.

*Informe de Eurydice*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

Connor, A.M., Karmokar, S., Whittington, C. & Walker, C. (2014). Full STEAM Ahead: A Manifesto for Integrating Arts Pedagogics into STEM Education. *Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning in Engineering*. Wellington, N.Z.

Connor, A.M., Karmokar, S. & Whittington, C. (2015) From STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education. *International Journal of Engineering Pedagogies*, 5(2), 37-47.

Coy, M. (2007). Finding Art in the Science Room. *SchoolArts: The Art Education Magazine for Teachers*, 106(7).

Crocker, A. (2012). *STEAMy Discussion at Alumni + Parents' Weekend*. Recuperado de: [http://www.risd.edu/About/News/STEAMy\\_Discussion/?dept=4294968230](http://www.risd.edu/About/News/STEAMy_Discussion/?dept=4294968230)

Dakers, J. R. (2006). *Towards a philosophy for technology education. Defining Technological Literacy: Towards an epistemological framework*. New York: Palgrave Macmillan.

De Boer, G. E. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for practice*. New York: Teachers College, Columbia University.

Del Pozo, M. (2009). *Aprendizaje inteligente. Educación secundaria en el Colegio Montserrat*. Badalona: Tekman Books

Detsikas, N. & Alimisis, D. (2011). Status and trends in educational robotics worldwide with special consideration of educational experiences from Greek schools. En D. Bezakova & I. Kalas (eds.), *Proceedings of the International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives* (pp. 1-12). Bratislava: Comenius University.

- De Vries, M. J. (1996). *Science, technology and society: A methodological perspective*. Ponencia presentada en la 2ª Jerusalem International Science and Technology Education Conference. Jerusalem.
- Dewey, J (1934). *Art as Experience*. New York: Minton.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Macmillan.
- Díez, A. (2014). Un ejemplo de cómo invertir la clase en infantil con un cuento. *The Flipped Classroom*. Recuperado de <http://www.theflippedclassroom.es/un-ejemplo-de-como-invertir-la-clase-en-infantil-con-un-cuento/>
- Díez, A., Santiago, R. & Tourón, J. (2014). *The Flipped Classroom. Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje*. Barcelona: Grupo Océano
- Driscoll, M. P. (2005). *Constructivism. In Psychology of learning for instruction*. New York: Pearson.
- Dugger, J., W. E. (1993). *The relationship between technology, science, engineering, and mathematics*. Comunicación presentada en la Annual Conference of the American Vocational Association. Nashville.
- Dole, S., Bloom, L. & Kowalske, K. (2016). Transforming Pedagogy: Changing perspectives from teacher-centered to learner-centered. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. 10 (1).
- Domingo, J. (2013). *¿Cómo es el Aprendizaje Cooperativo?*. Recuperado de [http://giac.upc.es/PAG/giac\\_cas/material\\_interes/ac\\_com\\_es.pdf](http://giac.upc.es/PAG/giac_cas/material_interes/ac_com_es.pdf)
- Echeita, G. & Martín, E. (1990). *Desarrollo psicológico y educación. Vol. III*. Madrid: Alianza.

- Edmonds, E., Candy, L., Cox, G., Eisenstein, J., Fischer, G., Hughes, B. et al. (1999). Individual and versus Social Creativity. *Proceedings of the 3rd conference on Creativity & cognition* (pp. 36-41). New York: ACM.
- Engineering Accreditation Commission, EAC, (2004). *Criteria for accrediting engineering programs*. Baltimore, M.D.: Abet.
- Ernest, P. (1994). *Mathematics, education and philosophy: an international perspective*. Washington, D.C.: Falmer Press
- Esteve, J.M. (2003). *La tercera Revolución Educativa. La Educación en la Sociedad del Conocimiento*. Barcelona: Paidós.
- Eurostat (2016). *Science and technology graduates by sex*. Recuperado de: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&language=en&pcode=tps00188&toolbox=type>
- Exley, K. & Dennick, R. (2007). *Enseñanza en pequeños grupos de Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56.
- Foster, P. (1995). Industrial arts/technology education as a social study: The original intent?. *Journal of Technology Education*, 6(2), 15.
- Gagne, R., Wager, W., Golas, K. & Keller, J. (2005). *Principles of Instructional Design (5th ed.)*. Belmont, C.A.: Wadsworth/Thomson Learning.
- García, J. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 14(46), 88-99.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.

- Gardner, P. L. (1994). The relationship between technology and science: Some historical and philosophical reflections. Part 1. *International Journal of Technology and Design Education*, 4(2), 33.
- Gardner, P. L. (1997). The Roots of Technology and Science: A Philosophical and Historical View. *International Journal of Technology and Design Education*, 7(1-2).
- Glaveanu, V. P. (2010). Paradigms in the study of creativity: Introducing the perspective of cultural psychology. *New Ideas in Psychology*, 28(1), 79-93.
- Goff, R. M., & Vernon, M. R. (2001). Using LEGO RCX bricks as the platform for interdisciplinary design projects. *Proceedings of the 2001 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition*. Recuperado de: <https://peer.asee.org/using-lego-rcx-bricks-as-the-platform-for-interdisciplinary-design-projects.pdf>
- González, A. P. (1990). Bases de las estrategias metódicas. En A. Medina & M. L. Sevillano (coords), *Didáctica-Adaptación. El currículo: fundamentación, diseño, desarrollo y evaluación*. (pp. 679-706). Madrid: UNED.
- González, H. & Kuenzi, J. (2012). *Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A Primer*. Congressional Research Service. Recuperado de: <https://www.congress.gov/>
- Grasso, D. & Martinelli, D. (2007). Holistic Engineering. *Chronicle of Higher Education*, 53(28).
- Hamner, E. & Cross, J. (2013). Arts & Bots: Techniques for Distributing a STEAM Robotics Program through K-12 Classrooms. *Proceedings of the Third IEEE Integrated STEM Education Conference*. Princeton.

- Han, J., Jo, M., Jones, V. & Jo, J. H. (2008). Comparative study on the educational use of home robots for children. *Journal of Information Processing Systems*, 4(4), 159-168.
- Hashimoto, T., Kobayashi, H., Polishuk, A. & Verner, I. (2013). Elementary science lesson delivered by robot. *Proceedings of the 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. (pp. 133–134). Tokio: IEEE
- Herro, D. & Quigley, C. (2016). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*. Doi: 10.1080/19415257.2016.1205507
- Hersh, R. (1994). Fresh Breezes in the Philosophy of Mathematics. *The American Mathematical Monthly*, 102(7), 589-594.
- Hickman, L. A. (1992). *John Dewey's pragmatic technology*. Bloomington: Indiana University Press.
- Highfield, K. (2010). Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(2), 22-27.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning: what and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hogan, J. & Down, B. (2015). A STEAM school using the big picture education (BPE) design for learning and school - what an innovative STEM Education might look like. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 23(3), 47-60.
- Horwedel, D. (2006). Operation STEM. *Diverse: Issues in Higher Education*, 23(20), 36.
- Hussain, S., Lindh, J. & Shukur, G. (2006). The effect of LEGO training on pupils' school performance in mathematics, problem solving ability and attitude: Swedish data. *Journal of Educational Technology and Society*, 9(3), 182-194.

- International Technology Education Association, ITEA, (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston V.A.: Autor.
- International Technology Education Association, ITEA, (2006). *Technology literacy for all: A rationale and structure for the study of technology*. Reston, V.A.: Autor.
- Janka, P. (2008). Using a programmable toy at preschool age: why and how? *Proceedings workshop of SIMPAR 2008 international conference on simulation, modeling for programming autonomous robots*. (pp. 112-121). Venecia.
- Janssen, J. B., Van Der Wal, C.C., Neerincx, M.A., & Looije, R. (2011). Motivating children to learn arithmetic with an adaptive robot game. *Proceedings of the Third international conference on Social Robotics*. (pp. 153-162). Berlin.
- Jin, Y.-G., Chong, L.M. & Cho, H.K. (2012). *Designing a Robotics-Enhanced Learning Content for STEAM Education*. Comunicación presentada en la 9th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence.
- Johnson, D. W., Johnson, R. & Holubec, E. J. (1998). *Cooperation in the Classroom*. Edina, M.N.: Interaction Book Company.
- Johnson, D. W., Johnson, R. & Smith, K. (1991). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Edina, M.N.: Interaction Book Company.
- Johnson, J. (2003). Children, robotics and education. *Proceedings of 7th international symposium on artificial life and robotics*, (pp. 16-21). Oita.
- Jonassen, D. (1997). Institutional design models for well - structured and ill - structured problem - solving learning outcomes. *ETR&D*, 45(1), 65-94.
- Kafai Y. & Resnick M. (1996). *Constructionism in Practice*. Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Kalyn, B. (2006). Integration. *Teaching Elementary Physical Education*, 16(5), 32.

- Kara, D. (2004). *Sizing and seizing the robotics opportunity*, *RoboNexus*. Recuperado de: <http://www.roboticsevents.com/robonexus2004/roboticsmarket.htm>
- Karim M. E., Lemaignan, S. & Mondada, F. (2015). *A review: Can robots reshape K-12 STEM education?*. Comunicación presentada en el 2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts, ARSO 2015, Lyon.
- Karlin, M. & Viani, N. (2001). *Project-based learning*. Medford, O.R.: Jackson Education Service District.
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A. & Bers, M. U. (2013). The Effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Educational Journal*, 41, 245–255.
- Keon, M. (2006). *Carl D. Perkins career and technical education improvement act of 2006*. Washington D.C: Government Publishing Office.
- Kynigos, C. (2008). Black-and-white-box perspectives to distributed control and constructionism in learning with robotics. En E. Menegatti (Ed.), *Proceedings of SIMPAR workshops 2008*, (pp. 1-9).
- Laporte, J. & Sanders, M. (1993). The T/S/M integration project. *The Technology Teacher*, 52(6), 5.
- Larmer, J., Mergendoller, J. & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning*. Alexandria: ASCD
- Lindh, J. & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems?. *Computers & Education*, 49(4), 1097-1111.
- Lin, C. H., Liu, E. Z. F. & Huang, Y. Y. (2012). Exploring parents' perceptions towards educational robots: Gender and socio- economic differences. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 31-34.

- Liu, E. Z. F. (2010). Early adolescents' perceptions of educational robots and learning of robotics." *British Journal of Educational Technology*, 41(3), 44-47. doi:10.1111/j.1467-8535.2009.00944.x
- Liu, M. & Pedersen, S. (1998). The effect of Being Hypermedia Designers on Elementary School Students' Motivation and Learning of Design Knowledge. *Journal of Interactive Learning Research*, 9(2), 155-182.
- Loepp, F. L. (1999). Models of Curriculum Integration. *Journal of Technology Studies*, 25(2), 21.
- Martín, I. (2013). *iPad en entornos educativos*. [Versión de iTunes Store]
- Martínez, B. & Fernández, A. (2005). El cambio de cultura docente y el Espacio Europeo de Educación Superior. En V. Esteban (Ed), *El Espacio Europeo de Educación Superior*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Marzano, R. (2007). *The Art and Science of Teaching: A Comprehensive Framework for Effective Instruction*. Alexandria, V.A.: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction: a user's manual*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Mc Comb, G. (2008). Getting kids into robotics. *Robotics re-sources, servo magazine*, 10, 73-75.
- Michaud, F., Laplante, J. F., Larouche, H., Duquette, A., Caron, S., Létourneau, D., et al. (2005). Autonomous spherical mobile robot for child-development studies. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, 35(4), 471-480.
- Mikropoulos, T. A. & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 1-5.

- Millar, R., Lubben, F. & Pitt, J. (2006). *Engineering a better world: a midterm project review*. Swindon: Engineering and Physical Sciences Research Council
- Mitnik, R., Nussbaum, M., & Soto, A. (2008). An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4), 367–382.
- Monereo, C. & Pozo, J.I. (2003). *La universidad ante la nueva cultura educativa*. Madrid: Síntesis.
- Montessori, M. (1914). *Dr. Montessori's Own Handbook*. New York: Schoecken.
- Montessori, M.M.Jr. (1992). *Education for human development: Understanding Montessori*. Oxford, UK: Clio.
- Moriwaki, K., Brucker-Cohen, J., Campbell, L., Saavedra, J., Stark, L. & Taylor, L. (2012). *Scrapyard challenge Jr., adapting an art and design workshop to support STEM to STEAM learning experiences*. Comunicación presentada en la Integrated STEM Education Conference. Ewing, N.Y. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/254035467>
- Mubin, O., Bartneck, C., Feijs, L., Hooft, H. & Huysduynen, V. (2012). Improving speech recognition with the robot interaction language. *Disruptive Science and Technology*, 1(2), 79-88.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shadid, S., Mahnud, A. & Dong, J. J. (2013). A review of the aplicatibility of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1.
- National Academies: National Academy of Sciences, National Academy of Engineering & Institute of Medicine, (2007). *An agenda for american science and technology. Energizing and employing america for a brighter economic future*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Council of Teachers of Mathematics, NCTM, (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, V.A.: Autor.

- Novak, G., Gavrin, A., Christian, W., & Patterson, E. (1999). *Just in time teaching: blending active learning with web technology*. Prentice-Hall.
- Nugent, G., Barker, B. & Grandgenett, N. (2008). The effect of 4-H robotics and geospatial technologies on science, technology, engineering, and mathematics learning and attitudes. En J. Luca, & E. Weippl (Eds.), *Proceedings of world conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications* (pp. 447–452). Chesapeake, V.A.: AACE.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD. (2007). *Education at a glance: OECD indicators*. Paris: Autor.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, UNESCO, (1970) . *La alfabetización funcional. Cómo y por qué*. Paris: Autor
- Owens, G., Granader, Y., Humphrey, A. & Baron-Cohen, S. (2008). Lego therapy and the social use of language programme: an evaluation of two social skills interventions for children with high functioning autism and asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(10), 1944-1957.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Computers, Children and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1993). *The Children's Machine: Rethinking School In The Age Of The Computer*. New York: Basic Books.
- Paterson, J. (2007). *Teaching literacy across the curriculum*. Westerville: National Middle School Association.
- Paulos, J. A. (1995). *A mathematician reads the newspaper*. New York: Basic Books.
- Pérez, J. (2015). STEM, STEAM... ¿pero eso qué es?. *Didactalia*. Recuperado de: <http://odite.ciberespinal.org/comunidad/ODITE/recurso/stem-steam-pero-eso-que-es/58713dbd-414c-40eb-9643-5dee56f191d3>

- Perkins, D. & Blythe, T. (1994). Putting understanding up-front. *Educational Leadership* 51(5), 4-7.
- Petrina, S. (2007). *Advancing Teaching Methods for the Technology Classroom*. Hershey, P.A.: Information Science Publishing.
- Piaget, J. (1974). *To understand is to invent*. New York.: Basic Books.
- Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Madrid: Siglo XXI.
- Pitt, J. (2009). Blurring the boundaries - STEM education and education for sustainable development. *Design and technology education: an international journal*, 14(1), 37-48.
- Porter, A., Roessner, J., Oliver, S. & Johnson, D. (2006). A systems model of innovation processes in university STEM education. *Journal of Engineering Education* 2(2), 12.
- Prégent, R. (1990). *La préparation d'un cours*. Montréal: Éditions de l'École Polytechnique de Montréal.
- Prieto, A., Barbarroja, J., Reyes, E., Montserrat, J., Díaz, D., Villaroel, M. & Álvarez-Mon, M. (2006). Un nuevo modelo de aprendizaje basado en problemas, el ABP 4x4, es eficaz para desarrollar competencias profesionales valiosas en asignaturas con más de 100 alumnos. *Aula Abierta*, 87,171-194.
- Prieto, A., Díaz, D. y Santiago, R. (2014). *Metodologías inductivas. El desafío de enseñar mediante el cuestionamiento y los retos*. Barcelona. Grupo Océano
- Pujolàs, P. (2003). *Aprendizaje cooperativo: algunas ideas prácticas*. Vic: Universidad de Vic.
- Putnam, J.W. (1993). *Cooperative learning and strategies for inclusion. Celebrating diversity in the classroom*. Baltimore: Paul H. Brookes.

- Resnick, M. (2007). Sowing the seeds for a more creative society. *Learning & Leading with Technology*, 35(4), 18-22.
- Ringwood, J. V., Monaghan, K. & Maloco, J. (2005). Teaching engineering design through Lego Mindstorms. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 91-104.
- Rogers, C. (1969). *Freedom to learn: a view of what education might become*. Columbus, O.H.: Charles E. Merrill.
- Ruggiero, V. R. (1988). *Teaching thinking across the curriculum*. New York: Harper & Row.
- Ruiz Bolívar, C. (2002). *Instrumentos de Investigación Educativa*. Venezuela: Fedupel.
- Ruiz del Solar, J. & Avilés, R. (2004). Robotics courses for children as a motivation tool: the chilean experience. *IEEE Transactions on Education*, 47(4), 474-480.
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R. & Pezalla-Granlund, M. (2008). New pathways into robotics: strategies for broadening participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 59-69.
- Salinas, J. (1997). Enseñanza flexible, aprendizaje abierto. Las redes como herramientas para la formación. En M. Cebrián et al. (Coord.), *Recursos Tecnológicos para los procesos de Enseñanza y Aprendizaje*. Málaga: ICE-Universidad de Málaga.
- Salter, T., Te Boekhorst, R., & Dautenhahn, K. (2004). Detecting and analysing children's play styles with autonomous mobile robots: A Case study comparing observational data with sensor readings. *Proceedings of the 8th Conference on Intelligent Autonomous Systems, IAS-8*. (pp. 10-13). Amsterdam.
- Sánchez, J. (2013). Qué dicen los estudios sobre el aprendizaje basado en proyectos. *Actualidad pedagógica*. Recuperado de: [http://actualidadpedagogica.com/estudios\\_abp/](http://actualidadpedagogica.com/estudios_abp/)

- Sanders, M. (2006). *A rationale for new approaches to STEM education and STEM education graduate programs*. Comunicación presentada en la 93rd Mississippi Valley Technology Teacher Education Conference. Section IV: Issues in STEM Education. Mississippi.
- Sanders, M. (2009). Integrative STEM Education: Primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Santiago, R. (2013). What is the Flipped Classroom. The Flipped Classroom. Recuperado de: <http://www.theflippedclassroom.es/what-is-innovacion-educativa>
- Sarlemijn, A. (1993). Designs are cultural alloys, SteMPJE in design methodology. En M.J. de Vries, N. Cross & D.P. Grant (Eds.), *Design Methodology and relationships with science*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Savage, E. & Sterry, L. (1990). *A conceptual framework for technology education*. Reston, V.A.: International Technology Education Association.
- Savery, J.R. (2006). Overview of problem-based learning: definitions and distinctions. Interdisciplinary. *Journal of Problem-Based Learning*, 1(1). Doi: [dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1002](http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1002)
- Savin-Baden, M. & Wilkie, K. (2004). *Challenging research in problem-based learning*. Maidenhead: Open University Press/SRHE.
- Slangen, L., Keulen, H. V. & Gravemeijer, K. (2011). What pupils can learn from working with robotic direct manipulation environments. *International Journal of Technology and Design Education*, 21, 449–469.
- Snyder, J. & Hales, J. (1986). *Jackson's Mill industrial arts curriculum theory*. Charleston, W.V.: West Virginia University of Education.
- Starko, A.J. (2013). *Creativity in the classroom: schools of curious delight*. Routledge.

- Sugimoto, M. (2011). A Mobile mixed-reality environment for children's storytelling using a handheld projector and a robot. *IEEE Trans Learning Technologies*, 4(3), 249-260.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M. & Yeo, S. H. (2016). A Review on the use of robots in education and young children. *Educational Technology and Society*, 19 (2), 148-163.
- Torp, L. & Sage, S. (1999). *El aprendizaje basado en problemas: desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Toulmin, C. N. & Groome, M. (2007). *Building a science, technology, engineering, and math agenda*. Washington, D.C.: National Governors Association.
- Tourón, J. (2013). *The Flipped Classroom: ¿no has 'flipado' aún?*. Recuperado de: <http://www.javiertouron.es/2013/06/the-flipped-classroom-no-has-flipado.html>
- Tourón, J. & Santiago, R. (2013). "The Flipped Classroom" España: experiencias y recursos para dar 'la vuelta' a la clase. *The Flipped Classroom*. Recuperado de: <http://www.theflippedclassroom.es/>
- Tymoczko, T. (1994). *Structuralism and post-modernism in the philosophy of mathematics*. Washington, D.C.: Falmer Press.
- Tyson, W., Lee, R., Borman, K. M. & Hanson, M. A. (2007). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) pathways: High School science and Math coursework and postsecondary degree attainment. *Journal of Education for Students Placed at Risk (JESPAR)*, 12(3), 243.

- Varney, M. W., Janoudi, A., Aslam, D. M., & Graham, D. (2012). Building young engineers: TASEM for third graders in Woodcreek Magnet Elementary School. *IEEE Trans Education*, 55(1), 78-82.
- Venville, G., Wallace, J., Rennie, L. & Malone, J. (2002) Curriculum integration: eroding the high ground of science as a school subject? *Studies in Science Education*, 37, 43-83.
- Vygotsky, L. (1930). *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Walsh, K. (2013). Flipped classroom panel discussion provides rich insights into a powerful teaching technique. *EmergingEdTech*. Recuperado de: <http://www.emergingedtech.com/2013/06/flipped-classroom-panel-discussion-provides-rich-insights-into-a-powerful-teaching-technique/>
- Wang, E. (2001). Teaching freshmen design, creativity and programming with LEGOs and LABVIEW. *Proceedings of the ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Recuperado de: <http://fie.engrng.pitt.edu/fie2001/papers/1291.pdf>
- Wells, J. G. (2008). *STEM education: The potential of technology education*. Comunicación presentada en la 95th Annual Mississippi Valley Technology Teacher Education Conference. St. Louis.
- Wells, J., Pinder, C. & Smith, J. (1992b). Algae, electronics and ginger beer. *Technology, Innovation & Entrepreneurship for Students (TIES) Magazine*, 6, 27-32.
- White, H. (2010). *Our education system is not so much "broken" - as it is totally outdated!*. Recuperado de: <http://steam-notstem.com/articles/our-education-system-is-not-so-much-broken-as-it-is- totally-outdated/>
- Whittier, L. E. & Robinson, M. (2007). Teaching evolution to non-English proficient students by using LEGO robotics. *American Secondary Education*, 35(3), 19-28.

- Wicklein, R. C. S. & John W. (1995). Case studies of multidisciplinary approaches to integrating mathematics, science and technology education. *Journal of Technology Education*, 6(2).
- Wiggins, G. P. & Mc Tighe, J. (2005). *Understanding by design*. Alexandria, V.A.: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Williams, D., Ma, Y., Prejean, L., Lai, G., & Ford, M. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216.
- Williams, J. (2011). STEM Education: Proceed with caution. *Design and technology education; an International Journal, Special edition: STEM-Underpinned by research?*, 16(1).
- Wood, D.F. (2003). ABC of learning and teaching in medicine: problem based learning. *BMJ*. Doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.326.7384.328>
- Woods, S. (2006). Exploring the design space of robots: Children's perspectives. *Interacting with Computers*, 18(6), 1390-1418.
- Yakman, G. (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. En M.J. de Vries (Ed.), *PATT-17 and PATT-19 Proceedings* (pp. 335-358). Reston, V.A.: ITEEA.
- Yakman, G. & Lee, Y. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of Korea Association Science Education*, 32(6), 1072-1086.
- Young, S.S.C., Wang, Y.H. & Jang, J.S.R. (2010). Exploring perceptions of integrating tangible learning companions in learning English conversation. *British Journal of Educational Technology*, 41(5), 78-83.
- Yousuf, M.A., (2008). Robots in education. En J.R. Rabual, J. Dorado & A. Pazos (Eds.), *Encyclopedia of Artificial Intelligence*. (pp. 978-981).

Zabalza, M.A. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario*. Madrid: Narcea.

Zawieska, K. & Duffy, B.R. (2015). The social construction of creativity in educational robotics. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 351, 329-338.

## **7.- Apéndices**

En este último capítulo se recogen diferentes apéndices con información que completa la ya aportada durante el trabajo. Los apéndices 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4 recogen diferentes tablas con datos complementarios del análisis STEAM del currículum que se realiza en el apartado 3.1, Análisis STEAM del currículum de 4º, 5º y 6º de Ed. Primaria, del capítulo de Metodología de Investigación. El resto de apéndices, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8 y 7.9, recogen las descripciones y contenido completo de los diferentes elementos que componen el proyecto de aprendizaje STEAM: el tablero, las guías didácticas, el entorno virtual de aprendizaje, las diferentes actividades y la prueba de competencia en sostenibilidad.

### **Apéndice 7.1.- Detección de Redundancias Verticales en cada Asignatura**

Las cuatro tablas que aparecen en este apéndice recogen los datos del análisis de redundancia que se realizó para las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Educación Plástica y Matemáticas de 4º, 5º y 6º de Educación Primaria. En cada tabla se recogen todos los ítems curriculares que recoge el Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, (DOCV nº 7311, de 7 de julio de 2014) marcando los cursos, de los tres analizados, en los que aparece cada ítem redactado exáctamente igual.

La Tabla 26 recoge los datos de las Ciencias de la Naturaleza, asignatura en la que los 213 ítems que recoge el Decreto se reducen a 123 al contabilizar las redundancias. En la Tabla 27 aparecen los datos de las Ciencias Sociales, donde los 175 ítems iniciales se quedan en 130 ítems curriculares. La Tabla 28, con los datos de la Educación Plástica, incluye los 306 ítems que pasan a ser 194 al marcar los redundantes. Finalmente la Tabla 29 recoge los ítems de las Matemáticas que pasan de ser 326 ítems iniciales a 183 ítems no redundantes. Todos estos datos numéricos se recogían en la Tabla 2 del Capítulo 3.

Tabla 26  
*Detección de redundancias verticales en Ciencias de la Naturaleza.*

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Formulación de interrogantes a partir de un problema o cuestión.	X	X	X
Realización de proyectos de experimentación y/o investigación sobre contenidos científicos.	X	X	X
Contrastación de datos de diferentes fuentes.	X	X	X
Selección de información técnica y materiales.	X	X	X
Recogida de información usando diferentes fuentes	X	X	X
Obtención y uso eficaz de la información.	X	X	X
Almacenamiento de la información digital mediante aplicaciones de gestión de la información y servicios en red, siguiendo un esquema de clasificación sencillo.	X	X	X
Uso de diferentes fuentes de información, diversos materiales así como las TIC, cumpliendo las medidas necesarias de protección y seguridad.	X	X	X
Localización, selección, tratamiento y organización de la información de manera eficiente y responsable mediante herramientas de búsqueda y visualización digital aplicando estrategias de filtrado sencillas en dispositivos TIC.	X	X	X
Organización y representación de la información de forma creativa utilizando herramientas digitales de edición y presentación sencillas que permiten incluir formatos de carácter , la manipulación básica de imágenes y/o audio/vídeo.	X	X	X
Respeto por las licencias de uso, modificación y distribución de contenidos reutilizados generados por otros.	X	X	X
Registro y organización de la información obtenida tanto en el proceso como en los resultados de la actividad científica			X
Exposición de ideas y opiniones mediante las herramientas de comunicación más comunes en dispositivos de las TIC.	X		
Envío y recepción de contenidos digitales por medio de herramientas comunes en dispositivos de las TIC que lo permitan con el objeto de compartir información.	X		
Uso de las herramientas más comunes de las TIC o de un entorno virtual de aprendizaje para conversar con el resto del grupo con la finalidad de planificar el trabajo, aportar ideas constructivas propias, comprender las ideas ajenas, etc.; compartir información y recursos; y construir un producto o meta colectivo.		X	X

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Desarrollo de hábitos de trabajo en torno a la actividad científica.	X	X	X
Iniciación a la actividad científica. Aproximación experimental a algunas cuestiones.	X	X	X
Uso de gráficas, tablas, mapas.	X	X	X
Exposición oral de conclusiones de una experiencia.	X	X	X
Argumentación de conclusiones.		X	X
Planificación y presentación de proyectos e informes, para comunicar resultados.	X	X	X
Lectura de textos propios del área a investigar	X	X	X
Uso de textos narrativos.	X		
Uso de textos informativos.		X	
Uso de textos expositivos.			X
Uso de vocabulario específico.	X	X	X
Uso de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos.	X	X	X
Planificación, organización y gestión de proyectos individuales o colectivos.	X	X	X
Desarrollo de proyectos en equipo, transformando ideas en acciones y cumpliendo con la parte del trabajo en tareas que implican a varios compañeros.	X	X	X
Escucha de las aportaciones ajenas y aceptación de otros puntos de vista.	X	X	X
Desarrollo de estrategias para resolver conflictos a través del diálogo.	X	X	X
Sensibilidad y comprensión de los puntos de vista de los demás.		X	
Reconocimiento del trabajo ajeno.		X	X
Responsabilidad ante el bienestar del grupo.		X	X
Responsabilidad del trabajo personal para alcanzar una meta colectiva.		X	X
Participación en la planificación, toma de decisiones y evaluación del grupo.		X	X
Diversidad de roles.			X

Ítems curriculares	4°	5°	6°
Fomento de los valores de la convivencia democrática.			X
Aportación de ideas propias constructivas.		X	X
Iniciativa.		X	X
Resiliencia, superación obstáculos y fracasos.	X	X	X
Adaptación a los cambios.	X	X	
Reconocimiento y aprendizaje de los propios errores.			X
Esfuerzo, fuerza de voluntad.	X	X	X
Constancia y hábitos de trabajo.	X	X	X
Capacidad de concentración.	X	X	X
Regulación de la perseverancia, flexibilidad, control de la ansiedad e incertidumbre y capacidad de automotivación antes, durante y después del proceso de aprendizaje.			X
Búsqueda de orientación o ayuda cuando se necesita de forma precisa.	X	X	X
Aprendizaje autónomo.		X	X
Toma de decisiones y calibración de oportunidades y riesgos.		X	X
Aportación de soluciones originales a los problemas.			X
Uso de criterios para evaluar un proyecto y un producto con ayuda de guías.	X	X	X
Uso de estrategias de supervisión.		X	X
Mejora del producto y el proceso tras la evaluación.	X		X
Morfología externa del cuerpo.	X		
Anatomía		X	X
Los órganos de los sentidos y sus funciones.	X		
Fisiología del cuerpo humano: aparatos y sistemas.		X	X
Función de relación.		X	
Función de nutrición y función de reproducción.			X

Ítems curriculares	4°	5°	6°
Hábitos posturales (postura corporal correcta al sentarse, desplazarse, transporte de cargas) para prevenir enfermedades funcionales, como escoliosis, lumbalgias, dolor cervical, etc.	X		
Prevención de los riesgos para la salud físicos (lesiones osteomusculares, tensión ocular, etc.) derivados del uso de las TIC.	X		
Previene los riesgos para la salud psicológicos derivados del uso de las TIC, encontrando un equilibrio entre el mundo real y el mundo virtual.		X	
Efectos saludables de las actividades deportivas.		X	
Enfermedades que afectan a aparatos y sistemas, como por ejemplo diabetes, obesidad, anemia, etc.			X
Efectos nocivos del consumo de alcohol y drogas		X	
Prácticas básicas de primeros auxilios.		X	
Exploración de los sentimientos y emociones propias y de los compañeros	X		
Diálogo.			X
Aplicación de hábitos de relación social y respeto de la diversidad.		X	
Aceptación de las diferencias, posibilidades y limitaciones		X	
Resolución pacífica de conflictos			X
Igualdad entre hombres y mujeres.			X
Uso de Imágenes, gráficos y dibujos	X		
Uso de programas y aplicaciones informáticas de anatomía del cuerpo humano.		X	X
Uso de material didáctico visual: láminas, gráficos, fotografías, etc.	X		
Uso de programas y aplicaciones informáticas.		X	X
Vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos) e invertebrados (artrópodos, moluscos, esponjas, equinodermos, medusas, gusanos). Estructura interna y externa.	X		
Estructura interna de los seres vivos: células, tejidos, órganos, aparatos y sistemas.		X	
La célula: partes y tipos.			X

Ítems curriculares	4º	5º	6º
Relación del ser humano con los animales y su cuidado.	X		
Relaciones alimentarias: las cadenas alimentarias.	X		
Otras relaciones, como por ejemplo: mutualismo, parasitismo, etc.	X		
Causas de extinción de especies relacionadas con las cadenas alimentarias.	X		
Clasificación de los animales en relación a sus funciones vitales: nutrición (carnívoros, herbívoros, omnívoros), reproducción (sexual, asexual).		X	
La agricultura, estudio y cultivo de especies vegetales en el aula / laboratorio / huerto escolar.	X		
El proceso de la fotosíntesis.	X		
Nutrición y reproducción de las plantas.		X	
Poblaciones, comunidades y ecosistemas.		X	
Ecosistemas terrestres y acuáticos.		X	
Principales ecosistemas de la Comunitat Valenciana.		X	
Causas de extinción de especies en ecosistemas terrestres y acuáticos.		X	
El medio ambiente y su conservación en el trabajo de campo: excursiones, visitas, salidas por el entorno, etc.		X	
Clasificación de los materiales por sus propiedades, como por ejemplo : dureza, flexibilidad, etc.	X		
Propiedades generales (masa y volumen) y propiedades específicas de la materia (brillo, color, densidad, etc.).		X	
La densidad de los cuerpos.			X
Experiencias de flotabilidad en diferentes tipos de materiales.			X
Tipos de energía y sus transformaciones.	X		
Fuentes de energía renovables y no renovables.		X	
Principales usos de la energía y su consumo responsable.	X		
Hábitos de consumo responsable de la energía.		X	X

Ítems curriculares	4°	5°	6°
Desarrollos sostenibles y equitativos.		X	
Comportamiento de los cuerpos ante la luz: reflexión y refracción, espejos y lentes	X		
La luz y los colores: descomposición de la luz blanca.	X		
Fuerza de rozamiento y velocidad.	X		
Los estados de la materia y sus propiedades: sólidos, líquidos y gases.		X	
Los cambios químicos de la materia y sus reacciones.			X
Sustancias puras, mezclas y disoluciones.			X
Separación de los componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, disolución, decantación.			X
Análisis del funcionamiento de máquinas y aparatos de valor o interés cultural, histórico o etnográfico (molinos, norias, romanas, balanzas, trabuquetes, catapultas, etc.).	X		
Aparatos simples y fuentes de energía.		X	
Análisis de estructuras objetos y máquinas sencillas de nuestro entorno más inmediato y construcción de objetos y/o máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas modulares (puente, tobogán, escalera, etc.).	X	X	
Máquinas simples y compuestas; tipos de palancas		X	
Poleas y planos inclinados; máquinas con operadores combinados.			X
Identificar los componentes básicos de aparatos eléctricos.			X
Circuitos eléctricos y sus componentes.			X
Planificación, diseño y montaje de un circuito eléctrico y de un electroimán			X
La relación entre la electricidad y el magnetismo Conductores y aislantes.			X
Electricidad: la corriente eléctrica. Electroimán.			X
Efectos de la electricidad.			X
Descubrimientos e inventos relacionados con la electricidad y el magnetismo que han hecho avanzar a la humanidad.			X

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Investigadores, inventores o científicos relacionados con descubrimientos e inventos relacionados con la electricidad y el magnetismo.			X
La ciencia: presente y futuro de la sociedad. La presencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad, en la escuela, en el hogar, en la cultura y el ocio.	X	X	X
Beneficios y riesgos de las tecnología y productos.	X	X	X
Avances de la ciencia que mejoran la vida en general	X	X	X
Expresión razonada sobre determinados avances			X
Clasificación y resolución de problemas técnicos de aplicaciones y dispositivos de las TIC sencillos de forma guiada.	X	X	X
Prevención de amenazas de seguridad en el uso de las TIC utilizando estrategias básicas de seguridad.			X

Tabla 27  
*Detección de redundancias verticales en Ciencias Sociales.*

Ítems curriculares	4°	5°	6°
Planificación de la indagación, búsqueda, registro y organización de la información procedente de diversas fuentes primarias y secundarias, incluidas obras de arte, uso de medios digitales para facilitar el análisis de datos, consideración del significado de los hechos aportando datos, elaboración de textos expositivos para dar cuenta de las estrategias utilizadas para llegar a las conclusiones, citación de los hechos en los que se basan las conclusiones y uso de la terminología adecuada	X	X	
Seleccionar la información técnica y los materiales.	X	X	X
Recogida de información sobre hechos o fenómenos			X
Almacenamiento de la información digital utilizando aplicaciones de gestión de la información siguiendo un esquema de clasificación sencillo.			X
Contrastación de datos de diferentes fuentes.			X
Respeto por las licencias de uso, modificación y distribución de contenidos reutilizados generados por otros.			X
Lectura de textos propios de la temática a investigar.			X
Uso de vocabulario específico.			X
Uso de textos narrativos.			X
Iniciación al método científico y su aplicación a las Ciencias Sociales:	X	X	
Formulación de interrogantes a partir de un problema o cuestión.			X
Iniciación a la actividad científica. Aproximación experimental a algunas cuestiones.			X
Uso de esquemas, gráficas, mapas.			X
Exposición oral de conclusiones de una experiencia.			X
Realización de proyectos de experimentación y/o investigación sobre contenidos científicos.			X
Aplicación de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos.	X	X	X
Participación cooperativa en tareas:	X	X	

Ítems curriculares	4°	5°	6°
Ser responsable del bienestar del grupo, participación en la planificación y toma de decisiones, escucha de las aportaciones ajenas y aceptación de otros puntos de vista, aportación de ideas propias constructivas, desarrollo de estrategias para resolver conflictos a través del diálogo, reconocimiento del trabajo ajeno, responsabilizarse del trabajo personal para alcanzar una meta colectiva.	X	X	
Planificación, organización y gestión de proyectos individuales o colectivos.	X	X	X
Desarrollo de proyectos en equipo, transformando ideas en acciones y cumpliendo con la parte del trabajo en tareas que implican a varios compañeros.			X
Planificación y presentación de proyectos e informes, para comunicar resultados.			X
Control de la expresión de sentimientos y emociones en conflictos			X
Ayuda, trabajo con todos, aceptación a todos.			X
Establecer estrategias de supervisión.		X	
Mejorar el producto y el proceso tras la evaluación.	X	X	X
Tomar decisiones y calibrar oportunidades y riesgos.		X	
Evaluar el proyecto y el producto con ayuda de guías.		X	X
Tener Iniciativa. Esforzarse.	X	X	X
Constancia y hábitos de trabajo.	X	X	X
Capacidad de concentración.	X	X	X
Adaptación a los cambios.	X	X	X
Resiliencia: superación de obstáculos y fracasos.	X	X	X
Búsqueda de orientación o ayuda cuando la necesita de forma precisa.	X	X	X
Aprendizaje de forma autónoma.		X	X
Noción de desigualdad social y conflicto.	X	X	X
Noción de diferencia cultural y discriminación		X	X
Reconocimiento del enriquecimiento de nuestro patrimonio cultural por las contribuciones que hicieron nuestros antepasados.		X	X

Ítems curriculares	4º	5º	6º
Uso de diferentes fuentes de información, diversos materiales así como las TIC, cumpliendo las medidas necesarias de protección y seguridad.			X
Localización y tratamiento de la información de manera responsable mediante herramientas de búsqueda y visualización digital en dispositivos TIC.			X
Organización y representación del texto de forma creativa utilizando herramientas de edición de contenidos digitales que permiten incluir formatos de carácter y manipulación básica de imágenes.			X
Exposición de ideas y opiniones mediante las herramientas de comunicación más comunes en dispositivos de las TIC.			X
Envío y recepción de contenidos digitales por medio de herramientas comunes en dispositivos de las TIC que lo permitan con el objeto de compartir información.			X
El problema de representar la esfericidad de la Tierra en un plano: las proyecciones cartográficas y mapas como medio de solución.	X		
Tipos de mapas: planisferios, plano topográfico, mapa político, mapa físico. Uso de imágenes aéreas y digitales.		X	
El Universo y el Sistema Solar: Origen y cuerpos celestes.		X	
Representación cartográfica:			X
Seleccionar mapas en función de la escala con un propósito dado. Interpretar imágenes y mapas como fuente de información sobre los paisajes y espacios geográficos.			X
Variables meteorológicas: temperatura, precipitación, nubosidad, insolación y viento.	X		
Uso de mapas de tiempo para hacer previsiones.	X		
Diferenciar tiempo y clima.	X		
Factores climáticos.: latitud, altitud, continentalidad.	X	X	
Situar las regiones climáticas europeas en un mapa.	X	X	
Paisaje mediterráneo, oceánico, de montaña y subtropical.		X	
Distribución de climas: ecuatorial, tropical, mediterráneo, oceánico, continental, subtropical (Canarias), polar y de montaña.			X
Identificación de los elementos que se representan en un climograma e interpretación de sus características. Interacción clima y actividades humanas.			X

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4º</b>	<b>5º</b>	<b>6º</b>
Clima y actividades humanas: agricultura y turismo.			X
Noción de caudal y su relación con el clima.			X
Localización de los principales ríos en la península Ibérica.	X		
Océano y mares que rodean la península Ibérica y las Islas Canarias.	X		
Tramos de un río: cabecera, curso medio y desembocadura.	X		
Características de los tramos de un río: caudal y pendiente	X		
Nociones de vertiente hidrográfica y régimen fluvial y su relación con el clima.		X	
Infraestructuras hidráulicas: embalses, presas y azudes.		X	
Distribución de los océanos, principales mares, ríos y lagos en Europa.			X
Noción de erosión y sedimentación.	X		
Interpretación de imágenes de paisajes.	X		
Playa, acantilado, cabo, golfo, delta, estuario	X		
Desiertos, selvas tropicales, sabana, bosques templados, estepa, tundra, y taiga.	X		
Elementos del medio físico: suelo, relieve, clima (temperatura, precipitación e insolación) e hidrografía.		X	
Principales unidades del relieve de la península Ibérica.		X	
Paisajes agrarios y turísticos de España.		X	
Noción de relieve como condicionante de las redes de transporte y comunicaciones.			X
Principales unidades del relieve de Europa y el mundo.			X
Paisajes agropecuarios y turísticos de Europa.			X
Actividades económicas: turismo, transporte, obtención de energía.	X		
Actividades humanas: agricultura e industria, obtención de fuentes de energía y materias primas.		X	
Nociones de desarrollo sostenible y recurso.		X	

Ítems curriculares	4º	5º	6º
Contaminación.		X	
Escasez y agotamiento de recursos		X	
Nociones de cambio climático y equilibrio ambiental y efecto invernadero.			X
Derechos, libertades y deberes básicos que configuran la ciudadanía.	X		
Sistema político español: Gobierno, Cortes Generales y Tribunales.	X		
Elementos de la constitución española que configuran el régimen democrático:			X
Formas de gobierno: Democracia y dictadura.			X
Monarquía parlamentaria, derechos y libertades, división de poderes y regulación de la participación ciudadana.			X
Estructura política y territorial del estado español: instituciones y funciones.			X
Instituciones europeas y sus funciones: Comisión Europea,	X		
Parlamento europeo, Consejo de ministros y Tribunal de justicia Estructura territorial del estado español: comunidades autónomas, provincias, ayuntamientos.	X		
Características de la población española y de la UE.		X	
Objetivos de la UE.			X
El mercado único y el papel del euro.			X
Ciudadanía europea: derechos y participación política.			X
Competencias en el ámbito de los servicios públicos y protección ambiental.	X		
Evolución demográfica. Población absoluta. Factores de la natalidad y la mortalidad.	X		
Nociones de mortalidad infantil y esperanza de vida		X	
Envejecimiento de la población.		X	
Características demográficas de los países desarrollados y subdesarrollados: natalidad, mortalidad, mortalidad infantil, esperanza de vida.			X

Ítems curriculares	4º	5º	6º
Distribución de la población y riesgos naturales.			X
Movimientos migratorios. Procesos de integración y cohesión social.	X		
Diversidad cultural.	X		
Factores de la distribución de la población en España y la UE.		X	
Movimientos migratorio históricos: expulsiones de judíos y moriscos, colonización de América, migraciones europeas del siglo XIX.		X	
Factores de los movimientos migratorios: económicos, políticos y ambientales.			X
Factores de localización industrial.	X		
Materias primas y fuentes de energía	X		
Localización de las principales regiones industriales españolas y europeas.		X	
Distribución de las principales países productores y consumidores de materias primas y fuentes de energía en el ámbito mundial.			X
Fases del proceso productivo.	X		
Noción de recursos económicos, mano de obra y consumo		X	
Empresas locales, nacionales y multinacionales.	X		
Clasificación de empresas según el tipo de producción: bienes de equipo, bienes de consumo, extracción de materias primas y fuentes de energía.			X
Señales de tráfico de prohibición e informativas.	X		
Respeto de las normas de tráfico como peatón.	X		
Ventajas e inconveniente de los diversos medios de transporte			X
El papel de la publicidad.		X	
Estrategias de publicidad.			X
El tiempo y su representación mediante líneas de tiempo.		X	X
El tiempo y su medida: periodos cronológicos (año, siglo, milenio), formas convencionales de datación, grandes edades de la historia.	X	X	X
Nociones de cambio, causa, consecuencia, empatía, duración y simultaneidad, evidencia e interpretación histórica.	X	X	X

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4º</b>	<b>5º</b>	<b>6º</b>
La Península Ibérica en la Prehistoria y en la Edad Antigua: las sociedades de cazadores y recolectores, las sociedades agrarias, las primeras ciudades y estados.	X		
La difusión de la cultura griega.	X		
La romanización.	X		
La invasión musulmana y la creación de Al-Ándalus.		X	
Los reinos peninsulares en la Edad Media y su expansión.		X	
La formación del Reino de Valencia.		X	
La formación de la Monarquía Hispánica y su expansión en América y Europa.		X	
Las sociedades del Antiguo Régimen y la revolución liberal.			X
La modernización social y económica de España.			X
La dictadura del general Franco.			X
La transición a la democracia			X
Utilización de fuentes diversas como textos, fotografías, mapas, obras de arte, edificios históricos, documentos audiovisuales, procedentes de los medios de comunicación, de carácter arqueológico y otras fuentes basadas en recursos digitales.	X	X	X
Aceptación y razones de que un hecho puede tener varias interpretaciones.	X	X	X
Noción de patrimonio histórico y herencia cultural.		X	
El papel de los museos.		X	

Tabla 28  
*Detección de redundancias verticales en Educación Plástica.*

Ítems curriculares	4º	5º	6º
La imagen publicitaria.	X		
Aplicación y función social en carteles y vallas publicitarias.	X		
Tipos de imágenes utilizadas en el cartel publicitario: fotografías, dibujos, composiciones geométricas y abstractas.	X		
Identificación de los elementos formales que intervienen en un mensaje publicitario: imagen, texto, sonido.	X		
Valoración de preferencias y defensa argumentada de criterios al observar imágenes fijas y en movimiento de la publicidad.	X		
Observación de la imágenes publicitarias identificando elementos expresivos y comunicativos (retoque digital de imagen y texto, efectos sonoros).	X		
Interés por interpretar las imágenes publicitarias a partir de los elementos generados por el emisor para dar significado al mensaje.	X		
Lectura de las imágenes del campo de la publicidad.	X		
Lectura y análisis de anuncios publicitarios de los medios de comunicación:	X		
Análisis de factores psicológicos desarrollados por el emisor en el campo de la publicidad para obtener la respuesta positiva del consumidor.	X		
El mensaje publicitario: reflexión y debate a partir del visionado de muestras audiovisuales del entorno cotidiano.	X		
Elaboración de la imagen fija aplicada a la publicidad: el cartel.	X		
Planificación del proceso creativo: selección de la idea, elaboración y presentación manual o digital.	X		
Captura y tratamiento de la imagen fotográfica aplicada a la publicidad.	X		
Elementos fundamentales del cartel: relación imagen·texto.	X		
Técnicas gráfico·plásticas para la elaboración de bocetos y transformación manual de la imagen: dibujo, coloreado, recorte, pegado, fotomontaje.	X		
Elaboración de la imagen en movimiento aplicada a la publicidad: el anuncio publicitario.	X		
Utilización de tipografías diferentes en la elaboración del cartel.	X		

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4º</b>	<b>5º</b>	<b>6º</b>
Elaboración del guión narrativo a partir de la idea: introducción, nudo y desenlace.	X		
Realización: secuenciación de las imágenes.	X		
Montaje: tratamiento del tiempo en la publicidad.	X		
El ritmo en la sucesión de imágenes y sonidos con el fin de captar la atención del espectador.	X		
El cine como medio de entretenimiento y reflejo de la sociedad.		X	X
Identificación de películas según la duración: largometraje y cortometraje, vídeo clip, anuncios publicitarios.		X	X
Género: drama, comedia, acción aventura, terror, ciencia-ficción.		X	
Temática: histórico, policíaco, del Oeste, amor, intriga, humor, drama.		X	
Observación e identificación de transformaciones y recursos aplicadas a la imagen a partir de programas informáticos con intención expresiva y comunicativa.		X	
Observación e identificación de diferentes técnicas en producción de cine de animación.		X	X
Comprensión y dominio del vocabulario propio al describir los recursos tecnológicos aplicados a las animaciones.		X	
Valoración de preferencias y defensa argumentada de criterios al visionar los recursos aplicados a producciones de animación.		X	
Los dibujos animados. Visionado y ejemplos.		X	X
Evolución del cine animado.		X	
Fases en el proceso de animación: guión, rodaje y montaje:		X	
Elaboración del guión narrativo a partir de la idea: introducción, nudo y desenlace.		X	
Diseño de personajes y escenarios específicos para las diferentes técnicas de animación.		X	
Realización: captura de imágenes fijas mediante cámara fotográfica.		X	
Recursos tecnológicos y digitales para el retoque de imágenes fotográficas.		X	
Montaje en secuencias de imágenes y sonido.		X	

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Realización de producciones animadas a partir de la narración secuenciada de imágenes interrelacionando diferentes lenguajes.		X	
Técnicas en la animación: dibujos animados, animación con plastilina, animación de recorte.		X	
Análisis de dibujos animados secuenciados y generados con la técnica manual (zoótropo).		X	
Análisis de técnicas y procedimientos digitales para el desarrollo de producciones animadas (dibujos animados, animación con plastilina, animación de recorte).		X	
Lectura de recursos expresivos y tecnológicos (oscilaciones y exageración).		X	
El antecedente de la imagen secuenciada en el cómic.		X	
El discurso narrativo estructurado en secuencias, escenas y planos.		X	
Tratamiento del tiempo (lentitud o aceleración) en el montaje de fotogramas.		X	
Sonorización: selección de composición musical, diálogos, efectos especiales.		X	
Consciencia de la importancia del audio en la narración secuenciada con imágenes.		X	
Planificación del calendario de ejecución y reparto de funciones en la cadena de trabajo (escenografía, vestuario, maquillaje, peluquería).		X	
Referentes culturales del cine americano.		X	
Dominio del vocabulario específico del lenguaje audiovisual y del vocabulario adecuado para aplicar las técnicas y procedimientos en la imagen digital.		X	
Interés por descubrir el valor expresivo de cada lenguaje que interviene en una producción audiovisual.		X	
El cine documental.			X
El cortometraje en el ámbito escolar y familiar.			X
El discurso narrativo en una secuencia de imágenes y sonidos.			X
Función social y comunicativa: descriptiva, informativa, de entretenimiento, persuasiva o como transmisor de sentimientos y emociones.			X
Identificación de elementos que atentan a valores sociales y al bienestar personal y colectivo.	X		

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Curiosidad por analizar la función social y expresiva de las imágenes que nos rodean.	X		
Valoración de la imágenes de modo crítico e interés por interpretar el mensaje a partir de los elementos que las conforman.	X		
Reconocimiento de la importancia del lenguaje audiovisual en sus inicios y en la sociedad actual.	X	X	X
Reconocimiento de la importancia en la sociedad actual de educar “la mirada” para entender e interpretar el mensaje audiovisual.	X	X	X
Valoración e interés por el cine de diferentes épocas y culturas.			X
Lectura de la imagen en movimiento en medios audiovisuales: alfabetización audiovisual	X	X	X
Elementos configurativos del lenguaje audiovisual: punto, línea, plano y forma.	X		
Atributos expresivos y simbólicos del color.	X		
Conceptos compositivos: tamaño, equilibrio, proporción, ritmo, distribución espacial.	X	X	
Interacción de los lenguajes que intervienen en la producción audiovisual (visual, musical, oral, gestual, escrito).	X	X	X
Relación imagen-texto.	X		
Análisis de la imagen fotográfica y su aplicación al campo de la publicidad.	X		
Avances tecnológicos aplicados a la imagen audiovisual.	X		
Análisis de imágenes en movimiento a partir de la imagen fija.			X
Análisis de elementos estructurales y compositivos comunes con la imagen fotográfica: encuadre, planificación (plano general, entero, americano, medio, primer plano, detalle) y angulación (picado y contrapicado).			X
Visionado y análisis de imágenes secuenciadas.			X
Análisis de movimientos de la cámara: travelling.			X
Caracterización de los personajes. Elementos formales y expresivos que definen al personaje.			X
Interés por descubrir el valor expresivo de cada lenguaje que interviene en una producción audiovisual.			X

Ítems curriculares	4º	5º	6º
Dominio del vocabulario específico del lenguaje audiovisual y del vocabulario adecuado para aplicar las técnicas y procedimientos en la imagen digital.			X
Realización de producciones audiovisuales a partir de la narración secuenciada de imágenes interrelacionando diferentes lenguajes.			X
Fases en el proceso de trabajo: guión, rodaje y montaje.			X
Elaboración del guión narrativo a partir de la idea: introducción, nudo y desenlace.			X
Secuenciación de las imágenes. El discurso narrativo estructurado en secuencias, escenas y planos. Tipos de planos.			X
Rodaje: movimientos de la cámara: panorámica, travelling.			X
Captura de sonidos y diálogos.			X
Tratamiento de la luz: directa, de relleno, a contraluz, luz dura.			X
Montaje.			X
Sonorización: diálogos, banda sonora, efectos especiales. Introducción a la técnica de doblaje.			X
Recreación de fragmentos de películas a partir de la interpretación personal.			X
Exploración de las posibilidades expresivas de los personajes a partir de gestos y diálogos.			X
Caracterización.			X
Recursos tecnológicos e informáticos aplicados en la fase de grabación (cámaras, micrófono, iluminación) , fase de edición o montaje (programas informáticos) y efectos especiales.			X
Planificación del calendario de ejecución y reparto de funciones en la cadena de trabajo (escenografía, vestuario, maquillaje, peluquería).			X
Justificación argumentada de criterios propios en la toma de decisiones y respeto hacia las opiniones de los compañeros.		X	X
Interés por cooperar en el desarrollo del trabajo en equipo realizando la parte individual con eficacia y responsabilidad.		X	X
Captura, creación y difusión de imágenes mediante dispositivos TIC, haciendo un uso responsable de bancos de imágenes y sonidos.	X	X	

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4º</b>	<b>5º</b>	<b>6º</b>
Representación de imágenes de forma creativa utilizando herramientas de edición gráfica que permiten incluir texto con formato carácter y la manipulación básica de imágenes (traslación, rotación y escalado)	X		
Uso de dispositivos de las TIC en la captura, creación y difusión de imágenes.			X
Utilización de programas informáticos sencillos para la creación y edición de imágenes y video digital: importar, cortar, copiar y enlazar.		X	X
Uso responsable de bancos de imágenes y sonidos.			X
Respeto por las licencias de uso, modificación y distribución de contenidos generados por otros.	X	X	X
Observación e interpretación de los diferentes entornos natural, artificial e imaginario en museos, exposiciones, galerías, auditorios y teatros.	X	X	
Observación e interpretación de los diferentes entornos natural, artificial e imaginario a través de los medios de comunicación e Internet.			X
Exploración de las posibilidades expresivas de los elementos configurativos del lenguaje visual	X	X	X
·El punto como elemento generador: de volumen y de la imagen digital: píxel.	X	X	X
·La línea como elemento descriptor de detalles, de expresión y de volumen. Diferentes tipos	X	X	X
· Plano (forma). Proporciones y medidas. Componente emocional de la forma. Espacio lleno y espacio vacío. Relación forma significado	X	X	X
Formas geométricas.		X	
Construcción de distintos volúmenes mediante planos.		X	
· Color. Primarios, secundarios, círculo cromático. Valor comunicativo y simbólico en la comunicación visual: señales de tráfico, iconos, pictogramas, carteles.	X	X	X
Cualidades: tono, saturación y luminosidad. Armonía y contraste. Valor comunicativo y simbología.		X	X
Simbología y expresión del color		X	
Valor comunicativo y publicitario del color.		X	
Realización de trabajos de experimentación con transparencias y su proyección para ver los resultados.		X	

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4º</b>	<b>5º</b>	<b>6º</b>
La luz como elemento generador de sombras y volumen.	X	X	
Proyección mediante luz natural o artificial de las sombras de los objetos.		X	
Observación en edificaciones, esculturas y jardines de las sombras proyectadas.		X	
Las texturas: táctiles, visuales (naturales y artificiales). Realización de muestrarios de texturas.	X	X	X
· Conceptos básicos de la composición. Proporción, equilibrio, ritmo, tensión.	X	X	X
Técnicas y materiales de la expresión plástica:	X	X	X
· Técnicas bidimensionales: dibujo, pintura, estampación, mixtas, collage.	X	X	X
· Técnicas tridimensionales: modelado, talla, ensamblaje, técnicas mixtas ·		X	X
Adquisición de la coordinación y precisión necesarias para la ejecución de las distintas técnicas de la expresión plástica.	X	X	X
Materiales y soportes propios y de desecho.	X	X	X
Creación y manipulación de producciones artísticas mediante técnicas, materiales y recursos informáticos y tecnológicos (fotocopiadora, escáner, cámara fotográfica, programas informáticos).	X	X	X
Dominio y control de las distintas fases del proceso creativo:	X	X	X
· Experimentación e investigación previas.	X	X	X
· Planificar y organizar proyectos individuales o colectivos.	X	X	X
· Organizar y gestionar el desarrollo de un proyecto.	X		
· Seleccionar la información técnica y los materiales.	X	X	X
· Evaluar el proyecto y el producto con ayuda de guías.	X	X	X
· Mejorar el producto y el proceso tras la evaluación.	X	X	X
· Tomar decisiones y calibrar oportunidades y riesgos.		X	X
· Establecer estrategias de supervisión.		X	X
· Aportar soluciones originales a los problemas.			X
· Transformar ideas en acciones.			X

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Admitir los propios errores y aprender de ellos.			X
Campos semánticos para ampliar y consolidar la terminología específica del área.	X	X	X
Búsqueda de información sobre las manifestaciones artísticas y técnicas del nivel escolar.	X	X	X
Fuentes formatos y soportes de donde se obtiene la información.	X	X	X
Organización en diferentes soportes (físico y digital) y registros.	X	X	X
Interés y disfrute de las posibilidades que nos ofrecen los diferentes entornos artísticos: museos, exposiciones, galerías de arte.	X	X	X
Interés por la pintura, fotografía, grabado, ilustraciones, cómics, diseño gráfico (carteles, publicidad).	X		
Interés por la arquitectura, escultura, diseño industrial (objetos cotidianos, mobiliario urbano, moda).		X	
Interés por películas, cortos, videos artísticos, animación, documentales, publicidad.			X
Páginas Web y blogs de museos, exposiciones, artistas, galerías de arte.			X
Identificación de obras por tema, época histórica, movimiento artístico, técnicas.	X	X	X
Respeto y valoración de las distintas manifestaciones artísticas y de las diferentes profesiones relacionadas con la expresión artística.	X	X	X
Expresión de opiniones y preferencias respecto a las manifestaciones artísticas.	X	X	X
Análisis de información verbal y no verbal de exposiciones, descripciones, instrucciones y textos orales en los que se expresen opiniones y preferencias (debates).	X	X	X
Escucha activa, incorporando las intervenciones de los demás y respeto a los sentimientos y el contenido del discurso del interlocutor.	X		X
Esfuerzo, fuerza de voluntad.	X	X	X
Constancia y hábitos de trabajo.	X	X	X
Capacidad de concentración.	X	X	X

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Regulación de la perseverancia, flexibilidad, control de la ansiedad e incertidumbre y capacidad de automotivación antes, durante y después del proceso de aprendizaje.			X
Resiliencia, superación de obstáculos y fracasos.		X	X
Aprendizaje autónomo.		X	X
Aplicación de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos.	X	X	X
Desarrollo de proyectos en equipo, transformando ideas en acciones y cumpliendo con su parte del trabajo en tareas que implican a varios compañeros.	X	X	X
Control de la expresión de sentimientos y emociones en conflictos	X		
Ayuda, trabajo con todos, aceptación de todos.	X		
Trabajo en tareas que implican a varios compañeros.	X		
Colaboración y compartición de planes, información y recursos.		X	
Sensibilidad y comprensión de los puntos de vista de los demás.		X	X
Estímulo del entusiasmo por las perspectivas y los objetivos compartidos.			X
Consenso y apoyo de los demás.			X
Obtención y uso eficaz de información.		X	X
Búsqueda de orientación o ayuda cuando la necesita de forma precisa.	X	X	X
El ángulo y sus tipos según abertura	X		
Posiciones relativas entre ángulos: complementario, suplementario, opuesto, consecutivo y adyacente.	X		
Trazado de ángulos. suma y resta de ángulos.	X		
Trazado de la bisectriz.	X		
Construcción de cenefas y mosaicos geométricos a partir de la traslación y el giro de una figura plana.		X	
División de la circunferencia en partes iguales para la construcción de polígonos estrellados.		X	

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Proporcionalidad entre figuras.			X
Conceptos de igualdad, simetría y semejanza. Trazado mediante cuadrícula.			X
La escala: ampliación y reducción de objetos y composiciones artísticas a partir de una cuadrícula.		X	X
Relación entre las medidas del dibujo y la realidad.			X
Representación gráfica de los poliedros. Definición y características;			X
Tipos: prismas, pirámides y cuerpos de revolución.			X
Posiciones relativas entre rectas: paralelas, perpendiculares y concurrentes.	X		
Trazado de rectas horizontales y verticales en composiciones geométricas con fines expresivos.	X		
Recta, semirrecta y segmento.		X	X
Trazado de segmentos; suma y resta mediante la regla y el compás.		X	
Trazado de la mediatriz de un segmento.			X
Reconocimiento de formas geométricas en el campo del diseño.		X	
Herramientas para el manejo y trazado del dibujo geométrico.	X	X	X
La regla: el milímetro como medida básica.	X	X	X
El juego de plantillas: escuadra y cartabón para el trazado rectas y formas geométricas.	X	X	X
El compás para la realización de arcos de circunferencia y traslado de medidas.	X	X	X
El transportador de ángulos para medir y transportar ángulos.	X	X	X
Uso cuidadoso de los instrumentos y materiales del dibujo geométrico.	X	X	X
Soltura y precisión en la línea y el trazo.		X	X

Tabla 29

*Detección de redundancias verticales en Matemáticas.*

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Lectura comprensiva del enunciado.	X	X	X
Expresión del enunciado con palabras propias.	X	X	X
Diferenciación entre datos principales y datos secundarios.	X	X	X
Identificación de la pregunta.	X	X	X
Identificación e interpretación de los datos.	X	X	X
Identificación de enunciados que no planteen problemas.	X	X	X
Estimación de una posible respuesta sin la realización de cálculos.	X	X	X
Expresión numérica de los datos.	X	X	X
Selección de las operaciones necesarias y el porqué.	X	X	X
Identificación de la respuesta correspondiente a un problema.	X	X	X
Reelaboración del enunciado teniendo en cuenta diferentes indicaciones.			X
Detección de la ausencia de datos para la posible resolución de un problema.			X
Planteamientos y estrategias para comprender y resolver problemas de suma y resta referidos a situaciones reales sencillas (facturas, folletos publicitarios, rebajas, etc.):	X	X	X
·Problemas orales, gráficos y escritos.	X	X	X
·Resolución individual o en grupo (trabajo cooperativo).	X	X	X
·Explicación oral y/o por escrito del proceso seguido en la resolución de problemas.	X	X	X
·Comprobación numérica del resultado obtenido.	X	X	X
·Resolución de problemas semejantes de menor dificultad.	X	X	X
·Formulación de enunciados a partir de operaciones y/o respuesta dada.	X	X	X
·Representación mediante dibujos, tablas y esquemas de la situación		X	X
·Ensayo y error razonado. El error como forma de aprendizaje.		X	X
·Coherencia entre el resultado y la pregunta.		X	X

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
·Resolución mental, con calculadora y con el algoritmo.		X	X
Resolución de situaciones problemáticas abiertas:			X
·Investigaciones matemáticas sencillas sobre números, medida, geometría y tratamiento de la información.			X
·Planteamiento de pequeños proyectos de trabajo. Aplicación e interrelación de diferentes conocimientos matemáticos.			X
Trabajo cooperativo.	X	X	X
Aplicación de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos.	X	X	X
Campos semánticos para ampliar y consolidar la terminología específica del área.	X	X	X
Esfuerzo y fuerza de voluntad.	X	X	X
Constancia y hábitos de trabajo.	X	X	X
Capacidad de concentración.	X	X	X
Resiliencia, superar obstáculos y fracasos.	X	X	X
Adaptación a los cambios.	X	X	
Regulación de la perseverancia, flexibilidad, control de la ansiedad e incertidumbre y capacidad de automotivación antes, durante y después del proceso de aprendizaje.			X
Aprendizaje autónomo.		X	X
Búsqueda de orientación o ayuda cuando la necesita de forma precisa.	X	X	X
Planificación, organización y gestión de proyectos individuales o colectivos.	X	X	X
Toma de decisiones y evaluación de oportunidades y riesgos.		X	X
Aportación de soluciones originales a los problemas.			X
Transformación de ideas en acciones.			X
Establecimiento de criterios para evaluar el proyecto y el producto con ayuda de guías.	X	X	X
Mejora del producto y el proceso tras la evaluación.	X	X	X

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Establecimiento de estrategias de supervisión.		X	X
Reconocimiento de los propios errores y su aprendizaje a partir de ellos.			X
Selección de la información técnica y los materiales.	X	X	X
Obtención y uso eficaz de información.		X	X
Selección de información de fuentes variadas, contrastando su fiabilidad.	X	X	X
Obtención de información mediante herramientas digitales de búsqueda y visualización aplicando estrategias de filtrado sencillas (diferentes buscadores y repositorios, opciones de filtrado de los sitios web, etc.) y configurando sus características más usuales (organización, filtrado, seguridad, etc.) en dispositivos TIC.	X	X	X
Almacenamiento de la información digital mediante aplicaciones de gestión de la información (explorador de archivos) y servicios en red (pe: entorno virtual de aprendizaje), siguiendo un esquema de clasificación sencillo.	X	X	X
Identificación de tema, destacando las ideas principales y organizándolas en forma de esquemas lógicos, mapas conceptuales, tablas y gráficos, etc.	X	X	X
Resumen y presentación de la información mediante un texto utilizando los conectores y el vocabulario conceptual de forma adecuada al nivel educativo, poniendo especial atención en los signos de puntuación, cuerpo y estilo de la jerarquía de la información, títulos, subtítulos, imágenes, palabras clave, ejemplos, etc.	X	X	X
Memorización comprensiva de la información debidamente organizada.		X	X
Tratamiento de la información digital seleccionada utilizando herramientas de edición y presentación digital sencillas (p.e. generador de mapas conceptuales, editor de presentaciones, etc.) que permiten incluir texto con formato carácter, la manipulación básica de imágenes (traslación, rotación y escalado) y/o audio/vídeo.	X	X	X
Nombre y grafía de los números naturales.	X		
Descomposición y composición de números naturales	X		
Redondeo de números naturales.	X		
Números positivos y negativos.			X
Sistema de numeración decimal.	X		
El número decimal: relación entre la décima y la fracción decimal.	X		

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Significado y utilidad de los números fraccionarios y decimales en contextos personales y sociales.	X	X	
El número decimal: décimas, centésimas y milésimas.		X	X
Representación de números naturales, decimales, fracciones en la recta numérica.		X	X
Descomposición y composición de números decimales atendiendo al valor posicional de sus cifras.		X	
Redondeo de números decimales a la décima, centésima o milésima más cercana.		X	
El número decimal: descomposición y redondeo.			X
Concepto de fracción como relación entre las partes y el todo.	X		
Comparación de números naturales y fracciones.	X		
Concepto de fracción como división de números naturales.		X	
Correspondencia entre fracciones sencillas, decimales y porcentajes.	X		
Relación entre fracción y decimal.		X	
Relación decimal, fracción y porcentaje.			X
Comparación y ordenación de números naturales, decimales y fracciones.		X	X
Fracciones propias e impropias.			X
La numeración romana: lectura y escritura.			X
Utilización de los algoritmos escritos de suma, resta y multiplicación por dos cifras	X		
Estimación del resultado de operaciones suma, resta, multiplicación y división (por una cifra) con números naturales redondeando antes de operar.	X		
Divisiones por una cifra con números naturales y del vocabulario adecuado.	X		
División por la unidad seguida de ceros.	X	X	
Estimación del resultado de un cálculo y valoración de respuestas numéricas razonables.		X	
Utilización de los algoritmos de multiplicación y división de números naturales.		X	

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Propiedades de las operaciones: conmutativa, asociativa y distributiva utilizando números naturales.		X	
Operaciones combinadas de suma y producto con números naturales.		X	
Operaciones combinadas con paréntesis de números naturales de no más de tres operaciones.			X
Cálculo del cuadrado y el cubo.		X	
Cálculo de potencias de base diez y exponente natural.		X	
Cálculo de potencias de exponente natural.			X
Uso de la suma y la resta con decimales en situaciones de resolución de problemas.	X		
Utilización de los algoritmos de multiplicación y división de números decimales.		X	
Descomposición, de forma aditiva y de forma aditiva-multiplicativa.	X		
Múltiplos, divisores, números primos y compuestos.			X
Obtención de los primeros múltiplos de un número. En particular el m.c.m. de dos números.			X
Obtención de todos los divisores de cualquier número menor que 100. En particular el m.c.d. de dos números.			X
Fracciones equivalentes, reducción de dos fracciones a común denominador utilizando las tablas de multiplicar (no pasar de 100) para compararlas.			X
Suma y resta de fracciones.			X
Cálculo del producto de una fracción por un número.			X
Cálculo de 50%, 25% y 10% en situaciones reales.	X		
Cálculo de tantos por ciento sencillos en situaciones reales.		X	X
Aumentos y disminuciones porcentuales.			X
Proporcionalidad directa.		X	X
Elaboración y uso de estrategias de cálculo mental de sumas, restas, multiplicaciones y divisiones.	X	X	

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Explicación verbal del proceso seguido en cálculos mentales por cualquier otra estrategia personal.	X	X	
Utilización de la calculadora con criterio y autonomía para ensayar e investigar situaciones de cálculo numérico.	X	X	
Resolución de problemas numéricos con sumas, restas, multiplicaciones y divisiones referidas a situaciones reales sencillas de cambio, combinación, igualación y comparación.	X	X	
Resolución de problemas referidos a situaciones abiertas e investigaciones matemáticas y pequeños proyectos de trabajos sobre medidas utilizando diferentes estrategias, colaborando con los demás y comunicando oralmente el proceso seguido en la resolución y las conclusiones.		X	X
Lectura correcta en relojes analógicos y digitales.	X		
Reconocimiento e interpretación de textos numéricos sencillos de la vida cotidiana relacionados con las medidas y sus magnitudes.	X		X
Elección de la unidad más adecuada para la expresión de una medida.	X		
Elección de la unidad y de los instrumentos convencionales más adecuados para medir y expresar las unidades de medida propias y tradicionales de la Comunitat Valenciana (anegada, arroba, tahúlla, etc.) y su equivalencia con unidades convencionales.	X		X
Explicación oral o escrita del proceso seguido y de la estrategia utilizada en la elección de la unidad más adecuada para la expresión de una medida.	X	X	X
Realización de mediciones usando instrumentos y unidades de medida convencionales (cronómetro, regla, metro, cinta métrica, reloj analógico, reloj digital, balanza, báscula, probeta, matraz) en contextos cotidianos.	X		
Realización de mediciones y estimaciones de longitudes, capacidades, masas, superficies y volúmenes de objetos y espacios conocidos, utilizando los instrumentos y unidades de medida convencionales más adecuados.		X	
Desarrollo de estrategias para medir longitudes, superficies, pesos/masas, capacidades, tiempos y expresar el resultado con precisión.		X	
Explicación oral y escrita del proceso seguido y de la estrategia utilizada en mediciones y estimaciones.		X	
Estimación de longitudes, capacidades, masas, superficies y volúmenes de objetos y espacios conocidos.			X
Selección y utilización de la unidad apropiada para determinar la duración de un intervalo de tiempo.	X		

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Utilización de medidas de tiempo (segundo, minuto, hora, día, semana, mes, año, lustro, década y siglo).	X		
Unidades de medida del tiempo (desde siglo hasta segundo) y sus relaciones.		X	
Unidades de medida del tiempo (desde milenio hasta segundo) y sus relaciones.			X
La precisión con los minutos y los segundos.		X	X
Representación de sucesos y periodos a diversas escalas temporales en una recta numérica.			X
Resolución de problemas de medida relacionados con objetos, hechos y situaciones de la vida cotidiana, aplicando como máximo cuatro operaciones (suma, resta, multiplicación, división) con números naturales utilizando los algoritmos básicos.	X	X	X
Unidades de medida convencionales: múltiplos y submúltiplos de uso cotidiano.	X	X	X
Unidades del Sistema Métrico Decimal (longitud, peso/masa, capacidad, superficie) y equivalencias.	X	X	X
Comparación entre los múltiplos y submúltiplos de una misma unidad principal del Sistema Métrico Decimal.		X	
Comparación y ordenación de unidades y cantidades de una misma magnitud.	X		
Suma y resta de medidas de longitud, capacidad y peso dadas en forma simple.	X	X	
Suma y resta de medidas de longitud, capacidad, peso, superficie y volumen en forma simple dando el resultado en la unidad determinada de antemano.			X
Expresión en forma simple de una medida de longitud, capacidad o peso dada en forma compleja y viceversa.		X	X
Equivalencias entre las medidas de capacidad y volumen.			X
El ángulo como medida de un giro o abertura.	X	X	X
Medida de ángulos y uso de instrumentos convencionales (semicírculo graduado) para medir ángulos y transportarlos.	X	X	X
Comparación y clasificación de ángulos: rectos, agudos, obtusos, llanos, mayores de 180° y completos	X	X	
Comparación entre “horas, minutos y segundos” y “grados, minutos y segundos”.	X		

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Resolución de problemas referidos a situaciones abiertas e investigaciones matemáticas y pequeños proyectos de trabajos sobre medidas de ángulos utilizando diferentes estrategias, colaborando con los demás y comunicando oralmente el proceso seguido en la resolución y las conclusiones.		X	X
El sistema sexagesimal: grados, minutos y segundos.			X
Cálculos sencillos con medidas angulares en forma compleja.			X
Resolución de problemas de medida de ángulos relacionados con situaciones de la vida cotidiana, aplicando como máximo dos operaciones (suma, resta).			X
Ángulos en distintas posiciones: consecutivos, adyacentes, opuestos por el vértice, etc.		X	X
Posiciones relativas de rectas.	X		
Posiciones relativas de rectas y circunferencias.		X	X
Clasificación de triángulos, cuadriláteros y polígonos regulares.	X	X	
Concavidad y convexidad de figuras planas.	X		
Clasificación de figuras planas atendiendo a número de lados, número de diagonales, concavidad y convexidad, tipo de ángulos interiores, regularidad.			X
La circunferencia y el círculo. Elementos básicos: centro, radio, diámetro, cuerda, arco, tangente y sector circular.	X	X	
Formación de figuras planas a partir de otras por composición o descomposición.		X	
Formas planas. Construcción y reproducción.			X
Regularidades y simetrías: Reconocimiento de regularidades	X	X	X
Concepto de área.	X		
Cálculo del perímetro de figuras planas y polígonos regulares.	X	X	
Cálculo del área de rectángulos y triángulos con ayuda de distintos elementos y utilizando unidades de medida no convencionales.	X	X	
Resolución de problemas para consolidar los contenidos del nivel, en los que se necesite el cálculo del área de paralelogramos y triángulos o en los que sea necesario la comprensión del concepto.	X	X	
Explicación oral o escrita, del proceso seguido en la resolución de problemas con áreas, de forma individual y en grupo.	X	X	

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Cálculo del perímetro y el área de figuras planas y composiciones de ellas.			X
El número pi.			X
El área del círculo.			X
Poliedros. Elementos básicos: vértices, caras y aristas.	X	X	X
Cuerpos redondos: cono, cilindro y esfera.	X	X	
Prismas y pirámides.	X	X	
Poliedros regulares.			X
Desarrollo plano de prismas y pirámides.		X	
Utilización del sistema de coordenadas cartesianas.		X	
Giros de 90°, 180° y 270°.		X	
La representación elemental del espacio.			X
Escalas.			X
Reconocimiento en los objetos y espacios las proporciones entre el dibujo y la realidad y su representación gráfica utilizando escalas.			X
Instrumentos de orientación.			X
Análisis crítico de las informaciones que se presentan mediante tablas y gráficos estadísticos.	X	X	X
Realización y análisis de tablas de datos, diagramas de barras y gráficos lineales.	X		
Realización y análisis de gráficos de doble entrada.		X	
Realización y análisis de gráficos: diagramas de barras, poligonales y sectoriales.			X
Realización de tablas y diagramas mediante herramientas TIC.		X	X
Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos.		X	X
Construcción de tablas de frecuencias absolutas y relativas.			X
Iniciación intuitiva a las medidas de centralización: la media aritmética, la moda y el rango.			X

<b>Ítems curriculares</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
Resolución de problemas de estadística relacionados con objetos, hechos y situaciones de la vida cotidiana, comunicando oralmente o por escrito el proceso seguido en la resolución y las conclusiones	X	X	X
Resolución de problemas referidos a situaciones abiertas e investigaciones matemáticas y pequeños proyectos de trabajos sobre estadística, utilizando diferentes estrategias, colaborando con los demás y comunicando oralmente o por escrito el proceso seguido en la resolución y las conclusiones.		X	X
Representación de la probabilidad en forma de fracción.	X		
Predicción de resultados de experiencias de azar	X	X	X
Carácter aleatorio de algunas experiencias.	X	X	X
Distinción entre fenómenos aleatorios y deterministas		X	X
Cero y uno como probabilidad de un suceso imposible y seguro.			X
Tablas de doble entrada para registrar los datos de dos experimentos aleatorios.		X	
Elaboración de informes sobre experiencias aleatorias.		X	
Análisis y elaboración de informes sobre fenómenos sociales relacionados con el azar.			X
Resolución de problemas de experiencias aleatorias para afianzar los contenidos del nivel.	X	X	
Resolución de problemas de probabilidad relacionados con objetos, hechos y situaciones de la vida cotidiana.			X
Resolución de problemas referidos a situaciones abiertas e investigaciones matemáticas y pequeños proyectos de trabajos sobre probabilidad, utilizando diferentes estrategias, colaborando con los demás y comunicando oralmente o por escrito el proceso seguido en la resolución y las conclusiones.			X



## Apéndice 7.2.- Grupos de Ítems Curriculares en cada Asignatura

En este Apéndice se incluyen cuatro tablas, una para cada asignatura analizada, con los grupos curriculares que se definieron durante el análisis STEAM. En cada tabla se recogen todos los ítems curriculares no redundantes que se asocian a cada grupo curricular.

La Tabla 30 recoge los grupos de las Ciencias de la Naturaleza, asignatura en la que se crearon 72 grupos con los 123 ítems no redundantes. En la Tabla 31 aparecen los 54 grupos creados en las Ciencias Sociales a partir de los 130 ítems no redundantes. La Tabla 32, de Educación Plástica, incluye los 59 grupos generados a partir de los 194 ítems no redundantes. Finalmente la Tabla 33 recoge los 96 grupos de las Matemáticas creados con los 183 ítems no redundantes de esta asignatura. Todos estos datos numéricos se recogían en la Tabla 3 del Capítulo 3.

Tabla 30  
*Grupos curriculares creados en Ciencias de la Naturaleza.*

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Formulación de interrogantes a partir de un problema o cuestión. Realización de proyectos de experimentación y/o investigación sobre contenidos científicos.	Realización de proyectos científicos
Contrastación de datos de diferentes fuentes. Selección de información técnica y materiales. Recogida de información usando diferentes fuentes Obtención y uso eficaz de la información. Almacenamiento de la información digital mediante aplicaciones de gestión de la información y servicios en red, siguiendo un esquema de clasificación sencillo. Uso de diferentes fuentes de información, diversos materiales así como las TIC, cumpliendo las medidas necesarias de protección y seguridad.	Búsqueda, filtrado, selección y almacenaje de información con y sin TICs
Localización, selección, tratamiento y organización de la información de manera eficiente y responsable mediante herramientas de búsqueda y visualización digital aplicando estrategias de filtrado sencillas en dispositivos TIC. Organización y representación de la información de forma creativa utilizando herramientas digitales de edición y presentación sencillas que permiten incluir formatos de carácter , la manipulación básica de imágenes y/o audio/vídeo.	Tratamiento y representación de la información con TICs

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Respeto por las licencias de uso, modificación y distribución de contenidos reutilizados generados por otros.	Respeto de licencias de propiedad intelectual
Registro y organización de la información obtenida tanto en el proceso como en los resultados de la actividad científica	Gestión de la información resultante de la actividad científica
Exposición de ideas y opiniones mediante las herramientas de comunicación más comunes en dispositivos de las TIC. Envío y recepción de contenidos digitales por medio de herramientas comunes en dispositivos de las TIC que lo permitan con el objeto de compartir información. Uso de las herramientas más comunes de las TIC o de un entorno virtual de aprendizaje para conversar con el resto del grupo con la finalidad de planificar el trabajo, aportar ideas constructivas propias, comprender las ideas ajenas, etc.; compartir información y recursos; y construir un producto o meta colectivo.	Uso de la TIC para exponer, enviar y recibir materiales científicos
Desarrollo de hábitos de trabajo en torno a la actividad científica. Iniciación a la actividad científica. Aproximación experimental a algunas cuestiones.	Iniciación y desarrollo de hábitos científicos
Uso de gráficas, tablas, mapas.	Uso de gráficas, tablas, mapas
Exposición oral de conclusiones de una experiencia. Argumentación de conclusiones. Planificación y presentación de proyectos e informes, para comunicar resultados.	Exposición y argumentación de conclusiones e informes
Lectura de textos propios del área a investigar Uso de textos narrativos. Uso de textos informativos. Uso de textos expositivos. Uso de vocabulario específico.	Lectura científica, uso de textos de diferente tipo y adquisición de vocabulario
Uso de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos.	Aprendizaje cooperativo
Planificación, organización y gestión de proyectos individuales o colectivos. Desarrollo de proyectos en equipo, transformando ideas en acciones y cumpliendo con la parte del trabajo en tareas que implican a varios compañeros.	Planificación y desarrollo de proyectos individuales y de grupo
Escucha de las aportaciones ajenas y aceptación de otros puntos de vista. Desarrollo de estrategias para resolver conflictos a través del diálogo. Sensibilidad y comprensión de los puntos de vista de los demás. Reconocimiento del trabajo ajeno.	Capacidad de diálogo, empatía y consenso en el grupo
Responsabilidad ante el bienestar del grupo. Responsabilidad del trabajo personal para alcanzar una meta colectiva.	Responsabilidad individual y grupal dentro del grupo.

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Participación en la planificación, toma de decisiones y evaluación del grupo.	Capacidad de evaluación del grupo
Diversidad de roles. Fomento de los valores de la convivencia democrática.	Aceptación de roles
Aportación de ideas propias constructivas. Iniciativa.	Implicación y aportes al grupo
Resiliencia, superación obstáculos y fracasos. Adaptación a los cambios.	Aceptación de fracasos y cambios
Reconocimiento y aprendizaje de los propios errores. Esfuerzo, fuerza de voluntad. Constancia y hábitos de trabajo. Capacidad de concentración.	Aprendizaje por ensayo/error  Hábitos e interés personal
Regulación de la perseverancia, flexibilidad, control de la ansiedad e incertidumbre y capacidad de automotivación antes, durante y después del proceso de aprendizaje.	Autocontrol durante el aprendizaje
Búsqueda de orientación o ayuda cuando se necesita de forma precisa.	Búsqueda de ayuda
Aprendizaje autónomo.	Aprendizaje autónomo.
Toma de decisiones y calibración de oportunidades y riesgos.	Toma de decisiones
Aportación de soluciones originales a los problemas.	Creatividad de las soluciones
Uso de criterios para evaluar un proyecto y un producto con ayuda de guías. Uso de estrategias de supervisión. Mejora del producto y el proceso tras la evaluación.	Supervisión, evaluación y mejora del proyecto y el producto
Morfología externa del cuerpo. Anatomía	Anatomía del cuerpo humano
Los órganos de los sentidos y sus funciones. Fisiología del cuerpo humano: aparatos y sistemas.	Órganos, aparatos y sistemas del cuerpo humano
Función de relación.	Función de relación.
Función de nutrición y función de reproducción.	Función de nutrición y función de reproducción.
Hábitos posturales (postura corporal correcta al sentarse, desplazarse, transporte de cargas) para prevenir enfermedades funcionales, como escoliosis, lumbalgias, dolor cervical, etc. Prevención de los riesgos para la salud físicos (lesiones osteomusculares, tensión ocular, etc.) derivados del uso de las TIC.	Hábitos posturales y prevención de riesgos físicos por uso de las TIC
Previene los riesgos para la salud psicológicos derivados del uso de las TIC, encontrando un equilibrio entre el mundo real y el mundo virtual.	Prevención de riesgos psicológicos por uso de las TIC
Efectos saludables de las actividades deportivas.	Salud y deporte

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Enfermedades que afectan a aparatos y sistemas, como por ejemplo diabetes, obesidad, anemia, etc.	Enfermedades de aparatos y sistemas: diabetes, obesidad y anemia
Efectos nocivos del consumo de alcohol y drogas	Efectos nocivos de alcohol y drogas
Prácticas básicas de primeros auxilios.	Primeros auxilios
Exploración de los sentimientos y emociones propias y de los compañeros Diálogo. Aplicación de hábitos de relación social y respeto de la diversidad. Aceptación de las diferencias, posibilidades y limitaciones	Diálogo, empatía, respeto a la diversidad y a las limitaciones.
Resolución pacífica de conflictos	Resolución de conflictos
Igualdad entre hombres y mujeres.	Igualdad
Uso de Imágenes, gráficos y dibujos Uso de programas y aplicaciones informáticas de anatomía del cuerpo humano. Uso de material didáctico visual: láminas, gráficos, fotografías, etc. Uso de programas y aplicaciones informáticas.	Uso de imágenes, gráficos, dibujo y aplicaciones TIC
Vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos) e invertebrados (artrópodos, moluscos, esponjas, equinodermos, medusas, gusanos). Estructura interna y externa.	Estructura de los vertebrados
Estructura interna de los seres vivos: células, tejidos, órganos, aparatos y sistemas.	Estructura de los seres vivos.
La célula: partes y tipos.	La célula
Relación del ser humano con los animales y su cuidado.	El ser humano, los animales y su cuidado
Relaciones alimentarias: las cadenas alimentarias. Otras relaciones, como por ejemplo: mutualismo, parasitismo, etc. Causas de extinción de especies relacionadas con las cadenas alimentarias.	Relaciones alimentarias y de otro tipo. Cadena alimentaria y extinción
Clasificación de los animales en relación a sus funciones vitales: nutrición (carnívoros, herbívoros, omnívoros), reproducción (sexual, asexual).	Clasificaciones de animales
La agricultura, estudio y cultivo de especies vegetales en el aula/laboratorio/huerto escolar.	La agricultura. Prácticas de cultivo.
El proceso de la fotosíntesis. Nutrición y reproducción de las plantas.	La fotosíntesis, nutrición y reproducción de plantas
Poblaciones, comunidades y ecosistemas. Ecosistemas terrestres y acuáticos. Principales ecosistemas de la Comunitat Valenciana. Causas de extinción de especies en ecosistemas terrestres y acuáticos.	Ecosistemas terrestres, acuáticos y de la Comunidad. Causas de extinción

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
El medio ambiente y su conservación en el trabajo de campo: excursiones, visitas, salidas por el entorno, etc.	Cuidado personal del medio ambiente
Clasificación de los materiales por sus propiedades, como por ejemplo : dureza, flexibilidad, etc.	Clasificación de materiales por propiedades: dureza, flexibilidad...
Propiedades generales (masa y volumen) y propiedades específicas de la materia (brillo, color, densidad, etc.).	Propiedades generales y específicas de la materia
La densidad de los cuerpos. Experiencias de flotabilidad en diferentes tipos de materiales.	Densidad y flotabilidad de materiales
Tipos de energía y sus transformaciones. Fuentes de energía renovables y no renovables.	La energía, su transformación y fuentes: renovables/no renovables
Principales usos de la energía y su consumo responsable. Hábitos de consumo responsable de la energía.	Usos de la energía y consumo responsable
Desarrollos sostenibles y equitativos.	Desarrollo sostenible
Comportamiento de los cuerpos ante la luz: reflexión y refracción, espejos y lentes La luz y los colores: descomposición de la luz blanca.	La luz y la materia. Los colores
Fuerza de rozamiento y velocidad.	Fuerza de rozamiento y velocidad
Los estados de la materia y sus propiedades: sólidos, líquidos y gases.	Estados de la materia
Los cambios químicos de la materia y sus reacciones.	Cambios químicos de la materia
Sustancias puras, mezclas y disoluciones. Separación de los componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, disolución, decantación.	Mezclas, su separación, y disoluciones
Análisis del funcionamiento de máquinas y aparatos de valor o interés cultural, histórico o etnográfico (molinos, norias, romanas, balanzas, trabuquetes, catapultas, etc.).	Máquinas históricas y culturales
Aparatos simples y fuentes de energía. Análisis de estructuras objetos y máquinas sencillas de nuestro entorno más inmediato y construcción de objetos y/o máquinas sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas modulares (puente, tobogán, escalera, etc.). Máquinas simples y compuestas; tipos de palancas	Aparatos y fuentes de energía  Máquinas simples, compuestas y palancas
Poleas y planos inclinados; máquinas con operadores combinados.	Máquinas compuestas, poleas y planos inclinados
Identificar los componentes básicos de aparatos eléctricos. Circuitos eléctricos y sus componentes. Planificación, diseño y montaje de un circuito eléctrico y de un electroimán	Componentes y aparatos eléctricos. Diseño y montaje

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
<p>La relación entre la electricidad y el magnetismo Conductores y aislantes.</p> <p>Electricidad: la corriente eléctrica. Electroimán.</p> <p>Efectos de la electricidad.</p>	Electricidad y magnetismo, conductores, aislantes.
<p>Descubrimientos e inventos relacionados con la electricidad y el magnetismo que han hecho avanzar a la humanidad.</p> <p>Investigadores, inventores o científicos relacionados con descubrimientos e inventos relacionados con la electricidad y el magnetismo.</p>	Investigaciones e inventos eléctricos y magnéticos.
<p>La ciencia: presente y futuro de la sociedad. La presencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad, en la escuela, en el hogar, en la cultura y el ocio.</p>	La ciencia y la sociedad, presente y futuro.
<p>Beneficios y riesgos de las tecnología y productos.</p> <p>Avances de la ciencia que mejoran la vida en general</p> <p>Expresión razonada sobre determinados avances</p>	Beneficios y riesgos de los avances científicos y tecnológicos.
<p>Clasificación y resolución de problemas técnicos de aplicaciones y dispositivos de las TIC sencillos de forma guiada.</p>	Uso de TIC para resolver problemas tecnológicos
<p>Prevención de amenazas de seguridad en el uso de las TIC utilizando estrategias básicas de seguridad.</p>	Seguridad en el uso de las TIC

Tabla 31  
*Grupos curriculares creados en Ciencias Sociales.*

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
<p>Planificación de la indagación, búsqueda, registro y organización de la información procedente de diversas fuentes primarias y secundarias, incluidas obras de arte, uso de medios digitales para facilitar el análisis de datos, consideración del significado de los hechos aportando datos, elaboración de textos expositivos para dar cuenta de las estrategias utilizadas para llegar a las conclusiones, citación de los hechos en los que se basan las conclusiones y uso de la terminología adecuada</p> <p>Seleccionar la información técnica y los materiales.</p> <p>Recogida de información sobre hechos o fenómenos</p> <p>Almacenamiento de la información digital utilizando aplicaciones de gestión de la información siguiendo un esquema de clasificación sencillo.</p> <p>Contrastación de datos de diferentes fuentes.</p>	<p>Búsqueda, filtrado, selección, almacenaje y tratamiento de información con y sin TICs</p>
<p>Respeto por las licencias de uso, modificación y distribución de contenidos reutilizados generados por otros.</p>	<p>Respeto de licencias de propiedad intelectual</p>
<p>Lectura de textos propios de la temática a investigar.</p> <p>Uso de vocabulario específico.</p> <p>Uso de textos narrativos.</p>	<p>Cultura y vocabulario del área estudiada</p>
<p>Iniciación al método científico y su aplicación a las Ciencias Sociales:</p>	<p>El método científico</p>
<p>Formulación de interrogantes a partir de un problema o cuestión.</p> <p>Iniciación a la actividad científica. Aproximación experimental a algunas cuestiones.</p> <p>Uso de esquemas, gráficas, mapas.</p> <p>Exposición oral de conclusiones de una experiencia.</p> <p>Realización de proyectos de experimentación y/o investigación sobre contenidos científicos.</p>	<p>Iniciación a la actividad científica</p>
<p>Aplicación de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos.</p> <p>Participación cooperativa en tareas:</p> <p>Ser responsable del bienestar del grupo, participación en la planificación y toma de decisiones, escucha de las aportaciones ajenas y aceptación de otros puntos de vista, aportación de ideas propias constructivas, desarrollo de estrategias para resolver conflictos a través del diálogo, reconocimiento del trabajo ajeno, responsabilizarse del trabajo personal para alcanzar una meta colectiva.</p> <p>Planificación, organización y gestión de proyectos individuales o colectivos.</p>	<p>Aprendizaje cooperativo y trabajo en equipo</p>

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
<p>Desarrollo de proyectos en equipo, transformando ideas en acciones y cumpliendo con la parte del trabajo en tareas que implican a varios compañeros.</p> <p>Planificación y presentación de proyectos e informes, para comunicar resultados.</p> <p>Control de la expresión de sentimientos y emociones en conflictos</p> <p>Ayuda, trabajo con todos, aceptación a todos.</p>	Desarrollo de proyectos en equipo y habilidades de interacción social
<p>Establecer estrategias de supervisión.</p> <p>Mejorar el producto y el proceso tras la evaluación.</p> <p>Tomar decisiones y calibrar oportunidades y riesgos.</p> <p>Evaluar el proyecto y el producto con ayuda de guías.</p>	Supervisión, evaluación y mejora del proyecto y el producto
<p>Tener Iniciativa. Esforzarse.</p> <p>Constancia y hábitos de trabajo.</p> <p>Capacidad de concentración.</p> <p>Adaptación a los cambios.</p> <p>Resiliencia: superación de obstáculos y fracasos.</p>	Actitud ante el proceso de aprendizaje
<p>Búsqueda de orientación o ayuda cuando la necesita de forma precisa.</p>	Búsqueda de ayuda
<p>Aprendizaje de forma autónoma.</p>	Aprendizaje autónomo
<p>Noción de desigualdad social y conflicto.</p> <p>Noción de diferencia cultural y discriminación</p> <p>Reconocimiento del enriquecimiento de nuestro patrimonio cultural por las contribuciones que hicieron nuestros antepasados.</p>	Igualdad y respeto por las diferencias culturales
<p>Uso de diferentes fuentes de información, diversos materiales así como las TIC, cumpliendo las medidas necesarias de protección y seguridad.</p> <p>Localización y tratamiento de la información de manera responsable mediante herramientas de búsqueda y visualización digital en dispositivos TIC.</p> <p>Organización y representación del texto de forma creativa utilizando herramientas de edición de contenidos digitales que permiten incluir formatos de carácter y manipulación básica de imágenes.</p>	Tratamiento y representación de la información con TICs
<p>Exposición de ideas y opiniones mediante las herramientas de comunicación más comunes en dispositivos de las TIC.</p> <p>Envío y recepción de contenidos digitales por medio de herramientas comunes en dispositivos de las TIC que lo permitan con el objeto de compartir información.</p>	Uso de la TIC para exponer, enviar y recibir materiales científicos
<p>El problema de representar la esfericidad de la Tierra en un plano: las proyecciones cartográficas y mapas como medio de solución.</p> <p>Tipos de mapas: planisferios, plano topográfico, mapa político, mapa físico. Uso de imágenes aéreas y digitales.</p>	La representación de la Tierra. Tipos de mapas

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
El Universo y el Sistema Solar: Origen y cuerpos celestes.	Universo y Sistema Solar
Representación cartográfica: Seleccionar mapas en función de la escala con un propósito dado. Interpretar imágenes y mapas como fuente de información sobre los paisajes y espacios geográficos.	Representación de mapas. La escala
Variables meteorológicas: temperatura, precipitación, nubosidad, insolación y viento. Uso de mapas de tiempo para hacer previsiones. Diferenciar tiempo y clima. Factores climáticos.: latitud, altitud, continentalidad. Situación de las regiones climáticas europeas en un mapa. Paisaje mediterráneo, oceánico, de montaña y subtropical.	Diferencia de tiempo y clima. Variables meteorológicas y factores climáticos.
Distribución de climas: ecuatorial, tropical, mediterráneo, oceánico, continental, subtropical (Canarias), polar y de montaña. Identificación de los elementos que se representan en un climograma e interpretación de sus características. Interacción clima y actividades humanas. Clima y actividades humanas: agricultura y turismo. Noción de caudal y su relación con el clima.	Tipos de clima, características, climogramas e interacción clima/actividad humana
Localización de los principales ríos en la península Ibérica. Océano y mares que rodean la península Ibérica y las Islas Canarias. Tramos de un río: cabecera, curso medio y desembocadura. Características de los tramos de un río: caudal y pendiente	Río de España, tramos de un río y características
Nociones de vertiente hidrográfica y régimen fluvial y su relación con el clima. Infraestructuras hidráulicas: embalses, presas y azudes.	Cuencas hidrográficas e infraestructuras hidráulicas
Distribución de los océanos, principales mares, ríos y lagos en Europa.	Mares, océanos y ríos de Europa
Noción de erosión y sedimentación.	Erosión y sedimentación
Interpretación de imágenes de paisajes. Playa, acantilado, cabo, golfo, delta, estuario Desiertos, selvas tropicales, sabana, bosques templados, estepa, tundra, y taiga.	Interpretación de paisajes: playa, acantilado, desierto, selva...
Elementos del medio físico: suelo, relieve, clima (temperatura, precipitación e insolación) e hidrografía. Principales unidades del relieve de la península Ibérica. Paisajes agrarios y turísticos de España.	Principales elementos del medio físico y paisajes de España
Noción de relieve como condicionante de las redes de transporte y comunicaciones. Principales unidades del relieve de Europa y el mundo.	Relación relieve/transporte. Unidades de relieve de Europa y el mundo
Paisajes agropecuarios y turísticos de Europa.	Paisajes de Europa

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Actividades económicas: turismo, transporte, obtención de energía. Actividades humanas: agricultura e industria, obtención de fuentes de energía y materias primas.	Actividades económicas y humanas
Nociones de desarrollo sostenible y recurso. Contaminación. Escasez y agotamiento de recursos	Desarrollo sostenible, recursos y contaminación.
Nociones de cambio climático y equilibrio ambiental y efecto invernadero.	Cambio climático
Derechos, libertades y deberes básicos que configuran la ciudadanía. Sistema político español: Gobierno, Cortes Generales y Tribunales.	Derechos de la ciudadanía y sistema político español
Elementos de la constitución española que configuran el régimen democrático: Formas de gobierno: Democracia y dictadura. Monarquía parlamentaria, derechos y libertades, división de poderes y regulación de la participación ciudadana. Estructura política y territorial del estado español: instituciones y funciones.	Constitución española, forma de gobierno y estructura del estado.
Instituciones europeas y sus funciones: Comisión Europea, Parlamento europeo, Consejo de ministros y Tribunal de justicia Estructura territorial del estado español: comunidades autónomas, provincias, ayuntamientos. Características de la población española y de la UE. Objetivos de la UE. El mercado único y el papel del euro. Ciudadanía europea: derechos y participación política.	Instituciones europeas, objetivos y características de la población.
Competencias en el ámbito de los servicios públicos y protección ambiental.	Servicios público y de protección, competencias.
Evolución demográfica. Población absoluta. Factores de la natalidad y la mortalidad.	
Nociones de mortalidad infantil y esperanza de vida Envejecimiento de la población. Características demográficas de los países desarrollados y subdesarrollados: natalidad, mortalidad, mortalidad infantil, esperanza de vida. Distribución de la población y riesgos naturales.	Esperanza de vida, distribución de la población y características demográficas.
Movimientos migratorios. Procesos de integración y cohesión social. Diversidad cultural. Factores de la distribución de la población en España y la UE. Movimientos migratorio históricos: expulsiones de judíos y moriscos, colonización de América, migraciones europeas del siglo XIX. Factores de los movimientos migratorios: económicos, políticos y ambientales.	Migraciones y factores que intervienen. Distribución de población en España y Europa

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Factores de localización industrial. Materias primas y fuentes de energía Localización de las principales regiones industriales españolas y europeas.	La industria, materias primas, fuentes de energía y regiones
Distribución de las principales países productores y consumidores de materias primas y fuentes de energía en el ámbito mundial.	Países productores de materias primas y energía
Fases del proceso productivo. Noción de recursos económicos, mano de obra y consumo Empresas locales, nacionales y multinacionales. Clasificación de empresas según el tipo de producción: bienes de equipo, bienes de consumo, extracción de materias primas y fuentes de energía.	El proceso productivo, tipos de empresa y localización.
Señales de tráfico de prohibición e informativas. Respeto de las normas de tráfico como peatón.	Señales y normas de tráfico
Ventajas e inconveniente de los diversos medios de transporte	Medios de transporte
El papel de la publicidad. Estrategias de publicidad.	La publicidad
El tiempo y su representación mediante líneas de tiempo. El tiempo y su medida: periodos cronológicos (año, siglo, milenio), formas convencionales de datación, grandes edades de la historia.	El tiempo, su representación y medida histórica
Nociones de cambio, causa, consecuencia, empatía, duración y simultaneidad, evidencia e interpretación histórica.	Noción de cambio en la historia
La Península Ibérica en la Prehistoria y en la Edad Antigua: las sociedades de cazadores y recolectores, las sociedades agrarias, las primeras ciudades y estados.	La Península en la Prehistoria y Edad Antigua
La difusión de la cultura griega. La romanización.	La cultura griega y romana
La invasión musulmana y la creación de Al-Ándalus.	Al-Ándalus
Los reinos peninsulares en la Edad Media y su expansión. La formación del Reino de Valencia.	Reinos peninsulares de la Edad Media: Reino de Valencia
La formación de la Monarquía Hispánica y su expansión en América y Europa.	Expansión de España en América
Las sociedades del Antiguo Régimen y la revolución liberal. La modernización social y económica de España.	La revolución industrial y la modernización de España
La dictadura del general Franco.	La dictadura de Franco.
La transición a la democracia	Transición y democracia

Ítems curriculares no redundantes	Grupos curriculares
<p>Utilización de fuentes diversas como textos, fotografías, mapas, obras de arte, edificios históricos, documentos audiovisuales, procedentes de los medios de comunicación, de carácter arqueológico y otras fuentes basadas en recursos digitales.</p> <p>Aceptación y razones de que un hecho puede tener varias interpretaciones.</p>	<p>Uso de fuentes históricas y aceptación de diferentes interpretaciones</p>
<p>Noción de patrimonio histórico y herencia cultural.</p> <p>El papel de los museos.</p>	<p>Noción de patrimonio. Papel de los museos</p>

Tabla 32  
*Grupos curriculares creados en Educación Plástica.*

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
<p>La imagen publicitaria.</p> <p>Aplicación y función social en carteles y vallas publicitarias.</p> <p>Tipos de imágenes utilizadas en el cartel publicitario: fotografías, dibujos, composiciones geométricas y abstractas.</p> <p>Identificación de los elementos formales que intervienen en un mensaje publicitario: imagen, texto, sonido.</p>	<p>La imagen y función social de la publicidad.</p>
<p>Valoración de preferencias y defensa argumentada de criterios al observar imágenes fijas y en movimiento de la publicidad.</p> <p>Observación de la imágenes publicitarias identificando elementos expresivos y comunicativos (retoque digital de imagen y texto, efectos sonoros).</p> <p>Interés por interpretar las imágenes publicitarias a partir de los elementos generados por el emisor para dar significado al mensaje.</p> <p>Lectura de las imágenes del campo de la publicidad.</p>	<p>Elementos expresivos y comunicativos de la publicidad</p>
<p>Lectura y análisis de anuncios publicitarios de los medios de comunicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Análisis de factores psicológicos desarrollados por el emisor en el campo de la publicidad para obtener la respuesta positiva del consumidor.</li> <li>·El mensaje publicitario: reflexión y debate a partir del visionado de muestras audiovisuales del entorno cotidiano.</li> </ul> <p>Elaboración de la imagen fija aplicada a la publicidad: el cartel.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Planificación del proceso creativo: selección de la idea, elaboración y presentación manual o digital.</li> <li>·Captura y tratamiento de la imagen fotográfica aplicada a la publicidad.</li> <li>·Elementos fundamentales del cartel: relación imagen·texto.</li> <li>·Técnicas gráfico·plásticas para la elaboración de bocetos y transformación manual de la imagen: dibujo, coloreado, recorte, pegado, fotomontaje.</li> </ul>	<p>Lectura, análisis y elaboración de imágenes publicitarias</p>
<p>Elaboración de la imagen en movimiento aplicada a la publicidad: el anuncio publicitario.</p>	<p>Elaboración de imágenes en movimiento para publicidad</p>
<p>Utilización de tipografías diferentes en la elaboración del cartel.</p>	<p>Tipografías en los carteles</p>
<p>Elaboración del guión narrativo a partir de la idea: introducción, nudo y desenlace.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Realización: secuenciación de las imágenes.</li> <li>·Montaje: tratamiento del tiempo en la publicidad.</li> </ul> <p>El ritmo en la sucesión de imágenes y sonidos con el fin de captar la atención del espectador.</p>	<p>Guión narrativo y ritmo en la elaboración de publicidad.</p>

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
<p>El cine como medio de entretenimiento y reflejo de la sociedad.</p> <p>Identificación de películas según la duración: largometraje y cortometraje, vídeo clip, anuncios publicitarios.</p> <p>Género: drama, comedia, acción aventura, terror, ciencia-ficción.</p> <p>Temática: histórico, policiaco, del Oeste, amor, intriga, humor, drama.</p> <p>Observación e identificación de transformaciones y recursos aplicadas a la imagen a partir de programas informáticos con intención expresiva y comunicativa.</p>	El cine, tipos de películas y géneros
<p>Observación e identificación de diferentes técnicas en producción de cine de animación.</p> <p>Comprensión y dominio del vocabulario propio al describir los recursos tecnológicos aplicados a las animaciones.</p> <p>Valoración de preferencias y defensa argumentada de criterios al visionar los recursos aplicados a producciones de animación.</p> <p>Los dibujos animados. Visionado y ejemplos.</p> <p>Evolución del cine animado.</p>	El cine animado, observación, comprensión y valoración.
<p>Fases en el proceso de animación: guión, rodaje y montaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Elaboración del guión narrativo a partir de la idea: introducción, nudo y desenlace.</li> <li>·Diseño de personajes y escenarios específicos para las diferentes técnicas de animación.</li> <li>· Realización: captura de imágenes fijas mediante cámara fotográfica.</li> <li>·Recursos tecnológicos y digitales para el retoque de imágenes fotográficas.</li> <li>·Montaje en secuencias de imágenes y sonido.</li> </ul>	Fases del proceso de creación de animaciones
<p>Realización de producciones animadas a partir de la narración secuenciada de imágenes interrelacionando diferentes lenguajes.</p> <p>Técnicas en la animación: dibujos animados, animación con plastilina, animación de recorte.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Análisis de dibujos animados secuenciados y generados con la técnica manual (zootropo).</li> <li>·Análisis de técnicas y procedimientos digitales para el desarrollo de producciones animadas (dibujos animados, animación con plastilina, animación de recorte).</li> <li>·Lectura de recursos expresivos y tecnológicos (oscilaciones y exageración).</li> </ul>	Técnicas de animación, uso práctico.
El antecedente de la imagen secuenciada en el cómic.	El cómic, antecedentes de la animación

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
<p>El discurso narrativo estructurado en secuencias, escenas y planos. Tratamiento del tiempo (lentitud o aceleración) en el montaje de fotogramas. Sonorización: selección de composición musical, diálogos, efectos especiales. Consciencia de la importancia del audio en la narración secuenciada con imágenes. Planificación del calendario de ejecución y reparto de funciones en la cadena de trabajo (escenografía, vestuario, maquillaje, peluquería). Referentes culturales del cine americano.</p>	<p>El discurso narrativo, el tiempo y la sonorización en el cine</p>
<p>Dominio del vocabulario específico del lenguaje audiovisual y del vocabulario adecuado para aplicar las técnicas y procedimientos en la imagen digital. Interés por descubrir el valor expresivo de cada lenguaje que interviene en una producción audiovisual.</p>	<p>Vocabulario, tipos de lenguaje y referentes culturales en el cine y audiovisuales</p>
<p>El cine documental. El cortometraje en el ámbito escolar y familiar. El discurso narrativo en una secuencia de imágenes y sonidos. Función social y comunicativa: descriptiva, informativa, de entretenimiento, persuasiva o como transmisor de sentimientos y emociones.</p>	<p>El documental y el cortometraje. Discurso narrativo y funciones</p>
<p>Identificación de elementos que atentan a valores sociales y al bienestar personal y colectivo. Curiosidad por analizar la función social y expresiva de las imágenes que nos rodean. Valoración de la imágenes de modo crítico e interés por interpretar el mensaje a partir de los elementos que las conforman.</p>	<p>Identificación, análisis y valoración de función social y mensaje audiovisual</p>
<p>Reconocimiento de la importancia del lenguaje audiovisual en sus inicios y en la sociedad actual. Reconocimiento de la importancia en la sociedad actual de educar “la mirada” para entender e interpretar el mensaje audiovisual.</p>	<p>Educación de la mirada para entender el mensaje audiovisual y su importancia</p>
<p>Valoración e interés por el cine de diferentes épocas y culturas.</p>	<p>Cine de otras épocas y culturas</p>
<p>Lectura de la imagen en movimiento en medios audiovisuales: alfabetización audiovisual ·Elementos configurativos del lenguaje audiovisual: punto, línea, plano y forma. ·Atributos expresivos y simbólicos del color. ·Conceptos compositivos: tamaño, equilibrio, proporción, ritmo, distribución espacial. ·Interacción de los lenguajes que intervienen en la producción audiovisual (visual, musical, oral, gestual, escrito). · Relación imagen-texto. ·Análisis de la imagen fotográfica y su aplicación al campo de la publicidad. ·Avances tecnológicos aplicados a la imagen audiovisual.</p>	<p>Alfabetización audiovisual: línea, punto, plano, forma, color, equilibrio, proporción...</p>

Ítems curriculares no redundantes	Grupos curriculares
<ul style="list-style-type: none"> <li>·Análisis de imágenes en movimiento a partir de la imagen fija.</li> <li>·Análisis de elementos estructurales y compositivos comunes con la imagen fotográfica: encuadre, planificación (plano general, entero, americano, medio, primer plano, detalle) y angulación (picado y contrapicado).</li> <li>·Visionado y análisis de imágenes secuenciadas.</li> <li>·Análisis de movimientos de la cámara: travelling.</li> <li>·Caracterización de los personajes. Elementos formales y expresivos que definen al personaje.</li> </ul>	Elementos compositivos de la fotografía y el cine. Ángulos de cámara
<p>Interés por descubrir el valor expresivo de cada lenguaje que interviene en una producción audiovisual.</p>	Dominio del lenguaje audiovisual y vocabulario en producciones propias
<p>Dominio del vocabulario específico del lenguaje audiovisual y del vocabulario adecuado para aplicar las técnicas y procedimientos en la imagen digital.</p> <p>Realización de producciones audiovisuales a partir de la narración secuenciada de imágenes interrelacionando diferentes lenguajes.</p>	Dominio del lenguaje audiovisual y vocabulario en producciones propias
<p>Fases en el proceso de trabajo: guión, rodaje y montaje.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Elaboración del guión narrativo a partir de la idea: introducción, nudo y desenlace.</li> <li>·Secuenciación de las imágenes. El discurso narrativo estructurado en secuencias, escenas y planos. Tipos de planos.</li> <li>·Rodaje: movimientos de la cámara: panorámica, travelling.</li> </ul> <p>Captura de sonidos y diálogos.</p> <p>Tratamiento de la luz: directa, de relleno, a contraluz, luz dura.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·Montaje.</li> </ul>	Fases y proceso de trabajo en el cine: desde planificación a montaje final
<p>Sonorización: diálogos, banda sonora, efectos especiales.</p> <p>Introducción a la técnica de doblaje.</p> <p>Recreación de fragmentos de películas a partir de la interpretación personal.</p> <p>Exploración de las posibilidades expresivas de los personajes a partir de gestos y diálogos.</p> <p>Caracterización.</p> <p>Recursos tecnológicos e informáticos aplicados en la fase de grabación (cámaras, micrófono, iluminación), fase de edición o montaje (programas informáticos) y efectos especiales.</p> <p>Planificación del calendario de ejecución y reparto de funciones en la cadena de trabajo (escenografía, vestuario, maquillaje, peluquería).</p>	Fases y proceso de trabajo en el cine: desde planificación a montaje final
<p>Justificación argumentada de criterios propios en la toma de decisiones y respeto hacia las opiniones de los compañeros.</p> <p>Interés por cooperar en el desarrollo del trabajo en equipo realizando la parte individual con eficacia y responsabilidad.</p>	Trabajo cooperativo y consenso de opiniones

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
<p>Captura, creación y difusión de imágenes mediante dispositivos TIC, haciendo un uso responsable de bancos de imágenes y sonidos.</p> <p>Representación de imágenes de forma creativa utilizando herramientas de edición gráfica que permiten incluir texto con formato carácter y la manipulación básica de imágenes (traslación, rotación y escalado)</p> <p>Uso de dispositivos de las TIC en la captura, creación y difusión de imágenes.</p> <p>Utilización de programas informáticos sencillos para la creación y edición de imágenes y video digital: importar, cortar, copiar y enlazar.</p>	Uso de TIC para producción de audiovisuales
<p>Uso responsable de bancos de imágenes y sonidos.</p> <p>Respeto por las licencias de uso, modificación y distribución de contenidos generados por otros.</p>	Respeto por licencias: uso de bancos de imagen
<p>Observación e interpretación de los diferentes entornos natural, artificial e imaginario en museos, exposiciones, galerías, auditorios y teatros.</p> <p>Observación e interpretación de los diferentes entornos natural, artificial e imaginario a través de los medios de comunicación e Internet.</p>	Observación e interpretación de entornos en vivo e internet
<p>Exploración de las posibilidades expresivas de los elementos configurativos del lenguaje visual</p> <p>·El punto como elemento generador: de volumen y de la imagen digital: píxel.</p> <p>·La línea como elemento descriptor de detalles, de expresión y de volumen. Diferentes tipos</p> <p>· Plano (forma). Proporciones y medidas. Componente emocional de la forma. Espacio lleno y espacio vacío. Relación forma significado</p>	Expresividad de los elementos visuales: punto, línea, plano
<p>Formas geométricas.</p> <p>Construcción de distintos volúmenes mediante planos.</p>	Formas y volúmenes formados por planos
<p>· Color. Primarios, secundarios, círculo cromático. Valor comunicativo y simbólico en la comunicación visual: señales de tráfico, iconos, pictogramas, carteles.</p> <p>Cualidades: tono, saturación y luminosidad. Armonía y contraste. Valor comunicativo y simbología.</p> <p>Simbología y expresión del color</p> <p>Valor comunicativo y publicitario del color.</p> <p>Realización de trabajos de experimentación con transparencias y su proyección para ver los resultados.</p>	El color, tipos, propiedades, simbología y expresividad
<p>· La luz como elemento generador de sombras y volumen.</p> <p>Proyección mediante luz natural o artificial de las sombras de los objetos.</p> <p>Observación en edificaciones, esculturas y jardines de las sombras proyectadas.</p>	La luz, la sombra y el volumen
<p>Las texturas: táctiles, visuales (naturales y artificiales). Realización de muestrarios de texturas.</p>	Trabajo con texturas

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
· Conceptos básicos de la composición. Proporción, equilibrio, ritmo, tensión.	Elementos de composición
Técnicas y materiales de la expresión plástica: · Técnicas bidimensionales: dibujo, pintura, estampación, mixtas, collage. · Técnicas tridimensionales: modelado, talla, ensamblaje, técnicas mixtas · Adquisición de la coordinación y precisión necesarias para la ejecución de las distintas técnicas de la expresión plástica.	Técnicas plásticas bi y tridimensionales. Adquisición de coordinación y habilidad
Materiales y soportes propios y de desecho. Creación y manipulación de producciones artísticas mediante técnicas, materiales y recursos informáticos y tecnológicos (fotocopiadora, escáner, cámara fotográfica, programas informáticos).	Materiales de soporte
Dominio y control de las distintas fases del proceso creativo: · Experimentación e investigación previas. · Planificar y organizar proyectos individuales o colectivos. · Organizar y gestionar el desarrollo de un proyecto. · Seleccionar la información técnica y los materiales. · Evaluar el proyecto y el producto con ayuda de guías. · Mejorar el producto y el proceso tras la evaluación.	Dominio y control del proceso creativo.
· Tomar decisiones y calibrar oportunidades y riesgos. · Establecer estrategias de supervisión. · Aportar soluciones originales a los problemas. · Transformar ideas en acciones. · Establecer criterios para evaluar el proyecto y el producto con ayuda de guías. · Admitir los propios errores y aprender de ellos.	Actitud y habilidades para desarrollar el proceso creativo.
Campos semánticos para ampliar y consolidar la terminología específica del área.	Vocabulario y dominio de terminología
Búsqueda de información sobre las manifestaciones artísticas y técnicas del nivel escolar. Fuentes formatos y soportes de donde se obtiene la información. Organización en diferentes soportes (físico y digital) y registros.	Gestión de la información: búsqueda, selección y organización
Interés y disfrute de las posibilidades que nos ofrecen los diferentes entornos artísticos: museos, exposiciones, galerías de arte. Interés por la pintura, fotografía, grabado, ilustraciones, cómics, diseño gráfico (carteles, publicidad). Interés por la arquitectura, escultura, diseño industrial (objetos cotidianos, mobiliario urbano, moda). Interés por películas, cortos, videos artísticos, animación, documentales, publicidad. Páginas Web y blogs de museos, exposiciones, artistas, galerías de arte.	Interés por arte plástico: museos, pintura, fotografía, escultura, cine...

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Identificación de obras por tema, época histórica, movimiento artístico, técnicas. Respeto y valoración de las distintas manifestaciones artísticas y de las diferentes profesiones relacionadas con la expresión artística. Expresión de opiniones y preferencias respecto a las manifestaciones artísticas.	Identificación de obras, respeto, valoración y expresión de opiniones
Análisis de información verbal y no verbal de exposiciones, descripciones, instrucciones y textos orales en los que se expresen opiniones y preferencias (debates). Escucha activa, incorporando las intervenciones de los demás y respeto a los sentimientos y el contenido del discurso del interlocutor.	Expresión de la propia opinión y escucha de la de otros.
Esfuerzo, fuerza de voluntad. Constancia y hábitos de trabajo. Capacidad de concentración. Adaptación a los cambios.	Actitud ante el proceso de aprendizaje
Regulación de la perseverancia, flexibilidad, control de la ansiedad e incertidumbre y capacidad de automotivación antes, durante y después del proceso de aprendizaje. Resiliencia, superación de obstáculos y fracasos.	Autocontrol durante el aprendizaje
Aprendizaje autónomo.	Capacidad de aprendizaje autónomo
Aplicación de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos. Desarrollo de proyectos en equipo, transformando ideas en acciones y cumpliendo con su parte del trabajo en tareas que implican a varios compañeros.	Trabajo cooperativo
Control de la expresión de sentimientos y emociones en conflictos Ayuda, trabajo con todos, aceptación de todos. Trabajo en tareas que implican a varios compañeros.	Relación con los demás en el trabajo en equipo.
Colaboración y compartición de planes, información y recursos. Sensibilidad y comprensión de los puntos de vista de los demás. Estímulo del entusiasmo por las perspectivas y los objetivos compartidos. Consenso y apoyo de los demás.	Empatía y respeto por opiniones ajenas
Obtención y uso eficaz de información.	Gestión de la información
Búsqueda de orientación o ayuda cuando la necesita de forma precisa.	Búsqueda de ayuda
El ángulo y sus tipos según abertura Posiciones relativas entre ángulos: complementario, suplementario, opuesto, consecutivo y adyacente. Trazado de ángulos. suma y resta de ángulos.	Ángulos, tipos y posiciones relativas

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Trazado de la bisectriz.	Bisectriz
Construcción de cenefas y mosaicos geométricos a partir de la traslación y el giro de una figura plana. División de la circunferencia en partes iguales para la construcción de polígonos estrellados. Decoración por medio del color y la textura.	Mosaicos, cenefas y polígonos estrellados decorados con color y textura
Proporcionalidad entre figuras. Conceptos de igualdad, simetría y semejanza. Trazado mediante cuadrícula.	Proporcionalidad, igualdad, simetría y semejanza
La escala: ampliación y reducción de objetos y composiciones artísticas a partir de una cuadrícula. Relación entre las medidas del dibujo y la realidad.	La escala y relación dibujo/realidad
Representación gráfica de los poliedros. Definición y características; Reconocimiento de formas geométricas en el campo del diseño. Tipos: prismas, pirámides y cuerpos de revolución.	Representación y tipos de poliedros
Posiciones relativas entre rectas: paralelas, perpendiculares y concurrentes. Trazado de rectas horizontales y verticales en composiciones geométricas con fines expresivos.	Trazado de rectas y posiciones relativas
Recta, semirrecta y segmento. Trazado de segmentos; suma y resta mediante la regla y el compás.	Trazado de semirrectas y segmentos
Trazado de la mediatriz de un segmento.	La mediatriz
Herramientas para el manejo y trazado del dibujo geométrico. La regla: el milímetro como medida básica. El juego de plantillas: escuadra y cartabón para el trazado rectas y formas geométricas. El compás para la realización de arcos de circunferencia y traslado de medidas. El transportador de ángulos para medir y transportar ángulos. Uso cuidadoso de los instrumentos y materiales del dibujo geométrico.	Herramientas de dibujo geométrico, uso y cuidado
Soltura y precisión en la línea y el trazo.	Soltura y precisión en el trazo

Tabla 33  
*Grupos curriculares creados en Matemáticas.*

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Lectura comprensiva del enunciado. Expresión del enunciado con palabras propias. Diferenciación entre datos principales y datos secundarios. Identificación de la pregunta. Identificación e interpretación de los datos. Identificación de enunciados que no planteen problemas.	Comprensión de enunciados
Estimación de una posible respuesta sin la realización de cálculos. Expresión numérica de los datos. Selección de las operaciones necesarias y el porqué. Identificación de la respuesta correspondiente a un problema.	Conversión de enunciados a operaciones
Reelaboración del enunciado teniendo en cuenta diferentes indicaciones.	Reelaboración de enunciados
Detección de la ausencia de datos para la posible resolución de un problema.	Detección de ausencia de datos
Planteamientos y estrategias para comprender y resolver problemas de suma y resta referidos a situaciones reales sencillas (facturas, folletos publicitarios, rebajas, etc.): ·Problemas orales, gráficos y escritos. ·Resolución individual o en grupo (trabajo cooperativo). ·Explicación oral y/o por escrito del proceso seguido en la resolución de problemas. ·Comprobación numérica del resultado obtenido. ·Resolución de problemas semejantes de menor dificultad. ·Formulación de enunciados a partir de operaciones y/o respuesta dada. ·Representación mediante dibujos, tablas y esquemas de la situación ·Ensayo y error razonado. El error como forma de aprendizaje. ·Coherencia entre el resultado y la pregunta. ·Resolución mental, con calculadora y con el algoritmo.	Estrategias de resolución de problemas reales sencillos
Resolución de situaciones problemáticas abiertas: ·Investigaciones matemáticas sencillas sobre números, medida, geometría y tratamiento de la información. ·Planteamiento de pequeños proyectos de trabajo. Aplicación e interrelación de diferentes conocimientos matemáticos.	Resolución de problemas abiertos: investigación y proyectos
Trabajo cooperativo. Aplicación de estrategias de aprendizaje cooperativo y por proyectos.	Trabajo cooperativo
Campos semánticos para ampliar y consolidar la terminología específica del área.	Adquisición de vocabulario matemático

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
<p>Esfuerzo y fuerza de voluntad.</p> <p>Constancia y hábitos de trabajo.</p> <p>Capacidad de concentración.</p> <p>Resiliencia, superar obstáculos y fracasos.</p> <p>Adaptación a los cambios.</p>	Actitud ante el proceso de aprendizaje
Regulación de la perseverancia, flexibilidad, control de la ansiedad e incertidumbre y capacidad de automotivación antes, durante y después del proceso de aprendizaje.	Autocontrol durante el aprendizaje
Aprendizaje autónomo.	Capacidad de aprendizaje autónomo
Búsqueda de orientación o ayuda cuando la necesita de forma precisa.	Búsqueda de ayuda
Planificación, organización y gestión de proyectos individuales o colectivos.	Planificación y previsión del trabajo
Toma de decisiones y evaluación de oportunidades y riesgos.	
Aportación de soluciones originales a los problemas.	Creatividad ante los problemas
Transformación de ideas en acciones.	
Establecimiento de criterios para evaluar el proyecto y el producto con ayuda de guías.	Establecer y aplicar criterios de evaluación
Mejora del producto y el proceso tras la evaluación.	
Establecimiento de estrategias de supervisión.	Establecer criterios de control
Reconocimiento de los propios errores y su aprendizaje a partir de ellos.	Reconocimiento de errores por uno mismo
<p>Selección de la información técnica y los materiales.</p> <p>Obtención y uso eficaz de información.</p> <p>Selección de información de fuentes variadas, contrastando su fiabilidad.</p> <p>Obtención de información mediante herramientas digitales de búsqueda y visualización aplicando estrategias de filtrado sencillas (diferentes buscadores y repositorios, opciones de filtrado de los sitios web, etc.) y configurando sus características más usuales (organización, filtrado, seguridad, etc.) en dispositivos TIC.</p> <p>Almacenamiento de la información digital mediante aplicaciones de gestión de la información (explorador de archivos) y servicios en red (pe: entorno virtual de aprendizaje), siguiendo un esquema de clasificación sencillo.</p>	Búsqueda, selección y gestión de información
<p>Nombre y grafía de los números naturales.</p> <p>Descomposición y composición de números naturales</p> <p>Redondeo de números naturales.</p>	Propiedades de los números naturales
Números positivos y negativos.	Números positivos y negativos.

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
<p>Identificación de tema, destacando las ideas principales y organizándolas en forma de esquemas lógicos, mapas conceptuales, tablas y gráficos, etc.</p> <p>Resumen y presentación de la información mediante un texto utilizando los conectores y el vocabulario conceptual de forma adecuada al nivel educativo, poniendo especial atención en los signos de puntuación, cuerpo y estilo de la jerarquía de la información, títulos, subtítulos, imágenes, palabras clave, ejemplos, etc.</p> <p>Memorización comprensiva de la información debidamente organizada.</p> <p>Tratamiento de la información digital seleccionada utilizando herramientas de edición y presentación digital sencillas (p.e. generador de mapas conceptuales, editor de presentaciones, etc.) que permiten incluir texto con formato carácter, la manipulación básica de imágenes (traslación, rotación y escalado) y/o audio/vídeo.</p>	Comprensión y presentación de la información
<p>Nombre y grafía de los números naturales.</p> <p>Descomposición y composición de números naturales</p> <p>Redondeo de números naturales.</p>	Propiedades de los números naturales
Números positivos y negativos.	Números positivos y negativos.
<p>Sistema de numeración decimal.</p> <p>El número decimal: relación entre la décima y la fracción decimal.</p> <p>Significado y utilidad de los números fraccionarios y decimales en contextos personales y sociales.</p>	El sistema decimal: la décima
El número decimal: décimas, centésimas y milésimas.	El sistema decimal: décima, centésima y milésima
Representación de números naturales, decimales, fracciones en la recta numérica.	Representación en la recta real
<p>Descomposición y composición de números decimales atendiendo al valor posicional de sus cifras.</p> <p>Redondeo de números decimales a la décima, centésima o milésima más cercana.</p> <p>El número decimal: descomposición y redondeo.</p>	Descomposición y redondeo de decimales
<p>Concepto de fracción como relación entre las partes y el todo.</p> <p>Comparación de números naturales y fracciones.</p> <p>Concepto de fracción como división de números naturales.</p>	Concepto y comparación de fracciones
<p>Correspondencia entre fracciones sencillas, decimales y porcentajes.</p> <p>Relación entre fracción y decimal.</p> <p>Relación decimal, fracción y porcentaje.</p>	Relación y correspondencia fracción/decimal/porcentaje
Comparación y ordenación de números naturales, decimales y fracciones.	Comparación de naturales, decimales y fracciones
Fracciones propias e impropias.	Fracciones propias e impropias.
La numeración romana: lectura y escritura.	Números romanos

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Utilización de los algoritmos escritos de suma, resta y multiplicación por dos cifras Estimación del resultado de operaciones suma, resta, multiplicación y división (por una cifra) con números naturales redondeando antes de operar.	Suma, resta y multiplicación de dos cifras
Divisiones por una cifra con números naturales y del vocabulario adecuado. División por la unidad seguida de ceros.	División entre una cifra y la unidad seguida de ceros
Estimación del resultado de un cálculo y valoración de respuestas numéricas razonables. Utilización de los algoritmos de multiplicación y división de números naturales. Propiedades de las operaciones: conmutativa, asociativa y distributiva utilizando números naturales. Operaciones combinadas de suma y producto con números naturales.	Operaciones combinadas sin paréntesis
Operaciones combinadas con paréntesis de números naturales de no más de tres operaciones.	Operaciones combinadas con paréntesis
Cálculo del cuadrado y el cubo. Cálculo de potencias de base diez y exponente natural. Cálculo de potencias de exponente natural.	Potencias: cuadrado, cubo, base diez y exponente natural
Uso de la suma y la resta con decimales en situaciones de resolución de problemas.	Suma y resta de decimales
Utilización de los algoritmos de multiplicación y división de números decimales.	Multiplicación y división de decimales
Descomposición, de forma aditiva y de forma aditiva-multiplicativa.	Descomposición de números
Múltiplos, divisores, números primos y compuestos. Obtención de los primeros múltiplos de un número. En particular el m.c.m. de dos números. Obtención de todos los divisores de cualquier número menor que 100. En particular el m.c.d. de dos números.	Múltiplos, divisores, m.c.m. y m.c.d.
Fracciones equivalentes, reducción de dos fracciones a común denominador utilizando las tablas de multiplicar (no pasar de 100) para compararlas.	Fracciones equivalentes
Suma y resta de fracciones.	Suma y resta de fracciones.
Cálculo del producto de una fracción por un número.	Producto de fracción por número
Cálculo de 50%, 25% y 10% en situaciones reales.	Cálculo del 50, 25 y 10%
Cálculo de tantos por ciento sencillos en situaciones reales.	Cálculo de porcentajes sencillos
Aumentos y disminuciones porcentuales.	Variaciones porcentuales
Proporcionalidad directa.	Proporcionalidad directa.

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Elaboración y uso de estrategias de cálculo mental de sumas, restas, multiplicaciones y divisiones. Explicación verbal del proceso seguido en cálculos mentales por cualquier otra estrategia personal.	Cálculo mental y su explicación verbal
Utilización de la calculadora con criterio y autonomía para ensayar e investigar situaciones de cálculo numérico.	Uso de la calculadora
Resolución de problemas numéricos con sumas, restas, multiplicaciones y divisiones referidas a situaciones reales sencillas de cambio, combinación, igualación y comparación.	Resolución de problemas reales sencillos
Resolución de problemas referidos a situaciones abiertas e investigaciones matemáticas y pequeños proyectos de trabajos sobre medidas utilizando diferentes estrategias, colaborando con los demás y comunicando oralmente el proceso seguido en la resolución y las conclusiones.	Resolución de problemas abiertos y de investigación
Lectura correcta en relojes analógicos y digitales. Reconocimiento e interpretación de textos numéricos sencillos de la vida cotidiana relacionados con las medidas y sus magnitudes.	Lectura de mediciones cotidianas y relojes
Elección de la unidad más adecuada para la expresión de una medida. Elección de la unidad y de los instrumentos convencionales más adecuados para medir y expresar las unidades de medida propias y tradicionales de la Comunitat Valenciana (anegada, arroba, tahúlla, etc.) y su equivalencia con unidades convencionales. Explicación oral o escrita del proceso seguido y de la estrategia utilizada en la elección de la unidad más adecuada para la expresión de una medida.	Elección de unidades e instrumentos de medida adecuados y su explicación
Realización de mediciones usando instrumentos y unidades de medida convencionales (cronómetro, regla, metro, cinta métrica, reloj analógico, reloj digital, balanza, báscula, probeta, matraz) en contextos cotidianos. Realización de mediciones y estimaciones de longitudes, capacidades, masas, superficies y volúmenes de objetos y espacios conocidos, utilizando los instrumentos y unidades de medida convencionales más adecuados.	Realización y estimación de medidas básicas en contextos conocidos
Desarrollo de estrategias para medir longitudes, superficies, pesos/masas, capacidades, tiempos y expresar el resultado con precisión. Explicación oral y escrita del proceso seguido y de la estrategia utilizada en mediciones y estimaciones. Estimación de longitudes, capacidades, masas, superficies y volúmenes de objetos y espacios conocidos.	Realización, estimación y explicación de medidas: longitud, superficie, masa, volumen
Selección y utilización de la unidad apropiada para determinar la duración de un intervalo de tiempo. Utilización de medidas de tiempo (segundo, minuto, hora, día, semana, mes, año, lustro, década y siglo). Unidades de medida del tiempo (desde siglo hasta segundo) y sus relaciones.	Medida del tiempo: del siglo al segundo

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Unidades de medida del tiempo (desde milenio hasta segundo) y sus relaciones.	Medida del tiempo: del milenio al segundo
La precisión con los minutos y los segundos.	La precisión con los minutos y los segundos.
Representación de sucesos y periodos a diversas escalas temporales en una recta numérica.	Escalas temporales
Resolución de problemas de medida relacionados con objetos, hechos y situaciones de la vida cotidiana, aplicando como máximo cuatro operaciones (suma, resta, multiplicación, división) con números naturales utilizando los algoritmos básicos.	Resolución de problemas de medidas de hasta cuatro operaciones
Unidades de medida convencionales: múltiplos y submúltiplos de uso cotidiano. Unidades del Sistema Métrico Decimal (longitud, peso/masa, capacidad, superficie) y equivalencias. Comparación entre los múltiplos y submúltiplos de una misma unidad principal del Sistema Métrico Decimal. Comparación y ordenación de unidades y cantidades de una misma magnitud.	Uso y comparación de unidades de medida convencionales
Suma y resta de medidas de longitud, capacidad y peso dadas en forma simple. Suma y resta de medidas de longitud, capacidad, peso, superficie y volumen en forma simple dando el resultado en la unidad determinada de antemano.	Suma y resta de medidas de longitud, capacidad y peso en forma simple
Expresión en forma simple de una medida de longitud, capacidad o peso dada en forma compleja y viceversa.	Medidas de longitud, capacidad y peso en forma compleja
Equivalencias entre las medidas de capacidad y volumen.	Equivalencia entre capacidad y volumen
El ángulo como medida de un giro o abertura. Medida de ángulos y uso de instrumentos convencionales (semicírculo graduado) para medir ángulos y transportarlos. Comparación y clasificación de ángulos: rectos, agudos, obtusos, llanos, mayores de 180o y completos Comparación entre “horas, minutos y segundos” y “grados, minutos y segundos”.	Concepto de ángulo, su medición y tipologías
Resolución de problemas referidos a situaciones abiertas e investigaciones matemáticas y pequeños proyectos de trabajos sobre medidas de ángulos utilizando diferentes estrategias, colaborando con los demás y comunicando oralmente el proceso seguido en la resolución y las conclusiones.	Resolución de problemas abiertos y de investigación sobre ángulos
El sistema sexagesimal: grados, minutos y segundos. Cálculos sencillos con medidas angulares en forma compleja.	Concepto y cálculo de ángulos con el sistema sexagesimal
Resolución de problemas de medida de ángulos relacionados con situaciones de la vida cotidiana, aplicando como máximo dos operaciones (suma, resta).	Resolución de problemas de medida de ángulos con dos operaciones

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Ángulos en distintas posiciones: consecutivos, adyacentes, opuestos por el vértice, etc.	Ángulos y sus posiciones
Posiciones relativas de rectas.	Posición de rectas
Posiciones relativas de rectas y circunferencias.	Posición de rectas y circunferencias
Clasificación de triángulos, cuadriláteros y polígonos regulares. Concavidad y convexidad de figuras planas. Clasificación de figuras planas atendiendo a número de lados, número de diagonales, concavidad y convexidad, tipo de ángulos interiores, regularidad.	Clasificación de figuras planas
La circunferencia y el círculo. Elementos básicos: centro, radio, diámetro, cuerda, arco, tangente y sector circular.	La circunferencia y el círculo
Formación de figuras planas a partir de otras por composición o descomposición. Formas planas. Construcción y reproducción.	Construcción de figuras planas
Regularidades y simetrías: Reconocimiento de regularidades	Regularidad y simetría
Concepto de área. Cálculo del perímetro de figuras planas y polígonos regulares.	Área y perímetro de figuras planas y polígonos regulares
Cálculo del área de rectángulos y triángulos con ayuda de distintos elementos y utilizando unidades de medida no convencionales. Resolución de problemas para consolidar los contenidos del nivel, en los que se necesite el cálculo del área de paralelogramos y triángulos o en los que sea necesario la comprensión del concepto. Explicación oral o escrita, del proceso seguido en la resolución de problemas con áreas, de forma individual y en grupo.	Cálculo de áreas y problemas de paralelogramos y triángulos
Cálculo del perímetro y el área de figuras planas y composiciones de ellas.	Área y perímetro de figuras compuestas
El número pi.	El número Pi
El área del círculo.	Área del círculo
Poliedros. Elementos básicos: vértices, caras y aristas. Cuerpos redondos: cono, cilindro y esfera. Prismas y pirámides. Poliedros regulares.	Propiedades y elementos de poliedros, prismas, pirámides y cuerpos redondos
Desarrollo plano de prismas y pirámides.	Desarrollo de prismas y pirámides
Utilización del sistema de coordenadas cartesianas. Giros de 90°, 180° y 270°. La representación elemental del espacio.	Representación y sistema cartesiano. Giros
Escalas. Reconocimiento en los objetos y espacios las proporciones entre el dibujo y la realidad y su representación gráfica utilizando escalas.	Escalas, instrumentos y relaciones realidad/representación

<b>Ítems curriculares no redundantes</b>	<b>Grupos curriculares</b>
Instrumentos de orientación.	Instrumentos de orientación.
Análisis crítico de las informaciones que se presentan mediante tablas y gráficos estadísticos. Realización y análisis de tablas de datos, diagramas de barras y gráficos lineales. Realización y análisis de gráficos de doble entrada. Realización y análisis de gráfico: diagramas de barras, poligonales y sectoriales.	Análisis y realización de tablas y gráficos estadísticos
Realización de tablas y diagramas mediante herramientas TIC.	Realización de tablas y gráficos mediante TIC
Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos.	Diferencia de datos cualitativos y cuantitativos
Construcción de tablas de frecuencias absolutas y relativas. Iniciación intuitiva a las medidas de centralización: la media aritmética, la moda y el rango.	Realización de tablas de frecuencias y medidas de centralización
Resolución de problemas de estadística relacionados con objetos, hechos y situaciones de la vida cotidiana, comunicando oralmente o por escrito el proceso seguido en la resolución y las conclusiones	Resolución de problemas estadísticos cotidianos
Resolución de problemas referidos a situaciones abiertas e investigaciones matemáticas y pequeños proyectos de trabajos sobre estadística, utilizando diferentes estrategias, colaborando con los demás y comunicando oralmente o por escrito el proceso seguido en la resolución y las conclusiones.	Resolución de problemas estadísticos abiertos e investigaciones
Representación de la probabilidad en forma de fracción. Predicción de resultados de experiencias de azar Carácter aleatorio de algunas experiencias.	Conceptos de probabilidad, azar y aleatoriedad
Distinción entre fenómenos aleatorios y deterministas	Fenómenos aleatorios y deterministas
Cero y uno como probabilidad de un suceso imposible y seguro.	Suceso imposible y seguro
Tablas de doble entrada. Registro datos dos experimentos aleatorios. Elaboración de informes sobre experiencias aleatorias. Análisis y elaboración de informes sobre fenómenos sociales relacionados con el azar.	Creación de informes y tablas sobre aleatoriedad y azar
Resolución de problemas de experiencias aleatorias Resolución de problemas de probabilidad relacionados con objetos, hechos y situaciones de la vida cotidiana.	Resolución de problemas sobre aleatoriedad de la vida cotidiana
Resolución de problemas referidos a situaciones abiertas e investigaciones matemáticas y pequeños proyectos de trabajos sobre probabilidad, utilizando diferentes estrategias, colaborando con los demás y comunicando oralmente o por escrito el proceso seguido en la resolución y las conclusiones.	Resolución de problemas abiertos e investigaciones sobre aleatoriedad

### **Apéndice 7.3.- Clasificación STEAM de los Grupos Curriculares**

La clasificación de cada grupo curricular según la disciplina STEAM a la que pertenezcan se realiza en las cuatro tablas que se recogen en este apéndice. De igual manera se marcan como “No STEAM” a los grupos que no pertenecen a ninguna de las cinco disciplinas. Además cada grupo curricular va acompañado de un código que refleja el curso o cursos al que pertenecen (4º, 5º o 6º) y la asignatura de la que provienen: (CN) Ciencias de la Naturaleza, (CS) Ciencias Sociales, (EP) Educación Plástica y (MT) Matemáticas.

En la Tabla 34 se recoge la clasificación de los grupos provenientes de las Ciencias de la Naturaleza, la Tabla 35 los que derivan de las Ciencias Sociales, la Tabla 36 los relacionados con la Educación Plástica y la Tabla 37 los que provienen de las Matemáticas. Los datos numéricos que resumen cuántos grupos son de cada disciplina se recogían en la Tabla 4 del Capítulo 3.

Tabla 34  
*Clasificación STEAM de los grupos de las Ciencias de la Naturaleza.*

Grupos curriculares		S	T	E	A	M	No STEAM
CN-456	Realización de proyectos científicos	X					
CN-456	Búsqueda, filtrado, selección y almacenaje de información con y sin TICs		X				
CN-456	Tratamiento y representación de la información con TICs		X				
CN-456	Respeto de licencias de propiedad intelectual		X				
CN-6	Gestión de la información resultante de la actividad científica	X					
CN-456	Uso de la TIC para exponer, enviar y recibir materiales científicos		X				
CN-456	Iniciación y desarrollo de hábitos científicos	X					
CN-456	Uso de gráficas, tablas, mapas			X			
CN-456	Exposición y argumentación de conclusiones e informes						X
CN-456	Lectura científica, uso de textos de diferente tipo y adquisición de vocabulario	X					
CN-456	Aprendizaje cooperativo						X
CN-456	Planificación y desarrollo de proyectos individuales y de grupo						X
CN-456	Capacidad de diálogo, empatía y consenso en el grupo						X
CN-56	Responsabilidad individual y grupal dentro del grupo.						X
CN-56	Capacidad de evaluación del grupo						X
CN-6	Aceptación de roles						X
CN-56	Implicación y aportes al grupo						X
CN-456	Aceptación de fracasos y cambios						X
CN-6	Aprendizaje por ensayo/error						X
CN-456	Hábitos e interés personal						X
CN-6	Autocontrol durante el aprendizaje						X

<b>Grupos curriculares</b>		<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>No STEAM</b>
CN-456	Búsqueda de ayuda						X
CN-56	Aprendizaje autónomo.						X
CN-56	Toma de decisiones						X
CN-6	Creatividad de las soluciones					X	
CN-456	Supervisión, evaluación y mejora del proyecto y el producto				X		
CN-456	Anatomía del cuerpo humano	X					
CN-456	Órganos, aparatos y sistemas del cuerpo humano	X					
CN-5	Función de relación.	X					
CN-6	Función de nutrición y función de reproducción.	X					
CN-4	Hábitos posturales y prevención de riesgos físicos por uso de las TIC	X					
CN-5	Prevención de riesgos psicológicos por uso de las TIC	X					
CN-5	Salud y deporte	X					
CN-6	Enfermedades de aparatos y sistemas: diabetes, obesidad y anemia	X					
CN-5	Efectos nocivos de alcohol y drogas	X					
CN-5	Primeros auxilios	X					
CN-456	Diálogo, empatía, respeto a la diversidad y a las limitaciones.						X
CN-6	Resolución de conflictos						X
CN-6	Igualdad						X
CN-456	Uso de imágenes, gráficos, dibujo y aplicaciones TIC				X		
CN-4	Estructura de los vertebrados	X					
CN-5	Estructura de los seres vivos.	X					

<b>Grupos curriculares</b>		<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>No STEAM</b>
CN-6	La célula	X					
CN-4	El ser humano, los animales y su cuidado	X					
CN-4	Relaciones alimentarias y de otro tipo. Cadena alimentaria y extinción	X					
CN-5	Clasificaciones de animales	X					
CN-4	La agricultura. Prácticas de cultivo.	X					
CN-45	La fotosíntesis, nutrición y reproducción de plantas	X					
CN-5	Ecosistemas terrestres, acuáticos y de la Comunidad. Causas de extinción	X					
CN-5	Cuidado personal del medio ambiente	X					
CN-4	Clasificación de materiales por propiedades: dureza, flexibilidad...				X		
CN-5	Propiedades generales y específicas de la materia				X		
CN-6	Densidad y flotabilidad de materiales				X		
CN-45	La energía, su transformación y fuentes: renovables/no renovables	X					
CN-456	Usos de la energía y consumo responsable	X					
CN-5	Desarrollo sostenible	X					
CN-4	La luz y la materia. Los colores				X		
CN-4	Fuerza de rozamiento y velocidad				X		
CN-5	Estados de la materia				X		
CN-6	Cambios químicos de la materia				X		
CN-6	Mezclas, su separación, y disoluciones				X		
CN-4	Máquinas históricas y culturales				X		
CN-5	Aparatos y fuentes de energía				X		

<b>Grupos curriculares</b>		<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>No STEAM</b>
CN-45	Máquinas simples, compuestas y palancas		X				
CN-6	Máquinas compuestas, poleas y planos inclinados		X				
CN-6	Componentes y aparatos eléctricos. Diseño y montaje		X				
CN-6	Electricidad y magnetismo, conductores, aislantes.			X			
CN-6	Investigaciones e inventos eléctricos y magnéticos.		X				
CN-456	La ciencia y la sociedad, presente y futuro.		X				
CN-456	Beneficios y riesgos de los avances científicos y tecnológicos.		X				
CN-456	Uso de TIC para resolver problemas tecnológicos		X				
CN-6	Seguridad en el uso de las TIC		X				

Tabla 35  
*Clasificación STEAM de los grupos de las Ciencias Sociales.*

Grupos curriculares		S	T	E	A	M	No STEAM
CS-456	Búsqueda, filtrado, selección, almacenaje y tratamiento de información con y sin TICs		X				
CS-6	Respeto de licencias de propiedad intelectual		X				
CS-6	Cultura y vocabulario del área estudiada	X					
CS-45	El método científico	X					
CS-6	Iniciación a la actividad científica	X					
CS-456	Aprendizaje cooperativo y trabajo en equipo						X
CS-6	Desarrollo de proyectos en equipo y habilidades de interacción social						X
CS-456	Supervisión, evaluación y mejora del proyecto y el producto			X			
CS-456	Actitud ante el proceso de aprendizaje						X
CS-456	Búsqueda de ayuda						X
CS-56	Aprendizaje autónomo						X
CS-456	Igualdad y respeto por las diferencias culturales						X
CS-6	Tratamiento y representación de la información con TICs		X				
CS-6	Uso de la TIC para exponer, enviar y recibir materiales científicos		X				
CS-45	La representación de la Tierra. Tipos de mapas			X			
CS-5	Universo y Sistema Solar	X					
CS-6	Representación de mapas. La escala			X			
CS-45	Diferencia de tiempo y clima. Variables meteorológicas y factores climáticos.	X					
CS-6	Tipos de clima, características, climogramas e interacción clima/actividad humana	X					
CS-4	Río de España, tramos de un río y características	X					

Grupos curriculares		S	T	E	A	M	No STEAM
CS-5	Cuencas hidrográficas e infraestructuras hidráulicas	X					
CS-6	Mares, océanos y ríos de Europa	X					X
CS-4	Erosión y sedimentación	X					
CS-4	Interpretación de paisajes: playa, acantilado, desierto, selva...	X					
CS-5	Principales elementos del medio físico y paisajes de España	X					
CS-6	Relación relieve/transporte. nidades de relieve de Europa y el mundo	X					
CS-6	Paisajes de Europa	X					
CS-45	Actividades económicas y humanas	X					
CS-5	Desarrollo sostenible, recursos y contaminación.	X					
CS-6	Cambio climático	X					
CS-4	Derechos de la ciudadanía y sistema político español						X
CS-6	Constitución española, forma de gobierno y estructura del estado.						X
CS-456	Instituciones europeas, objetivos y características de la población.						X
CS-4	Servicios público y de protección, competencias.						X
CS-56	Esperanza de vida, distribución de la población y características demográficas.	X					
CS-456	Migraciones y factores que intervienen. Distribución de población en España y Europa	X					
CS-45	La industria, materias primas, fuentes de energía y regiones	X					
CS-4	Países productores de materias primas y energía	X					
CS-456	El proceso productivo, tipos de empresa y localización.	X					
CS-4	Señales y normas de tráfico						X
CS-6	Medios de transporte	X					
CS-56	La publicidad				X		

<b>Grupos curriculares</b>		<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>No STEAM</b>
CS-456	El tiempo, su representación y medida histórica					X	
CS-456	Noción de cambio en la historia						X
CS-456	La Península en la Prehistoria y Edad Antigua						X
CS-4	La cultura griega y romana						X
CS-5	Al-Ándalus						X
CS-5	Reinos peninsulares de la Edad Media: Reino de Valencia						X
CS-5	Expansión de España en América						X
CS-6	La revolución industrial y la modernización de España						X
CS-6	La dictadura de Franco.						X
CS-6	Transición y democracia						X
CS-456	Uso de fuentes históricas y aceptación de diferentes interpretaciones						X
CS-5	Noción de patrimonio. Papel de los museos						X

Tabla 36  
*Clasificación STEAM de los grupos de la Educación Plástica.*

Grupos curriculares		S	T	E	A	M	No STEAM
EP-4	La imagen y función social de la publicidad.				X		
EP-4	Elementos expresivos y comunicativos de la publicidad				X		
EP-4	Lectura, análisis y elaboración de imágenes publicitarias				X		
EP-4	Elaboración de imágenes en movimiento para publicidad				X		
EP-4	Tipografías en los carteles				X		
EP-4	Guión narrativo y ritmo en la elaboración de publicidad.				X		
EP-56	El cine, tipos de películas y géneros				X		
EP-56	El cine animado, observación, comprensión y valoración.				X		
EP-5	Fases del proceso de creación de animaciones				X		
EP-5	Técnicas de animación, uso práctico.				X		
EP-5	El cómic, antecedentes de la animación				X		
EP-5	El discurso narrativo, el tiempo y la sonorización en el cine				X		
EP-5	Vocabulario, tipos de lenguaje y referentes culturales en el cine y audiovisuales				X		
EP-6	El documental y el cortometraje. Discurso narrativo y funciones				X		
EP-4	Identificación, análisis y valoración de función social y mensaje audiovisual				X		
EP-456	Educación la mirada para entender el mensaje audiovisual y su importancia				X		
EP-6	Cine de otras épocas y culturas						X
EP-456	Alfabetización audiovisual: línea, punto, plano, forma, color, equilibrio, proporción...				X		
EP-6	Elementos compositivos de la fotografía y el cine. Ángulos de cámara				X		

Grupos curriculares		S	T	E	A	M	No STEAM
EP-6	Dominio del lenguaje audiovisual y vocabulario en producciones propias				X		
EP-6	Fases y proceso de trabajo en el cine: desde planificación a montaje final				X		
EP-56	Trabajo cooperativo y consenso de opiniones						X
EP-45	Uso de TIC para producción de audiovisuales		X				
EP-456	Respeto por licencias: uso de bancos de imagen		X				
EP-456	Observación e interpretación de entornos en vivo e internet		X				
EP-456	Expresividad de los elementos visuales: punto, línea, plano				X		
EP-5	Formas y volúmenes formados por planos				X		
EP-456	El color, tipos, propiedades, simbología y expresividad				X		
EP-45	La luz, la sombra y el volumen				X		
EP-456	Trabajo con texturas				X		
EP-456	Elementos de composición				X		
EP-456	Técnicas plásticas bi y tridimensionales. Adquisición de coordinación y habilidad				X		
EP-456	Materiales de soporte				X		
EP-456	Dominio y control del proceso creativo.				X		
EP-56	Actitud y habilidades para desarrollar el proceso creativo.				X		
EP-456	Vocabulario y dominio de terminología				X		
EP-456	Gestión de la información: búsqueda, selección y organización				X		
EP-456	Interés por arte plástico: museos, pintura, fotografía, escultura, cine...				X		
EP-456	Identificación de obras, respeto, valoración y expresión de opiniones				X		
EP-456	Expresión de la propia opinión y escucha de la de otros.						X

Grupos curriculares		S	T	E	A	M	No STEAM
EP-456	Actitud ante el proceso de aprendizaje						X
EP-56	Autocontrol durante el aprendizaje						X
EP-56	Capacidad de aprendizaje autónomo						X
EP-456	Trabajo cooperativo						X
EP-4	Relación con los demás en el trabajo en equipo.						X
EP-5	Empatía y respeto por opiniones ajenas						X
EP-56	Gestión de la información						X
EP-456	Búsqueda de ayuda						X
EP-4	Ángulos, tipos y posiciones relativas				X		
EP-4	Bisectriz				X		
EP-5	Mosaicos, cenefas y polígonos estrellados decorados con color y textura					X	
EP-6	Proporcionalidad, igualdad, simetría y semejanza				X		
EP-56	La escala y relación dibujo/realidad				X		
EP-6	Representación y tipos de poliedros				X		
EP-4	Trazado de rectas y posiciones relativas				X		
EP-56	Trazado de semirrectas y segmentos				X		
EP-6	La mediatriz				X		
EP-456	Herramientas de dibujo geométrico, uso y cuidado				X		
EP-56	Soltura y precisión en el trazo					X	

Tabla 37  
*Clasificación STEAM de los grupos de las Matemáticas.*

<b>Grupos curriculares</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>No STEAM</b>
MT-456 Comprensión de enunciados			X			
MT-456 Conversión de enunciados a operaciones			X			
MT-6 Reelaboración de enunciados			X			
MT-6 Detección de ausencia de datos			X			
MT-456 Estrategias de resolución de problemas reales sencillos			X			
MT-6 Resolución de problemas abiertos: investigación y proyectos			X			
MT-456 Trabajo cooperativo						X
MT-456 Adquisición de vocabulario matemático					X	
MT-456 Actitud ante el proceso de aprendizaje						X
MT-6 Autocontrol durante el aprendizaje						X
MT-56 Capacidad de aprendizaje autónomo						X
MT-456 Búsqueda de ayuda						X
MT-456 Planificación y previsión del trabajo						X
MT-6 Creatividad ante los problemas				X		
MT-456 Establecer y aplicar criterios de evaluación						X
MT-56 Establecer criterios de control						X
MT-6 Reconocimiento de errores por uno mismo						X
MT-456 Búsqueda, selección y gestión de información						X
MT-456 Comprensión y presentación de la información						X
MT-4 Propiedades de los números naturales					X	
MT-6 Números positivos y negativos.					X	
MT-45 El sistema decimal: la décima					X	
MT-56 El sistema decimal: décima, centésima y milésima					X	

<b>Grupos curriculares</b>		<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>No STEAM</b>
MT-56	Representación en la recta real					X	
MT-56	Descomposición y redondeo de decimales					X	
MT-45	Concepto y comparación de fracciones					X	
MT-456	Relación y correspondencia fracción/decimal/porcentaje					X	
MT-56	Comparación de naturales, decimales y fracciones					X	
MT-6	Fracciones propias e impropias.					X	
MT-6	Números romanos					X	
MT-4	Suma, resta y multiplicación de dos cifras					X	
MT-45	División entre una cifra y la unidad seguida de ceros					X	
MT-5	Operaciones combinadas sin paréntesis					X	
MT-6	Operaciones combinadas con paréntesis					X	
MT-56	Potencias: cuadrado, cubo, base diez y expoente natural					X	
MT-4	Suma y resta de decimales					X	
MT-5	Multiplicación y división de decimales					X	
MT-4	Descomposición de números					X	
MT-6	Múltiplos, divisores, m.c.m. y m.c.d.					X	
MT-6	Fracciones equivalentes					X	
MT-6	Suma y resta de fracciones.					X	
MT-6	Producto de fracción por número					X	
MT-4	Cálculo del 50, 25 y 10%					X	
MT-56	Cálculo de porcentajes sencillos					X	
MT-6	Variaciones porcentuales					X	
MT-56	Proporcionalidad directa.					X	

<b>Grupos curriculares</b>		<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>No STEAM</b>
MT-45	Cálculo mental y su explicación verbal					X	
MT-45	Uso de la calculadora		X				
MT-45	Resolución de problemas reales sencillos			X			
MT-56	Resolución de problemas abiertos y de investigación			X			
MT-46	Lectura de mediciones cotidianas y relojes			X			
MT-456	Elección de unidades e instrumentos de medida adecuados y su explicación			X			
MT-45	Realización y estimación de medidas básicas en contextos conocidos			X			
MT-56	Realización , estimación y explicación de medidas: longitud, superficie, masa, volumen			X			
MT-45	Medida del tiempo: del siglo al segundo					X	
MT-6	Medida del tiempo: del milenio al segundo					X	
MT-56	La precisión con los minutos y los segundos.					X	
MT-6	Escalas temporales					X	
MT-456	Resolución de problemas de medidas de hasta cuatro operaciones			X			
MT-456	Uso y comparación de unidades de medida convencionales			X			
MT-456	Suma y resta de medidas de longitud, capacidad y peso en forma simple			X			
MT-56	Medidas de longitud, capacidad y peso en forma compleja			X			
MT-6	Equivalencia entre capacidad y volumen			X			
MT-456	Concepto de ángulo, su medición y tipologías					X	
MT-56	Resolución de problemas abiertos y de investigación sobre ángulos			X			
MT-6	Concepto y cálculo de ángulos con el sistema sexagesimal					X	
MT-6	Resolución de problemas de medida de ángulos con dos operaciones					X	

<b>Grupos curriculares</b>		<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>No STEAM</b>
MT-56	Ángulos y sus posiciones			X			
MT-4	Posición de rectas			X			
MT-56	Posición de rectas y circunferencias			X			
MT-456	Clasificación de figuras planas			X			
MT-45	La circunferencia y el círculo			X			
MT-56	Construcción de figuras planas			X			
MT-456	Regularidad y simetría			X			
MT-45	Área y perímetro de figuras planas y polígonos regulares						X
MT-45	Cálculo de áreas y problemas de paralelogramos y triángulos						X
MT-6	Área y perímetro de figuras compuestas						X
MT-6	El número Pi						X
MT-6	Área del círculo						X
MT-456	Propiedades y elementos de poliedros, prismas, pirámides y cuerpos redondos			X			
MT-5	Desarrollo de prismas y pirámides			X			
MT-56	Representación y sistema cartesiano. Giros			X			
MT-6	Escalas, instrumentos y relaciones realidad/representación			X			
MT-6	Instrumentos de orientación.			X			
MT-456	Análisis y realización de tablas y gráficos estadístico						X
MT-56	Realización de tablas y gráficos mediante TIC		X				
MT-56	Diferencia de datos cualitativos y cuantitativos						X
MT-6	Realización de tablas de frecuencias y medidas de centralización						X
MT-456	Resolución de problemas estadísticos cotidianos			X			

<b>Grupos curriculares</b>		<b>S</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>No STEAM</b>
MT-56	Resolución de problemas estadísticos abiertos e investigaciones			X			
MT-456	Conceptos de probabilidad, azar y aleatoriedad					X	
MT-56	Fenómenos aleatorios y deterministas					X	
MT-6	Suceso imposible y seguro					X	
MT-56	Creación de informes y tablas sobre aleatoriedad y azar					X	
MT-456	Resolución de problemas sobre aleatoriedad de la vida cotidiana			X			
MT-6	Resolución de problemas abiertos e investigaciones sobre aleatoriedad			X			

## Apéndice 7.4.- Composición de las Áreas Temáticas de Cada Disciplina STEAM

En el presente apéndice se recoge la clasificación de los grupos curriculares formando áreas temáticas dentro de cada disciplina STEAM. Cada una de las cinco tablas que se recogen reúne todas las áreas temáticas de una de las disciplinas.

La Tabla 38 recoge las áreas de las ciencias (S), mientras que la Tabla 39 recoge las de la tecnología (T), la Tabla 40 incluye las áreas de la ingeniería (E), la Tabla 41 las del arte (A) y, finalmente, la Tabla 42 las áreas temáticas de las matemáticas (M). La Tabla 5 que se recogía en Capítulo 3 refleja el resumen cuantitativo de esta clasificación.

Tabla 38  
*Composición de las áreas temáticas de las ciencias (S).*

Grupos curriculares	Áreas temáticas
CN-456	Realización de proyectos científicos
CN-6	Gestión de la información resultante de la actividad científica
CN-456	Iniciación y desarrollo de hábitos científicos
CN-456	Lectura científica, uso de textos de diferente tipo y adquisición de vocabulario
CS-6	Cultura y vocabulario del área estudiada
CS-45	El método científico
CS-6	Iniciación a la actividad científica
CN-456	La ciencia y la sociedad, presente y futuro.
CN-456	Beneficios y riesgos de los avances científicos y tecnológicos.
CN-456	Anatomía del cuerpo humano
CN-456	Órganos, aparatos y sistemas del cuerpo humano
CN-5	Función de relación.
CN-6	Función de nutrición y función de reproducción.

**CN/CS 456**

**La investigación científica: método, proyectos, cultura y actividad científica.**

**CN 456**

**El cuerpo humano, estructura y funciones.**

Grupos curriculares		Áreas temáticas
CN-4	Hábitos posturales y prevención de riesgos físicos por uso de las TIC	<b>CN 456</b> <b>Salud, enfermedades, hábitos y prevención.</b>
CN-5	Prevención de riesgos psicológicos por uso de las TIC	
CN-5	Salud y deporte	
CN-6	Enfermedades de aparatos y sistemas: diabetes, obesidad y anemia	
CN-5	Efectos nocivos de alcohol y drogas	
CN-5	Primeros auxilios	
CN-4	Estructura de los vertebrados	<b>CN 456</b> <b>La célula y los seres vivos: estructura, clasificaciones, relaciones y ecosistemas.</b>
CN-5	Estructura de los seres vivos.	
CN-6	La célula	
CN-4	El ser humano, los animales y su cuidado	
CN-4	Relaciones alimentarias y de otro tipo. Cadena alimentaria y extinción	
CN-5	Clasificaciones de animales	
CN-45	La fotosíntesis, nutrición y reproducción de plantas	
CN-5	Ecosistemas terrestres, acuáticos y de la Comunidad. Causas de extinción	
CS-45	Actividades económicas y humanas	<b>CN/CS 456</b> <b>Actividad económica y humana: agricultura, industria y materias primas</b>
CN-4	La agricultura. Prácticas de cultivo.	
CS-45	La industria, materias primas, fuentes de energía y regiones	
CS-4	Países productores de materias primas y energía	
CS-456	El proceso productivo, tipos de empresa y localización.	
CN-5	Cuidado personal del medio ambiente	<b>CN/CS 56</b> <b>Sostenibilidad</b>
CN-45	La energía, su transformación y fuentes: renovables/no renovables	
CN-456	Usos de la energía y consumo responsable	
CN-5	Desarrollo sostenible	
CS-5	Desarrollo sostenible, recursos y contaminación.	
CS-6	Cambio climático	
CS-6	Medios de transporte	

Grupos curriculares		Áreas temáticas
CS-5	Universo y Sistema Solar	<b>CS 5</b> <b>Universo y Sistema Solar</b>
CS-45	Diferencia de tiempo y clima. Variables meteorológicas y factores climáticos.	<b>CS 456</b> <b>Meteorología, clima y regiones climáticas.</b>
CS-6	Tipos de clima, características, climogramas e interacción clima/actividad humana	
CS-4	Río de España, tramos de un río y características	<b>CS 456</b> <b>El medio físico de España, Europa y el mundo.</b>
CS-5	Cuencas hidrográficas e infraestructuras hidráulicas	
CS-6	Mares, océanos y ríos de Europa	
CS-4	Erosión y sedimentación	
CS-4	Interpretación de paisajes: playa, acantilado, desierto, selva...	
CS-5	Principales elementos del medio físico y paisajes de España	
CS-6	Relación relieve/transporte. Unidades de relieve de Europa y el mundo	
CS-6	Paisajes de Europa	
CS-56	Esperanza de vida, distribución de la población y características demográficas.	<b>CS 456</b> <b>Demografía y migraciones</b>
CS-456	Migraciones y factores que intervienen Distribución de población en España y Europa	

Tabla 39  
Composición de las áreas temáticas de la tecnología (T).

Grupos curriculares		Áreas temáticas
MT-45	Uso de la calculadora	<b>MT 45 La calculadora</b>
EP-456	Observación e interpretación de entornos en vivo e internet	<b>MT/CN/CS/EP 456</b> <b>Uso de las TIC: gestión de información, aplicaciones, presentaciones y seguridad</b>
MT-56	Realización de tablas y gráficos mediante TIC	
CN-456	Uso de imágenes, gráficos, dibujo y aplicaciones TIC	
EP-45	Uso de TIC para producción de audiovisuales	
CN-456	Búsqueda, filtrado, selección y almacenaje de información con y sin TICs	
CS-456	Búsqueda, filtrado, selección, almacenaje y tratamiento de información con y sin TICs	
CN-456	Tratamiento y representación de la información con TICs	
CS-6	Tratamiento y representación de la información con TICs	
CN-456	Uso de la TIC para exponer, enviar y recibir materiales científicos	
CS-6	Uso de la TIC para exponer, enviar y recibir materiales científicos	
CN-456	Uso de TIC para resolver problemas tecnológicos	
CN-6	Seguridad en el uso de las TIC	
CN-456	Respeto de licencias de propiedad intelectual	
CS-6	Respeto de licencias de propiedad intelectual	
EP-456	Respeto por licencias: uso de bancos de imagen	
CN-4	Máquinas históricas y culturales	<b>CN 456</b> <b>Máquinas simples, compuestas y aparatos eléctricos.</b>
CN-5	Aparatos y fuentes de energía	
CN-45	Máquinas simples, compuestas y palancas	
CN-6	Máquinas compuestas, poleas y planos inclinados	
CN-6	Componentes y aparatos eléctricos. Diseño y montaje	
CN-6	Investigaciones e inventos eléctricos y magnéticos.	

Tabla 40  
Composición de las áreas temáticas de la ingeniería (E).

Grupos curriculares		Áreas temáticas
MT-456	Comprensión de enunciados	<b>MT 456</b> <b>Comprensión de enunciados y datos</b>
MT-456	Conversión de enunciados a operaciones	
MT-6	Reelaboración de enunciados	
MT-6	Detección de ausencia de datos	
MT-456	Estrategias de resolución de problemas reales sencillos	<b>MT 456</b> <b>Resolución de problemas: reales, cerrados, abiertos y temáticos</b>
MT-6	Resolución de problemas abiertos: investigación y proyectos	
MT-45	Resolución de problemas reales sencillos	
MT-56	Resolución de problemas abiertos y de investigación	
MT-456	Resolución de problemas de medidas de hasta cuatro operaciones	
MT-56	Resolución de problemas abiertos y de investigación sobre ángulos	
MT-456	Resolución de problemas estadísticos cotidianos	
MT-56	Resolución de problemas estadísticos abiertos e investigaciones	
MT-456	Resolución de problemas sobre aleatoriedad de la vida cotidiana	
MT-6	Resolución de problemas abiertos e investigaciones sobre aleatoriedad	
MT-56	Representación y sistema cartesiano. Giros	<b>MT/CS/EP 456</b> <b>Escalas, mapas, ejes y representaciones de la realidad</b>
MT-6	Escalas, instrumentos y relaciones realidad/representación	
EP-56	La escala y relación dibujo/realidad	
MT-6	Instrumentos de orientación.	
CS-45	La representación de la Tierra. Tipos de mapas	
CS-6	Representación de mapas. La escala	
CN-456	Uso de gráficas, tablas, mapas	

Grupos curriculares		Áreas temáticas	
MT-46	Lectura de mediciones cotidianas y relojes	<b>MT 456</b> <b>Unidades de medida, comparación, mediciones y aparatos de medida</b>	
MT-456	Elección de unidades e instrumentos de medida adecuados y su explicación		
MT-45	Realización y estimación de medidas básicas en contextos conocidos		
MT-56	Realización, estimación y explicación de medidas: longitud, superficie, masa, volumen		
MT-456	Uso y comparación de unidades de medida convencionales		
MT-56	Medidas de longitud, capacidad y peso en forma compleja		
MT-6	Equivalencia entre capacidad y volumen		
MT-456	Suma y resta de medidas de longitud, capacidad y peso en forma simple		
MT-56	Ángulos y sus posiciones		<b>MT/EP 456</b> <b>Geometría: ángulos, rectas, circunferencias, figuras planas, poliedros y cuerpos redondos</b>
EP-4	Ángulos, tipos y posiciones relativas		
MT-4	Posición de rectas		
EP-4	Trazado de rectas y posiciones relativas		
EP-56	Trazado de semirrectas y segmentos		
EP-6	La mediatriz		
EP-4	Bisectriz		
MT-56	Posición de rectas y circunferencias		
MT-456	Clasificación de figuras planas		
MT-45	La circunferencia y el círculo		
MT-56	Construcción de figuras planas		
MT-456	Regularidad y simetría		
EP-6	Proporcionalidad, igualdad, simetría y semejanza		
MT-456	Propiedades y elementos de poliedros, prismas, pirámides y cuerpos redondos		
MT-5	Desarrollo de prismas y pirámides		
EP-6	Representación y tipos de poliedros		
EP-456	Herramientas de dibujo geométrico, uso y cuidado		

Grupos curriculares		Áreas temáticas
CN-456	Supervisión, evaluación y mejora del proyecto y el producto	<b>CN/CS 456</b> <b>Supervisión, evaluación y mejora de productos y proyectos</b>
CS-456	Supervisión, evaluación y mejora del proyecto y el producto	
CN-4	Clasificación de materiales por propiedades: dureza, flexibilidad...	<b>CN 456</b> <b>La materia, sus propiedades, estados y cambios</b>
CN-5	Propiedades generales y específicas de la materia	
CN-6	Densidad y flotabilidad de materiales	
CN-4	La luz y la materia. Los colores	
CN-5	Estados de la materia	
CN-6	Cambios químicos de la materia	
CN-4	Fuerza de rozamiento y velocidad	<b>CN 4</b> <b>Rozamiento y velocidad</b>
CN-6	Mezclas, su separación, y disoluciones	<b>CN 6</b> <b>Mezclas y disoluciones</b>
CN-6	Electricidad y magnetismo, conductores, aislantes.	<b>CN 6</b> <b>Electricidad, magnetismo</b>

Tabla 41  
Composición de las áreas temáticas del arte (A).

Grupos curriculares		Áreas temáticas
MT-6	Creatividad ante los problemas	<b>MT/CN 6</b> <b>Creatividad en problemas y sus soluciones</b>
CN-6	Creatividad de las soluciones	
CS-56	La publicidad	<b>EP/CS 456</b> <b>La publicidad, función social y su elaboración</b>
EP-4	La imagen y función social de la publicidad.	
EP-4	Elementos expresivos y comunicativos de la publicidad	
EP-4	Lectura, análisis y elaboración de imágenes publicitarias	
EP-4	Elaboración de imágenes en movimiento para publicidad	
EP-4	Tipografías en los carteles	
EP-4	Guión narrativo y ritmo en la elaboración de publicidad.	
EP-56	El cine animado, observación, comprensión y valoración.	<b>EP 56</b> <b>El cine: tipos, elementos y fases. El cine animado: creación de animaciones</b>
EP-5	Fases del proceso de creación de animaciones	
EP-5	Técnicas de animación, uso práctico.	
EP-5	El cómic, antecedente de la animación	
EP-56	El cine, tipos de películas y géneros	
EP-5	El discurso narrativo, el tiempo y la sonorización en el cine	
EP-5	Vocabulario, tipos de lenguaje y referentes culturales en el cine y audiovisuales	
EP-6	El documental y el cortometraje. Discurso narrativo y funciones	
EP-6	Elementos compositivos de la fotografía y el cine. Ángulos de cámara	
EP-6	Fases y proceso de trabajo en el cine: desde planificación a montaje final	

Grupos curriculares		Áreas temáticas
EP-4	Identificación, análisis y valoración de función social y mensaje audiovisual	<b>EP 456</b> <b>El mensaje audiovisual y el arte plástico: función, mensaje y cultura.</b>
EP-456	Educar la mirada para entender el mensaje audiovisual y su importancia	
EP-6	Dominio del lenguaje audiovisual y vocabulario en producciones propias	
EP-456	Vocabulario y dominio de terminología	
EP-456	Identificación de obras, respeto, valoración y expresión de opiniones	
EP-456	Interés por arte plástico: museos, pintura, fotografía, escultura, cine...	
EP-456	Alfabetización audiovisual: línea, punto, plano, forma, color, equilibrio, proporción...	<b>EP 456</b> <b>Composición audiovisual y plástica: elementos, expresividad y técnicas</b>
EP-456	Expresividad de los elementos visuales: punto, línea, plano	
EP-5	Formas y volúmenes formados por planos	
EP-456	El color, tipos, propiedades, simbología y expresividad	
EP-45	La luz, la sombra y el volumen	
EP-456	Trabajo con texturas	
EP-5	Mosaicos, cenefas y polígonos estrellados decorados con color y textura	
EP-456	Elementos de composición	
EP-456	Técnicas plásticas bi y tridimensionales. Adquisición de coordinación y habilidad	
EP-456	Materiales de soporte	
EP-456	Dominio y control del proceso creativo.	<b>EP 456</b> <b>Habilidad para la creación plástica y audiovisual</b>
EP-56	Actitud y habilidades para desarrollar el proceso creativo.	
EP-56	Soltura y precisión en el trazo	

Tabla 42  
Composición de las áreas temáticas de las matemáticas (M).

Grupos curriculares		Áreas temáticas
MT-456	Adquisición de vocabulario matemático	<b>MT 456</b> <b>Cultura y vocabulario matemático</b>
MT-6	Números romanos	
MT-4	Propiedades de los números naturales	<b>MT 456</b> <b>Números naturales y enteros: operaciones, cálculo mental, factorización y potencias</b>
MT-6	Números positivos y negativos.	
MT-4	Descomposición de números	
MT-6	Múltiplos, divisores, m.c.m. y m.c.d.	
MT-56	Potencias: cuadrado, cubo, base diez y exponente natural	
MT-45	El sistema decimal: la décima	<b>MT 456</b> <b>Los decimales: representación, descomposición y operaciones</b>
MT-56	El sistema decimal: décima, centésima y milésima	
MT-56	Representación en la recta real	
MT-56	Descomposición y redondeo de decimales	
MT-45	Concepto y comparación de fracciones	<b>MT 456</b> <b>Las fracciones: comparación, equivalencia y operaciones. Relación con decimales y porcentajes</b>
MT-456	Relación y correspondencia fracción/decimal/porcentaje	
MT-56	Comparación de naturales, decimales y fracciones	
MT-6	Fracciones propias e impropias.	
MT-6	Fracciones equivalentes	
MT-4	Cálculo del 50, 25 y 10%	<b>MT 456</b> <b>Proporcionalidad directa y porcentajes: cálculo y variaciones.</b>
MT-56	Cálculo de porcentajes sencillos	
MT-6	Variaciones porcentuales	
MT-56	Proporcionalidad directa.	
MT-45	Medida del tiempo: del siglo al segundo	<b>MT/CS 456</b> <b>El tiempo, su medida, escalas y representación</b>
MT-6	Medida del tiempo: del milenio al segundo	
MT-56	La precisión con los minutos y los segundos.	
MT-6	Escalas temporales	
CS-456	El tiempo, su representación y medida histórica	

Grupos curriculares		Áreas temáticas
MT-456	Concepto de ángulo, su medición y tipologías	<b>MT 456</b> <b>Sistema sexagesimal y ángulos: cálculos.</b>
MT-6	Concepto y cálculo de ángulos con el sistema sexagesimal	
MT-6	Resolución de problemas de medida de ángulos con dos operaciones	
MT-45	Área y perímetro de figuras planas y polígonos regulares	<b>MT 456</b> <b>Geometría plana: áreas, perímetros y el número Pi</b>
MT-45	Cálculo de áreas y problemas de paralelogramos y triángulos	
MT-6	Área y perímetro de figuras compuestas	
MT-6	El número Pi	
MT-6	Área del círculo	
MT-456	Análisis y realización de tablas y gráficos estadístico	<b>MT 456</b> <b>Estadística: tablas, gráficas, tipos de datos y medidas de centralización</b>
MT-56	Diferencia de datos cualitativos y cuantitativos	
MT-6	Realización de tablas de frecuencias y medidas de centralización	
MT-456	Conceptos de probabilidad, azar y aleatoriedad	<b>MT 456</b> <b>Probabilidad, azar y aleatoriedad: fenómenos, sucesos y tablas</b>
MT-56	Fenómenos aleatorios y deterministas	
MT-6	Suceso imposible y seguro	
MT-56	Creación de informes y tablas sobre aleatoriedad y azar	
MT-4	Suma, resta y multiplicación de dos cifras	<b>MT 456</b> <b>Operaciones metemáticas y cálculo mental</b>
MT-45	División entre una cifra y la unidad seguida de ceros	
MT-5	Operaciones combinadas sin paréntesis	
MT-6	Operaciones combinadas con paréntesis	
MT-45	Cálculo mental y su explicación verbal	
MT-4	Suma y resta de decimales	
MT-5	Multiplicación y división de decimales	
MT-6	Producto de fracción por número	
MT-6	Suma y resta de fracciones.	



## **Apéndice 7.5.- Descripción Gráfica del Tablero Ciudad Sostenible**

En este apéndice se recogen varias fotografías del despiece del tablero, así como imágenes del tablero ya montado por alguno de los grupos de estudiantes.

En la Figura 39 se recogen imágenes del reto “Cubierta Sostenible” y en la Figura 40 imágenes del reto “Energía Eólica”, ambos al trabajo que debe desarrollar el experto en “Biodiversidad y Energía”.

La Figura 41 muestra el despiece del reto “Control de Movilidad”, mientras que la Figura 42 muestra el del reto “Campo Fotovoltaico”. Estos dos retos son los que conforman el trabajo del experto en “Movilidad y Energía”.

En cuanto a los retos correspondientes al experto en “Eficiencia y Residuos”, se muestran en la Figura 43, reto de la “Iluminación Urbana”, y en la Figura 44, reto de la “Recogida Selectiva”.

Finalmente, en las Figuras 45 y 46 se muestran fotografías de dos tableros montados por equipos en el estudio 1 y 2, mientras que en las Figuras 47 y 48 se muestran momentos del montaje de ambos estudios.

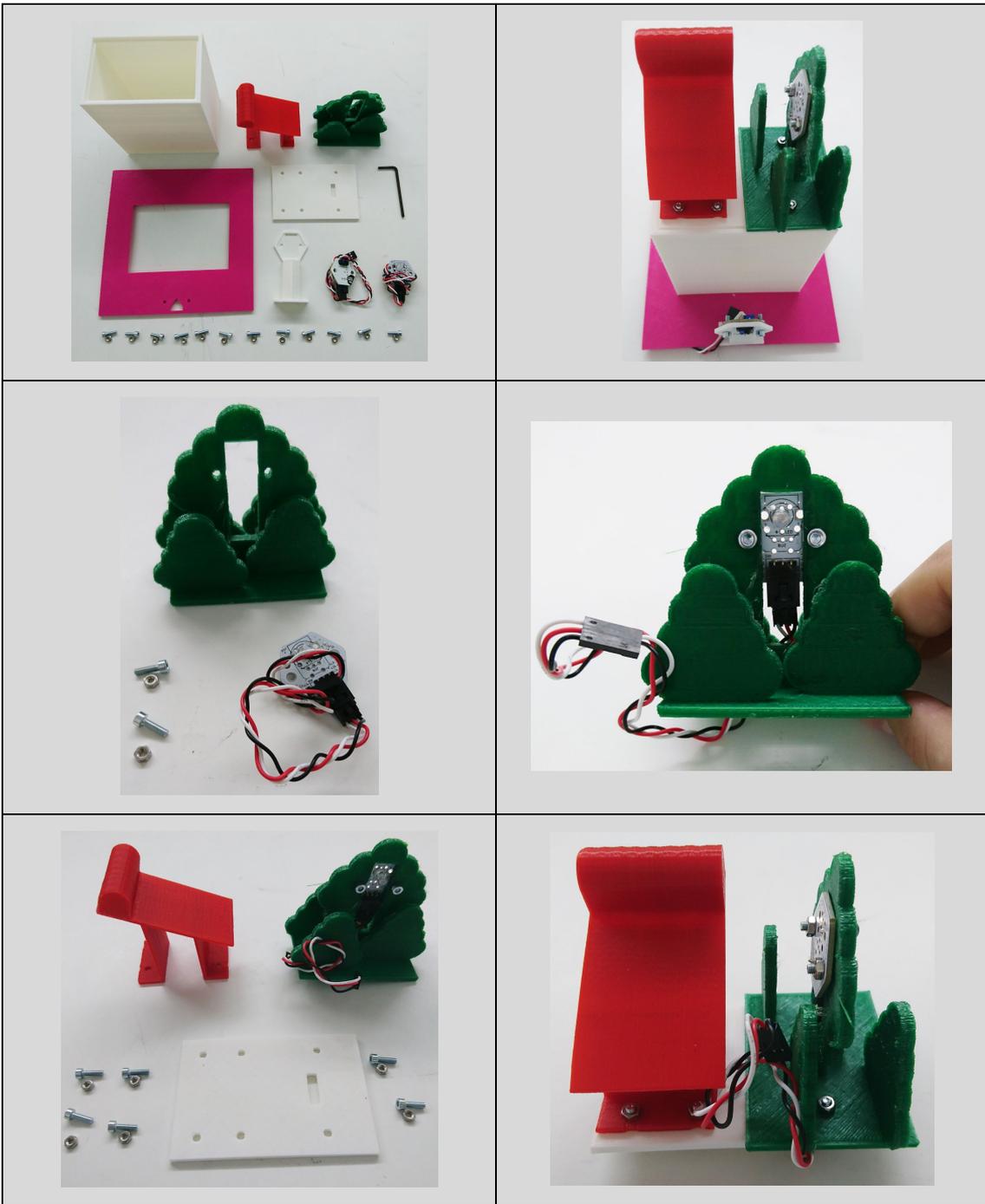


Figura 39. Imágenes del despiece y montaje del reto “Cubierta Sostenible”.

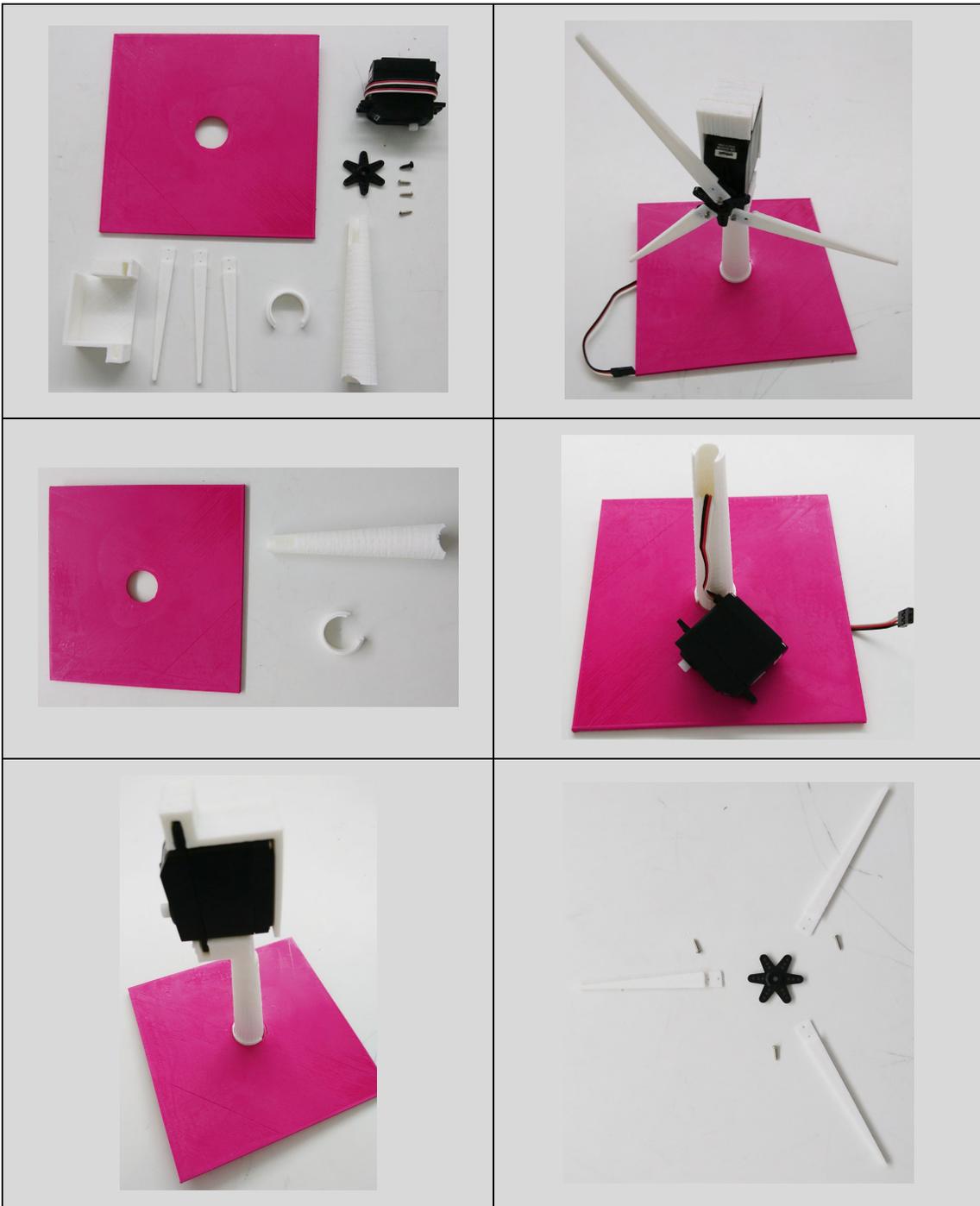


Figura 40. Imágenes del despiece y montaje del reto “Energía Eólica”.

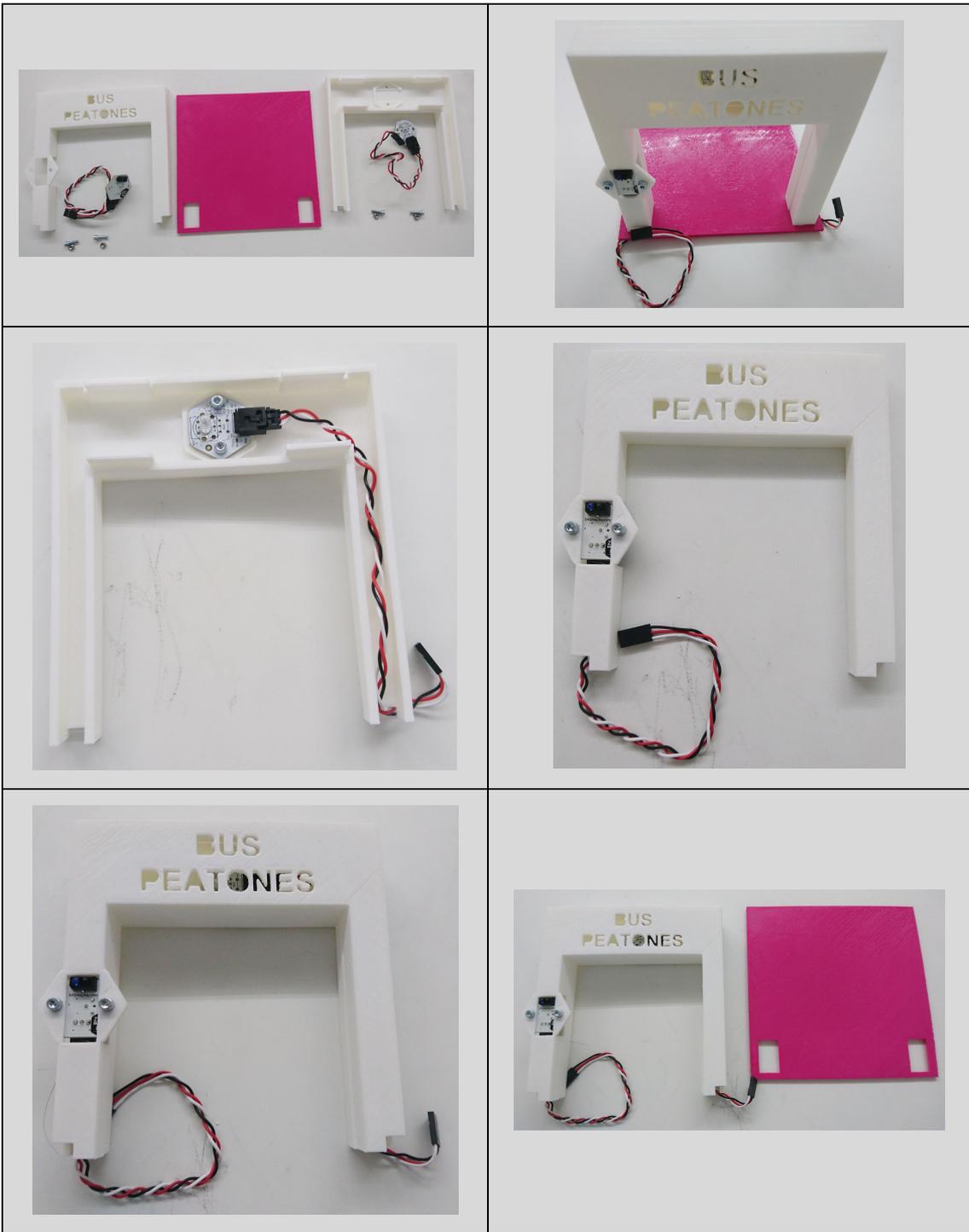


Figura 41. Imágenes del despiece y montaje del reto “Control de Movilidad”.

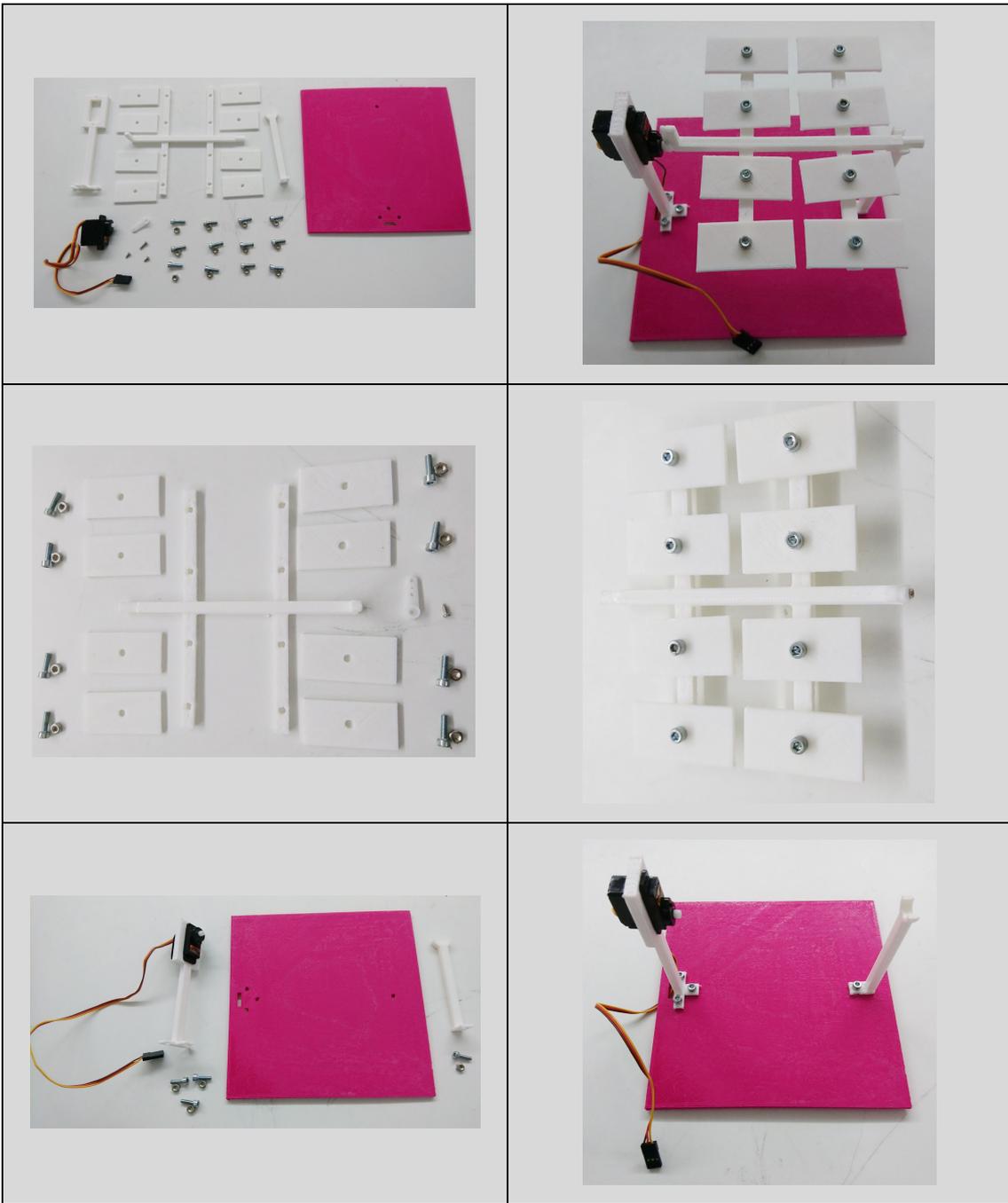
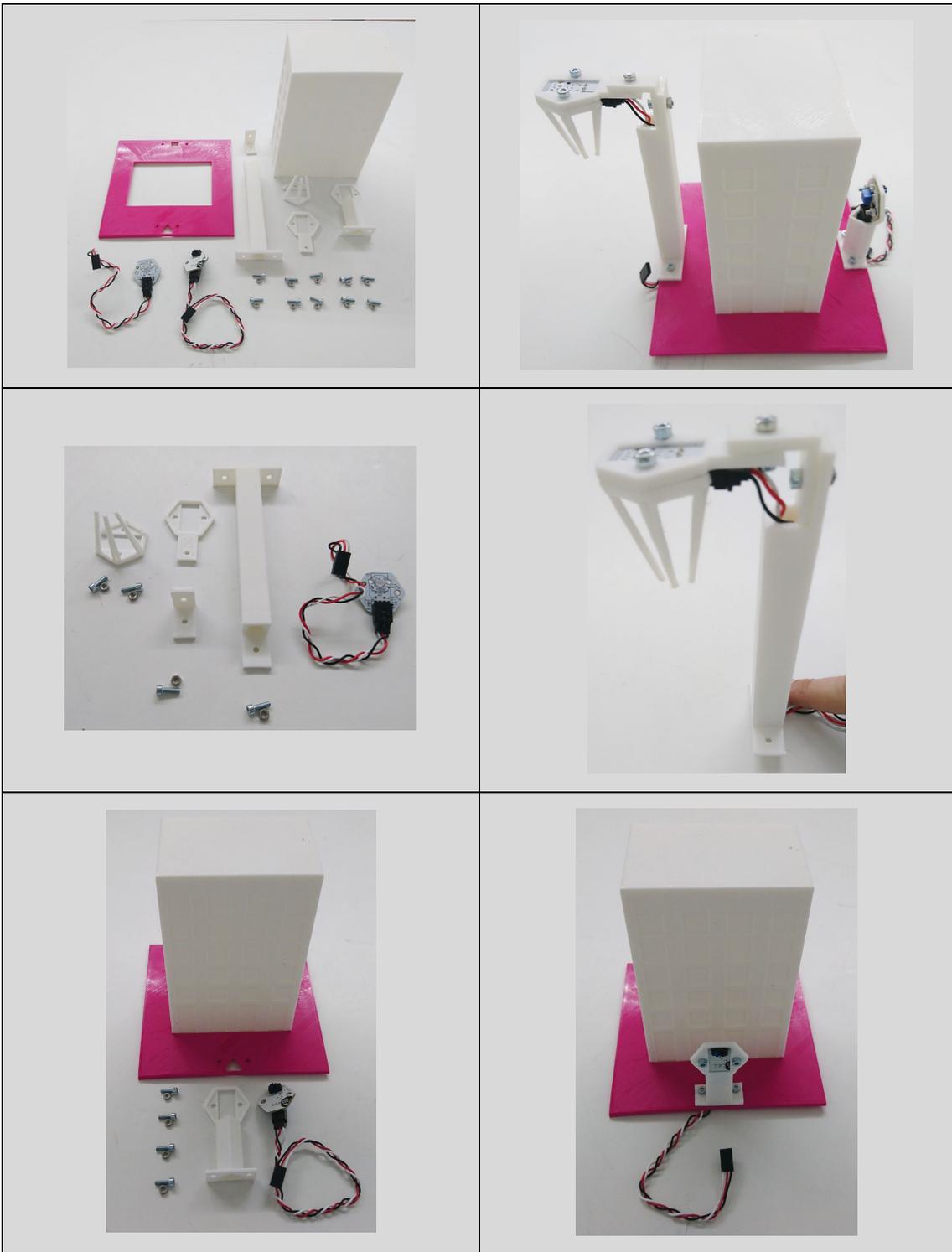


Figura 42. Imágenes del despiece y montaje del reto “Campo Fotovoltaico”.



*Figura 43.* Imágenes del despiece y montaje del reto “Iluminación Urbana”.

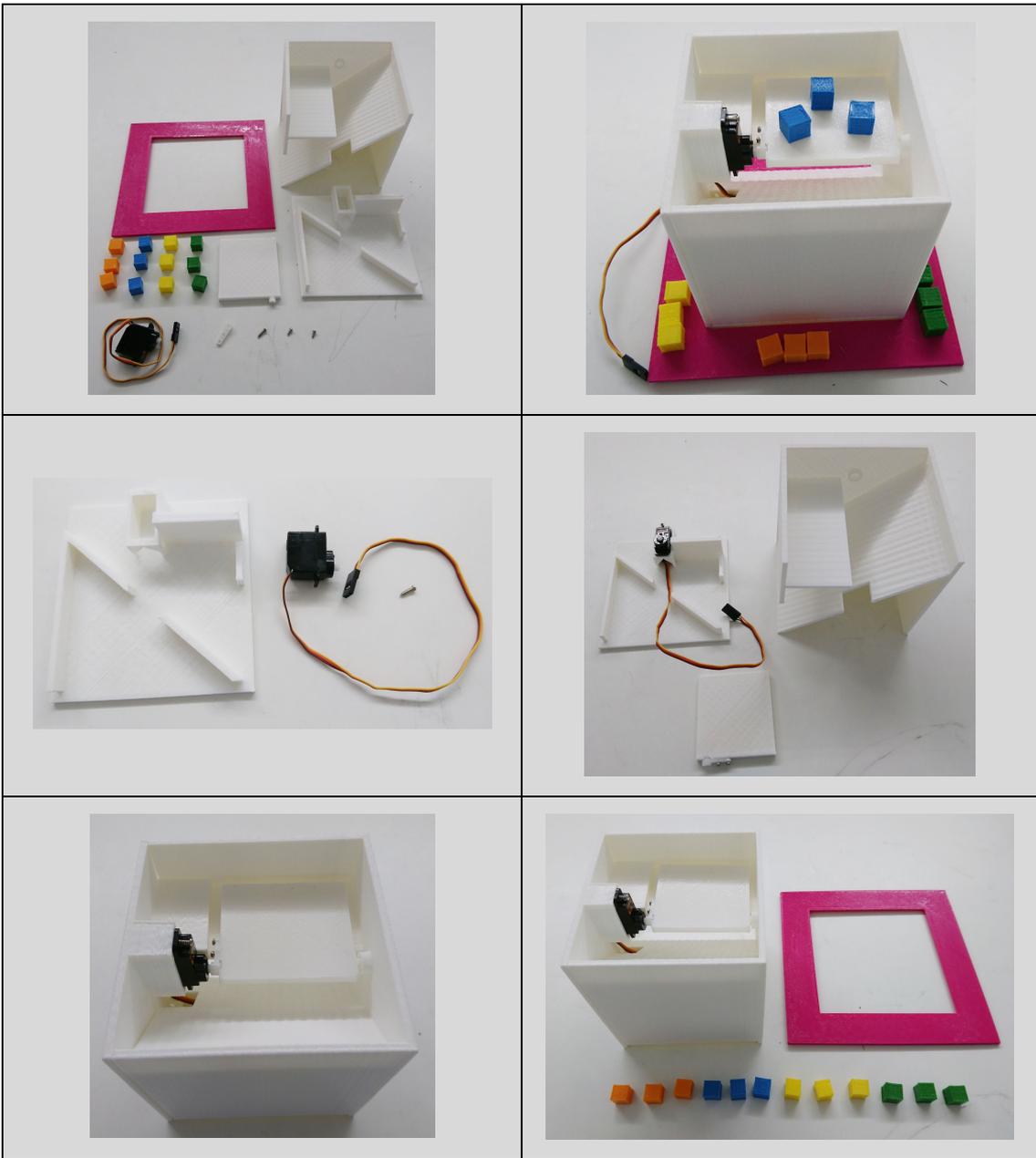
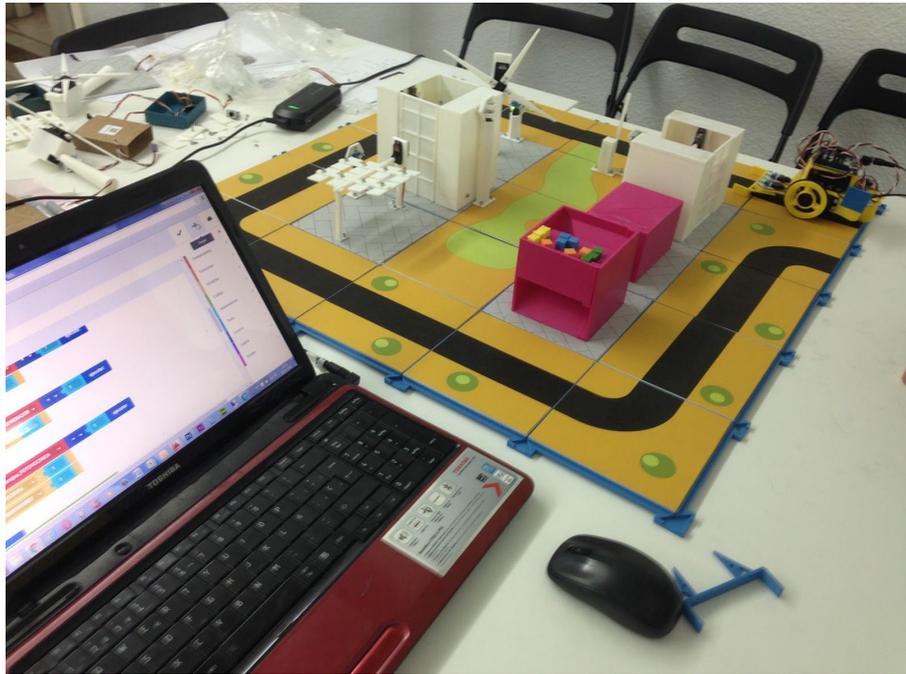


Figura 44. Imágenes del despiece y montaje del reto “Recogida Selectiva”.



*Figura 45.* Tablero montado por uno de los equipos durante el estudio 2.



*Figura 46.* Equipo realizando la demostración final durante el estudio 1.



*Figura 47.* Momento del montaje del reto “Cubierta Sostenible”.



*Figura 48.* Momento del montaje de los retos de “Energía Eólica” y “Campo Fotovoltaico”.



## **Apéndice 7.6.- Guías Didácticas de los Estudiantes**

A continuación se recoge una reproducción de cada una de las guías didácticas que se emplean en el proyecto.

La guía de presentación que se utiliza en las primeras dos sesiones, la guía de investigación, que se emplea durante todas las sesiones de la fase de investigación, la guía de ejecución, que se emplea para el diseño, montaje y programación del tablero por los grupos base, y la guía de presentación que se emplea en las últimas sesiones para preparar la demostración y presentación final del tablero.

# A Guía de presentación

1



La primera guía se corresponde con la guía de presentación, en ella, apoyados de la Unidad 0, vamos a establecer los criterios y forma de trabajo y las fases de las que consiste este proyecto.

Esta fase se compone únicamente de una sesión o unidad, en la que haremos una idea global además de realizar unas programaciones y conocer nuestros kits de trabajo.

---

# Índice

1

## UNIDAD 0 - KINOW IT

### 0. Contenido

- 0.1. El kit ZUM de robótica bq
- 0.2. Programación con bitbloq 2
- 0.3. Primeros pasos

## UNIDAD 1 - PRESENTACIÓN

### 1. Contenido

- 1.1. Descripción del tablero
- 1.2. Descripción de los robots
- 1.3. Descripción de los 6 retos individuales
- 1.4. Descripción de las 3 especializaciones

A - 2

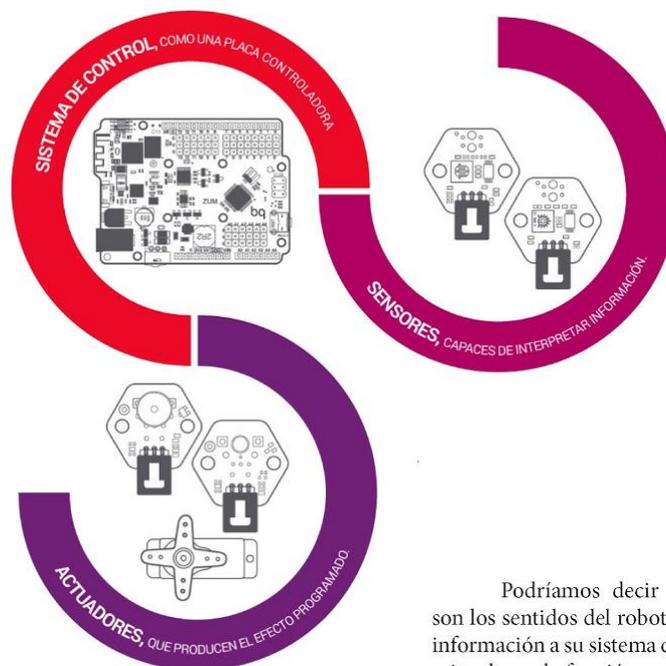
# 0 Know it!

La palabra robot está a la orden del día y muchas veces al escucharla nos imaginamos una máquina con forma humana que camina, habla, gesticula... pero en realidad es algo mucho más sencillo.

Un robot es una máquina automática programable que es capaz de interpretar información del medio físico para modificar su conducta. Tiene la capacidad de interactuar con el entorno y, en función de ello, realizar unas funciones u otras.

Todo robot tiene básicamente tres grupos de componentes:

- Sistema de control, como una placa controladora.
- Sensores, capaces de interpretar información.
- Actuadores, que producen el efecto programado.

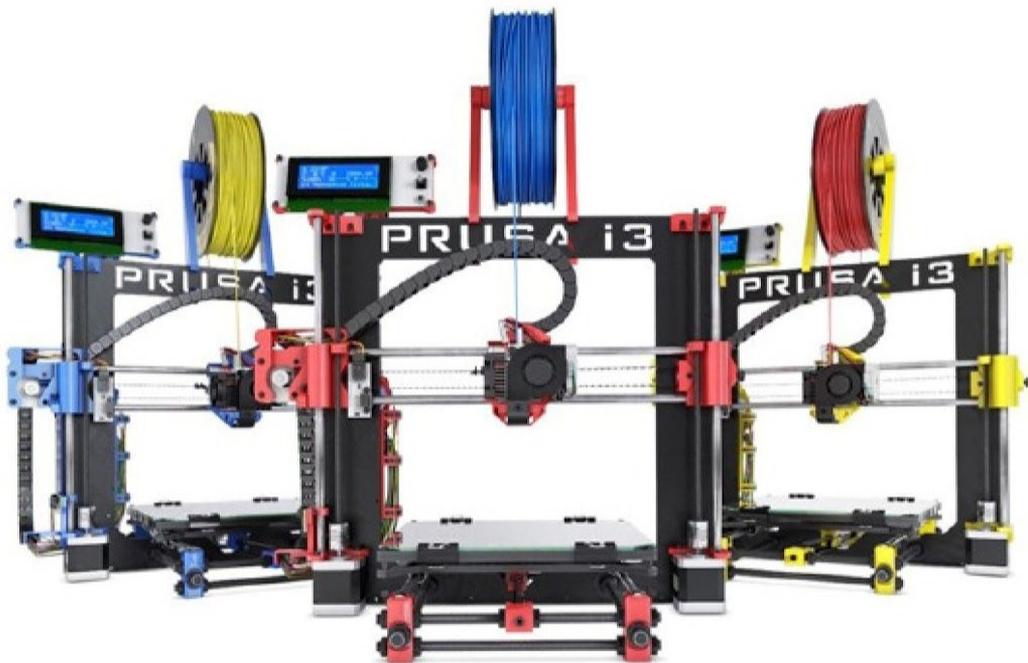


Podríamos decir que los sensores son los sentidos del robot. Éstos transmiten información a su sistema de control que permite alterar la función que realiza mediante los actuadores.

Además un robot necesitará una fuente de energía para funcionar y una estructura física para sostener los elementos que lo componen y realizar sus funciones.

# 1 Presentación

1



En esta Unidad nos vamos a centrar en conocer los materiales y conocimiento que nos van a ser necesarios para lograr con éxito nuestros objetivos del proyecto.

La Unidad 1 se encuentra desglosada en 4 bloques de contenido diferentes donde hablaremos de las piezas impresas en 3D, las piezas robóticas, los retos a lograr y los especialistas de los que se va a componer el grupo.

Tanto en esta Unidad como en las posteriores nos vamos a apoyar en todo momento de la Unidad 0 en la que nos dan las pautas básicas para programar y utilizar las piezas robóticas en el proyecto.

## Queremos conseguir...

1

Conocer las bases y fundamentos del proyecto, así como sentar las bases para proyectos futuros.

Nuestro modelo...

- Utiliza piezas robóticas que son programables.
- Utiliza elementos impresos en 3D para contextualizar el proyecto.
- Diferencia entre diferentes fases o retos para optimizar el conocimiento y su asimilación.



## Tareas

### **Conocimiento de las piezas robóticas**

- Conocimiento del material y de las programaciones básicas.
- Conocimiento del software y de las diferentes programaciones.

### **Conocimiento del tablero**

- Conocimiento de las diferentes planchas.
- Utilidad y aplicación de los diferentes diseños de las planchas y de su utilidad.

### **Conocimiento de los retos**

- Conocimiento de los bloques de los que se compone cada reto.
- Utilidad y aplicación en la vida real apoyado de la teoría.

### **Conocimiento de los expertos**

- Distinción entre los diferentes expertos.
- Trabajo y funcionalidad de cada uno de los expertos.
- Necesidad de todos los expertos para lograr el objetivo común.

1 - 2

## Descripción de los robots

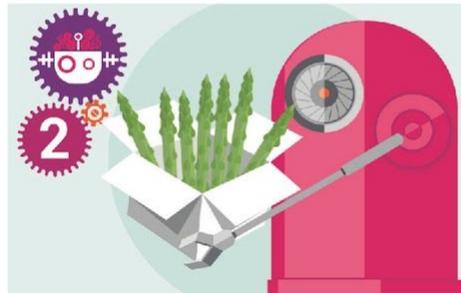
Antes de comenzar con la construcción, repasad los mecanismos que se utilizarán para tener siempre presentes sus funciones y efectos. Su construcción y funcionamiento lo podéis encontrar en la unidad 0.

1

Las sentencias condicionales  
y el pulsador (2)



Programando con variables en  
Bitbloq 2 (3)



Las funciones sin retorno (11)

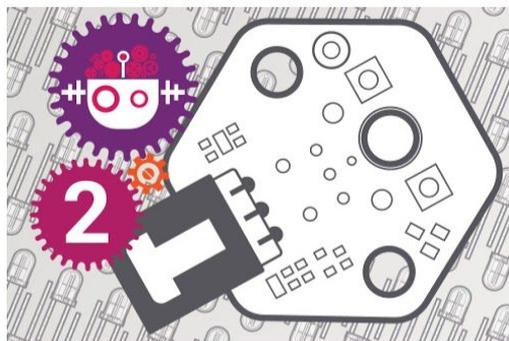


## Descripción de los robots

1

Antes de comenzar con la construcción, repasad los mecanismos que se utilizarán para tener siempre presentes sus funciones y efectos. Su construcción y funcionamiento lo podéis encontrar en la unidad 0.

### Programando los LED en bitbloq 2 (1)



El LED es el componente que emite luz y que se conecta a la PLACA BASE que le aporta la información necesaria para poder funcionar.

Dentro de nuestros componentes robóticos, encontraremos dos colores de LEDs diferentes, uno verde y los otros dos de color azul.

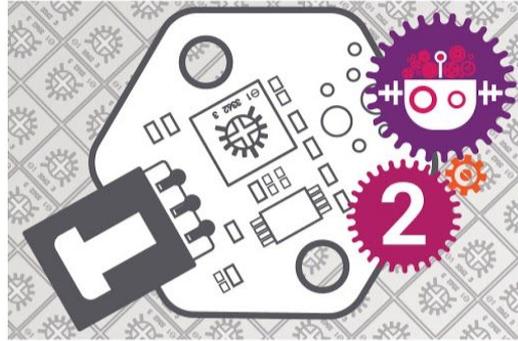


1 - 4

## Descripción de los robots

Antes de comenzar con la construcción, repasad los mecanismos que se utilizarán para tener siempre presentes sus funciones y efectos. Su construcción y funcionamiento lo podéis encontrar en la unidad 0.

### El sensor infrarrojo IR (5)



El SENSOR IR es el componente que diferencia el negro o vacío del resto de los colores y que se conecta a la PLACA BASE que le aporta la información necesaria para poder funcionar.

Dentro de nuestros componentes robóticos, encontraremos tres SENSORES IRs que los emplearemos para detectar los elementos de nuestro entorno.



## Descripción de los robots

1

Antes de comenzar con la construcción, repasad los mecanismos que se utilizarán para tener siempre presentes sus funciones y efectos. Su construcción y funcionamiento lo podéis encontrar en la unidad 0.

### El Miniservo (8)



El MINISERVO es un pequeño motor que puede rotar su posición entre una franja de grados determinada y que se conecta a la PLACA BASE que le aporta la información necesaria para poder funcionar.

Dentro de nuestros componentes robóticos, encontraremos dos MINISERVOS que los emplearemos para cambiar de posición para mostrar u ocultar algún elemento de nuestra ciudad sostenible.

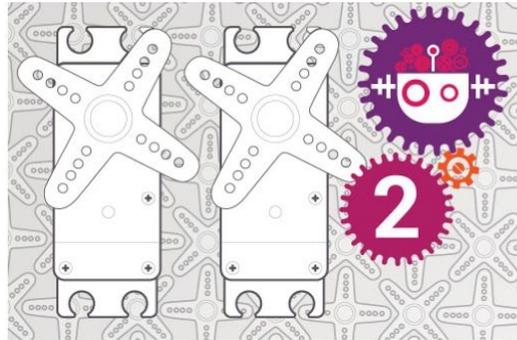


1 - 6

## Descripción de los robots

Antes de comenzar con la construcción, repasad los mecanismos que se utilizarán para tener siempre presentes sus funciones y efectos. Su construcción y funcionamiento lo podéis encontrar en la unidad 0.

### El Servo de rotación continua (9)



El SERVO DE ROTACIÓN CONTÍNUA es un motor más grande que el MINISERVO que a diferencia de este puede girar de forma continuada y que se conecta a la PLACA BASE que le aporta la información necesaria para poder funcionar.

Dentro de nuestros componentes robóticos, encontraremos un SERVO DE ROTACIÓN CONTÍNUA que lo emplearemos para establecer un movimiento continuo que representará una forma de energía sostenible.

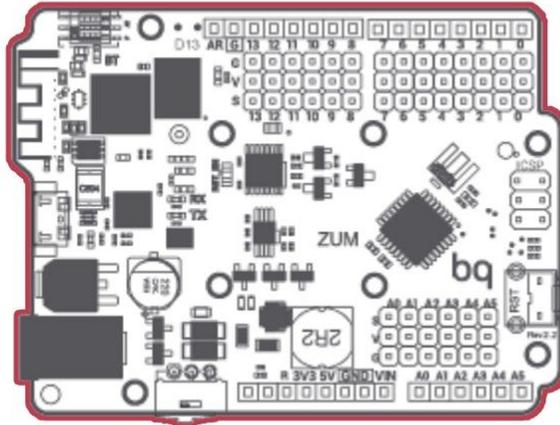
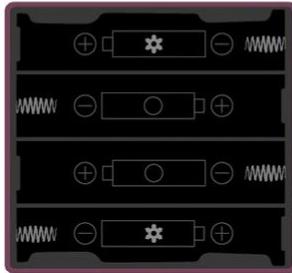


# Descripción de los robots

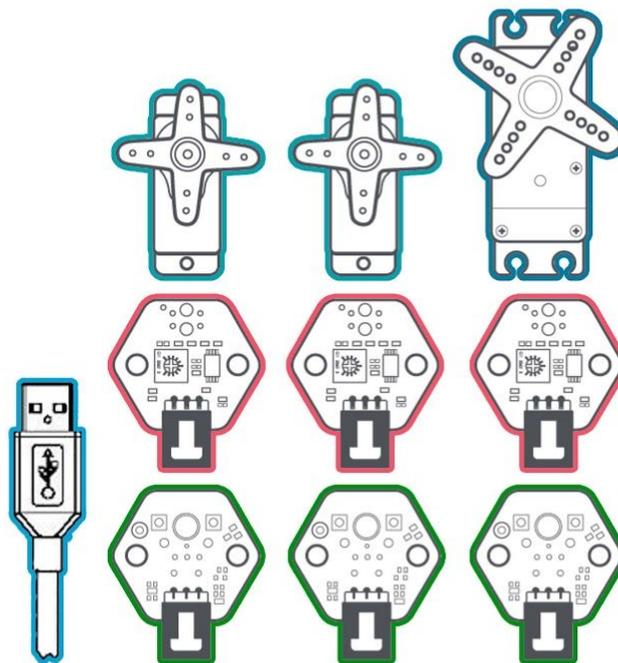
1

Seleccionad ahora las piezas que vais a necesitar en esta unidad.

## Piezas del Kit ZUM de Robótica



- 1 Portapilas
- 2 Placa Base
- 3 Sensor IR
- 3 Sensor IR
- 3 Sensor IR
- 9 Led Verde
- 9 Led Azul
- 9 Led Azul
- 10 Miniservo
- 10 Miniservo
- 11 Servo Rotación Continua
- 12 Cable USB



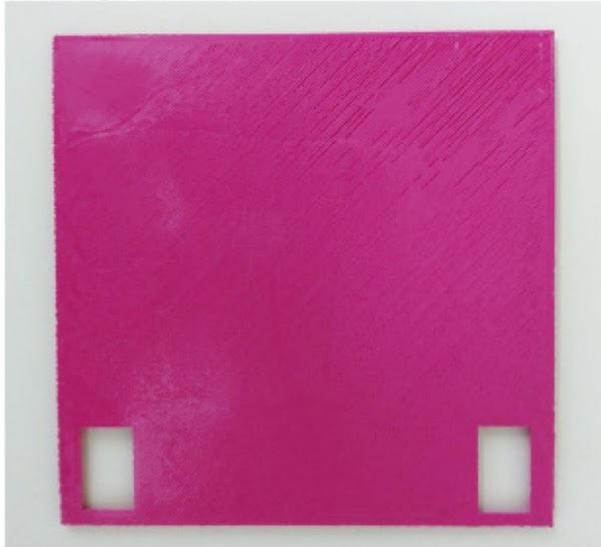
1 - 8

## Descripción del tablero (I)

1. Plancha de 15x15 completa, que se empleará a modo de circuito o zona de paso.



2. Plancha de 15x15 con dos agujeros, que se empleará cada uno de ellos para uno de los elementos concretos de la ciudad, la marquesina del tráfico.



## Descripción del tablero (II)

1

3. Plancha de 15x15 vaciada en el centro, que se empleará para incrustar un edificio en el centro y poder fijarlo sin la necesidad de tornillería o elementos adicionales.



4. Plancha de 15x15 con una circunferencia en el centro de ella, que se empleará a modo de soporte para el aerogenerador.



1 - 10

## Descripción del tablero (III)

5. Plancha de 15x15 vaciada en el centro, que se empleará para incrustar un edificio en el centro y poder fijarlo sin la necesidad de tornillería o elementos adicionales, además, de tener espacio para un sensor infrarrojo.



6. Plancha de 15x15 vaciada en el centro, que se empleará para incrustar un edificio en el centro y poder fijarlo sin la necesidad de tornillería o elementos adicionales, además, de tener espacio para un sensor infrarrojo y otro para una farola.



## Cubierta sostenible

1

1. El primero de los retos consiste en una cubierta sostenible, en ella vamos a diseñar y construir, en lo alto de un edificio, un jardín, sostenible y una fuente energética térmica.



2. Entre otro de los elementos que vamos a encontrar, son: la cubierta, un edificio, el jardín, el tejado, la base y la pieza donde colocaremos el sensor.



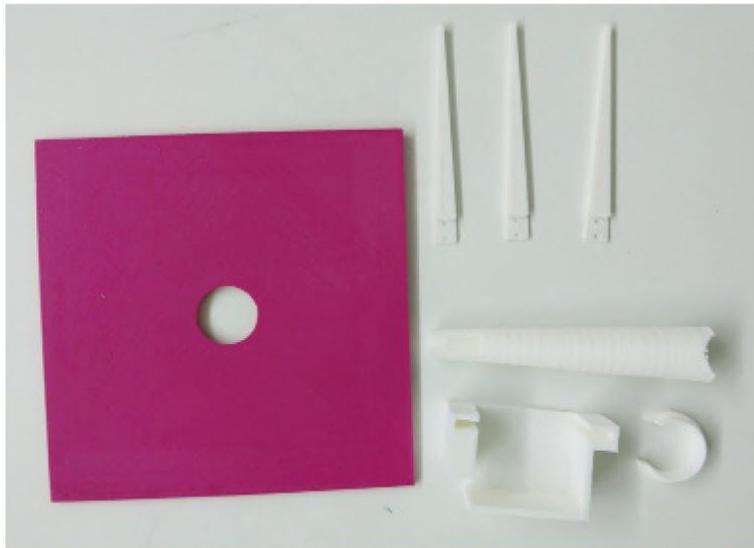
1-12

## Aerogenerador

3. El segundo de los retos consiste en un aerogenerador, vamos a construir, separado de la ciudad, un gran aerogenerador para que surta de energía limpia y renovable a la ciudad sostenible.



4. Entre otro de los elementos que vamos a encontrar, son: la base, el cuerpo del aerogenerador así como un seguro en la base, la pieza que sostendrá el motor y las aspas que reciban la energía..



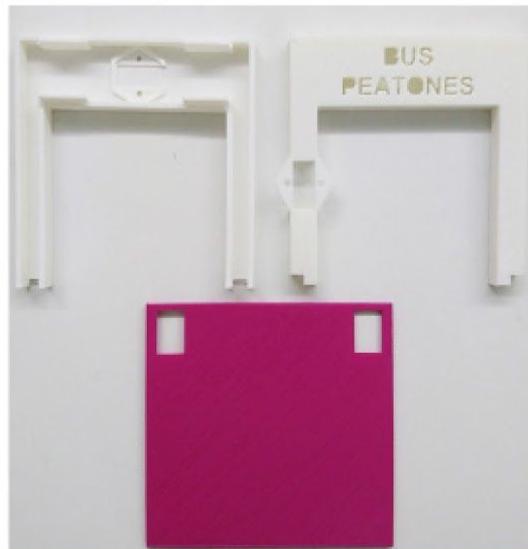
## Marquesina de regulación del tráfico

1

5. El tercero de los retos consiste en una marquesina de regulación del tráfico, en ella vamos a diseñar y construir, a modo señal, una zona para permitir la circulación libre de viandantes y del transporte público.



6. Entre otro de los elementos que vamos a encontrar, son: la cara frontal y la cara trasera de la marquesina, así como diferentes espacios preparados para colocar y encajar los mecanismos y la marquesina a la base.



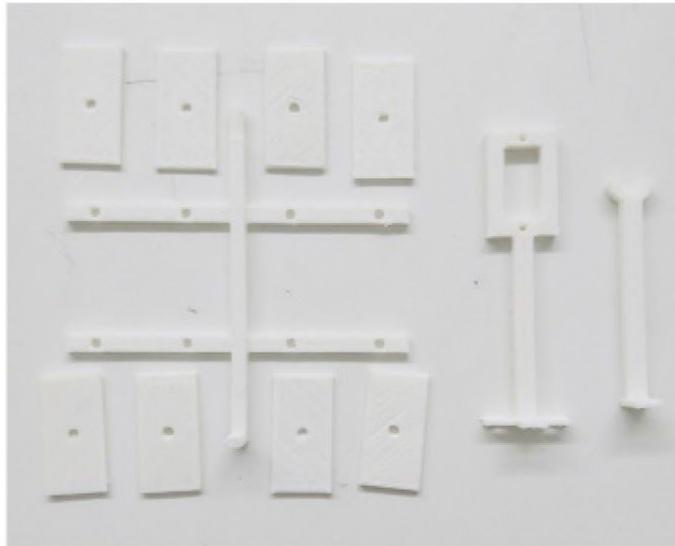
1 - 14

## Campo fotovoltaico

7. El cuarto de los retos consiste en un campo fotovoltaico, en ella vamos a construir, sobre una base, una placa solar, otra forma de energía limpia y renovable.



8. Entre otro de los elementos que vamos a encontrar, son: las planchas fotovoltaivas, el eje centras y los soportes sobre los que se apoyan la placa para permitir optimizar la recogida de luz.



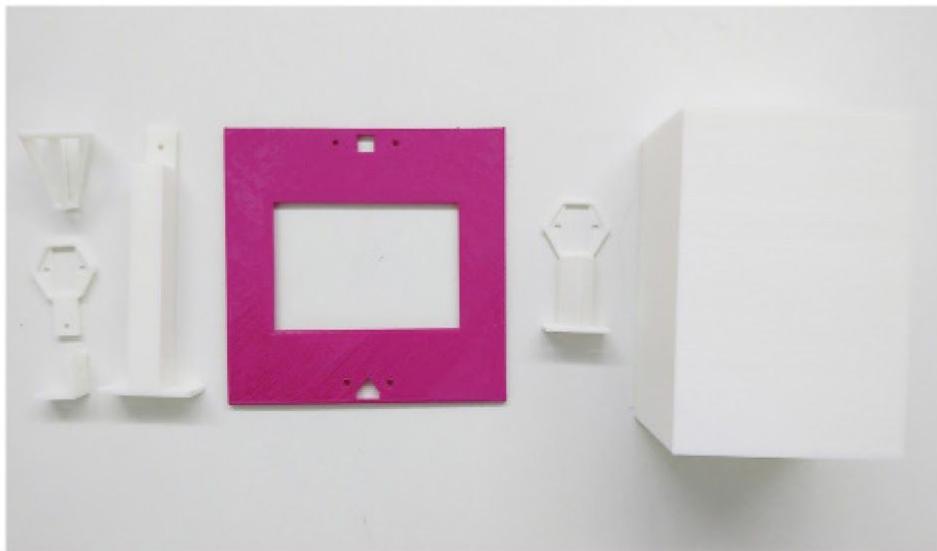
## Luminaria urbana

1

9. El quinto de los retos consiste en la luminaria urbana, en ella vamos a diseñar y construir la estructura luminica de la ciudad para optimizar el consumo de luz, así como reducir su consumo.



10. Entre otro de los elementos que vamos a encontrar, son: un edificio, la base, la farola con diferentes cabezales y la pieza donde colocaremos el sensor.



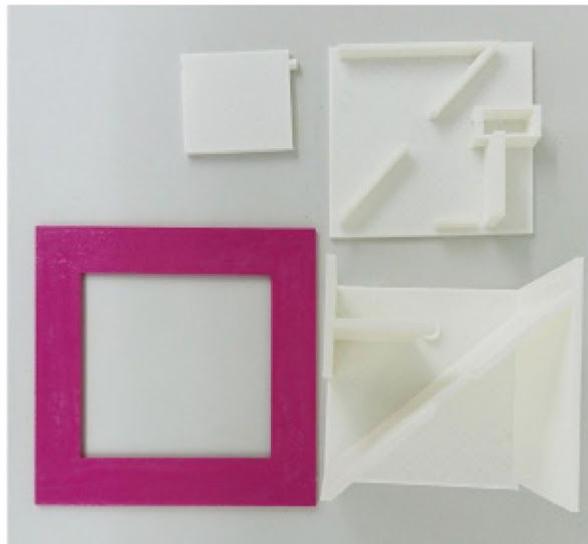
1 - 16

## Separación de residuos de reciclaje

11. El sexto de los retos consiste en un elemento principal de la ciudad sostenible, la óptima separación y control de los residuos urbanos, así como su posterior recogida.



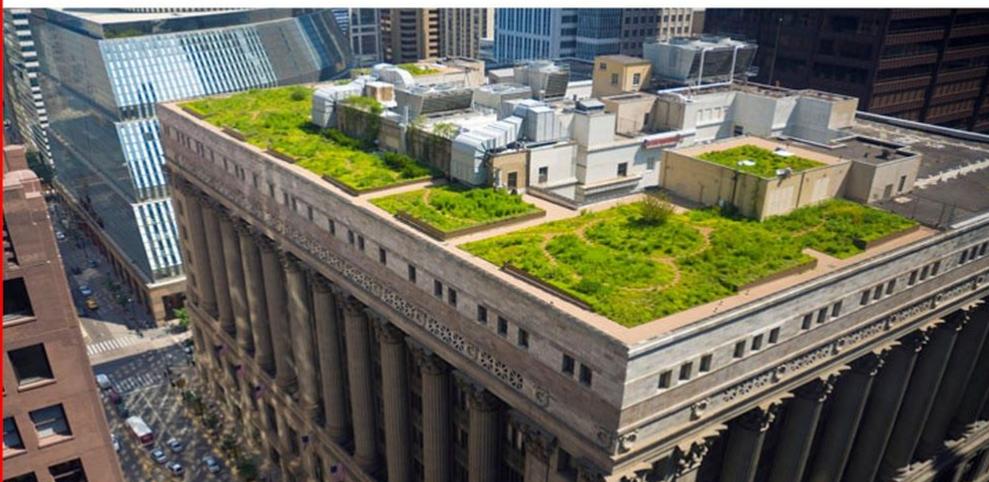
12. Entre otro de los elementos que vamos a encontrar, un edificio separado en tres piezas diferentes y la base sobre la que descansará nuestro edificio de reciclado.



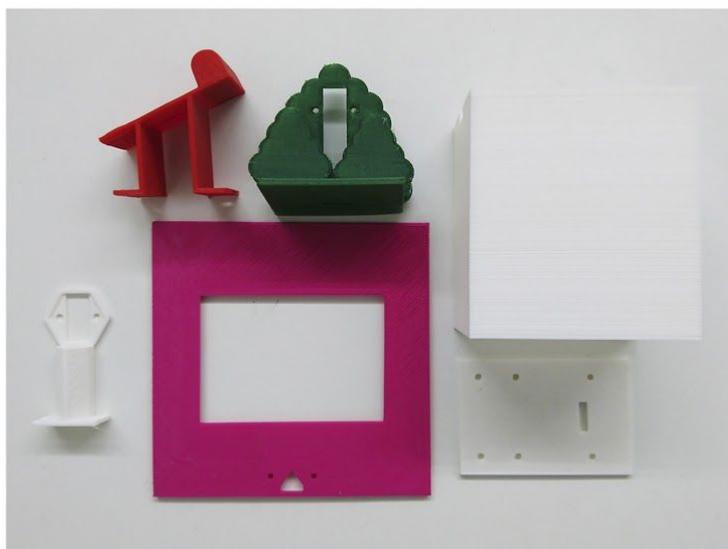
## Experto en biodiversidad y energía

1

1. El componente que decida convertirse en el experto en biodiversidad y energía, será el encargado de dar solución a los dos retos que aparecen a continuación agrupados y que en la siguiente guía se desarrollará y se trabajará en profundidad.



2. El primero de los retos que tendrá que dar solución es: ¿CÓMO CREAR UN JARDÍN O HUERTO SOSTENIBLE EN UNA CIUDAD?



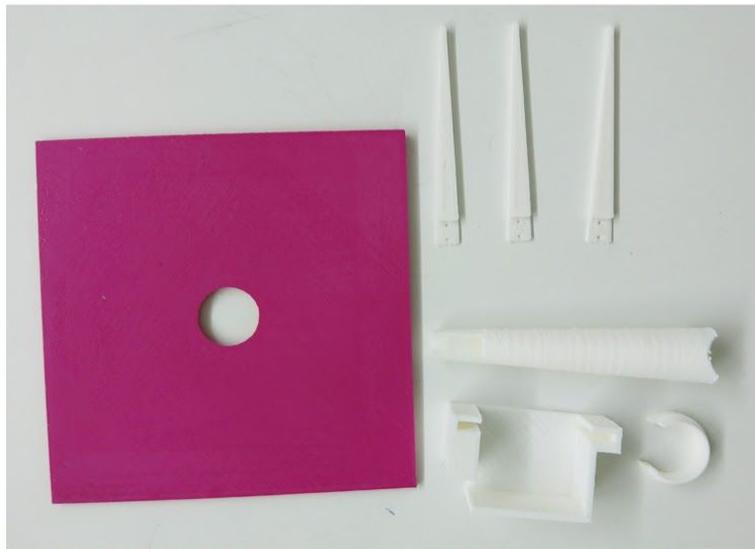
1 - 18

## Experto en biodiversidad y energía

3. Todo jardín o huerto sostenible necesita de una fuente de energía para crecer y poder generar calor tanto al huerto como al hogar.



4. El segundo de los retos que tendrá que dar solución es: ¿CÓMO CREAR UNA FUENTE DE ENERGÍA QUE APROVECHE LAS RACHAS DE AIRE?



## Experto en movilidad y energía

1

5. El componente que decida convertirse en el experto en movilidad y energía, será el encargado de dar solución a los dos retos que aparecen a continuación agrupados y que en la siguiente guía se desarrollará y se trabajará en profundidad.



6. El primero de los retos que tendrá que dar solución es: ¿CÓMO CREAR UNA MARQUESINA QUE REACCIONE ANTE EL TRÁFICO Y ADEMÁS EMITA LUZ PARA AVISAR?



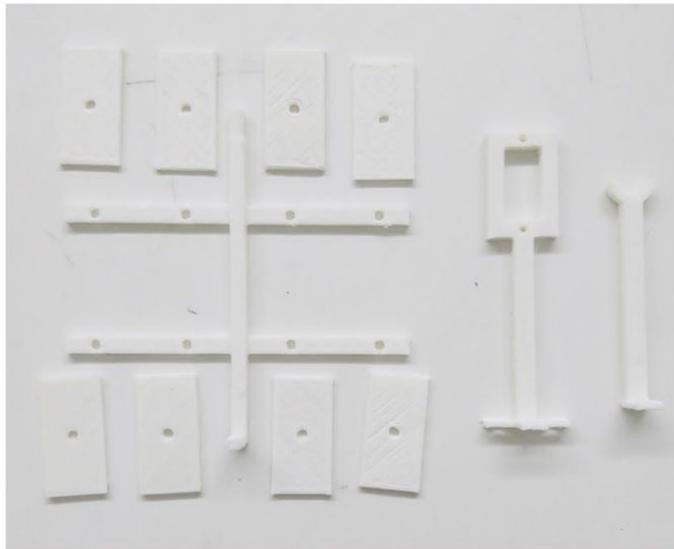
1-20

## Experto en movilidad y energía

7. Toda fuente lumínica necesita de una fuente de energía para funcionar constantemente y de forma correcta.



8. El segundo de los retos que tendrá que dar solución es: ¿CÓMO CREAR UNA FUENTE DE ENERGÍA QUE APROVECHE LA LUZ SOLAR Y ADEMÁS REACCIONE A ESTE ESTÍMULO?



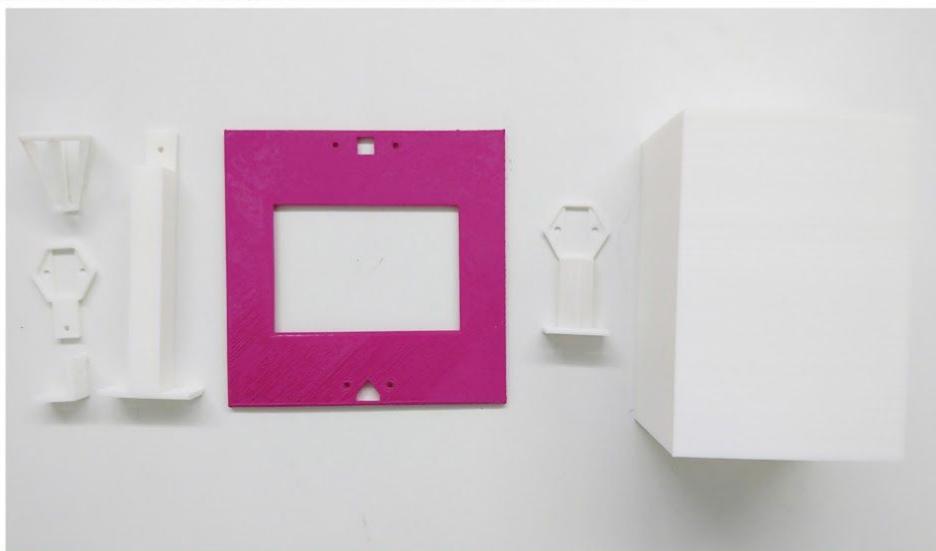
## Experto en eficiencia y reciclaje

1

9. El componente que decida convertirse en el experto en eficiencia y reciclaje, será el encargado de dar solución a los dos retos que aparecen a continuación agrupados y que en la siguiente guía se desarrollará y se trabajará en profundidad.



10. El primero de los retos que tendrá que dar solución es: ¿CÓMO DISEÑAR UN SISTEMA LUMÍNICO PARA QUE OPTIMICE LA LUZ Y AHORRAR EN SU USO?



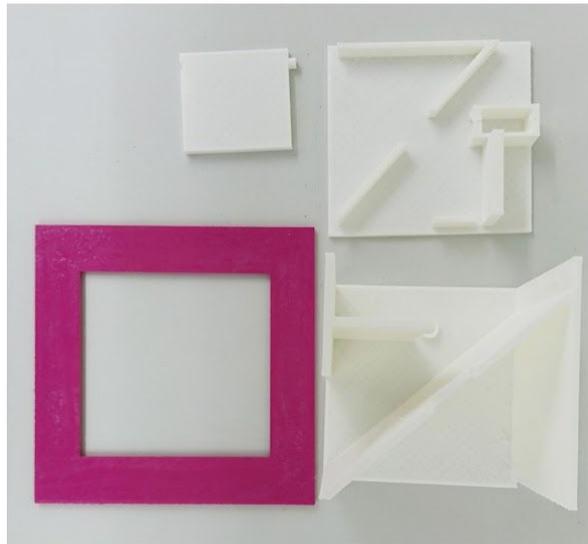
1-22

## Experto en eficiencia y reciclaje

11. Toda ciudad plantea interrogantes ante la necesidad de controlar y eliminar los residuos de la ciudad para evitar la contaminación.



11. El segundo de los retos que tendrá que dar solución es: ¿CÓMO CREAR UN EDIFICIO DEL RE-CICLADO QUE PERMITA ELIMINAR AUTOMÁTICAMENTE UNOS RESIDUOS DETERMIANDOS?



---

## Notas finales

1

1-24

# B Guía de investigación II

2



SR-16



CIRCULACION PROHIBIDA  
DE VEHICULOS  
AUTOMOTORES

Una vez establecidas las bases de nuestro proyecto con la primera guía, vamos a proceder a la segunda guía del proyecto: La Guía de Investigación; en ella, cada alumno individualmente, se va a hacer responsable de 2 de los retos anteriormente mencionados, cada agrupación de parejas de retos se encontrará dentro de cada una de las guías.

Cada una de las guías posee un hilo de trabajo similar, pero a su vez personalizado para que cada alumno sea completamente autónomo y capaz de lograr sus propios objetivos.

En esta guía se trabajarán varias cosas: creatividad de montaje, montaje de los retos, creatividad en las programaciones y finalmente unas programaciones que logren el correcto funcionamiento del reto.

# Índice - Experto en movilidad y energía

2

## UNIDAD 2 - PREPARACIÓN DE MONTAJE

### 2. Contenido

- 2.1. Inventario
- 2.2. Ideas de montaje Reto 3 - Marquesina de regulación del tráfico
- 2.3. Ideas de montaje Reto 4 - Campo fotovoltaico

## UNIDAD 3 - MONTAJE

### 3. Contenido

- 3.1. Montaje Reto 3 - Marquesina de regulación del tráfico
- 3.2. Montaje Reto 4 - Campo fotovoltaico

## UNIDAD 4 - PREPARACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN

### 4. Contenido

- 4.1. Comandos básicos con Bitbloq 2
- 4.2. Ideas de programación Reto 3 - Marquesina de regulación del tráfico
- 4.3. Ideas de programación Reto 4 - Campo fotovoltaico

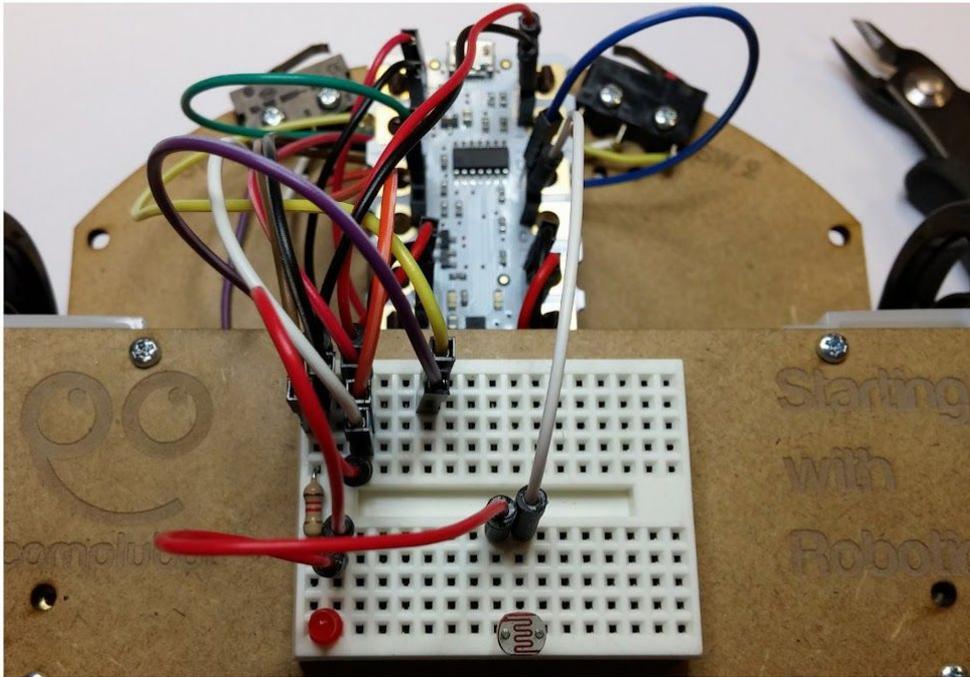
## UNIDAD 5 - PROGRAMACIÓN

### 5. Contenido

- 5.1. Programación Reto 3 - Marquesina de regulación del tráfico
- 1.2. Programación Reto 4 - Campo fotovoltaico

B - 2

## 2 Preparación montaje



Una vez adquiridos los conocimientos básicos de nuestro proyecto, comenzaremos con la segunda guía que trata de la preparación, de cada experto, de los dos retos escogidos.

La Unidad 2 trata de la primera fase, el diseño y preparación de todos los elementos.

Mediante el conocimiento de las piezas de que disponemos, trataremos de establecer el encaje y aplicación óptima tanto a nivel mecánico o de montaje como a nivel de eficiencia.

## Queremos conseguir...

2

Establecer mediante diseños, la mejor manera de crear y montar nuestro retos para que optimicen recursos.

Los diseños deberán de adecuarse de la mejor manera posible, a las necesidades que plantea el reto en cuestión:

- Necesidades energéticas
- Necesidades lumínicas
- Necesidades sostenibles
- Necesidades ecológicas
- Necesidades térmicas



## Tareas

### Comprobar el material específico

- Comprobacion de piezas:
  - Edificio impreso 3D
  - Base impresa 3D
  - Destornillador/Llave Allen
  - Tornillería

### Diseñar modelos optimizados

- Montaje adaptandose a un propósito concreto
- Variabilidad de montajes en función de las necesidades
- Orden en las fases de montaje
- Cuidado del material

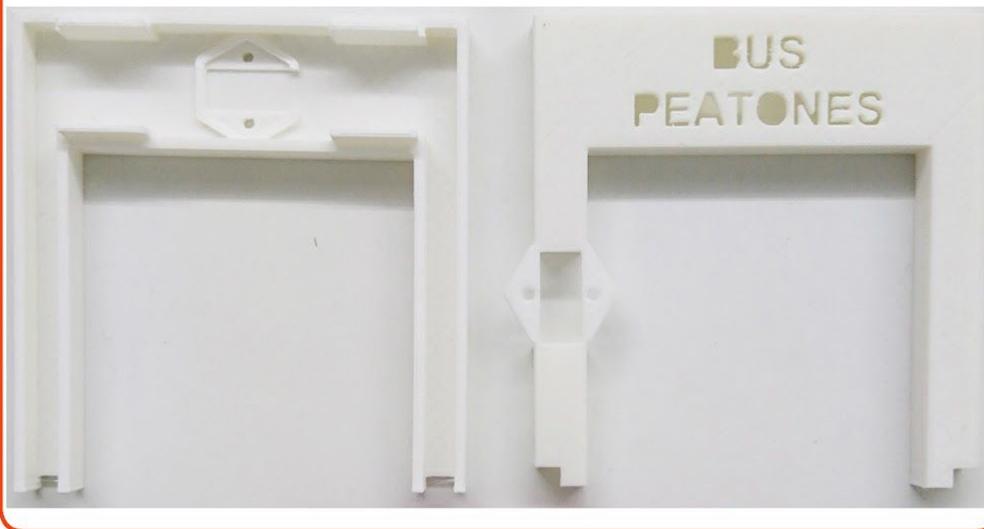
2 - 2

## Piezas Reto 3 - Marquesina del tráfico

1. Placa 15x15 con abertura para los dos pilares de la marquesina.



2. Las dos partes de la marquesina, la de la izquierda la trasera, y la de la derecha la delantera.



## Piezas Reto 3 - Marquesina del tráfico

3. Cara delantera de la marquesina con abertura para salir la luz y colocar el sensor IR y el LED azul.

2

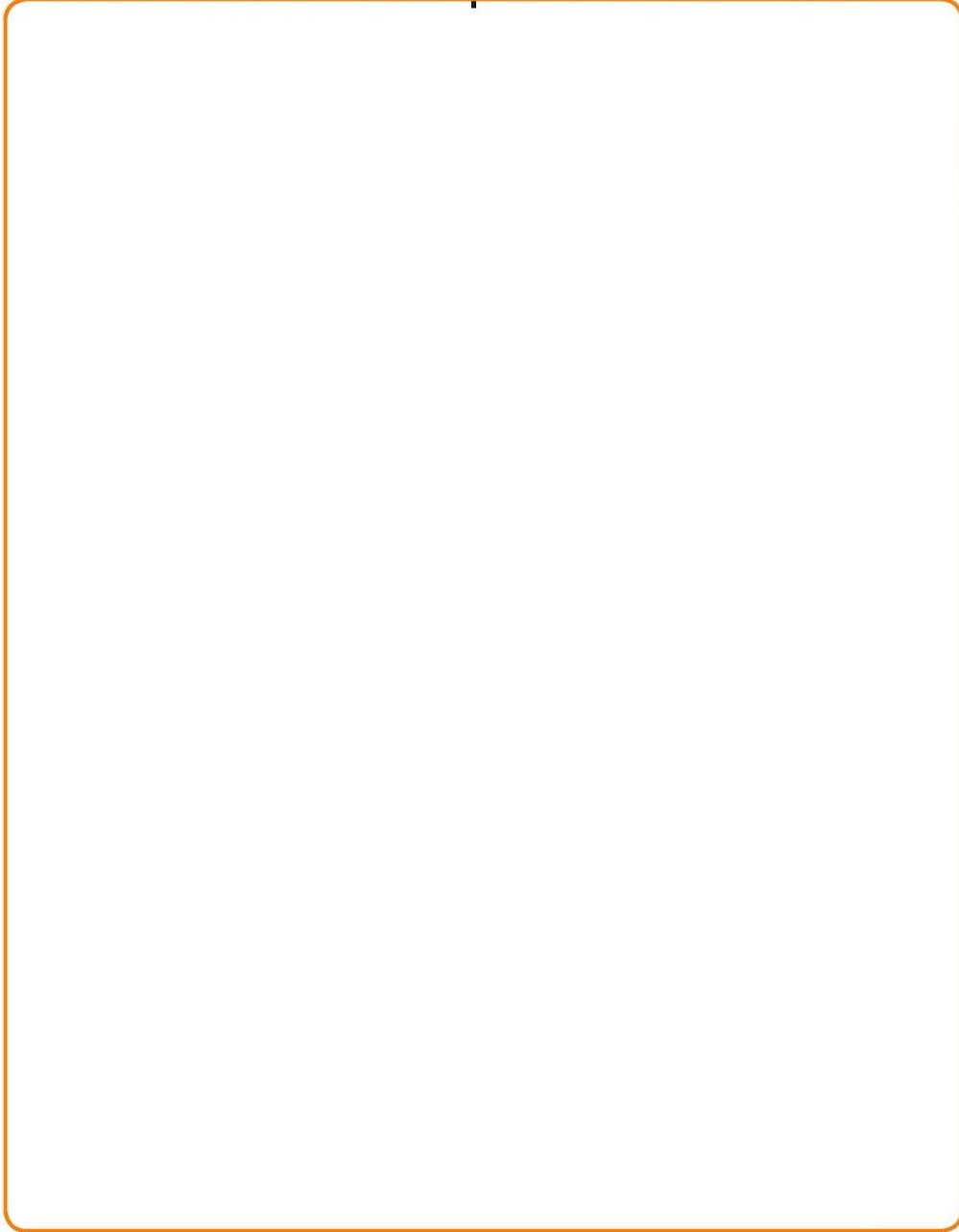


4. Cara trasera preparada para encajar con la pieza delantera y colocar el LED, además el sensor IR.



2-4

## Diseño Reto 3 - Marquesina del tráfico



2

---

## Diseño Reto 3 - Marquesina del tráfico

2

2 - 6

## Piezas Reto 4 - Campo fotovoltaico

1. Placa 15x15 con abertura para los dos pilares sobre los que se sostendrá la espina de pez.



2

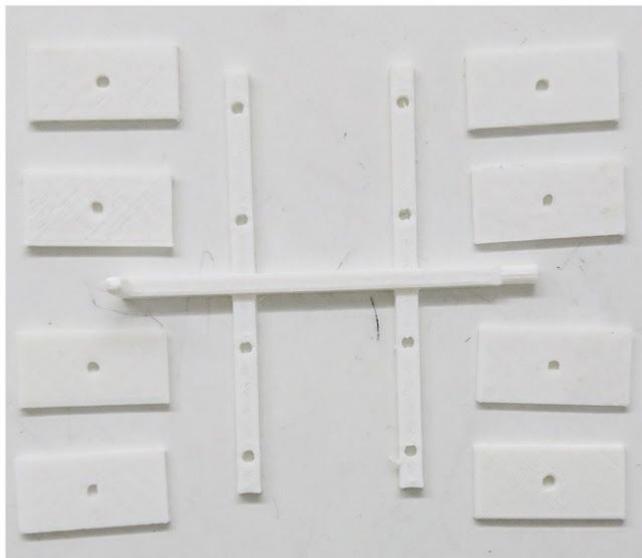
2. A la izquierda encontramos el pilar sobre el que se apoyará la espina de pez, el otro actua como pilar y hueco para colocar el miniservo..



## Piezas Reto 4 - Campo fotovoltaico

2

3. Espina de pez con las planchas que actuarán como las células fotovoltaicas.

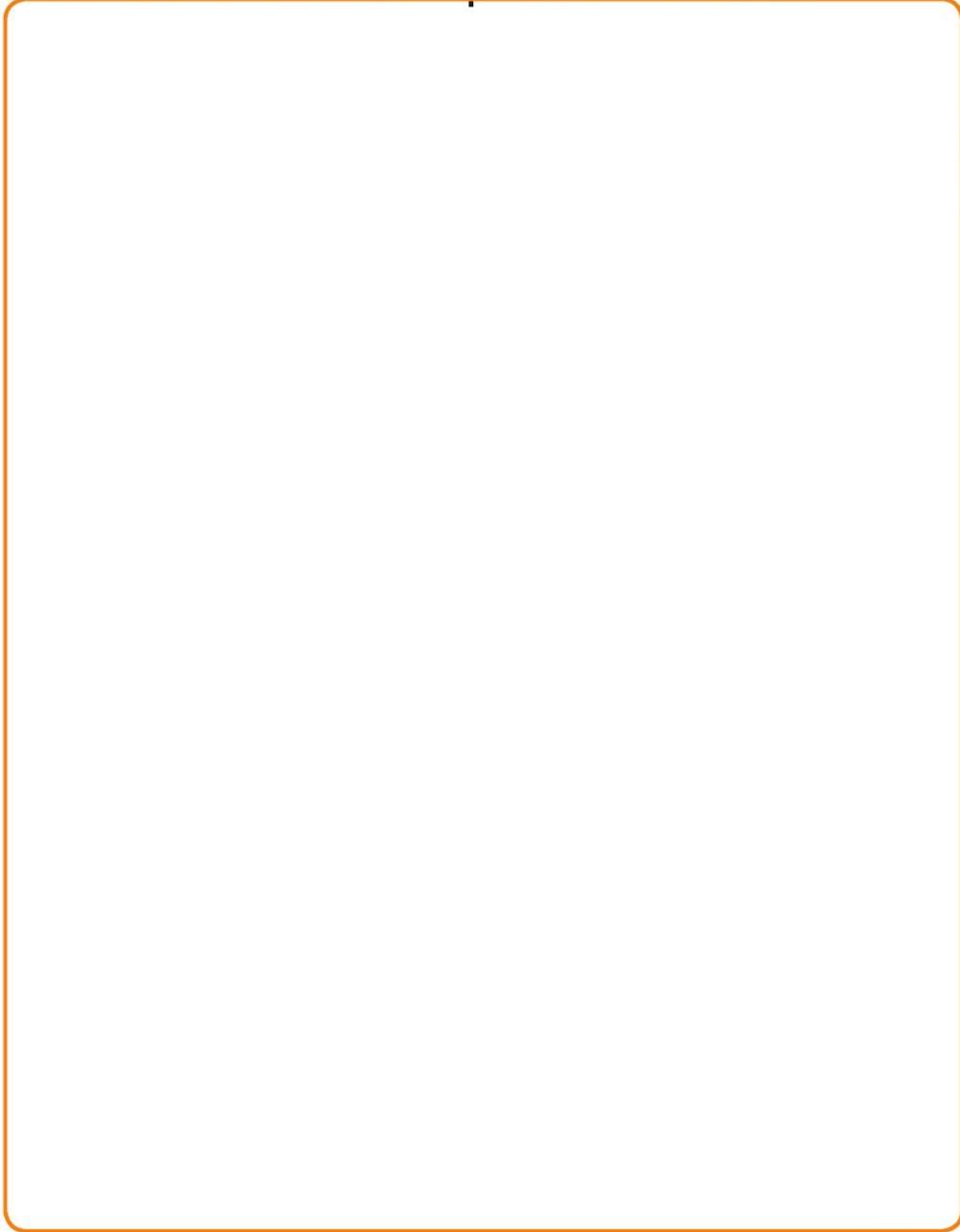


4. Miniservo que permitirá el movimiento de la espina de pez en busca de la luz.



2 - 8

## Diseño Reto 4 - Campo fotovoltaico



2

---

## Diseño Reto 4 - Campo fotovoltaico

2

2-10

# B Guía de investigación III

2



Una vez establecidas las bases de nuestro proyecto con la primera guía, vamos a proceder a la segunda guía del proyecto: La Guía de Investigación; en ella, cada alumno individualmente, se va a hacer responsable de 2 de los retos anteriormente mencionados, cada agrupación de parejas de retos se encontrará dentro de cada una de las guías.

Cada una de las guías posee un hilo de trabajo similar, pero a su vez personalizado para que cada alumno sea completamente autónomo y capaz de lograr sus propios objetivos.

En esta guía se trabajarán varias cosas: creatividad de montaje, montaje de los retos, creatividad en las programaciones y finalmente unas programaciones que logren el correcto funcionamiento del reto.

# Índice - Experto en eficiencia y residuos

2

## UNIDAD 2 - PREPARACIÓN DE MONTAJE

### 2. Contenido

- 2.1. Inventario
- 2.2. Ideas de montaje Reto 5 - Luminaria urbana (Farola)
- 2.3. Ideas de montaje Reto 6 - Separación de residuos sólidos urbanos

## UNIDAD 3 - MONTAJE

### 3. Contenido

- 3.1. Montaje Reto 5 - Luminaria urbana (Farola)
- 3.2. Montaje Reto 6 - Separación de residuos sólidos urbanos

## UNIDAD 4 - PREPARACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN

### 4. Contenido

- 4.1. Comandos básicos con Bitbloq 2
- 4.2. Ideas de programación Reto 5 - Luminaria urbana (Farola)
- 4.3. Ideas de programación Reto 6 - Separación de residuos sólidos urbanos

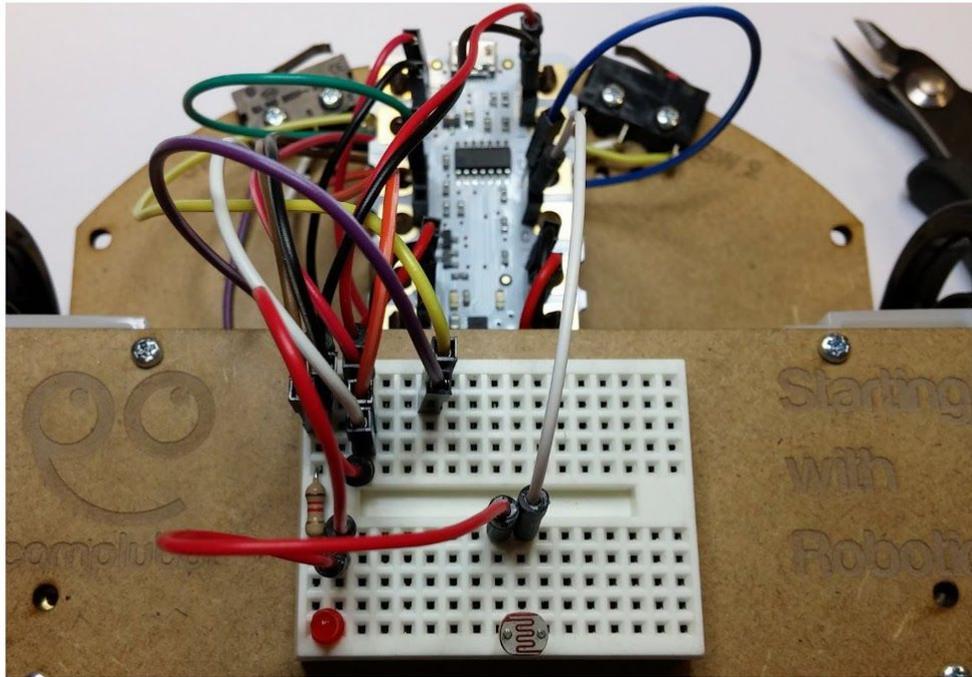
## UNIDAD 5 - PROGRAMACIÓN

### 5. Contenido

- 5.1. Programación Reto 5 - Luminaria urbana (Farola)
- 1.2. Programación Reto 6 - Separación de residuos sólidos urbanos

B - 2

## 2 Preparación montaje



Una vez adquiridos los conocimientos básicos de nuestro proyecto, comenzaremos con la segunda guía que trata de la preparación, de cada experto, de los dos retos escogidos.

La Unidad 2 trata de la primera fase, el diseño y preparación de todos los elementos.

Mediante el conocimiento de las piezas de que disponemos, trataremos de establecer el encaje y aplicación óptima tanto a nivel mecánico o de montaje como a nivel de eficiencia.

## Queremos conseguir...

2

Establecer mediante diseños, la mejor manera de crear y montar nuestro retos para que optimicen recursos.

Los diseños deberán de adecuarse de la mejor manera posible, a las necesidades que plantea el reto en cuestión:

- Necesidades energéticas
- Necesidades lumínicas
- Necesidades sostenibles
- Necesidades ecológicas
- Necesidades térmicas



© Caligaris.de

## Tareas

### Comprobar el material específico

- Comprobacion de piezas:
  - Edificio impreso 3D
  - Base impresa 3D
  - Destornillador/Llave Allen
  - Tornillería

### Diseñar modelos optimizados

- Montaje adaptandose a un propósito concreto
- Variabilidad de montajes en función de las necesidades
- Orden en las fases de montaje
- Cuidado del material

2 - 2

## Piezas Reto 5 - Luminaria urbana

1. Placa 15x15 con abertura para el edificio, un sensor IR y la farola.



2

2. Edificio macizo que actuará como contexto o ambiente del proyecto.



## Piezas Reto 5 - Luminaria urbana

2

3. Soporte para el sensor IR y el sensor IR.

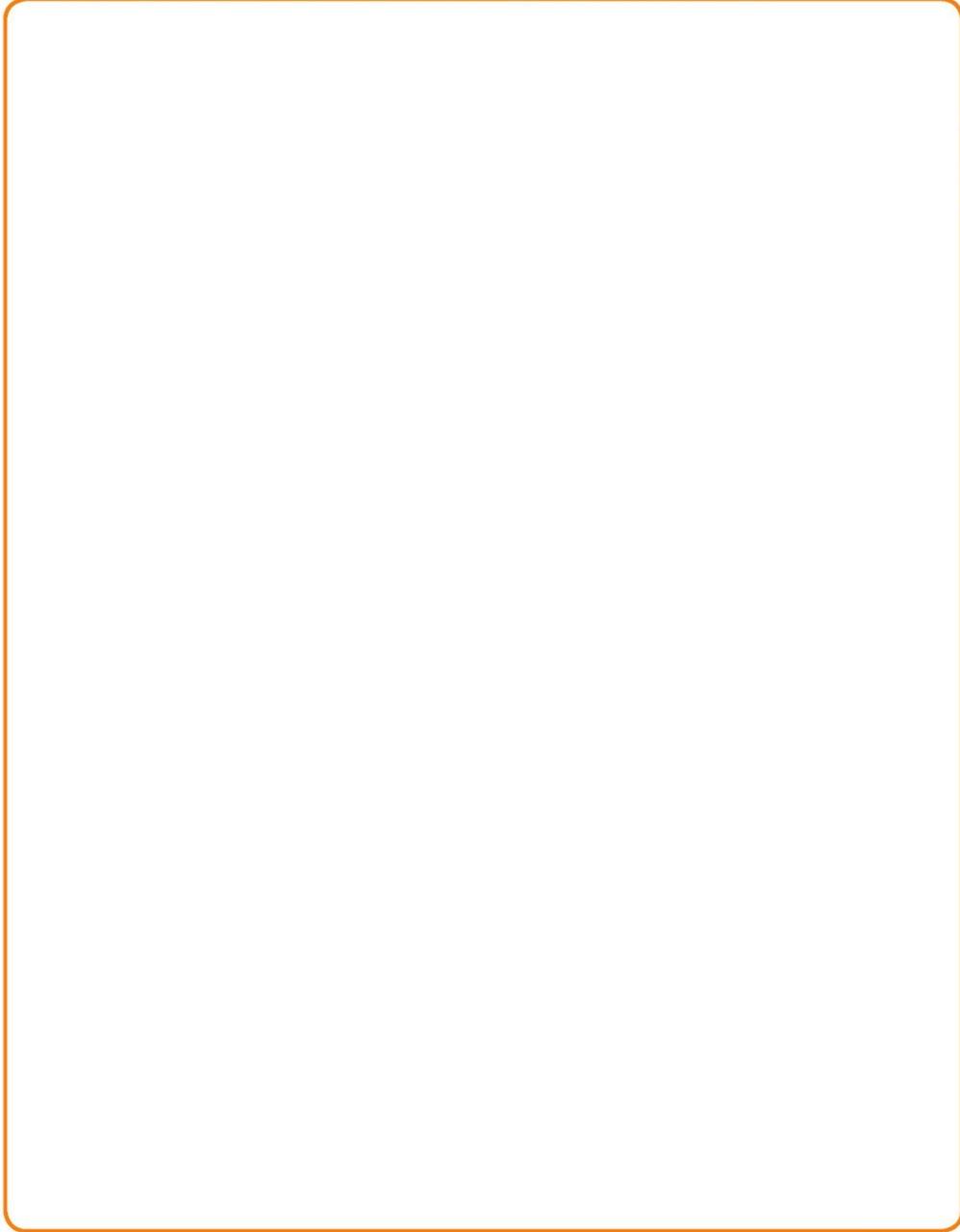


4. Farola con diferentes cabezales para colocarlo en diferentes posiciones y el LED azul.



2 - 4

## Diseño Reto 5 - Luminaria urbana



2

---

## Diseño Reto 5 - Luminaria urbana

2

2 - 6

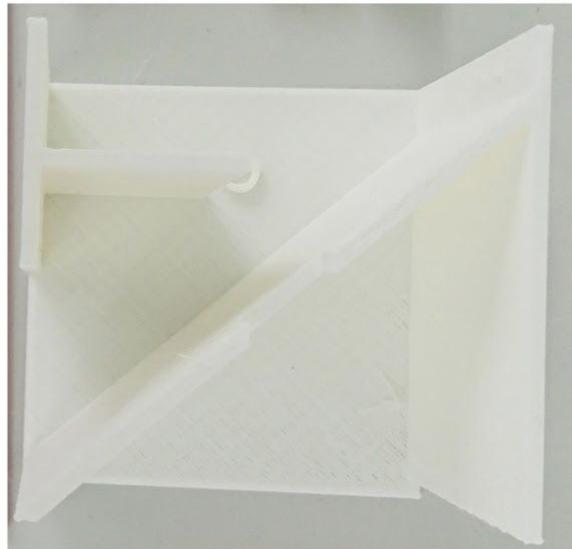
## Piezas Reto 6 - Separación de residuos

1. Placa 15x15 con abertura para el edificio del reciclaje.



2

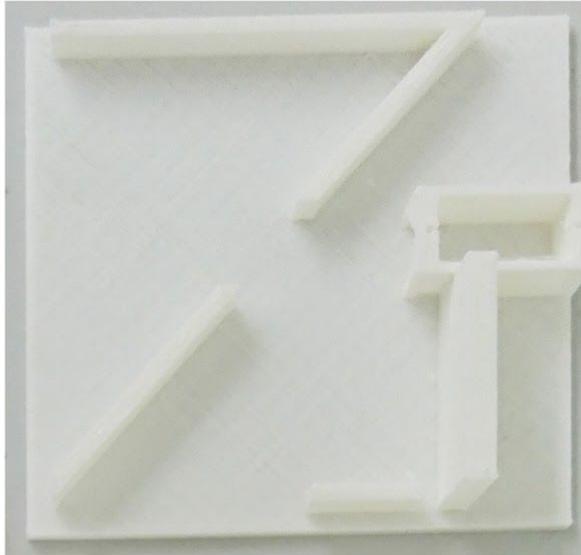
2. Mitad grande del edificio del reciclado con un agujero para soportar el reciclador.



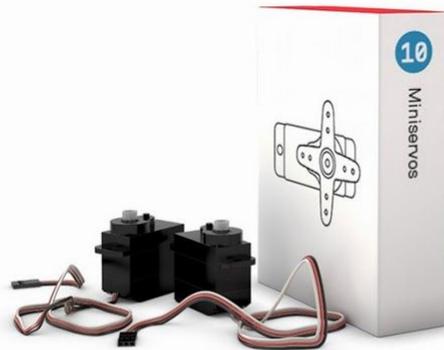
## Piezas Reto 6 - Separación de residuos

2

3. Mitad pequeña del edificio con espacio para el miniservo que encaja con la otra parte.

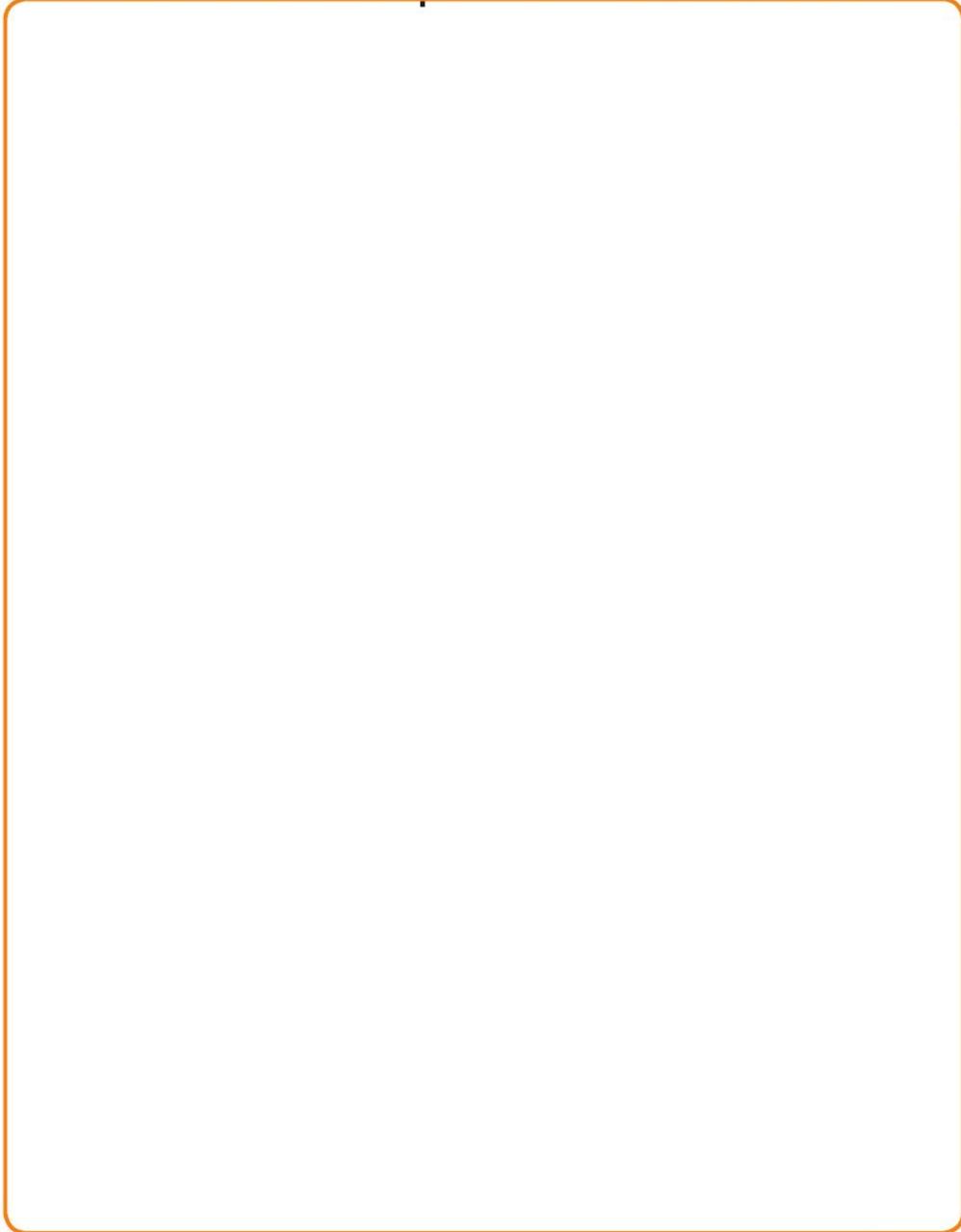


4. El recilador del edificio y que coloca en la parte superior del edificio y el miniservo que ejecutará el movimiento.



2 - 8

## Diseño Reto 6 - Separación de residuos



2

---

## Diseño Reto 6 - Separación de residuos

2

2-10

## Apéndice 7.7.- Descripción Gráfica del Entorno Virtual de Aprendizaje

Se recogen en este apéndice varias imágenes del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) utilizado para llevar a cabo el proyecto. Se trata de una instalación de Moodle 3.0 realizada en el sitio [ciudadesostenible.adoce.es](http://ciudadesostenible.adoce.es)

La Figura 49 recoge la pantalla de inicio de sesión y la Figura 50 la de bienvenida tras iniciar sesión. Las Figuras 51, 51 y 53 recogen pantallas de diferentes momentos del proceso de enseñanza.

CiudadSostenible Usted no se ha identificado.

---

**CiudadSostenible**

[Página Principal](#) ▶ [Entrar al sitio](#)

**Entrar**

Nombre de usuario

Contraseña

Recordar nombre de usuario

[¿Olvidó su nombre de usuario o contraseña?](#)

Las 'Cookies' deben estar habilitadas en su navegador ⓘ

---

Usted no se ha identificado.  
[Página Principal](#)

*Figura 49.* Pantalla de acceso al EVA para iniciar sesión.

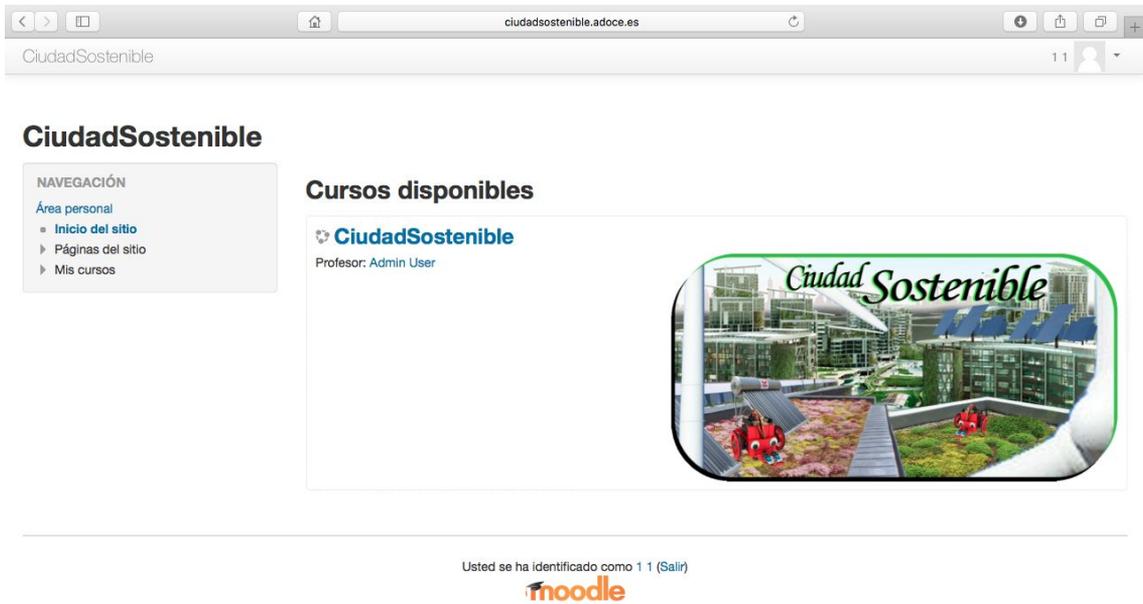


Figura 50. Pantalla inicial del EVA una vez iniciada la sesión.



Figura 51. Portada del proyecto Ciudad Sostenible dentro del EVA.

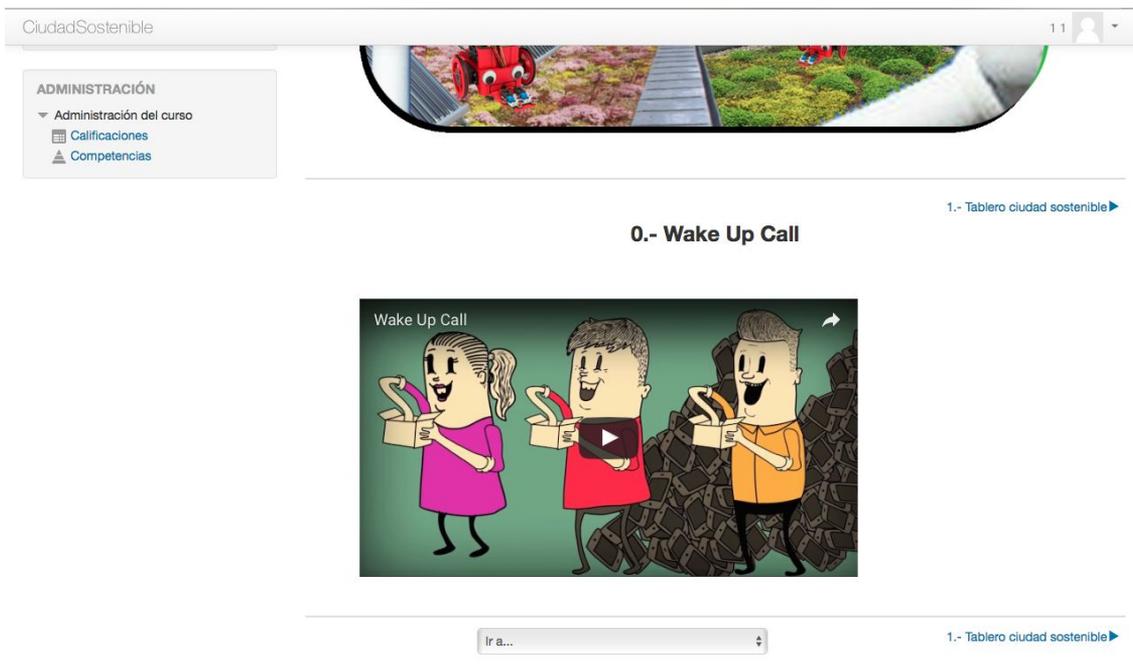


Figura 52. Acceso a actividades tipo video dentro del EVA.



Figura 53. Acceso a actividades tipo test o rúbrica dentro del EVA.



## **Apéndice 7.8.- Descripción Complementaria de las Actividades del Proyecto**

En el presente apéndice se recoge, de cada una de las 35 actividades que forman parte del proyecto diseñado, una descripción complementaria a la dada en el Capítulo 3, manteniendo la numeración dada en dicho capítulo.

### **1. Actividad desencadenante:**

En primer lugar se visualiza en grupo el video “The Wake Up Call” recogido en el entorno virtual de aprendizaje (EVA) y alojado en la lista de reproducción: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLkzKI1ucDKjr0jTANtCNUN-iqqzzZU8LI>

A continuación se mantiene un debate grupal dirigido por el docente sobre la diferencia entre el inicio y el final del vídeo, la basura que generamos, la sociedad de consumo, etc., para acabar concretando que hay que cuidar el planeta

### **2. Presentación del reto global:**

Se visualiza en grupo del video “La Ciudad Sostenible” recogido en el EVA y alojado en la lista de reproducción:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLkzKI1ucDKjr0jTANtCNUN-iqqzzZU8LI>

Posteriormente, el docente presenta el kit del tablero, abriendo uno de los packs, enseñando las piezas y mostrando el robot, para continuar con la presentación del EVA, alojado en [ciudadsostenible.adoce.es](http://ciudadsostenible.adoce.es), repartiendo a cada alumno su nombre de usuario y contraseña y pidiendo que accedan y completen su perfil de usuario.

### **3. FC introductorio:**

Cada estudiante debe realizar esta actividad de forma individual en casa accediendo al EVA y abriendo la actividad “los 5 componentes de la ciudad sostenible”: <http://ciudadsostenible.adoce.es/course/view.php?id=2&section=3>, donde cada alumno verá el vídeo “5 componentes de la sostenibilidad” alojado en la lista de reproducción: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLkzKI1ucDKjr0jTANtCNUN-iqqzzZU8LI>

Tras ver el video, cada alumno deberá contestar a las 7 preguntas de selección múltiple que aparecen. Estas preguntas y sus opciones de respuesta son:

¿Qué frase define mejor el desarrollo sostenible?

- Avances sociales, económicos y políticos que, aunque nos obliguen a vivir hoy un poco peor, hagan que en el futuro se pueda vivir bien.
- Avances sociales, económicos y políticos que mejoren cómo se vive hoy en día a la vez que hagan que en el futuro se pueda vivir bien.
- Avances sociales, económicos y políticos que mejoren cómo se vive hoy en día sin importar si en el futuro se puede vivir bien.

Escoge la mejor definición de una ciudad sostenible:

- Es una ciudad que se desarrolla de forma sostenible con una buena eficacia urbana, el uso de las energías ecológicas, el diseño de zonas renovables, una estabilidad urbana sostenible y un sistema de gestión de la velocidad de los coches.
- Es una ciudad que se desarrolla de forma sostenible con una buena eficiencia urbana, el uso de las energías renovables, el diseño de zonas verdes, una movilidad urbana sostenible y un sistema de gestión de residuos.
- Es una ciudad que se desarrolla de forma eficaz, con grandes carreteras y espacio para los coches, sin grandes zonas verdes, que no le falta electricidad, que gasta toda la energía necesaria para que sus habitantes vivan bien y sean felices.

¿Cuál de las tres frases es la mejor definición de eficiencia urbana?

- Que la ciudad tenga buenos servicios y haga que se viva bien sin importar lo que se gaste en dinero y energía, y lo que se contamine.

- Que aunque la ciudad tenga malos servicios y haga que no se viva del todo bien, ahorre mucho dinero y energía, y no contamine nada.
- Que la ciudad tenga buenos servicios y haga que se viva bien ahorrando todo lo posible en dinero y energía, y con menos contaminación.

¿Cuál de las tres frases es la mejor definición de energía renovable?

- Una energía que no se obtiene de forma natural y que no se va acabar nunca porque es artificial y podemos crear la que queramos.
- Una energía que se obtiene de forma natural y que no se va acabar nunca porque hay mucha cantidad o porque se recarga sola.
- Una energía que se obtiene de forma natural y que, aunque algún día se acabará, hay mucha cantidad y no necesita recargarse.

¿Cuál de las tres frases es la mejor definición de zona verde sostenible?

- Es una zona de la ciudad decorada con colores y objetos verdes, como los bancos o el césped artificial.
- Es una zona de la ciudad con muchos árboles, arbustos y plantas y da igual el tipo de planta que sean.
- Es una zona de la ciudad con árboles, arbustos y plantas autóctonas, es decir, que siempre han crecido de forma natural en ese sitio.

¿Cuál de las tres frases es la mejor definición de movilidad urbana sostenible?

- Formas de moverse en la ciudad que ayudan a reducir la contaminación y el gasto de energía y, además hacen que se pueda llegar a todos los sitios.
- Formas de moverse en la ciudad que, aunque contaminen y gasten mucha energía, hacen que se pueda llegar a todos los sitios rápido.
- Formas de moverse en la ciudad que ni contaminan ni gastan energía pero que hacen que no se pueda llegar a todos los sitios.

¿Cuál de las tres frases es la mejor definición de gestión de residuos sostenible?

- Plan que reduce todo lo posible la cantidad de basura y agua que se usa y que además, hace que la basura se recicle y el agua se depure.
- Plan en el que no importa la cantidad de basura y agua que se usa, sólo que la basura se recicle y el agua se depure
- Plan que reduce casi del todo la cantidad de basura y agua que se usa, pero que luego tira la basura a vertederos y el agua sucia al mar o al río.

#### **4. Formación de grupos base:**

El docente formará grupos heterogéneos de tres estudiantes y asignará una letra a cada uno de ellos. Para ello puede servirse de los resultados de la actividad anterior mezclando en cada grupo alumnos con puntuación alta, media y baja. La sesión se inicia formando físicamente los grupos y pidiéndoles que accedan al EVA, [cisudadsostenible.adoce.es](http://cisudadsostenible.adoce.es), para darse de alta como grupo. Para ello cada alumno deberá indicar la letra de su grupo editando su perfil personal.

#### **5. Presentación y repartos de retos personales:**

El docente reparte una guía de presentación y un kit del tablero a cada grupo. Siguiendo las instrucciones de la guía, cada grupo debe ir revisando que tiene todas las piezas necesarias y comenzar a reconocer cuáles son los seis retos que se les pide resolver. El contenido de las guías se ha recogido en el Apéndice 7.6

Esta guía les ayuda a familiarizarse con los materiales y los diferentes roles de experto realizando pequeñas prácticas de montaje y robótica. Tras ellas, les pide que elijan cada uno un rol de experto para, desde ese momento, hacerse responsables de forma individual de la resolución de dos de los retos. Los roles existentes son: experto en biodiversidad y energía, experto en movilidad y energía y experto en eficiencia y residuos.

## 6. FC de especialización:

Cada estudiante debe realizar esta actividad de forma individual en casa accediendo al EVA, abriendo la actividad “¿Qué es...?” y visualizando el vídeo que corresponde con su rol de experto, <http://ciudadesostenible.adoce.es/course/view.php?id=2&section=4>:

- ¿Qué es la biodiversidad y la energía renovable?
- ¿Qué es la movilidad y la energía renovable?
- ¿Qué es la eficiencia y la gestión de residuos?

Todos estos videos se incluyen en la lista de reproducción:  
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLkzKI1ucDKjr0jTANtCNUN-iqqzzZU8LI>

Tras ver el correspondiente video a cada alumno se le pide que conteste un test de cuatro preguntas de selección múltiple relacionadas con el contenido del video. A continuación se recoge el contenido de cada uno de estos test:

### *Test de los expertos en biodiversidad y energía*

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre la vegetación en las ciudades:

- Es bueno tener muchas zonas verdes, parques, jardines, árboles en las plazas. Limpian el aire de oxígeno y aportan CO<sub>2</sub>
- Es bueno tener muchas zonas verdes, parques, jardines, árboles en las plazas. Limpian el aire de CO<sub>2</sub> y aportan oxígeno.
- Es bonito tener muchas zonas verdes, parques, jardines, árboles en las plazas, pero no mejoran el aire ni aportan ningún beneficio.

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre las zonas verdes

- Las zonas verdes sólo pueden estar en los edificios. Normalmente son cubiertas verdes o fachadas con jardines verticales.
- Las zonas verdes sólo están en las calles y plazas, formando parques y jardines para que las personas los disfruten.

- Las zonas verdes, además de estar en calles y plazas, pueden estar en los edificios. Normalmente son cubiertas verdes o fachadas con jardines verticales.

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre el agua caliente:

- Hoy en día somos capaces de calentar agua para ducharnos o lavar gracias a energías renovables como las placas termosolares (calor del sol) o la energía geotérmica (calor de la Tierra).
- Hoy en día no somos capaces de calentar agua para ducharnos o lavar gracias a energías renovables. El calor que viene de las placas termosolares (calor del sol) o la geotermia (calor de la Tierra) no es suficiente.
- Hoy en día no somos capaces de calentar agua con energías renovables, siempre se hace con termos eléctricos, de gas o gasóleo.

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre los aerogeneradores:

- Los aerogeneradores son los aparatos que se utilizan para obtener electricidad cuando sopla el viento. En España casi no tenemos y los solemos llamar molinos de viento,.
- Los aerogeneradores son los aparatos que se utilizan para obtener electricidad cuando sopla el viento. En España hay muchos y los solemos llamar molinos de viento, aunque no es del todo correcto.
- Los aerogeneradores son los aparatos que se utilizan para hacer que el viento sople con más fuerza. En España hay muchos y los solemos llamar molinos de viento, aunque no es del todo correcto.

### ***Test de los expertos en movilidad y energía***

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre el uso del coche:

- Es bueno que la gente no use mucho el coche si queremos que una ciudad sea sostenible.

- El uso del coche no influye mucho en la sostenibilidad de una ciudad.
- Para que una ciudad sea sostenible se debe prohibir el uso del coche y hacer que todo el mundo se mueva en bicicleta.

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre el transporte urbano:

- El transporte público es más sostenible porque contamina menos y evita que se coja mucho el coche y se formen atascos.
- El transporte público ayuda a que todo el mundo pueda moverse en una ciudad pero no afecta nada a la sostenibilidad
- El transporte público debe ser obligatorio para todo el mundo y se debe prohibir no utilizarlo.

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre la electricidad:

- Gracias a la luz del sol somos capaces de producir electricidad, pero también con el movimiento del agua del mar y de los ríos.
- Gracias a la luz del sol somos capaces de producir electricidad, pero no con el movimiento del agua del mar y de los ríos.
- Hoy en día no podemos producir electricidad con el sol, pero sí con el movimiento del agua del mar y de los ríos.

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre las placas fotovoltaicas:

- La energía fotoeléctrica es la que, gracias a las placas fotoeléctricas, convierte la luz del sol en electricidad.
- La energía fotoeléctrica es la que, gracias a los paneles termosolares, convierte la luz del sol en electricidad.
- La energía fotoeléctrica es la que, gracias a los saltos de agua, convierte la luz del sol en electricidad.

### *Test de los expertos en eficiencia y residuos*

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre la iluminación de las ciudades:

- Una de las cosas que más energía consume en una ciudad son las farolas, para que sean eficientes deben mandar toda la luz para abajo.
- Las farolas de la calle no consumen mucha energía pero para que sean eficientes deben mandar toda la luz para abajo.
- Las farolas de la calle no influyen mucho en la sostenibilidad de una ciudad, pueden tener el diseño que se queramos.

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre la gestión de residuos de una ciudad:

- Las ciudades sostenibles tienen plantas de separación de basuras, depuradoras y, a veces, plantas de reciclaje.
- Las ciudades sostenibles no hace falta que tengan plantas de separación de basuras, ni depuradoras, ni plantas de reciclaje.
- Las ciudades sostenibles hacen recogida selectiva pero no tienen plantas de separación de basuras, ni depuradoras.

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre los contenedores y sistema de recogida de basuras:

- Los residuos sólidos se clasifican por colores: el verde para el vidrio, el azul para el papel y el amarillo para el plástico y los envases.
- Los residuos sólidos se clasifican por colores: el verde para lo biodegradable, el azul para el vidrio y el amarillo el resto de basura.
- Los residuos sólidos no se suelen clasificar por colores, el color del contenedor lo decide cada ciudad.

Selecciona la frase que pienses que es más correcta sobre el uso del agua:

- El agua se depura antes de utilizarla para regar o mandarla al mar o a los ríos para no contaminarlos.

- ❑ El agua se depura para poder volver a utilizarla en las casas, para beber y lavar.
- ❑ Si el agua no se va a utilizar más no sirve de nada depurarla, es mejor mandarla directamente al mar o a los ríos.

### **7. Formación de grupos de investigación:**

De forma previa al inicio de la siguiente sesión, el profesor, utilizando los resultados del flipped de especialización, reagrupa a los estudiantes en grupos de 3 alumnos a los que les haya sido asignado el mismo rol de experto.

Al inicio de la sesión el docente explica que para trabajar mejor se han formado grupos de expertos, pero que dentro de unos días cada alumno volverá a su grupo original. Tras esta explicación cada experto coge el material que necesita, se forman los grupos y se reparte una guía de investigación, Apéndice 7.6, a cada grupo de expertos

### **8. Rueda de ideas:**

Dentro de cada grupo de expertos, siguiendo las instrucciones de la guía de investigación, Apéndice 7.6, cada alumno, de forma individual, escribe y dibuja su propuesta de cómo cree que se resuelve el montaje físico de los retos que le han tocado, pudiendo dar varias soluciones. El docente es el responsable de gestionar el tiempo y transcurridos 15 minutos dar paso a la siguiente actividad.

### **9. Clasificación de ideas:**

De nuevo, siguiendo las instrucciones de la guía de investigación, Apéndice 7.6, cada grupo de expertos reúne los dibujos y propuestas de sus tres miembros. Por turnos cada uno explica su idea al resto y van agrupando las que se parecen más.

El docente sigue siendo el que gestiona el tiempo, dejando entre 10 -15 minutos para esta actividad y dando paso a la siguiente.

### **10. Selección de ideas:**

El docente da 5 minutos más para que cada grupo elija la mejor opción de montaje, asegurándose de que todos los miembros del grupo la comprenden.

## 11. Trabajo individual:

Los alumnos siguen agrupados en grupos de expertos y trabajando con la guía de investigación, Apéndice 7.6, cada uno con sus piezas y de forma individual comienzan a montar sus dos retos.

El docente debe alentar a que los alumnos se pidan ayuda dentro del grupo cuando no sepan cómo montar una pieza, al mismo tiempo es el encargado de gestionar el tiempo, decidiendo si esta actividad dura dos o tres sesiones, en función del ritmo general del montaje.

## 12. FC de expertización:

Cada estudiante debe realizar esta actividad de forma individual en casa accediendo al EVA, abriendo la actividad “¿Qué es...?” y visualizando el vídeo que corresponde con su rol de experto, <http://ciudadesostenible.adoce.es/course/view.php?id=2&section=5>:

- ¿Cómo funcionan los retos de biodiversidad y energía renovable?
- ¿Cómo funcionan los retos de movilidad y energía renovable?
- ¿Cómo funcionan los retos de eficiencia y gestión de residuos?

Todos estos videos se incluyen en la lista de reproducción:  
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLkzKI1ucDKjr0jTANtCNUN-iqqzzZU8LI>

Tras ver el correspondiente video, a cada alumno se le pide que conteste un test de una única pregunta que contiene varias frases. Los estudiantes deben escoger las frases verdaderas. A continuación se recoge el contenido de cada uno de estos test:

### ***Test de los expertos en biodiversidad y energía***

Marca las frases que creas que son correctas:

- Las zonas verdes deben ser autóctonas, consumir poca agua y poder ser disfrutadas.
- Es importante que en una ciudad haya zonas verdes, da igual el tipo de vegetación que haya.
- El agua caliente que se crea con los paneles termosolares sirve para ser usada en los grifos y para la calefacción

- El agua caliente que se crea con los paneles termosolares sólo sirve para la calefacción.
- Los aerogeneradores que hay puestos en el suelo o fuera de la ciudad son gigantes, y los que hay en los edificios son más pequeños, para que se puedan ponerse arriba de las casas.
- Los aerogeneradores son gigantes y por eso no hay aerogeneradores dentro de la ciudad.
- Los aerogeneradores giran más deprisa o despacio según el viento que haga, si giran más deprisa más electricidad producen.
- Los aerogeneradores giran siempre a la misma velocidad, da igual el viento que haga, así producen siempre la misma velocidad.

***Test de los expertos en movilidad y energía***

Marca las frases que creas que son correctas:

- La ciudad debe incorporar señales que se adapten las circunstancias: que dejen pasar a ciertos coches, a autobuses o tranvías, o que obliguen a llevar el coche lleno.
- Las señales son fijas y es imposible hacer que se adapten las circunstancias.
- Las ciudades deben estar planificadas para llegar a todos lados con transporte público.
- Lo importante en una ciudad es que podamos movernos con el coche a todos lados muy rápido.
- La electricidad producida por placas fotovoltaicas es igual de útil que la producida otros medios.
- La electricidad producida por placas fotovoltaicas no es muy útil porque es de peor calidad que la producida otros medios.
- Las placas fotovoltaicas pueden ser fijas o seguir la luz del sol. Los campos solares suelen ser grandes placas que giran y en los edificios suelen ser fijas.
- Las placas fotovoltaicas suelen ser fijas tanto en los campos solares como en los edificios.

***Test de los expertos en eficiencia y residuos***

Marca las frases que creas que son correctas:

- ❑ Es bueno apagar varias farolas cuando ya es muy tarde, de madrugada y ya no hay casi gente en la calle, ahorra mucho.
- ❑ No es bueno apagar algunas farolas durante la noche porque puede ser peligroso.
- ❑ Es bueno usar adornos, decoraciones en fiestas, comercios, etc, que no usen luces para así consumir poco.
- ❑ Los adornos, decoraciones en fiestas, comercios, etc, como son bonitos y dan alegría no pasa nada de que usen muchas luces.
- ❑ Las plantas de separación son más eficaces si hay recogida selectiva y cada casa, restaurante, centro comercial separa su propia basura.
- ❑ Si una ciudad tiene un planta separadora de basura no es necesario la recogida selectiva.
- ❑ Hay ciudades en las que el agua sucia no va toda junta por las alcantarillas, sino que hay unas de aguas fecales, las que tiramos por el aseo o la cocina, y de pluviales, el agua que cae de la lluvia.
- ❑ No hay manera de separar en una ciudad el agua sucia de fecales, las que tiramos por el aseo o la cocina, y de pluviales, el agua que cae de la lluvia, siempre va toda el agua junta por la alcantarilla.

### **13. Rueda de ideas:**

Siguiendo la guía de investigación, Apéndice 7.6, y agrupados en grupos de expertos, cada alumno pone sus montajes sobre la mesa y por turnos cuentan a sus dos compañeros las dificultades que han tenido durante el montaje y cómo piensan que debe funcionar el reto cuando lo programen.

El docente regula de nuevo el tiempo de la actividad que no debe sobrepasar los 10-15 minutos.

### **14. Selección de mejoras:**

Cada grupo se pone de acuerdo en qué cosas se pueden mejorar de los montajes y en qué deben conseguir que haga cada reto una vez se programe. El docente da 5 minutos para esta actividad.

### **15. Trabajo individual:**

Agrupados en grupos de expertos y trabajando con la guía de investigación, Apéndice 7.6, cada alumno mejora su montaje según lo acordado en el grupo. A continuación pasa al ordenador que le haya sido asignado y comienza a intentar programar sus retos con la ayuda de la guía.

El docente debe insistir en que no deben diseñar los programas, no probarlos, y debe alentar a que los alumnos se pidan ayuda dentro del grupo de expertos. Por otro lado, sigue siendo el que gestiona el tiempo, decidiendo las sesiones que dura esta actividad en función del ritmo general del montaje y programación.

### **16. Autoevaluación grupal e individual:**

Fuera ya del grupo de expertos, de forma individual y una vez acabada la actividad anterior, cada alumno debe contestar la rúbrica de autoevaluación recogida en el EVA en la dirección: <http://ciudadostenible.adoce.es/course/view.php?id=2&section=6>

Las rúbrica tiene dos partes la grupal y la individual cada una de ellas con 10 aspectos que se valoran según la escala de 4 niveles “*nunca*”, “*pocas veces*”, “*muchas veces*” y “*siempre*”. Para la valoración numérica se contabiliza el nunca con un 0.25, pocas veces con un 0.50, muchas veces con un 0.75 y siempre con un 1. Des esta manera la rúbrica grupal puede llegar a sumar 10 puntos y la individual otros 10.

La puntuación personal de cada alumno en esta autoevaluación se obtiene realizando de forma conjunta la media aritmética de las autoevaluaciones grupales de todos los miembros y la de la individual de cada uno. La Figura 54 recoge la de la rúbrica de autoevaluación grupal y la Figura 55 la individual.

<b>Autoevaluación grupal:</b>				
<i>Valora los siguientes aspectos del trabajo en grupo que has realizado según la escala que se indica</i>	<i>nunca</i>	<i>pocas veces</i>	<i>muchas veces</i>	<i>siempre</i>
Ha sido fácil trabajar en el grupo porque todos hemos colaborado				
La actitud general ha sido positiva, se ha trabajado con ilusión				
Cada alumno ha hecho todas las tareas que le tocaban				
Nos hemos ayudado mucho unos a otros cuando no nos salía algo en el trabajo en el trabajo individual				
La decisiones de grupo se han discutido y acordado sin imponer la opinión de ningún alumno				
Las discusiones han sido constructivas y calmadas, no ha habido enfados, peleas, gritos o insultos				
Todos los componentes del grupo hemos aportado nuestras ideas o comentarios				
Las ideas que hemos tenido han servido para montar los retos, incluso más que las instrucciones de la guía				
El resultado de todos los trabajos del grupo ha sido bueno				
Hemos conseguido mejores resultados gracias al grupo, si hubiéramos trabajado solos el resultado sería peor				

*Figura 54. Rúbrica de autoevaluación grupal del trabajo cooperativo.*

<b>Autoevaluación individual:</b>				
<i>Valora los siguientes aspectos del trabajo en grupo que has realizado en el grupo de expertos según la escala que se indica</i>	<i>nunca</i>	<i>pocas veces</i>	<i>muchas veces</i>	<i>siempre</i>
He colaborado con mis compañeros				
Mi actitud ha sido positiva, el proyecto me ha mantenido ilusionado				
He hecho todo lo que podía en el trabajo individual que me ha tocado				
He ayudado a los demás cuando lo han necesitado, incluso cuando no han pedido ayuda				
He aceptado las decisiones del grupo sin tratar de mandar.				
Cuando hemos discutido una idea, he entendido que no debía enfadarme ni cabrearme ya que había que llegar a un acuerdo.				
He procurado hablar con el resto del grupo y dar mi opinión				
El resultado de mi trabajo personal ha sido bueno				
Gracias a trabajar en grupo he aprendido más y he hecho mejor mi trabajo				
No tendría problema en volver a trabajar con este grupo o con otro cualquiera				

*Figura 55. Rúbrica de autoevaluación individual del trabajo cooperativo.*

### **17. Exposición al grupo base:**

Tras la actividad anterior se reorganiza a los alumnos en los grupos base originales y en función de la duración de la sesión se asignan de 10 a 15 minutos a cada alumno para que explique su reto al resto de compañeros.

El docente deberá explicar la actividad y que cada alumno deberá hablar de los conceptos teóricos aprendidos, del proceso de montaje seguido y del estado de la programación de sus retos. Mientras un alumno expone, los otros dos no podrán intervenir.

### **18. Evaluación entre iguales de la exposición:**

Una vez concluida la actividad anterior, dentro de la misma sesión, los estudiantes regresan a sus ordenadores y de forma individual, dentro del EVA, contestan el cuestionario digital de evaluación recogido en:

<http://ciudadesostenible.adoce.es/course/view.php?id=2&section=7>

Este cuestionario, que se recoge en la Figura 56, le pide a cada estudiante que valore las explicaciones de sus compañeros.

**Escribe tu nombre:** \_\_\_\_\_

**Escribe el nombre del compañero al que vas a puntuar:** \_\_\_\_\_

<i>Valora los siguientes aspectos sobre la explicación que te ha dado tu compañero acerca de los retos que ha tenido que trabajar hasta ahora</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Se nota que se sabe muy bien la teoría que le ha tocado				
Ha explicado claramente toda la teoría				
En general, se ha explicado muy bien, se entendía todo lo que nos explicaba				
Ha sido ordenado explicando, sin saltarse cosas, explicando una cosa detrás de otra sin liarse.				
Ha explicado las cosas de varias maneras para que las entendiéramos.				
Para explicar ha puesto ejemplos, ha montado y desmontado algunas piezas o ha programado algunas partes.				
Se nota que sabe montar sus retos rápido y bien				
Ha explicado muy bien cómo se hacen los montajes				
Se nota que sabe programar sus retos				
Ha explicado cómo se programan los retos				
Se ha notado que tenía mucho interés en que le entendiéramos su parte.				
Nos ha dejado hacer alguna prueba a nosotros para terminar de que entendiéramos algunas parte de los retos.				
Nos ha preguntado cosas durante la explicación para asegurarse que le estábamos entendiendo				
Ha sabido contestar todas las dudas.				
El trabajo que él había hecho con el grupo anterior estaba muy bien montado y programado.				
Quisiera seguir trabajando con este compañero en otros proyectos.				

Figura 56. Cuestionario de evaluación entre iguales.

## 19. FC de ejecución:

Cada estudiante debe realizar esta actividad de forma individual en casa accediendo al EVA y abriendo la actividad “diseño, montaje y programación del tablero”:

<http://ciudadsostenible.adoce.es/course/view.php?id=2&section=8>, donde cada alumno podrá ver el correspondiente vídeo alojado en la lista de reproducción:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLkzKI1ucDKjr0jTANtCNUN-iqqzzZU8LI>

Tras ver el video, cada alumno deberá contestar a seis preguntas. En las tres primeras debe contestar con algunos de los datos que se le han explicado en el video y en las tres últimas deberá completar la frase colocando una palabra en el hueco vacío. Todas las preguntas se recogen a continuación:

¿Qué retos forman la ciudad sostenible?

¿Cuál es la función del ayuntamiento?

¿Qué trabajos o roles hay que repartir?

¿Qué debe hacer el diseñador?

- Diseñar el suelo de las calles
- Diseñar las fachadas de de los edificios
- Diseñar el centro comercial
- Diseñar las cubiertas de los edificios
- Acabar las placas fotovoltaicas

¿Qué debe hacer el montador?

- Revisar y terminar de montar los retos
- Montar los sensores IR
- Conectar todos los cables al ayuntamiento
- Pegar todas las pegatinas conforme las acabe el diseñador

¿Qué debe hacer el programador?

- Revisar las programaciones de todos los retos
- Intentar mejorar las programaciones, su dificultad y creatividad

- Unir todas las programaciones en una sola
- Hacer que los retos se activen con el sensor IR
- Cargar el programa en la placa

#### **20. Rueda de ideas:**

Al inicio de la actividad los estudiantes se vuelven a organizar en los grupos base y se le reparte una guía de ejecución a cada grupo, Apéndice 7.6. Siguiendo las instrucciones de la guía, cada alumno escribe y dibuja su propuesta de cómo cree que se resuelve el diseño, el montaje y la programación del tablero completo, pudiendo dar varias soluciones. El docente es el responsable de gestionar el tiempo y transcurridos 15 minutos dar paso a la siguiente actividad.

#### **21. Clasificación de ideas:**

De nuevo, siguiendo las instrucciones de la guía de ejecución, Apéndice 7.6, cada grupo base reúne los dibujos y propuestas de sus tres miembros. Por turnos cada uno explica su idea al resto y van agrupando las que se parecen más.

El docente sigue siendo el que gestiona el tiempo, dejando entre 10 -15 minutos para esta actividad y dando paso a la siguiente.

#### **22. Selección de ideas:**

El docente da 5 o 10 minutos más para que cada grupo elija las mejores opciones de diseño, montaje y programación del tablero, asegurándose de que todos los miembros del grupo las comprenden.

#### **23. Reparto de tareas:**

Siguiendo la guía de ejecución, Apéndice 7.6, los alumnos revisan los roles que propone y se los reparten. El docente debe gestionar el tiempo dejando 10-15 minutos y asegurándose de que el reparto se hace en base a las cualidades de cada uno.

#### **24. Trabajo individual:**

Los alumnos siguen agrupados en grupos base pero trabajan de forma individual, cada uno en el rol que haya asumido y pudiendo revisar la guía de ejecución, Apéndice 7.6.

El docente debe alentar a que los alumnos se pidan ayuda dentro del grupo cuando no sepan qué decisión tomar, al mismo tiempo es el encargado de gestionar el tiempo, decidiendo si esta actividad dura dos o tres sesiones, en función del ritmo general.

#### **25. Presentación de avances al grupo:**

Cada alumno interrumpe su trabajo individual y presenta sus avances al resto del grupo base. El docente gestiona el tiempo, asignando 5-10 minutos por alumno.

#### **26. Rueda de ideas:**

Siguiendo la guía de ejecución, Apéndice 7.6, cada alumno escribe y dibuja lo que piensa que debe mejorarse del trabajo de sus compañeros, así como nuevas alternativas que se le ocurran. El tiempo estimado para la actividad es de 10-15 minutos, debiendo tener en cuenta que tanto la actividad anterior como la siguiente deben llevarse a cabo en la misma sesión.

#### **27. Selección de mejoras:**

El docente da otros 10-15 minutos para que cada alumno muestre sus dibujos y el grupo elija las mejoras que deben incluirse. Como se indicaba en la actividad anterior es importante que esta actividad se realice en la misma sesión que las dos anteriores.

#### **28. Trabajo individual:**

Los alumnos retoman sus tareas individuales, tomando en cuenta las decisiones tomadas por el grupo y que es ya el último tramo de trabajo y deben dejar su parte finalizada. Continúan utilizando la guía de ejecución y el docente sigue alentando a pedir ayuda dentro del grupo y sigue gestionando el tiempo, decidiendo las sesiones que se necesitan para acabar los tableros..

### **29. Organización de las cabezas numeradas:**

El profesor reparte una guía de presentación, Apéndice 7.6, a cada grupo y numera a los estudiantes asignándoles un número del uno al tres. A continuación insiste en que cada grupo debe seguir las instrucciones de la guía.

### **30. Práctica de la demostración:**

De acuerdo a la guía de presentación, Apéndice 7.6, cada grupo base monta su tablero. Conforme lo vaya teniendo montado el docente pasa por los grupos con el robot de demostración para comprobar si el tablero se activa a su paso.

Tras la prueba cada grupo ajusta lo que considere necesario y pasa a la siguiente actividad.

### **31. Preparación de la exposición:**

La guía de presentación, Apéndice 7.6, incluye algunos consejos sobre cómo presentar y exponer el tablero, siguiéndolos los tres componentes del grupo acuerdan un guión de presentación y la practican por turnos.

El docente gestiona el tiempo de esta actividad controlando que no se dedique más de 30 minutos al guión de exposición y que todos los alumnos practiquen la exposición.

### **32. Sorteo de representantes:**

Antes de iniciar la actividad de demostración y exposición, el docente sortea, para cada grupo, el número del alumno que realizará la presentación.

### **33. Demostración y exposición:**

Por turnos, se recorre cada uno de los tableros y, tras colocar el robot sobre él y que éste haga el recorrido activando el tablero, el alumno escogido en el sorteo explica oralmente las características del diseño, montaje y programación de su tablero. El profesor evalúa la presentación con la rúbrica recoge en la Figura 57.

<b>Indicadores relativos al montaje</b>	<b>Sí</b>	<b>Ns/Nc</b>	<b>No</b>
<p>Es un tablero limpio y con orden</p> <p>Los 6 montajes son correctos, ninguno está sin acabar</p> <p>Las conexiones del cableado son las adecuadas</p> <p>Los dibujos del diseño están dibujados con esmero y precisión</p> <p>En general, los diseños siguen los criterios teóricos estudiados</p> <p>Han propuesto variaciones en el montaje general para intentar personalizarlo</p>			
<b>Indicadores relativos a la programación</b>	<b>Sí</b>	<b>Ns/Nc</b>	<b>No</b>
<p>Han conseguido realizar las 6 programaciones básicas</p> <p>Han logrado la programación avanzada de algún reto</p> <p>Han programado todos los retos de forma avanzada</p> <p>Han intentado variantes de programación no incluidas en las guías</p> <p>Varios retos funcionan correctamente cuando son recorridos por el robot.</p> <p>Todos los retos funcionan correctamente en la demostración con el robot.</p>			
<b>Indicadores relativos a la presentación</b>	<b>Sí</b>	<b>Ns/Nc</b>	<b>No</b>
<p>Utilizan fotos, videos o material auxiliar para explicar la programación y/o el proceso de fabricación</p> <p>Son claros y ordenados exponiendo</p> <p>Narran algunas hipótesis, sus soluciones y resultados</p> <p>Utilizan el vocabulario propio de los conceptos aprendidos</p> <p>Utilizan vocabulario adecuado para hablar de los componentes de robótica</p> <p>Utilizan el vocabulario adecuado para hablar de aspectos geométricos y de orientación espacial.</p> <p>Han incorporado bastantes conceptos teóricos a su explicación.</p> <p>Han añadido conceptos teóricos investigados por su cuenta</p>			

*Figura 57.* Rúbrica de evaluación de la demostración y exposición final.

### **34. Autoevaluación grupal e individual:**

De forma individual, cerrado ya el grupo base cada alumno contesta la rúbrica de autoevaluación recogida en el EVA en la dirección:

<http://ciudadsostenible.adoce.es/course/view.php?id=2&section=9>

Las rúbrica es la misma que la incluida en la actividad 16 y se valora de la misma manera, siendo la única diferencia que ahora se pide valoración grupal e individual del trabajo realizado en el grupo base, no en el grupo de expertos.

### **35. Test final:**

Una vez concluida la autoevaluación, cada alumno sigue dentro del EVA para pasar a la última actividad, recogida en el enlace:

<http://ciudadsostenible.adoce.es/course/view.php?id=2&section=10>

A continuación se recoge la transcripción de este test que consta de 10 preguntas de selección múltiple en las que los alumnos deberán demostrar que son capaces de diferenciar determinados conceptos relacionados con la sostenibilidad y ponerlos en valor frente a otros. Cada pregunta es valorada con un punto, siendo 10 la puntuación total. Dentro de cada pregunta cada dos ítems mal seleccionados se resta uno de los seleccionados correctamente. Los ítems incorrectos no se arrastran de una pregunta a otra.

#### ***Pregunta 1.***

Selecciona los cinco aspectos generales en los que se puede dividir la sostenibilidad de una ciudad:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Áreas ecológicas    | <input type="checkbox"/> Eficacia                |
| <input type="checkbox"/> Carreteras          | <input type="checkbox"/> Antenas móviles         |
| <input type="checkbox"/> Gestión de residuos | <input type="checkbox"/> Zonas renovables        |
| <input type="checkbox"/> Eficiencia          | <input type="checkbox"/> Estabilidad urbana      |
| <input type="checkbox"/> Movilidad urbana    | <input type="checkbox"/> Energías renovables     |
| <input type="checkbox"/> Zonas verdes        | <input type="checkbox"/> Velocidad de los coches |

### ***Pregunta 2.***

Selecciona todo lo que signifique más eficiencia en el diseño de tu ciudad para que sea más sostenible:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Crear edificios con persianas o celosías en las ventanas | <input type="checkbox"/> Farolas que manden toda la luz hacia el suelo              |
| <input type="checkbox"/> Poner estufas en la calle en invierno                    | <input type="checkbox"/> Poner toldos en la calle en verano y quitarlos en invierno |
| <input type="checkbox"/> Crear edificios de cristal para que entre mucha luz      | <input type="checkbox"/> Poner farolas que den mucha luz en todas direcciones       |
| <input type="checkbox"/> Mantener todas las farolas encendidas toda la noche      | <input type="checkbox"/> No utilizar bombillas para adornar las calles en fiestas   |

### ***Pregunta 3.***

¿Cuáles de las siguientes fuentes de energía son renovables?

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Fotovoltaica | <input type="checkbox"/> Petróleo      |
| <input type="checkbox"/> Carbón       | <input type="checkbox"/> Eólica        |
| <input type="checkbox"/> Geotérmica   | <input type="checkbox"/> Solar térmica |
| <input type="checkbox"/> Gas natural  | <input type="checkbox"/> Nuclear       |
| <input type="checkbox"/> Maremotriz   | <input type="checkbox"/> Queroseno     |

### ***Pregunta 4.***

Selecciona todo lo que sea verdad sobre los contenedores para recoger la basura:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> El gris es el contenedor para tirar las latas de refresco | <input type="checkbox"/> Las plantas y flores secas se tiran al contenedor verde      |
| <input type="checkbox"/> El papel se tira en el contenedor azul                    | <input type="checkbox"/> Al contenedor gris se puede tirar todo tipo de basura        |
| <input type="checkbox"/> El verde es el contenedor del vidrio                      | <input type="checkbox"/> Las botellas de leche y zumo se tiran al contenedor amarillo |
| <input type="checkbox"/> Las latas metálicas van al contenedor amarillo            | <input type="checkbox"/> El contenedor azul sirve para tirar cartón.                  |

**Pregunta 5.**

Selecciona todos los medios de transporte que sean sostenibles para que una persona vaya sola al trabajo:

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Autobús   | <input type="checkbox"/> Bicicleta |
| <input type="checkbox"/> Tren      | <input type="checkbox"/> Moto      |
| <input type="checkbox"/> Coche     | <input type="checkbox"/> Patines   |
| <input type="checkbox"/> Avioneta  | <input type="checkbox"/> Camión    |
| <input type="checkbox"/> Furgoneta | <input type="checkbox"/> Metro     |

**Pregunta 6.**

Elige los tipos de zona verde que hacen que tu ciudad pueda ser más sostenible:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Campo de golf                   | <input type="checkbox"/> Selva tropical                  |
| <input type="checkbox"/> Parque de árboles autóctonos    | <input type="checkbox"/> Parque de árboles no autóctonos |
| <input type="checkbox"/> Cubiertas verdes                | <input type="checkbox"/> Jardín vertical                 |
| <input type="checkbox"/> Jardines con plantas de regadío | <input type="checkbox"/> Jardines con plantas de secano  |

**Pregunta 7.**

Selecciona las frases que sean verdaderas para que una ciudad sea sostenible:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Es fácil ir al hospital en metro o autobús                               | <input type="checkbox"/> No hay zonas peatonales para poder ir en coche a todos los lados.          |
| <input type="checkbox"/> Tiene muchas plazas de aparcamiento para que todo el mundo pueda aparcar | <input type="checkbox"/> Tiene calles muy anchas para que los coches vayan rápido y no haya atascos |
| <input type="checkbox"/> Los autobuses y tranvía pueden entrar en zonas peatonales                | <input type="checkbox"/> Es fácil ir en bicicleta porque hay carriles bici                          |
| <input type="checkbox"/> Las bicicletas van por las aceras para no tener accidentes               | <input type="checkbox"/> Se tarda poco en ir de un lado a otro en autobús                           |

**Pregunta 8.**

Selecciona todo lo que sea verdad sobre la gestión de residuos en una ciudad sostenible:

- Los residuos peligrosos hay que llevarlos a un punto limpio
- Una ciudad sostenible tiene una planta separadora de basura
- Una depuradora sólo limpia el agua para que no contamine pero el agua no sirve para beber
- Con lo que se tenga dudas se tira al contenedor gris
- El agua de las depuradoras está tan limpia que sirve para beber
- El reciclaje no es importante si hay una planta separadora de basuras
- Las neveras y hornos estropeados se pueden dejar en la basura normal sin avisar a nadie
- Hacen falta tanto depuradoras como plantas separadoras de basura.

***Pregunta 9.***

Selecciona las frases que hagan que tu ciudad sea más sostenible:

- Plantar césped natural en todas las rotondas
- Plantar árboles o plantas en todas las plazas y calles
- Regar los jardines con mangueras
- Tener grandes plazas de cemento sin plantas que gasten agua
- Plantar césped artificial en todas las rotondas
- Regar los jardines por goteo

***Pregunta 10.***

Selecciona las frases que sean verdaderas:

- Hoy en día es ya posible vivir sólo con energías renovables.
- Las placas solares térmicas no dan calor suficiente para poder ducharse en invierno
- La energía eólica es muy conocida en España
- La mayoría de ciudades usan casi todo energías renovables
- Hoy en día es imposible vivir sólo con energías renovables
- Las placas fotovoltaicas nunca sirven para una ciudad por los días nublados que puede haber
- Los aerogeneradores pueden ponerse en cualquier edificio
- Todos podemos ponernos alguna energía renovable en casa

## Apéndice 7.9.- Prueba de Competencia STEAM en Sostenibilidad

La prueba de competencia STEAM en sostenibilidad, que se utilizó como pre-test y post-test en los dos estudios realizados, consta de 15 preguntas cuyo contenido se recoge a continuación:

- 1.- ¿Qué sabes de una ciudad sostenible?
- 2.- ¿A dónde crees que va la basura que echamos al contenedor?
- 3.- ¿Sabes lo que son las fuentes de energía renovables?
- 4.- ¿Qué crees que significa que una ciudad tenga una buena eficiencia energética?
- 5.- ¿Crees que es importante el transporte público para la sostenibilidad de una ciudad?, ¿por qué?
- 6.- ¿Qué tipos de zona verde se te ocurre que puede haber en una ciudad?
- 7.- Pon una X en las casillas las que indiquen cosas que debemos evitar hacer si queremos ayudar a que nuestra ciudad sea sostenible:

<input type="checkbox"/>	Talar árboles	<input type="checkbox"/>	Comer mucho	<input type="checkbox"/>	Ducharse	<input type="checkbox"/>	Montar en bicicleta	<input type="checkbox"/>	Jugar a videojuegos
<input type="checkbox"/>	Usar el autobús	<input type="checkbox"/>	Leer libros	<input type="checkbox"/>	Estudiar mucho	<input type="checkbox"/>	Beber agua	<input type="checkbox"/>	Poner el aire acondicionado

- 8.- Pon una X en las casillas que indiquen a dónde puede ir el agua que tiramos por los desagües en casa:

<input type="checkbox"/>	Río	<input type="checkbox"/>	Lago	<input type="checkbox"/>	Depósitos	<input type="checkbox"/>	Vertedero	<input type="checkbox"/>	Depuradora
<input type="checkbox"/>	Mar	<input type="checkbox"/>	Calle	<input type="checkbox"/>	Pozo ciego	<input type="checkbox"/>	Embalse	<input type="checkbox"/>	Alcantarillas

9.- Pon una X en las casillas que indiquen de dónde se puede crear la electricidad para una ciudad:

<input type="checkbox"/>	Viento	<input type="checkbox"/>	Coches	<input type="checkbox"/>	Enchufes	<input type="checkbox"/>	Petróleo	<input type="checkbox"/>	Salto de agua
<input type="checkbox"/>	Carbón	<input type="checkbox"/>	Sol	<input type="checkbox"/>	Animales	<input type="checkbox"/>	Cables	<input type="checkbox"/>	Central nuclear

10.- Pon una X en las casillas que indiquen cosas que ayudan a ser más sostenibles:

<input type="checkbox"/>	Cultivar	<input type="checkbox"/>	Césped	<input type="checkbox"/>	Ir andando	<input type="checkbox"/>	Ir en bus	<input type="checkbox"/>	Quemar rastrojos
<input type="checkbox"/>	Ir en bici	<input type="checkbox"/>	Jardines	<input type="checkbox"/>	Ir en coche	<input type="checkbox"/>	Ir en tren	<input type="checkbox"/>	Campo de golf

11.- Une con flechas cada tipo de contenedor con el tipo de basura que podemos echar dentro (debes unir todas las palabras):

CONTENEDOR	TIPO DE BASURA
Verde	Envases
Amarillo	Cartón
Naranja	Desechos
Gris	Orgánico
Rojo	Papel
Azul	Plástico
	Vidrio
	Peligrosos

12.- Une con flechas cada fuente de energía con el tipo de energía (renovable o no renovable),(debes unir todas las palabras):

Renovables	Salto de agua
	Petróleo
	Viento
	Calor solar
	Biodiésel
	Central nuclear
No renovables	Gasolina
	Carbón
	Geotermia
	Luz solar

13.- Une con flechas las cosas que mejoran la sostenibilidad de una ciudad y las que la empeoran (debes unir todas las palabras):

Más sostenibilidad	Calles peatonales
	Coches
	Pájaros
	Jardines
	Basura
Menos sostenibilidad	Bicicletas
	Más farolas
	Autobús

14.- Une con flechas las cosas que mejoran la eficiencia energética y las que la empeoran:

Más eficiencia	Luces que se enciendan según la hora
	Ciudades con muchas casas en las que sólo vive una familia
	No abrigarse en invierno y poner la calefacción
Menos eficiencia	Mejores ventanas y puertas
	No abrigarse en verano y no poner el aire acondicionado

15.- Marca si cada una de las frases de abajo es verdadera o falsa:

Una ciudad sostenible siempre tiene muchos jardines de césped y grandes árboles	
Las ciudades pequeñas son más ecológicas que las grandes	
Los pájaros y pequeños animales en los jardines de la ciudad indican que la ciudad es ecológica	
Ir en coche al colegio contamina menos que ir en autobús	
Es mejor tener plazas de asfalto y cemento que plazas con árboles y jardines	
Las casas para una familia son más ecológicas que los edificios para varias familias	
Da igual el tipo de vegetación que haya en los parques de una ciudad, siempre mejoran la sostenibilidad de la ciudad	
Cuanto más anchas sean las calles menos se contamina porque los coches pueden ir más rápido	
Los campos de golf es difícil que sean sostenibles en la zona en que vivimos.	