



TRABAJO FIN DE GRADO

**Proyecto de investigación acerca de la promoción
de la Educación STEM.**

**Análisis de recursos interactivos en ámbitos no
formales.**

María Ribas Borrego

Directora: Olga Martín Carrasquilla

Doble Grado de Educación Primaria y Educación Infantil

Curso 2019/2020

24 de abril de 2020



TRABAJO FIN DE GRADO

**Proyecto de investigación acerca de la promoción
de la Educación STEM en actividades
interactivas de los museos de Estocolmo y
Alcobendas.**



Resumen

El Trabajo de Fin de Grado que se encuentra aquí recogido, expone el Proyecto de investigación acerca de la promoción de la Educación STEM (*Science, Technology, Engineering y mathematics*; en castellano Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en actividades interactivas en ámbitos no formales como los museos de ciencia y tecnología de Estocolmo (Suecia) y Alcobendas (España). Para esta investigación se han planteado unos objetivos concretos, así como la realización de un repaso acerca de la evolución de esta metadisciplina y su importancia en ámbitos educativos, más concretamente en los no formales. Para la investigación acerca de la promoción de la Educación STEM en los museos se han analizado las características y demanda cognitiva de cada una de las actividades interactivas que son ofrecidas en dichos espacios. Para ello se han recogido datos a través de observaciones no participativas, así como de datos en vídeo y fotografías.

En conclusión, la investigación que se ha llevado a cabo ha permitido profundizar en la manera en la que ámbitos no formales potencian la Educación STEM y fomentan el interés de los jóvenes por las profesiones relacionadas con estas áreas.

Palabras clave: Educación STEM, museos, ámbitos no formales, actividades interactivas.

Abstract

The final degree thesis that is collected here presents the Research Project about the promotion of STEM Education (Science, Technology, Engineering and Mathematics) in interactive activities in non-formal sectors such as the museums of science and technology in Stockholm (Sweden) and Alcobendas (Spain). For this research, specific objectives have been set, as well as a review of the evolution of this metadiscipline and its importance in educational areas, more specifically in the non-formal sector. For the research on the promotion of STEM Education in museums, the characteristics and cognitive demand of each of the interactive activities offered in these spaces have been analysed. The data originating from this research has been collected through non-participatory observations, as well as video and photographic data.

In conclusion, the research that has been carried out has allowed a deeper understanding of how non-formal sectors enhance STEM Education and foster young people's interest in professions related to these areas.

Key words: STEM Education, museums, non-formal sector, interactive activities.

Índice

1. Introducción y justificación del tema elegido	3
2. Objetivos.....	5
2.1 Objetivo general.....	5
2.2 Objetivos específicos	5
3. Marco teórico.....	6
3.1 Origen y evolución del término “STEM”	6
3.2 Sentido y significado de la Educación STEM	7
3.3 Delimitación de la Educación STEM	10
3.5 Metodologías de la Educación STEM	16
3.6 Relevancia de los museos para el fomento de la Educación STEM.....	20
4. Diseño de la investigación.....	22
4.1 Presentación de la propuesta.....	22
4.2 Objetivos concretos que persigue la propuesta.....	22
4.3 Contexto en el que se aplica la propuesta.....	23
4.3.1 <i>Tekniska Museet</i>	23
4.3.2 Museo Nacional de Ciencia y Tecnología	24
4.4 Metodología para la recogida de información	26
4.4.1 Paradigma de la investigación y marco metodológico.....	26
4.4.2 Análisis de la información	28
5. Análisis de las actividades.....	29
5.1 Análisis de las actividades del <i>Tekniska Museet</i>.....	29
Actividad 1. Teorema de Pitágoras.....	29
Actividad 2. Ascendiendo.....	36
Actividad 3. Oscilindroscopio	42
Actividad 4. Sombras coloridas	48

Actividad 5. Vídeo microscopio	54
Actividad 6. Patrones giratorios.....	61
5.2 Análisis de las actividades del MUNCYT (Museo de la Ciencia y la Tecnología).....	67
Actividad 1. Principio de Arquímedes	67
Actividad 2. Bola de plasma.....	73
Actividad 3. Poleas.....	79
Actividad 4. El problema de Plateau.....	85
Actividad 5. Remolino de agua.....	91
Actividad 6. Confusión térmica	97
6. Resultados y conclusiones del análisis.....	102
6.1 Resultados del análisis de las actividades.....	102
6.2 Revisión de objetivos propuestos.....	104
6.3 Aportación y utilidad a la educación.....	105
6.4 Aportación de la investigación a nivel personal.....	106
7. Bibliografía.....	107
8. Anexos	111
Anexo 1. Código QR con el vídeo de la “Actividad 1. Teorema de Pitágoras”	111
Anexo 2. Código QR con el vídeo de la “Actividad 2. Ascendiendo”	111
Anexo 3. Código QR con el vídeo de la “Actividad 3. Oscilindroscopio”	112
Anexo 4. Código QR con el vídeo de la “Actividad 4. Sombras coloridas”	112
Anexo 5 Código QR con el vídeo de la “Actividad 5. Vídeo microscopio”	113
Anexo 6. Código QR con el vídeo de la “Actividad 6. Patrones giratorios”	113
Anexo 7. Código QR con el vídeo de la “Actividad 1. Principio de Arquímedes”	114
Anexo 8. Código QR con el vídeo de la “Actividad 2. Bola de plasma”	114
Anexo 9. Código QR con el vídeo de la “Actividad 4. Problema de Plateau”	115

Índice de figuras

Figura 1. Demanda de empleo anticipada y actual en las profesiones STEM con respecto al resto de profesiones.	7
Figura 2. Gráfico de estudiantes en campos como ingeniería, matemáticas, ciencias o construcción.	13
Figura 3. Niveles de integración.	18
Figura 4. Mapa del Tekniska Museet.	21
Figura 5. Imágenes de los espacios del Tekniska Museet.	22
Figura 6. Mapa del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.	23
Figura 7. Imágenes de los espacios del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología. ...	23
Figura 8. Dispositivo de la Actividad 1. Teorema de Pitágoras.	30
Figura 9. Posibilidad de combinación del dispositivo de la Actividad 1. Teorema de Pitágoras.	31
Figura 10. Dispositivo de la Actividad 2. Ascendiendo.	36
Figura 11. Dispositivo de la Actividad 3. Oscilindroscopio.	43
Figura 12. Dispositivo de la Actividad 4. Sombras coloridas.	49
Figura 13. Dispositivo de la Actividad 5. Video microscopio.	54
Figura 14. Dispositivo de la Actividad 5. Video microscopio.	55
Figura 15. Dispositivo de la Actividad 6. Patrones giratorios.	61
Figura 16. Dispositivo de la Actividad 1. Principio de Arquímedes.	68
Figura 17. Dispositivo de la Actividad 2. Bola de plasma.	74
Figura 18. Dispositivo de la Actividad 3. Poleas.	80
Figura 19. Dispositivo de la Actividad 4. El problema de Plateau.	86
Figura 20. Dispositivo de la Actividad 5. Remolino de agua.	92
Figura 21. Dispositivo de la Actividad 6. Confusión térmica.	97

Índice de tablas

Tabla 1. Dimensiones y descriptores propuestos para el análisis de los espacios educativos no formales.	27
Tabla 2. Dimensiones, categorías y subcategorías consideradas para el análisis de datos.	28
Tabla 3. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	32
Tabla 4. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 1.	33
Tabla 5. Resumen y análisis de la Actividad 1.	34
Tabla 6. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	38
Tabla 7. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 2.	39
Tabla 8. Resumen y análisis de la Actividad 2.	40
Tabla 9. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	44
Tabla 10. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 3.	45
Tabla 11. Resumen y análisis de la Actividad 3.	46
Tabla 12. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	48
Tabla 13. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 4.	51
Tabla 14. Resumen y análisis de la Actividad 4.	52
Tabla 15. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	56
Tabla 16. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 5.	56

Tabla 17. Resumen y análisis de la Actividad 5.	58
Tabla 18. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	63
Tabla 19. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 6.	64
Tabla 20. Resumen y análisis de la Actividad 6.	65
Tabla 21. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	69
Tabla 22. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 1.	70
Tabla 23. Resumen y análisis de la Actividad 1.	71
Tabla 24. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	75
Tabla 25. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 2.	76
Tabla 26. Resumen y análisis de la Actividad 2.	77
Tabla 27. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	81
Tabla 28. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 3.	82
Tabla 29. Resumen y análisis de la Actividad 3.	83
Tabla 30. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	87
Tabla 31. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 4.	88
Tabla 32. Resumen y análisis de la Actividad 4.	89
Tabla 33. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	93

Tabla 34. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 5.	94
Tabla 35. Resumen y análisis de la Actividad 5.	95
Tabla 36. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.	98
Tabla 37. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 6.	99
Tabla 38. Resumen y análisis de la Actividad 6.	100
Tabla 39. Valoración del Tekniska Museet como espacio que promueve la Educación STEM.	103
Tabla 40. Valoración del MUNCYT como espacio que promueve la Educación STEM.	103

1. Introducción y justificación del tema elegido

Una sociedad productiva requiere profesionales y técnicos
que son protagonistas de los sucesos que transforman la
manera en que vemos y entendemos el mundo, y cómo
actuamos en él.

Botero (2018, p.20)

La sociedad actual, se caracteriza principalmente por estar sometida a la globalización de manera que se encuentra expuesta a constantes cambios y estímulos a los que debe ser capaz de adaptarse. Como consecuencia, se requiere de un nuevo paradigma educativo capaz de preparar a los futuros ciudadanos para el contexto social al que deberán enfrentarse, así como un cambio en la forma de ver y percibir la realidad actual ya que en las décadas siguientes tendrá lugar un elevado nivel de transformación. Tras cuatro años de carrera considero que uno de los requisitos que debería tener dicho paradigma es el enfoque interdisciplinario, es decir, que relacione las asignaturas entre sí y que no las trabaje como compartimentos estancos. De manera que se produzca una transferencia de conocimientos, es decir, que los alumnos sean capaces de aplicar lo aprendido en una asignatura a las demás y a la vida cotidiana. Es por ello por lo que una de mis motivaciones intrínsecas para este Trabajo de Fin de Grado era profundizar en la metadisciplina de la Educación STEM y las posibles consecuencias que podría conllevar su implementación en el sistema educativo español.

La Educación STEM ha llegado para quedarse y, por tanto, resulta necesario hacer explícitos en los currículos los elementos que la caracterizan. No obstante, como una de las mayores preguntas que surgen es si la inclusión de la educación STEM en ámbitos educativos formales genera diversos beneficios positivos, decidí centralizar mi búsqueda en los resultados obtenidos por uno de los países europeos que ha demostrado un mejor rendimiento en las pruebas PISA (*Programs for International Student Assessment*, en castellano Programa internacional para la evaluación de los estudiantes) detrás de Finlandia, Suecia.

La elección de este país se vio motivada, principalmente, por dos razones. La primera es que, un par de años atrás, tuve que realizar un trabajo de educación comparada entre España y otro país de Europa, por lo que me decidí a hacerlo de Suecia ya que me llamaba la atención cómo era posible que dos países situados en el mismo continente podían obtener resultados educativos tan diferentes

en base a las pruebas PISA. Tras concluir el trabajo pude observar que, a nivel teórico, no existía una diferencia extremadamente grande entre las prácticas educativas de ambos países, por lo que no paraba de cuestionarme qué era lo que ocasionaba resultados tan diferentes si aparentemente la estructura educativa entre ambos era tan similar.

La segunda razón que motivó a la elección de Suecia como país para la comparación fue que, durante este curso académico, tuve la oportunidad de realizar unas prácticas intensivas de 5 semanas en un colegio de Estocolmo, situado en el municipio de Bromma. De esta manera pude ser testigo y participe de su sistema educativo, el cual como comentamos anteriormente, no mostraba grandes diferencias con el de España. Por tanto, si el punto de inflexión que afectaba a los resultados de los jóvenes en educación no provenía del ámbito formal, ¿cuál era su origen? ¿Podría relacionarse con el ámbito no formal?

La búsqueda de una respuesta a estas preguntas ha motivado intrínsecamente este Trabajo de Fin de Grado en el que se procederá a realizar una investigación acerca de las consecuencias de la introducción de la Educación STEM en ámbitos educativos no formales como son el Museo de Ciencias y Tecnología (MUNCYT) de Alcobendas y el *Tekniska Museet* de Estocolmo, Suecia.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Desarrollar un proyecto de investigación en el que se comparen dos espacios pertenecientes al ámbito educativo no formal, como son el Tekniska Museet (Estocolmo, Suecia) y el Museo de Ciencia y Tecnología (Madrid, España).

2.2 Objetivos específicos

- ❖ Realizar una aproximación a la Educación STEM y su promoción en ámbitos educativos no formales.
- ❖ Vincular el proceso de aprendizaje en la Educación STEM a las prácticas educativas en distintos ámbitos educativos.
- ❖ Analizar cuáles son las características de las actividades propuestas en los museos, de ciencia de Alcobendas y Estocolmo, que permiten enriquecer las actividades para la Educación STEM en el aula.

3. Marco teórico

3.1 Origen y evolución del término “STEM”

STEM es el acrónimo de las iniciales de las palabras en inglés *Science, Technology, Engineering y Maths* (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, respectivamente). Dicho término es atribuido a la Dra. Judith A. Ramaley, la exdirectora de la División de Educación y Recursos Humanos en la *National Science Foundation* (NSF) en el año 2001 durante un cambio de políticas internas de dicho organismo. Previamente, el término STEM se designaba como SMET por requerimiento de múltiples miembros de la NSF.

Una de las principales razones por las que EE. UU. comenzó a invertir en la Educación STEM era porque las autoridades políticas y educativas se mostraban temerosas de que los estudiantes del país comenzasen a quedarse obsoletos en la competición global del mercado laboral. Como consecuencia, el gobierno estadounidense y múltiples fundaciones comenzaron a poner en práctica diversos programas educativos STEM, pero no fue hasta el año 2009 que destinaron un mayor porcentaje de los fondos públicos para invertir en la creación de un programa STEM. La principal causa fueron los desalentadores resultados obtenidos en relación con otros países en uno de los indicadores más relevantes en educación, las pruebas internacionales PISA.

El Gobierno federal, para acelerar el objetivo de introducir la Educación STEM en los colegios del país de manera más eficiente y rápida, envió al Congreso un plan estratégico para la Educación STEM con una duración de cinco años. Dicha estrategia estaba fundamentada en promover la Educación STEM como una prioridad nacional que ayudaría a reforzar los planes del Departamento de Educación. De manera paralela el *National Research Council* (NRC) redactó un documento fundamental que promueve un cambio crucial en la metodología empleada para la enseñanza de las ciencias en los Estados Unidos; este es el *Framework for K-12 Science Education*. Posteriormente, como resultado de ese documento, se publicaron los *Next Generation Science Standards* (NGSS) los cuales transformaron radicalmente los antiguos estándares adaptándolos a la educación del siglo XXI.

En la actualidad, la Educación STEM puede ser entendida como una metadisciplina que integra asignaturas que, generalmente, son trabajadas individualmente y les confiere una nueva y

coherente estructura como campo de estudio. Por un lado, Vasquez, Sneider & Comer (2013) describen la Educación STEM como una aproximación al aprendizaje que pretende eliminar las barreras divisorias que se encuentran entre las cuatro disciplinas y trata de integrarlas en las experiencias significativas del alumnado. De manera complementaria, López, Couso y Simarro (2020) la definen como la capacidad que permite la identificación, aplicación e integración de las formas de hacer y pensar propias de las áreas de matemáticas, ciencia y tecnología. Todo ello con el objetivo de la comprensión, decisión y actuación ante problemas, empleando para ello soluciones innovadoras. y creativas.

Ambas definiciones tienen en común el hecho de dar la oportunidad a los estudiantes de desarrollar sus competencias durante el proceso de aprendizaje. Por tanto, el desarrollo de la Educación STEM puede suponer el empleo de un conjunto de estrategias que permiten a los estudiantes la aplicación de contenidos para el desarrollo de habilidades provenientes de diferentes disciplinas para la resolución de problemas.

En los últimos años, el término STEM ha adquirido mucha relevancia, tanto en literatura especializada, marcos de documentos de política educativa, así como en múltiples foros sociales y económicos. En la actualidad es un acrónimo que hace referencia al ámbito profesional y las distintas disciplinas científico-tecnológicas, así como al conjunto de prácticas, conocimientos y competencias que deben ser desarrolladas y promovidas a lo largo de las etapas educativas.

3.2 Sentido y significado de la Educación STEM

Parte del bienestar de la sociedad actual depende, principalmente, del continuo progreso de los conocimientos científicos y de sus aplicaciones, así como de la evolución tecnológica. Estos cambios afectan a todos los ámbitos de la persona, tanto colectiva como individualmente, debido a que afecta a sus comportamientos y relaciones sociales, la distribución y creación de información, los aprendizajes, etc.

La sociedad se caracteriza por estar altamente tecnificada, por lo que debido a sus complejidades se requiere de ciudadanos que dispongan de una alta cualificación profesional. Por tanto, la fuerza

de trabajo reclama como necesarias las habilidades y conocimientos para reunir y evaluar evidencias, la resolución de situaciones complejas y el análisis de la información recibida a partir de diferentes medios. Como consecuencia de ello, resulta necesaria la preparación de los futuros ciudadanos en las diversas competencias que les permitan adaptarse a los continuos cambios y retos que les presenta la sociedad. Osborne & Dillon (2008) concluyen que para la resolución de los problemas de la sociedad contemporánea es imprescindible una base sólida de conocimientos vinculados con las disciplinas STEM.

Resulta cada vez más evidente el hecho de que las habilidades de las personas y los mercados laborales evolucionan con mayor rapidez. La Comisión Europea (2009) ha demostrado cuán elevadas son las probabilidades de que en los trabajos del futuro sean necesarias diferentes combinaciones de competencias, habilidades y cualificaciones. A causa de ello, las estrategias para convertir la economía de un país en competitiva se hacen más acuciantes.

Diversos estudios han puesto de manifiesto que las profesiones STEM son, precisamente, las que tienen una mayor previsión de crecimiento. La siguiente imagen (*Figura 1*) muestra como en 2020 en Europa se estima un crecimiento del 3% en la mayoría de las ocupaciones, pero las profesiones STEM muestran un crecimiento de 14% y las profesiones relacionadas con STEM, un 7%. No obstante, este aumento en dichas profesiones únicamente será posible si llevan a cabo múltiples programas relacionados con el progreso científico-tecnológico y la innovación. Por tanto, científicos y tecnólogos serán profesiones clave para generar y desarrollar múltiples cambios que afectarán al progreso y evolución del futuro. Es por ello por lo que se necesita un mayor número de población que sea un profesional STEM, implica que estén cualificados en áreas tecnológicas y científicas, así como para la innovación. Además, Vassiliou (2012) hace hincapié en la urgencia con la que deben comenzar a implementarse dichos programas para comenzar a equipar con las habilidades necesarias para las nuevas profesiones a los futuros ciudadanos de la sociedad.

	2010	2020	Cambio 2010-2020	Demanda crecimiento 2020	Demanda reemplazo 2020	Demanda total 2020
Profesionales de ciencias físicas, matemáticas e ingenierías	8.290	9.470	14%	1.183	2.364	3.546
Profesionales asociados a ciencias físicas, matemáticas e ingenierías	8.333	8.877	7%	543	2.253	2.797
Todas las profesiones	223.219	230.219	3%	7.627	4.617	12.244

Figura 1. Demanda de empleo anticipada y actual en las profesiones STEM con respecto al resto de profesiones. Fuente Obra Social “la Caixa”, Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT) y Everis (2015, p.6).

Rychen & Salganik (2003) afirman que las demandas del mundo actual han comportado, en organismos como la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), la necesidad de determinar los conocimientos y habilidades necesarias para conseguir la participación activa de la ciudadanía y el exitoso funcionamiento de la sociedad. Entre estas competencias pueden encontrarse la matemática y la científica debido a que son relevantes para las personas que aspiran a ser profesionales STEM, así como para la totalidad del resto de ciudadanos. Osborne & Dillon (2008) determinan que una de las principales razones es que para dar respuesta a los problemas que presenta la sociedad contemporánea, resulta necesaria una base sólida de conocimientos estrechamente relacionados con las disciplinas STEM.

Para ello, resulta necesaria la introducción de la Educación STEM en los ámbitos formales y no formales. Sjøberg (1997) argumenta la necesidad de promover la competencia STEM a partir de la educación, desde un punto de vista práctico, económico, cultural, democrático y cívico. Aporta un argumento práctico para explicar la necesidad de una formación tecnológica y científica para la toma de decisiones; en el económico, debido a que las fuerzas de trabajo relacionadas con dichas competencias resultarán más productivas y, en consecuencia, decisivas para el desarrollo económico de los países. Además, identifica la importancia cultural que tiene el conocimiento de

fenómenos y objetos para el enriquecimiento personal; así como, para la participación en procesos democráticos relacionados con la tecnología y la ciencia.

La Educación STEM es una necesidad para la nueva ciudadanía no solo porque las futuras profesiones van a demandar más mano de obra sino porque no van a poder ser partícipes en la toma de decisiones. Por lo que la Educación STEM no es solo para las personas que se van a dedicar a profesiones relacionadas con el área científica, sino que resulta de vital importancia para el crecimiento y progreso de nuestra sociedad. La Comisión Europea (2012) afirma que es debido a que la demanda de mano de obra cualificada continuará incrementando en los sectores de investigación y tecnología, pero también este tipo de competencias resultarán necesarias para cualquier ciudadano para participar en el progreso europeo a través de la investigación e innovación activa.

Según estudios recientes de la Comisión Europea (2013) resulta insuficiente la cantidad y calidad de la formación actual de peritos STEM capaces de resolver los retos del futuro debido a que será requerido un mayor acceso a estas profesiones de perfiles personales y sociales que, tradicionalmente, se encontraban alejados de esta área. No obstante, a pesar de que la Educación STEM es imprescindible como base para la mejora, incremento y fortalecimiento de las carreras científico-tecnológicas, no debe enfocarse únicamente en capacitar a un importante grueso de ciudadanos para convertirse en futuros profesionales STEM. Más allá, esta educación debe dotar de competencias STEM y alfabetizar a los futuros ciudadanos con el propósito de promover entre los jóvenes la responsabilidad de involucrarse aportando soluciones a los retos sociales.

3.3 Delimitación de la Educación STEM

“La Educación STEM es una nueva forma de ver la educación y representa una alternativa de preparar a nuestra juventud para el siglo XXI” (Botero, 2018, p. 16). De manera que conecta con eficacia las matemáticas y las ciencias a partir del proceso de diseño en ingeniería y, por último, la tecnología comprende un papel clave para la relación de dichas disciplinas.

Por tanto, la Educación STEM es aquella que contribuye al desarrollo de las habilidades en las cuatro disciplinas y a la preparación de la juventud para un futuro en el que la demanda del mercado laboral implica un mayor conocimiento científico, tecnológico, ingeniero y matemático; así como, la capacidad de ponerlo en práctica de manera creativa, coherente y contextualizada. Todavía cabe señalar que es un conjunto de estrategias que permite a los estudiantes la aplicación de habilidades y conceptos de diferentes disciplinas para la resolución de conflictos relevantes.

La Educación STEM puede ser definida como una metadisciplina basada en la integración de otras disciplinas y conocimientos, que en la actualidad es tratada como una entidad. Ofreciendo así a los estudiantes la posibilidad de preguntarse acerca del funcionamiento o los procesos del mundo en vez de aprender contenidos de manera aislada a través de asignaturas que son tratadas como compartimentos estancos. Es decir, a partir de esta definición, la Educación STEM se trabaja ofreciendo a los jóvenes un problema contextualizado y conectado con la vida real, a partir del cual podrán trabajar de manera combinada la teoría y práctica.

No obstante, en España pueden encontrarse diversas iniciativas propuestas por múltiples organizaciones y entidades (fundaciones privadas, centros de investigación, empresas privadas, etc.) cuyo enfoque es el fomento de las vocaciones científico-técnicas. A pesar de ello, muchas de dichas propuestas tratan de únicamente ofrecer una educación científico-técnica más lúdica. Dewitt, Archer & Osborne (2014) resaltaban que, aunque este es un factor que se debe tener en cuenta, también se deben incluir otros, por lo que el planteamiento de actividades de ese tipo puede no generar un aumento sustancial del número de jóvenes que se sienten atraídos por profesiones STEM.

Además, se debería tener en cuenta el grado de información acerca de las profesiones STEM que es aportada por las actividades, las oportunidades que se brindan a los jóvenes para superar retos y así mejorar la percepción que tienen de su autoeficacia. Son requisitos indispensables para enriquecer las iniciativas que actualmente se encuentran en curso. Como consecuencia, resulta necesario diferenciar qué características son las que determinan si una actividad es realmente STEM o no. En primer lugar, las actividades STEM están desarrolladas y dirigidas por personas voluntarias y/o equipos de profesionales. Concretamente, todos ellos son equipos o agentes educativos con diversas formaciones profesionales, universitarias u otros reconocimientos

laborales y oficiales (educadores y educadoras sociales, monitoras y monitores de tiempo libre educativo, etc.). Por tanto, son personas capacitadas para el diseño y manejo de estos contextos de aprendizaje, que están vinculados a la Pedagogía, el Magisterio u otros ámbitos.

También, en segundo lugar, se caracterizan por generar ocasiones de aprendizaje en las que los jóvenes adquieran un rol activo a través del manejo de diversas disciplinas, como matemáticas, diseño, aplicaciones digitales, etc., con la finalidad de aplicar conocimientos y desarrollar competencias. Para ello resulta imprescindible que cualquier propuesta genere, en el colectivo al que está dirigida, ganas de aprender, curiosidad, autonomía y responsabilidad.

Morrison (2006) sugería que los estudiantes que han recibido una Educación STEM se caracterizan por ser resolutivos, innovadores, creativos y lógicos. Dichos jóvenes son capaces de enfrentarse a problemas o situaciones novedosas y aplicar sus conocimientos y competencias para hallar una solución; además, son conscientes de las necesidades de la sociedad actual y tratan de diseñar e implementar múltiples soluciones creativas.

Por tanto, toda actividad que sea considerada STEM debe ofrecer un contexto que permita a los alumnos obtener oportunidades significativas para adquirir un rol activo en su aprendizaje. Dicho contexto de construcción de aprendizajes debe estar orientado fundamentalmente a los ideales democráticos, con independencia de la edad del niño, por lo que debe posibilitar la experimentación en vez del seguimiento de instrucciones.

Tras realizar una breve descripción acerca de lo que se entiende por Educación STEM, es de primordial relevancia indicar que, aunque múltiples instituciones educativas llevan a cabo iniciativas relacionadas con esta metadisciplina, no se puede atribuir el término STEM a todo. Por tanto, no se puede considerar Educación STEM a la introducción de la ingeniería y tecnología como cursos adicionales al plan de estudios, a pensar en STEM si se omiten el uso del método científico y laboratorios o a la consideración de las matemáticas como una asignatura aparte de la educación de las ciencias. A su vez, se debe destacar que tampoco puede considerarse Educación STEM al hecho de tener ordenadores adicionales para los estudiantes y concebirlo como la asignatura de tecnología, ni tampoco considerar que los docentes licenciados en esta área de conocimiento no reúnen los requisitos necesarios para la enseñanza de ciencias o matemáticas.

Además, otro de los requisitos de las STEM es la integración de las asignaturas y aunque esta resulta enriquecedora para el aprendizaje debido a que proporciona un contexto. Sin embargo, son necesarios otros elementos como la inclusión de la ingeniería en el proceso de la enseñanza científica, el desarrollo de habilidades del siglo XXI y el entendimiento de las problemáticas actuales.

3.4 Educación STEM en ámbitos formales y no formales

Aunque a lo largo de este apartado se ha hecho alusión exclusivamente al término STEM, existen otras acepciones de STEM como, por ejemplo, el término STEAM, concepto creado por la Dra. Georgette Yakman, licenciada en tecnología y ciencias en la educación, con experiencia en el ámbito arquitectónico y maestría en la Educación STEM. La “A” que se incluye en este acrónimo hace alusión a las artes, pero no solo a las plásticas, sino que engloba a todas las “liberal arts” de manera que este modelo abarca la gran mayoría de las asignaturas del currículo tales como estudios sociales, lenguas, música, bellas artes o educación física.

A parte de la Educación STEM y las STEAM, existen otras acepciones, pero lo que todas ellas tienen en común es que generan experiencias y aprendizajes que permiten a los jóvenes el desarrollo de competencias en innovación, tecnología y ciencia; así como de otras competencias transversales tales como la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la creatividad entre otras. Vygotsky & Cole (1978) afirmaban que el aprendizaje significativo es socialmente construido a través del diálogo, la actividad y la interacción con problemas y herramientas representativas. De esta manera los jóvenes progresivamente evolucionan y adquieren múltiples habilidades para la resolución de problemas; dicha necesidad de entender el mundo y obtener respuestas a sus preguntas generará en ellos diversos senderos para comenzar a dar sentido al mundo en el que viven.

La juventud educada a través de actividades STEM tendrá mayores posibilidades laborales en la sociedad del futuro ya que podrán continuar su constante búsqueda de información, así como la aplicación de sus conocimientos a situaciones novedosas. Como consecuencia de ello, los países avanzados apuestan por una Educación STEM como estrategia de éxito para el fomento de la tecnología, innovación y ciencia entre las nuevas generaciones.

No obstante, no es exclusiva del ámbito curricular, sino que también puede tener lugar en ámbitos educativos no formales. Es decir, el aprendizaje no se ha de detener al final de la jornada escolar, sino que debería promoverse después de esta debido a que es en esos momentos en los que los jóvenes tienen la posibilidad de desarrollar de manera prioritaria sus intereses, curiosidades, deseos, etc. Como consecuencia de ello, se ha considerado que las experiencias en el ámbito educativo no formal resultan de gran relevancia para el proceso de aprendizaje ya que se caracterizan por la ausencia de la presión ejercida por el entorno escolar, así como la asimilación del aprendizaje en la medida que los estudiantes determinen.

Por tanto, la educación no formal puede definirse como todas aquellas iniciativas, proyectos y actividades, de carácter educativo, que suceden fuera de la estructura educativa formal o reglada. Estudios recientes demuestran que la participación en actividades extraescolares relacionadas con este término puede generar un impacto positivo en la confianza y logros de la juventud en dichas disciplinas. Esto es resultado del continuo deseo de aprendizaje de las nuevas generaciones y, como consecuencia, museos y parques de ciencia han tendido a incrementar su importancia durante las últimas décadas. Botero (2018) ejemplifica estos avances con lugares como el Museo de Ciencias de Boston, el *Real World Science* en Reino Unido o el Parque Explora en Medellín, Colombia.

Museos y otros espacios como parques científicos suponen una alternativa de gran relevancia para la aproximación de jóvenes de todas las edades a la ciencia, propiciando para ello espacios para el desarrollo de ideas propias y creatividad. Comprenden un papel fundamental para el encuentro entre ciudadanos y científicos, actuando como agentes activos que permiten compartir retos, preguntas y respuestas; así como la estimulación de los jóvenes estudiantes para enfrentarse a diversos problemas y profundizar en temas que resulten atractivos para cada uno de ellos. Además, en ellos los visitantes poseen la libertad de escoger qué actividad quieren experimentar u observar, así como el tiempo que se mantendrán en cada uno de ellos, etc. Putzer, Strobel & Cardella (2014) afirman que solo así los visitantes serán capaces de participar y comprender el conocimiento y razonamiento científicos, desarrollar el interés por las ciencias y por su práctica.

Así pues, se considera una actividad de educación no formal a toda aquella propuesta que amplíe, complemente y refuerce la educación impartida en los ámbitos formales. Además, se ha de destacar

que están planificadas y organizadas para ser desarrolladas en diversos contextos, tales como talleres, ludotecas, actividades museísticas, etc. Con respecto a su duración, pueden tener lugar en distintos momentos como, por ejemplo, el fin de semana, de lunes a viernes o en un momento puntual; el público al que están dirigidas resulta de gran amplitud pues engloba a diversos colectivos, tales como mayores, infancia, adolescencia, etc. Se debe destacar que las actividades de educación no formal están impulsadas, entre otras, desde asociaciones de madres y padres, entidades de tiempo libre educativo o áreas de Cultura y Acción Social.

La educación en ámbitos formales y no formales resulta crucial para alcanzar las previsiones de crecimiento de las profesiones STEM y preparar futuros ciudadanos competentes en dichas habilidades. Según el Ministerio de Educación Cultura y Deporte (2013) una de las causas principales es que, según los resultados más recientes del informe PISA, un 24% de los jóvenes de 15 años se localiza en los niveles inferiores de rendimiento matemático y un 16%, en el científico. Además del preocupante nivel de los estudiantes en competencias STEM, los datos estadísticos que muestra la siguiente imagen (*Figura 2*) evidencian una disminución del peso relativo de los alumnos que optan por estudiar una carrera STEM. Por tanto, se deben tratar de encontrar distintos métodos para el desarrollo de los intereses de los jóvenes en la Educación STEM y sustentarlo durante el resto del periodo de escolarización; ahí subyace el auténtico potencial y duración de una Educación STEM integradora.

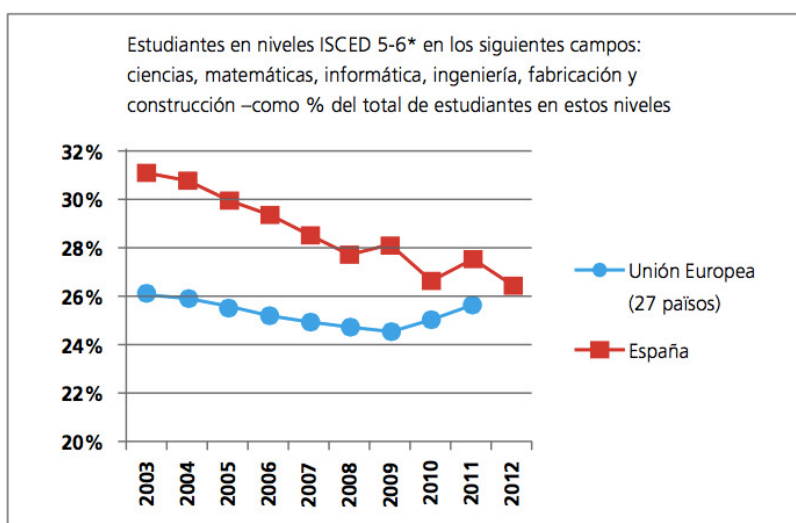


Figura 2. Gráfico de estudiantes en campos como ingeniería, matemáticas, ciencias o construcción.

Fuente: Obra Social “la Caixa”, FECYT y Everis (2015, p.7).

Por esta razón, en ambos ámbitos educativos se debe tener en cuenta el autoconcepto y la autoeficacia de los niños. Se debe a que, desde el nacimiento hasta aproximadamente los 14 años, tiene lugar la formación del autoconcepto, así como el desarrollo de los intereses y capacidades. Savickas et al. (2009) tras revisar dichas teorías, define el autoconcepto como una combinación entre la observación de profesionales llevando a cabo determinadas tareas y la capacidad de autoevaluación mientras el propio individuo lleva a cabo esas mismas tareas.

En relación con el autoconcepto, cabe destacar las aportaciones realizadas por Bandura, Barbaranelli, Vittorio & Pastorelli (2001) respecto a la autoeficacia. Esta es entendida como las creencias de un sujeto sobre sus propias capacidades en la producción de niveles esperados de rendimiento. Dichas creencias resultan determinantes para los sentimientos, pensamientos y motivación del individuo, por lo que poseen gran influencia sobre los acontecimientos en sus vidas. En este sentido, cuanto más alta sea la percepción de la persona de su propia autoeficacia, mayor amplitud tendrá la gama de opciones de futuras profesiones que considerará y mejor será su preparación formativa para aquellas actividades ocupacionales que elija. Rittmayer & Beier (2008) resaltaba que los docentes deben prestar atención tanto a la autoeficacia de los estudiantes como a la capacidad real que demuestran durante la ejecución de tareas.

3.5 Metodologías de la Educación STEM

Se considera de gran relevancia el desglose y la explicación individual de las cuatro disciplinas principales que conforman la Educación STEM debido a que cada una de ellas comprende una metodología diferente de trabajo.

Ciencias es el estudio del mundo natural y las leyes de la naturaleza asociadas a la física, química y biología, y el tratamiento o aplicación de conceptos, principios o hechos asociados a dichas disciplinas. La principal metodología de las ciencias es el *Inquiry Based Learning* (IBL) o aprendizaje basado en la investigación, esta se inicia a partir de la formulación de múltiples preguntas a las que posteriormente los estudiantes tratarán de responder y buscar una solución creativa. Como consecuencia, los jóvenes construyen su propio aprendizaje a través de diversas experiencias que les brindan la oportunidad de investigar un problema o pregunta abierta.

Desde el punto de vista de los estudiantes, en el aprendizaje basado en la investigación deben emplear el razonamiento basado en evidencias y la creatividad para buscar una solución que les permita alcanzar una conclusión. Mientras que, desde la perspectiva del docente, consiste en profundizar más allá de la curiosidad de los alumnos promoviendo el razonamiento y el pensamiento crítico.

Por otro lado, la tecnología comprende el completo sistema de ciudadanos y organizaciones, conocimientos y procesos relacionados con la creación y manipulación de artefactos tecnológicos. Se debe destacar que un gran porcentaje de la tecnología moderna es un producto resultante de las ciencias y la ingeniería. La metodología más representativa de esta disciplina es el “making”, tendencia que Rychen & Salganik (2003) la definen como aquella que permite a las personas la construcción de sus propios artefactos, tales como programas informáticos, objetos decorativos o dispositivos electrónicos domésticos, a partir de sus capacidades para el diseño de soluciones creativas basadas en sus conocimientos STEM.

A diferencia de las anteriores, la ingeniería comprende el diseño y creación de productos artificiales, así como el proceso de resolución de problemas. Este proceso tiene lugar bajo coacción debido a que una de las limitaciones de la ingeniería son las leyes de la naturaleza, o las ciencias; y otras incluye el tiempo, dinero, disponibilidad de materiales, etc. Como consecuencia, la ingeniería utiliza conceptos y herramientas procedentes de las otras tres disciplinas; siendo su principal metodología el diseño de proyectos.

Por último, las matemáticas son el estudio de patrones y relaciones entre números, cantidades y espacios. A diferencia de la ciencia, en el que la evidencia empírica es buscada como garantía para la declaración de una hipótesis como correcta, las matemáticas se basan en argumentos lógicos fundamentados en suposiciones fundacionales. No obstante, cabe añadir que las matemáticas son usadas en las tres disciplinas anteriores.

Por otro lado, Garrido (2016) recientemente ha planteado la necesidad de abordar en el aula tres dimensiones interdependientes. Estas dimensiones son la indagación, basada en recoger y analizar datos pertenecientes a experimentos y observaciones; modelización, mediante la construcción de teorías, explicaciones y modelos; y argumentación, a través de la construcción de argumentos y

evaluación de pruebas. Sirven como punto de partida para el planteamiento de las dimensiones que comprende la práctica STEM:

- la experimentación tecnológica y a través de fenómenos naturales por medio de la manipulación, observación, recogida y análisis de datos.
- la elaboración de modelos matemáticos y científicos y matemáticos, así como la interacción virtual con entidades abstractas.
- la comunicación y argumentación de soluciones tecnológicas, matemáticas y científicas.

Estas dimensiones podrían ser trabajadas a través de la educación STEM, si se lleva a cabo a partir de una metodología transdisciplinar. Las conexiones entre las disciplinas STEM se extienden más allá del lugar de trabajo, durante su día a día los ciudadanos se encuentran ante situaciones que requieren una toma de decisiones que implica un conjunto de conocimientos y habilidades relacionados con la STEM. Como consecuencia, la enseñanza de estas disciplinas en un contexto de situaciones de la vida cotidiana puede incrementar la relevancia de una asignatura para estudiantes y docentes y, por tanto, realzar la motivación por aprender y mejorar la persistencia de los jóvenes.

Además, en relación con la conexión entre disciplinas, autores como Satchwell & Loepp (2002) defienden que la integración transdisciplinar ha demostrado una notable mejoría en los objetivos relacionados con tareas de un mayor nivel cognitivo mediante la aplicación del proceso científico, así como de la resolución de problemas, característico de las matemáticas.

Vasquez et al. (2013) consideraba que la implementación efectiva puede lograrse mediante la combinación del aprendizaje basado en tareas y el aprendizaje basado en proyectos, dos tipos de actividades interdisciplinarias. Ambas pretenden la solución de una situación problemática a partir de los conocimientos previos y los adquiridos recientemente en las asignaturas involucradas. Sin embargo, deben cumplir una serie de requisitos tales como plantear una pregunta esencial que motive la curiosidad de los jóvenes y les inspire a buscar nuevos conocimientos; basarse en los conocimientos previos y en los nuevos conceptos fundamentales.

La Educación STEM transdisciplinar es la forma de integración descrita con mayor frecuencia debido a su relación con la metodología de aprendizaje basado en problemas o de aprendizaje

basado en proyectos. Los principales objetivos que se pretenden lograr a través de dicha transdisciplinariedad es la adquisición de las competencias para los ciudadanos del siglo XXI, el interés y el compromiso, así como la habilidad para establecer conexiones entre las disciplinas STEM. A través de esta formación los estudiantes obtendrán una alfabetización STEM permitiéndoles percatarse acerca de los roles de dichas disciplinas, la familiarización con algunos de los conceptos fundamentales de las áreas y un nivel básico de fluidez en la aplicación de los mismos.

De acuerdo con la naturaleza de las conexiones entre disciplinas, la Educación STEM integrada puede brindar ocasiones en las que conceptos de varias áreas se complementen, es decir, puede conectar un concepto de una asignatura para completar la práctica de otro como, por ejemplo, la aplicación de las propiedades geométricas de matemáticas con el diseño de ingeniería e, incluso, combinar dos prácticas como la evidencia científica y el diseño de ingeniería de manera que al realizar un experimento parte de la información recogida pueda tener una aplicación.

Este nivel de integración pretende agregar las asignaturas de forma holística presentando al joven un problema de la vida real y que busca dar respuesta a problemas urgentes de la sociedad. No obstante, se debe destacar que en la Educación STEM integrada es muy frecuente la situación en la que una de las disciplinas adopta un rol dominante, como consecuencia la inclusión de conceptos o prácticas de otras áreas tiende a apoyar o profundizar el aprendizaje y comprensión de la asignatura que adopta la posición central.

A pesar de ser la más ardua de conseguir, existen otros niveles de integración por los cuales los docentes pueden promover experiencias STEM para sus alumnos. Como, por ejemplo, la Educación STEM integrante, en ella Bruning, Schraw, Norby & Ronning (2010) identificaron un conjunto de objetivos cognitivos, entre ellos cabe destacar que el aprendizaje es un proceso constructivo, no receptivo; además, resulta vital para el desarrollo cognitivo la interacción social; y se deben contextualizar los conocimientos y estrategias.

Por tanto, los niveles de integración son una manera definitiva para la consecución de que hechos, ideas y conceptos cobren sentido para los jóvenes. De forma que, a mayor nivel de integración, más posibilidades existen para alcanzar una mayor profundidad en el aprendizaje y, por ende, una duración más extensa.

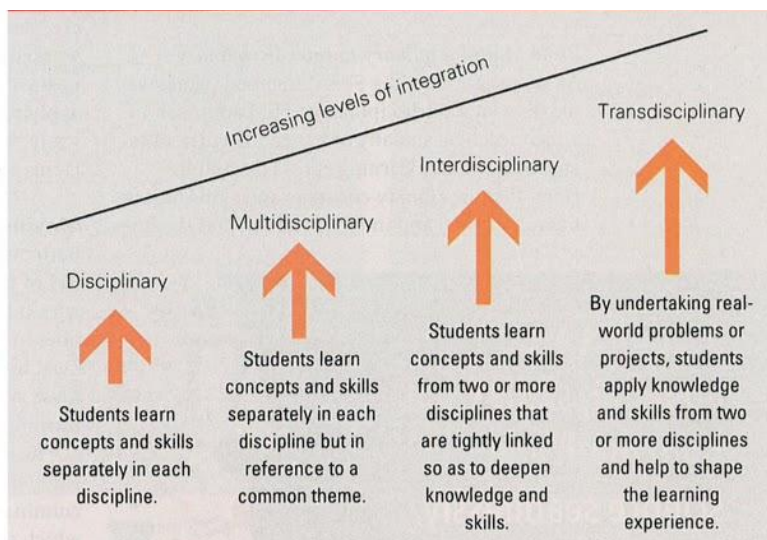


Figura 3. Niveles de integración. Fuente: Vasquez et al. (2013, p. 73).

En concordancia con lo anterior, las actividades integradoras STEM proveen de un contexto y marco de trabajo que permite a los jóvenes la organización para lograr el entendimiento de contenidos abstractos de ciencias y matemáticas, así como motivarles para la construcción de conocimiento matemático y científico contextualizado, promoviendo la transferencia entre disciplinas.

3.6 Relevancia de los museos para el fomento de la Educación STEM

Los museos interactivos han sido diseñados y contruidos con la intención específica de hacer partícipe al público de una amplia variedad de experiencias que promueven el aprendizaje de determinados tópicos, ideas y conceptos relacionados con la Educación STEM. Como consecuencia, este tipo de contextos no formales han ido favoreciendo progresivamente las oportunidades de aprendizaje en espacios no académicos.

Su creciente popularidad se debe a que pueden ser lugares para asombrarse y preguntarse acerca de artefactos cotidianos, ofreciendo oportunidades que solo se viven una vez en la vida y presentando fenómenos de manera única porque frecuentemente no pueden ser replicados afuera.

Crowley & Jacobs (2002) exponen la teoría de que en estos contextos puede surgir el cultivo del interés y el entendimiento de un concepto determinado en los niños, obteniendo como resultado

una compleja y significativa isla de conocimientos acerca del tema. La principal razón que justifica esta teoría es que en el colegio los estudiantes tienden a ser dirigidos a una serie de actividades en las que deben involucrarse, siendo estas diseñadas y explicadas por el docente. Por otro lado, el aprendizaje que tiene lugar en los museos suele caracterizarse por la libre elección de lo visitantes para elegir qué componentes de la exhibición utilizar, cuál será la siguiente actividad para visitar, cuánto tiempo estar utilizando el dispositivo. Además, otra diferencia entre estos espacios y las actividades extraescolares o los talleres de verano es que, en estos últimos, la asistencia continua es requerida ya que los conceptos se van construyendo progresivamente cada semana.

Por tanto, los museos se caracterizan por ser entornos no directivos, de carácter voluntario, personal y exploratorio, que promueven la observación, la contrastación de la teoría, la curiosidad y la especulación.

Otro de los beneficios de los museos es que no solo provocan la reflexión del visitante, sino que paralelamente tratan de despertar su curiosidad, apostando por una aprendizaje afectivo y explícito el cual pretende desarrollar determinados conocimientos y actitudes. No obstante, aunque deben tener en cuenta las inquietudes e intereses de los visitantes, no se han de adherir a estos, sino que tienen que profundizar más y tratar de sorprenderles a través de una gran diversidad de temáticas y cuestiones que promuevan el ejercicio intelectual, así como un efecto afectivo.

El aprendizaje en los museos de ciencia a través del interés y la curiosidad resultan una “experiencia enriquecedora” para el fomento de la Educación STEM, pero a su vez resulta necesario que el visitante al interactuar con el dispositivo sienta una motivación intrínseca. Para ello, Guisasola y Morentin (2005) defendían como elementos imprescindibles el establecimiento de unos objetivos claros, carentes de retroalimentación ambigua, con reglas adecuadas y que proporcionasen al visitante un cambio adaptado de sus habilidades.

Finalmente, se debe destacar que los museos enriquecen dichas oportunidades de aprendizaje gracias a la amplia variedad de experiencias que ofrece, apoyando con ello la hipótesis de las distintas inteligencias (espacial, social, psicomotriz, lingüística, musical y lógico-matemática). Además, favorecen habilidades propias de la Educación STEM como, por ejemplo, la observación y la experimentación gracias a las oportunidades de juego y exploración que ofrecen estos contextos.

4. Diseño de la investigación

4.1 Presentación de la propuesta

Tal y como se ha recogido en el marco teórico, los museos son contemplados como propuestas con un elevado potencial para impulsar la Educación STEM en ámbitos no formales. No obstante, en la actualidad pueden existir carencias de concreción acerca de estos espacios desde el ámbito educativo.

Se debe a que, por un lado, no se dispone de una clara concepción acerca de cómo deben ser estos espacios y de qué elementos deberían contar. Esta información resulta crucial si espacios como estos se quieren promover, en diversos contextos más allá de los ámbitos no formales, con el objetivo de preservar la esencia que los hace diferentes a otras propuestas educativas.

En base al incipiente conocimiento acerca de la Educación STEM en ámbitos educativos no formales se llevará a cabo un estudio cuyo objetivo será la caracterización de los museos de ciencia y tecnología de Estocolmo y Alcobendas, así como la profundización acerca del potencial de aprendizaje que ofrecen estos espacios.

En la siguiente sección se procederá a la presentación detallada del análisis de las actividades de cada museo, definiendo los objetivos perseguidos por la propuesta.

4.2 Objetivos concretos que persigue la propuesta

- Analizar las características de las actividades para caracterizar los elementos necesarios para el fomento de la Educación STEM en ámbitos no formales.
- Recoger evidencias acerca del potencial de aprendizaje de los museos en la Educación STEM.
- Identificar las limitaciones y potencialidades del *Tekniska Museet* y del MUNCYT (Museo Nacional de Ciencia y Tecnología).

4.3 Contexto en el que se aplica la propuesta

La investigación propuesta se enmarca en un contexto educativo no formal. Se trata del Museo de Ciencia y Tecnología, *Tekniska Museet*, en Estocolmo, Suecia, así como el MUNCYT (Museo Nacional de Ciencia y Tecnología), en Alcobendas, Madrid.

4.3.1 *Tekniska Museet*

Con respecto al *Tekniska Museet*, es el mayor museo de tecnología del país, además posee una carta nacional con el objetivo de preservar la historia industrial y técnica como patrimonio cultural. El museo fue inaugurado en 1923 y fue convertido en fundación en el año 1948; en la actualidad, incluye representantes de organismos de gran relevancia tales como la Asociación de Inventores Suecos o la Real Academia Sueca de Ciencias de la Ingeniería. Desde sus inicios recibe anualmente 300.000 visitantes dispuestos a experimentar, ver, sentir y tocar.

En sus 10.000 m² se pueden encontrar cuatro plantas distintas con múltiples actividades para visitantes de todas las edades, se debe destacar que se encuentra adaptado para diversas discapacidades físicas como accesos para silla de ruedas, múltiples opciones para aquellos con minusvalía visual y/o auditiva.

Figura 4. Mapa del Tekniska Museet.



Figura 5. Imágenes de los espacios del Tekniska Museet.



4.3.2 Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

En relación con el MUNCYT, abrió las puertas al público en diciembre de 2014. No obstante, su historia se remonta a 1980 cuando se comenzaron a incorporar las piezas que compondrían la colección y en 1997 abrió por primera vez sus puertas al público con la exposición “*Abriendo las puertas de la ciencia*”, la cual contaba con una colección de 350 piezas.

Esta sala albergó muestras temporales y permanentes y ofreció un amplio programa educativo, pero en marzo de 2014 fue trasladada a Alcobendas, sede actual. A pesar de ello, en la actualidad aún se puede encontrar en el anterior lugar de emplazamiento, el Paseo de las Delicias, el Almacén de la Colección, el Archivo y la Biblioteca, conformando un centro de investigación acerca del patrimonio técnico y científico a disposición de todos.

La colección actual consta de más de 17.000 objetos, múltiples exposiciones interactivas para los visitantes más inquietos y curiosos, un Nanoplanetario (en el que se hacen explicaciones para grupos de centros educativos, así como para visitantes de 3 a 8 años), un Nanoespacio y un

Microespacio (que son espacios destinados al público infantil de 3 a 5 años o de 3 a 8 años, respectivamente), Aulas Taller y un Planetario.

Figura 6. Mapa del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

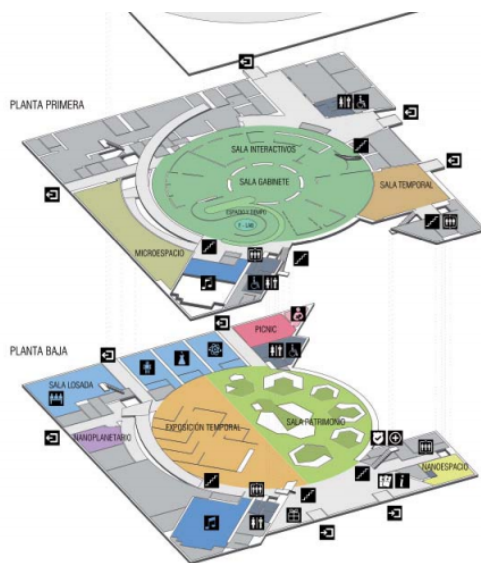
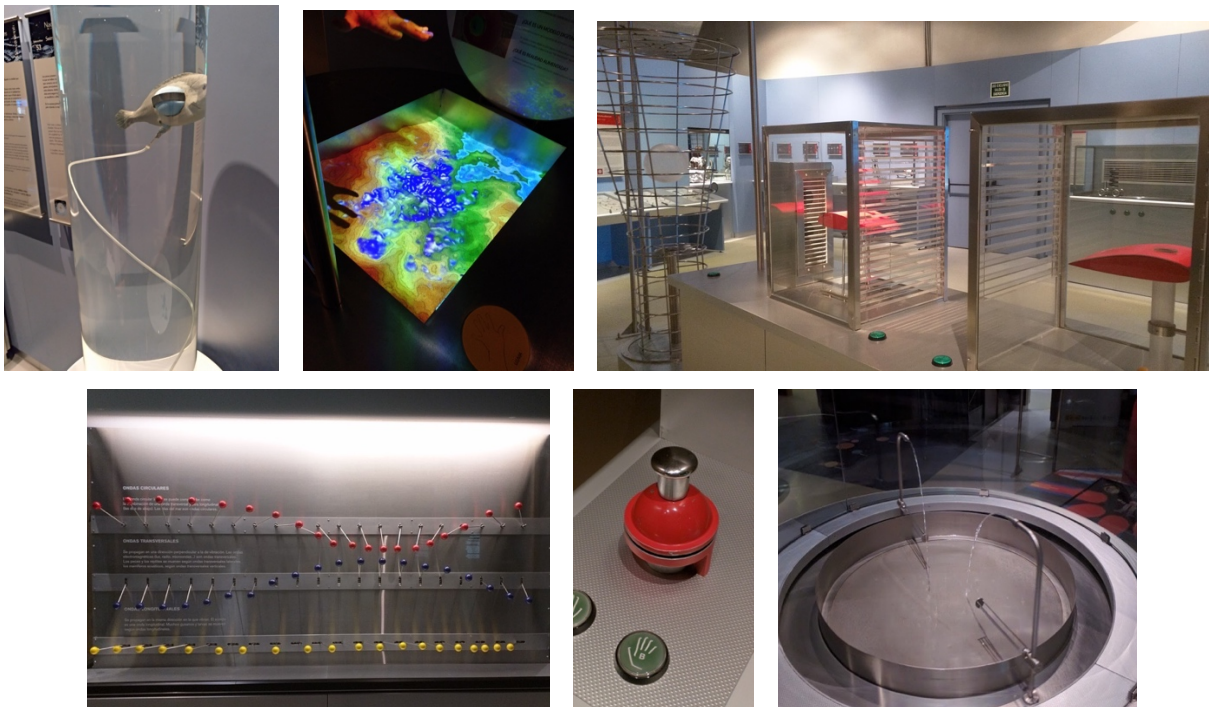


Figura 7. Imágenes de los espacios del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.



4.4 Metodología para la recogida de información

Una vez se ha presentado el contexto de la investigación, en este apartado se detalla cuál ha sido la metodología que se ha empleado para abordar los objetivos planteados para esta investigación. En la primera parte de esta sección se especificará el marco metodológico que se plantea y se procederá a presentar el paradigma en el que se localiza la investigación. Con posterioridad, en el segundo apartado se aborda el método empleado para el análisis de los datos recogidos.

4.4.1 Paradigma de la investigación y marco metodológico

La investigación llevada a cabo se encuentra enmarcada principalmente en el paradigma interpretativo, el cual, en contraste con el paradigma positivista, sostiene que la realidad es un constructo social y, por tanto, no se puede desarrollar la subjetividad de cada individuo (Cohen & Crabtree, 2006). Como consecuencia de este paradigma, se reconoce la influencia a lo largo de toda la investigación de los valores de la investigadora o investigador de manera que los resultados tendrán un carácter interpretativo. Además, se ha de tener en cuenta que las interpretaciones realizadas tienen lugar en un tiempo, contexto y situación determinados (Garrido, 2016).

A parte del paradigma interpretativo, se ha decidido optar por una metodología cualitativa tanto en los datos recogidos como en el análisis de los mismos. Una de las principales razones que motivó a la elección de esta metodología fue que esta suele responder preguntas abiertas y de carácter exploratorio por ser un ámbito en el que no hay mucho conocimiento (como sería el caso de esta propuesta de investigación) o por la existencia de resultados confusos o contradictorios (Elliot & Timulack, 2005).

4.3.1.1 Métodos utilizados para la recogida de información

Desde el inicio del diseño de la investigación y en coherencia con el marco metodológico expuesto con anterioridad, se consideró como medio más adecuado para la recogida de datos las observaciones. En concreto, se optó por una metodología de observaciones no participantes.

La observación es definida por algunos autores como un método que se divide en tres etapas. La primera se caracteriza por ser la más descriptiva, en ella se realiza una observación más amplia de forma que el investigador o investigadora tenga una visión general del contexto. La segunda, resulta más focalizada, por lo que se restringen las actividades que se van a observar en función

de unos intereses específicos. Por último, se produce una observación selectiva que permite el análisis de las relaciones entre los elementos que han resultado de mayor interés para la investigación. Por tanto, de acuerdo a este proceso, la observación llega a su fin cuando las observaciones ya no aportan nueva información (Liu & Matilis, 2010).

En una investigación, el tipo de observación que se puede realizar se encuentra definido por el rol del investigador y el nivel de estructuración (Taber, 2013). En relación al rol del investigador, este puede actuar de forma que no sea visible con el objetivo de no influir en lo que sucede (observaciones no participantes) o tomar parte de la interacción que se estudia (observaciones participantes). Por un lado, la estructuración para la recogida de datos mediante la observación se puede hacer a través de notas de campo en las que se anote todo aquello que sea relevante para el investigador o investigadora. Sin embargo, el empleo de la observación como método para la recogida de datos resulta de gran complejidad debido a que requiere la utilización de los cinco sentidos del investigador o investigadora; todo ello se ve incrementado en el caso de las observaciones no participantes. Es por ello, que para una mayor recopilación de datos se llevó a cabo la grabación de vídeos, que pueden encontrarse en el apartado “*Anexos*” al escanear un código QR, y la realización de fotografías durante la investigación. Además, el uso de vídeos para la recogida de datos permite reproducir una situación cuantas veces sea necesario de forma que aporta nueva información, la cual podría haber pasado desapercibida si la investigación se basase únicamente en la observación instantánea.

Por otro lado, se debe resaltar que, a pesar de que la recogida de datos a través de vídeos permite una observación continua requerida por los contextos naturales, por su carácter imprevisible y complejidad, las notas de campo complementan los datos grabados al incluir información contextual que difícilmente podría ser recogida de manera audiovisual (Grimalt, 2015). No obstante, dichas notas de campo deben ser tomadas tan pronto como sea posible debido a que la información que se olvida incrementa con el paso del tiempo (L. Cohen, Manion & Morrison, 2013). En esta investigación las notas tomadas resultan complementarias a los datos grabados en vídeo y las fotografías tomadas, siendo estas últimas consideradas evidencias de apoyo para el resto de los datos que fueron recogidos.

4.4.2 Análisis de la información

Para analizar los datos recogidos y en base a lo definido en la literatura relacionada con la Educación STEM, así como a aquellas características que se han destacado en apartados anteriores, se han empleado cuatro dimensiones que Simarro (2019) consideraba fundamentales para la caracterización de una actividad en los espacios *makers*:

1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que se trabajan.
2. Grado de ludificación.
3. Grado de posibilidad de retroalimentación.
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo.

Para cada una de estas cuatro dimensiones, se han definido unos descriptores con el objetivo de permitir la valoración del desempeño de cada una de las dimensiones que han sido especificadas; dichos descriptores tienen su origen en la literatura acerca de la Educación STEM y pueden ser observados en la *Tabla 1*. La valoración realizada acerca del grado de desempeño de los descriptores está basada en la obtención de múltiples evidencias gráficas en base a los datos analizados.

Para poder valorar el “grado” de desempeño de cada dimensión se clasifican en: Alto (si había evidencias de todos los descriptores), Medio (si solo se cumplían algunos) o Bajo (si no se cumplía casi ninguno).

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Tabla 1. Dimensiones y descriptores propuestos para el análisis de los espacios educativos no formales.

Dimensión	Descriptores
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar.	1.1 Materiales y dispositivos diversos.
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso.
	1.3 Posibilidad de combinaciones.
2. Grado de ludificación.	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil.
	2.2 Sensación de libertad.
	2.3 Diversión.
3. Grado de posibilidad de retroalimentación.	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas.
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo.	4.1 Promoción de la colaboración entre personas.

Además, se decidió incluir otra dimensión para analizar la demanda cognitiva (Tabla 2) de la interacción, cuyas categorías se encuentran inspiradas en las versiones más actuales de la taxonomía de Bloom (Krathwohl, 2002).

Tabla 2. Dimensiones, categorías y subcategorías consideradas para el análisis de datos.

Dimensión	Categoría	Subcategoría
Demanda cognitiva (de menos a más alta)	Recordar, conocer	<i>Observar, listar, manifestar, nombrar, recuperar, definir, describir, memorizar, recitar, reconocer, localizar, denominar, identificar, encontrar, reproducir, resumir, recordar.</i>
	Comprender, entender	<i>Clasificar, parafrasear, resumir, dar ejemplos, discutir, expresar, predecir, ilustrar, interpretar, explicar, interrelacionar, defender.</i>
	Aplicar	<i>Demostrar, modificar, construir, clasificar, distinguir, desempeñar, categorizar, implementar, inferir, ejecutar, priorizar, usar, examinar.</i>
	Analizar	<i>Integrar, comparar, diferenciar, clasificar, estructurar, distinguir, delinear, categorizar, atribuir, organizar, deconstruir.</i>
	Evaluar	<i>Evaluar, juzgar, revisar, ponderar, comprobar, criticar, formular hipótesis, considerar, revisar, opinar, justificar, calificar, recomendar, concluir, apreciar.</i>
	Sintetizar, crear	<i>Elaborar, combinar, trazar, diseñar, construir, formular, idear, componer, producir, originar, generar.</i>

5. Análisis de las actividades

5.1 Análisis de las actividades del *Tekniska Museet*

Tal y como se ha comentado en el contexto en el que se aplica la propuesta el *Tekniska Museet* es un museo que cuenta con múltiples exposiciones, entre las que destacan las que permiten a los visitantes experimentar e interactuar con los diversos dispositivos de la colección.

A continuación, se procede a realizar un análisis de seis actividades de dicho espacio con el fin de alcanzar los objetivos propuestos para esta investigación. Dichas actividades son:

- Actividad 1. Teorema de Pitágoras.
- Actividad 2. Ascendiendo.
- Actividad 3. Oscilindroscopio.
- Actividad 4. Sombras coloridas.
- Actividad 5. Vídeo microscopio.
- Actividad 6. Patrones giratorios.

Actividad 1. Teorema de Pitágoras

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Calcular el área del triángulo.
- Obtener información relevante sobre hechos basados en la observación.
- Comprender el método de calcular el área de un triángulo.
- Valorar la utilidad de los conocimientos matemáticos adecuados y reflexionar sobre el proceso aplicado para la resolución de problemas.

- Contenidos:

- Teorema de Pitágoras.
- Aproximación experimental a cuestiones matemáticas.
- Aplicación de fórmulas para el cálculo del área del triángulo.
- Realización de mediciones o particiones necesarias para calcular el área de figuras geométricas sencillas.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, experimentar y comprender de manera correcta el fundamento científico de la misma, se calcula una duración aproximada de diez minutos.

- Fundamento científico:

La superficie del cuadrado “C” es tan grande como la de los cuadrados “A” y “B” juntos. Los dos lados más cortos del triángulo “a” y “b” se denominan catetos, y el lado más largo, “c”, se llama hipotenusa. Esta relación matemática se conoce como Teorema de Pitágoras y su fórmula matemática es $a^2 + b^2 = c^2$.

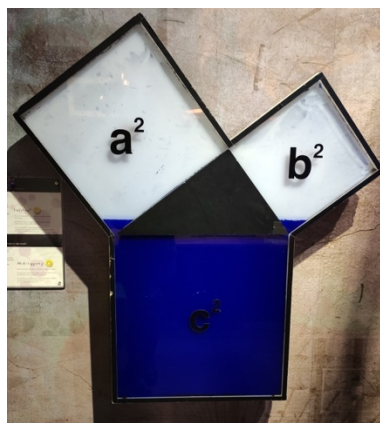


Figura 8. Dispositivo de la Actividad 1. Teorema de Pitágoras.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad, como se puede observar en el “*Anexo 1. Código QR con el vídeo de la “Actividad 1. Teorema de Pitágoras”*”, la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata. Se debe a que si giran el cuadrado con la “C” verán que se llena por completo y si continúan girando la figura 180° (con los cuadrados “A” y “B” hacia abajo) podrán observar cómo ahora resultan necesarios ambos cuadrados para

completar el reparto del líquido azul. Además si, por ejemplo, alguno de los niños decide intentar dejar boca abajo el cuadrado “A” o “B”, podrá contemplar cómo no entra todo el líquido dentro del mismo.



Figura 9. Posibilidad de combinación del dispositivo de la Actividad 1. Teorema de Pitágoras.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, esta actividad se podría contemplar para alumnos de los cursos 5º y 6º. Esto se debe a que en el marco legislativo podemos encontrar como estándares de aprendizaje para estos cursos “*Conoce la fórmula del área del triángulo y es capaz de aplicarla, midiendo o usando dimensiones dadas*” y “*Conoce la fórmula del área del triángulo y es capaz de aplicarla a figuras de dimensiones dadas*”, respectivamente.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 1. Iniciación a la actividad científica.		
Iniciación a la actividad científica. Aproximación experimental a algunas cuestiones.	1. Obtener información relevante sobre hechos o fenómenos previamente delimitados, haciendo predicciones sobre sucesos.	1.2. Utiliza medios propios de la observación.
Matemáticas – Bloque 4. Geometría.		
Área del triángulo.	3. Comprender el método de calcular el área de un triángulo. 7. Identificar, resolver problemas adecuados a su nivel, estableciendo conexiones con las matemáticas. Reflexionando sobre el proceso aplicado para la resolución de problemas.	3.1 Calcula el área de un triángulo. 7.1. Resuelve problemas geométricos que impliquen dominio de los contenidos trabajados, utilizando estrategias heurísticas, valorando las consecuencias de las mismas. 7.2. Reflexiona sobre el proceso de resolución de problemas.

A continuación, se expone la *Tabla 4* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 4. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 1.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños identificar distintas figuras geométricas, así como observar el Teorema de Pitágoras.
	Comprender	Alta, porque ilustra de manera visual el Teorema de Pitágoras.
	Aplicar	Media, ya que permite la manipulación de la figura que se localiza en la pared pueden experimentar y comprobar el funcionamiento del teorema.
	Analizar	Baja, debido a que no permite la comparación ni categorización.
	Evaluar	Media, porque pueden formular hipótesis antes de la manipulación de la figura con cuadrados de la pared.
	Crear	Media, ya que a pesar de no permitirles construir o elaborar, sí que pueden formular por sí mismos la fórmula del Teorema de Pitágoras.

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Finalmente, se adjunta la *Tabla 5* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 5. Resumen y análisis de la Actividad 1.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad únicamente cuenta con una figura anclada a la pared, compuesta de tres cuadrados identificados con a^2 , b^2 y c^2 .	Medio
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	A pesar de la facilidad de uso y manejo del material de la actividad, no existen demasiadas combinaciones posibles a excepción de las explicadas previamente en el apartado de “ <i>Retroalimentación</i> ”.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen.	Medio
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad no hay límites acerca de lo que deben hacer, pero en el panel explicativo sí que aparecen unas directrices como sugerencia acerca de lo que deben hacer: “Gira el objeto de manera que el cuadrado más grande “C” se llene con el agua. Cuando “C” esté lleno, gira el	

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Características de la actividad			Grado
		objeto de manera que “A” y “B” se llenen de agua. Date cuenta de que el objeto entre los cuadrados es un triángulo rectángulo”.	
	2.3 Diversión	La propuesta puede resultar relativamente atractiva debido al llamativo líquido que se encuentra dentro de los cuadrados y se desplaza en función de hacia dónde gires la figura. Los niños disfrutan probándola varias veces y comprobando qué sucede en función de la pieza que dejen boca abajo.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este es un dispositivo en el que existe una solución única y los niños pueden hacer tantas pruebas como quieran, pero existen posibilidades intermedias que permiten construir aprendizajes.	Alta
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	A pesar de que la figura resulta de gran tamaño, se considera que esta está diseñada para el manejo de un único niño o niña, o como máximo de dos personas. Por lo que se concluye que no promueve excesivamente la cooperación o colaboración entre visitantes.	Bajo

Actividad 2. Ascendiendo

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Observar y explorar la utilidad de la polea.
- Valorar la utilidad de algunos avances para el progreso de la sociedad.
- Identificar la energía mecánica como un tipo de energía.

- Contenidos:

- Las poleas y su utilidad.
- La energía mecánica.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, de manera que se eleven a sí mismos hasta arriba del todo, así como para comprender correctamente el fundamento científico de la misma, se calcula una duración aproximada de diez o quince minutos.

- Fundamento científico:

Si tiras de la cuerda te estarás elevando a ti mismo; tu peso se distribuye entre las poleas por las que pasa la cuerda. Se debe destacar que una polea es una rueda que se mueve con libertad sobre un eje.

Las poleas son empleadas para reducir el esfuerzo y la fuerza requeridos para elevar una carga, por ejemplo, elevarse en la silla roja requiere más esfuerzo que en la azul ya que en esta última se utiliza un mayor número de poleas.



Figura 10. Dispositivo de la Actividad 2. Ascendiendo.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad, como se puede observar en el “*Anexo 2. Código QR con el vídeo de la “Actividad 2. Ascendiendo”*”, la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata debido a que si no van tirando de la cuerda el asiento en el que están sentados no se elevará.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, esta actividad se podría contemplar para alumnos de los cursos de 2º y 3º de Educación Primaria y, en especial, para 4º y 5º. La principal razón es que uno de los estándares para el curso de 2º es “*Identificar algunas máquinas y aparatos de la vida cotidiana y explica su utilidad y funcionamiento*” y para 3º, “*Describe alguna máquina y aparato de la vida cotidiana explicando sus componentes, funcionamiento y utilidad*”. No obstante, las poleas aparecen nombradas de manera concreta en los estándares de 4º curso y en 5º curso, la energía mecánica.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 6*.

Tabla 6. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 4. Materia y energía.		
Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas.	5. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos.	4.1. Planifica y realiza sencillas experiencias y predice cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas o de las aportaciones de energía, comunicando el proceso seguido y el resultado obtenido.
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 5. La tecnología, objetos y máquinas.		
Máquinas y aparatos. Tipos de máquinas en la vida cotidiana y su utilidad	1. Conocer los principios básicos que rigen máquinas y aparatos.	1.1. Identifica diferentes tipos de máquinas, y las clasifica según el número de piezas, la manera de accionarlas, y la acción que realizan. 1.2. Observa, identifica y describe algunos de los componentes de las máquinas. 1.3. Observa e identifica alguna de las aplicaciones de las máquinas y aparatos,

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
		y su utilidad para facilitar las actividades humanas.

A continuación, se expone la *Tabla 7* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 7. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 2.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños identificar qué es una polea y observar cuál es su utilidad.
	Comprender	Alta, porque ilustra de qué manera facilitan las poleas el elevar cargas pesadas requiriendo poco esfuerzo.
	Aplicar	Alta, ya que les demuestra que usando su peso como carga pueden elevarse con su propia fuerza, sin requerir excesivo esfuerzo.
	Analizar	Baja, debido a que no permite la comparación ni categorización.
	Evaluar	Media, porque pueden considerar en qué aparatos de su vida cotidiana pueden esconderse poleas.
	Crear	Media, ya que a pesar de no permitirles construir o elaborar, sí que pueden idear un esquema de los componentes necesarios para construir una polea.

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Finalmente, se adjunta la *Tabla 8* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 8. Resumen y análisis de la Actividad 2.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad únicamente cuenta con un par de asientos que se elevarán gracias a una cuerda que cuelga delante de los mismos y que pasa por una polea situada arriba del todo.	Medio
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que únicamente se deben sentar en el asiento, abrocharse el cinturón y comenzar a tirar de la cuerda para elevarse.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	A pesar de la facilidad de uso y manejo del material de la actividad, no permite realizar ninguna combinación.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen.	Alto
		En esta actividad no hay límites acerca de lo que deben hacer, pero en el panel explicativo sí que aparecen unas directrices como sugerencia acerca de lo que deben hacer: “Siéntate y abróchate el cinturón. Tira de	

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Características de la actividad			Grado
	2.2 Sensación de libertad	la cuerda y trata de elevarse a ti mismo. Prueba la otra silla, ¿notas alguna diferencia?”.	
	2.3 Diversión	La propuesta puede resultar relativamente atractiva debido a que los niños pueden verse motivados por el hecho de elevarse a sí mismos a cierta distancia del suelo. Así mismo, la actividad puede resultar para ellos como un reto. Los niños disfrutaban probándola varias veces y comprobando qué sucede si en vez de sentarse en la silla roja se sientan en la azul.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este dispositivo se caracteriza por tener una única solución y los niños pueden hacer tantas pruebas como quieran, pero no existen posibilidades intermedias.	Medio
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Tal y como puede apreciarse en la imagen, el asiento es para una única persona de manera que la única forma que podría existir de cooperación sería que uno o varios niños desde abajo trataran de ayudar al que se está elevando tirando todos juntos de la cuerda.	Medio

Actividad 3. Oscilindroscopio

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Realizar experiencias sencillas que permitan predecir cambios en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas.
- Explorar y utilizar las posibilidades sonoras de diferentes materiales.

- Contenidos:

- La energía sonora.
- Transmisión del sonido como vibración.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, de manera que los visitantes puedan experimentar y observar los distintos patrones en función de la cuerda que hagan vibrar y de si pisan el pedal o no, así como para comprender correctamente el fundamento científico de la misma, se calcula una duración aproximada de cinco minutos.

- Fundamento científico:

Los tonos de la guitarra se vuelven visibles como patrones curvilíneos en el cilindro negro.

Cuando se pisa el pedal, aumenta la tensión de las cuerdas. Cuanto más tirante la cuerda, más alto será el tono que se escuche y diferente las imágenes del sonido. Cada una de las cuerdas crea su propia imagen del sonido que es diferente a las otras dos. Sin embargo, se debe destacar que la apariencia de cada una de las imágenes del sonido depende de la vibración (frecuencia) de las cuerdas de la guitarra.

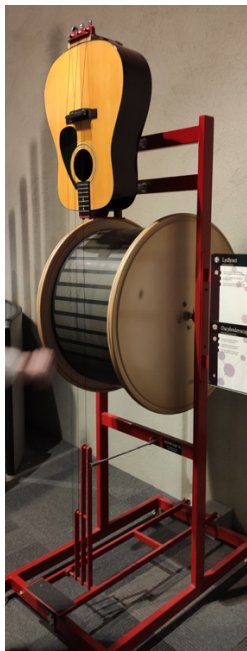


Figura 11. Dispositivo de la Actividad 3. Oscilindroscopio.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad, como se puede observar en el “*Anexo 3. Código QR con el vídeo de la “Actividad 3. Oscilindroscopio”*”, la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata debido a que cada vez que tocan una de las cuerdas esta proyecta una sombra curvilínea diferente sobre el cilindro negro.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, esta actividad se podría contemplar para alumnos a partir de 4º de Educación Primaria debido a que es en estos cursos cuando se trata de manera concreta los distintos tipos de energía, así como los cambios en los cuerpos por efecto de las fuerzas.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 9*.

Tabla 9. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 4. Materia y energía.		
Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas.	5. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos.	4.1. Planifica y realiza sencillas experiencias y predice cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas o de las aportaciones de energía, comunicando el proceso seguido y el resultado obtenido.
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 5. La tecnología, objetos y máquinas.		
Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante el sonido.	Planificar y realizar sencillas investigaciones para estudiar el comportamiento de los cuerpos ante, el sonido.	Identifica y explica alguna de las principales características de las diferentes formas de energía: mecánica y sonora.

A continuación, se expone la *Tabla 10* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 10. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 3.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños describir cómo se transmite el sonido.
	Comprender	Alta, porque ilustra de qué manera el sonido viaja a través de un cuerpo.
	Aplicar	Alta, ya que a través del dispositivo los visitantes son capaces de demostrar cómo viaja el sonido a través de la vibración de un cuerpo.
	Analizar	Alta, debido a que les permite comparar distintos patrones curvilíneos en función de la cuerda que toquen.
	Evaluar	Alta, porque pueden formular hipótesis acerca de qué sucederá si tocan una cuerda en vez de otra, o si pisan el pedal.
	Crear	Baja, ya que no les permite construir o elaborar ningún dispositivo.

Finalmente, se adjunta la *Tabla 11* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 11. Resumen y análisis de la Actividad 3.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad únicamente cuenta con un dispositivo que, a pesar de tener una apariencia extraña, resulta llamativo para los visitantes.	Alto
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que les permite ir tocando múltiples cuerdas mientras gira un cilindro negro en el que se proyecta la sombra de las cuerdas y cómo afecta en esta la vibración de dichas cuerdas.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	En este caso al disponer de varias cuerdas y un pedal el dispositivo alberga varias combinaciones posibles para que descubran los visitantes.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen. Sin embargo, el propio dispositivo en sí podría llamar la curiosidad de los niños ya que se preguntarían qué es o para qué sirve.	Alto
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad no hay límites acerca de lo que deben hacer, pero en el panel explicativo sí que aparecen unas directrices como sugerencia acerca	

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Características de la actividad			Grado
		de lo que deben hacer: “Haz girar el cilindro y toca las tres cuerdas de la guitarra. Observa los patrones curvilíneos que proyecta la sombra en el cilindro negro. Utiliza el pedal para cambiar el sonido y la imagen lumínica”.	
	2.3 Diversión	La propuesta puede resultar relativamente atractiva debido a que los niños pueden verse motivados por el aspecto tan extraño del dispositivo. Además, los niños disfrutan probándolo varias veces y comprobando qué sucede si en vez de tocar una cuerda, tocan otra o pisan el pedal.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este dispositivo se caracteriza por no tener una única solución de forma que los niños pueden hacer tantas pruebas como quieran; como consecuencia, a partir de las múltiples posibilidades se va construyendo el aprendizaje.	Alto
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Tal y como puede apreciarse en la imagen, en este dispositivo pueden estar varios niños a la vez unos tocando distintas cuerdas y otros pisando el pedal. Por lo que sí permite de manera limitada el uso colaborativo de los visitantes.	Medio

Actividad 4. Sombras coloridas

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Realizar experiencias para estudiar las consecuencias de la unión de luz de diferentes tonalidades.
- Identificar y explicar algunas características de la energía lumínica.

- Contenidos:

- Uso y características de los colores básicos (rojo, verde y azul) y colores secundarios.
- La energía lumínica y sus características.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, de manera que los visitantes puedan experimentar y tratar de conseguir la luz amarilla, así como para comprender correctamente el fundamento científico de la misma, se calcula una duración aproximada de cinco minutos.

- Fundamento científico:

Mezclar luz de distintos colores permite crear nuevas tonalidades. Por ejemplo, cuando bloqueamos la luz azul, se arroja una sombra de luz roja y verde, las cuales se unen para dar lugar al color amarillo. De hecho, de acuerdo a la naturaleza física de la luz estas siguen siendo luz roja y verde siendo reflectadas en una superficie; no obstante, el ojo y cerebro perciben esta mezcla como amarillo. Rojo, verde y azul son denominados colores básicos; el resto de los colores se producen gracias a la mezcla de estos en diferentes intensidades. Además, la luz blanca procede de la unión luminosa de los tres colores básicos (rojo, verde y azul).



Figura 12. Dispositivo de la Actividad 4. Sombras coloridas.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad, como se puede observar en el “*Anexo 4. Código QR con el vídeo de la “Actividad 4. Sombras coloridas”*”, la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata debido a que cada vez que traten de tapar una de las tres luces (roja, verde o azul) obtendrán una tonalidad completamente distinta como, por ejemplo, si bloquean la azul, conseguirán que la luz que se refleja en la superficie sea de color amarillo.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, esta actividad se podría contemplar para alumnos a partir de 5º de Educación Primaria debido a que es en este curso cuando se tratan los distintos tipos de energía, entre ellos, la energía lumínica.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 12*.

Tabla 12. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 4. Materia y energía.		
Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas. Concepto de energía. Diferentes formas de energía.	4. Planificar y realizar sencillas investigaciones para estudiar el comportamiento de los cuerpos ante la luz. 5. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos.	4.1. Planifica y realiza sencillas experiencias y predice cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas o de las aportaciones de energía, comunicando el proceso seguido y el resultado obtenido. 4.2. Identifica y explica algunas de las principales características de la energía, como la lumínica.

A continuación, se expone la *Tabla 13* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 13. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 4.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños reconocer e identificar los colores básicos y los que se obtienen al mezclarlos.
	Comprender	Alta, porque ilustra de qué manera se obtienen el color amarillo gracias a la mezcla de luz roja y verde.
	Aplicar	Alta, ya que a través del dispositivo los visitantes son capaces de demostrar cómo se obtienen los colores secundarios.
	Analizar	Alta, debido a que les permite comparar cómo obtener distintos colores secundarios.
	Evaluar	Alta, porque pueden justificar cómo se originan los colores secundarios a partir de los básicos.
	Crear	Baja, ya que no les permite construir o elaborar ningún dispositivo.

Finalmente, se adjunta la *Tabla 14* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 14. Resumen y análisis de la Actividad 4.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad únicamente cuenta con un dispositivo que puede resultar relativamente llamativo debido a las luces que emite.	Alto
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que les permite ir bloqueando una luz concreta para obtener una tonalidad nueva.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	En este caso al disponer de varias luces de colores básicos que pueden ir bloqueando, de manera que permite a los visitantes ir experimentando y obteniendo nuevos colores secundarios.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen. Sin embargo, el propio dispositivo en sí podría llamar la curiosidad de los niños ya que emite luces de distintas tonalidades.	
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad no hay límites acerca de lo que deben hacer, pero en el panel explicativo sí que aparecen unas directrices como sugerencia acerca	

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Características de la actividad			Grado
		de lo que deben hacer: “Enciende las luces roja, verde y azul. Trata a hacer sombras con tus manos, ¿qué colores ves? No hay luz amarilla, pero trata de conseguir una sombra amarilla. ¿De dónde proviene este color?”	Alto
	2.3 Diversión	La propuesta puede resultar relativamente atractiva debido a que los niños pueden verse motivados por las luces y sombras que pueden ir creando con sus propias manos. Además, los niños disfrutan probándolo varias veces y comprobando qué sucede si en vez de bloquear la luz roja, tapan la verde o la azul.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este dispositivo se caracteriza por no tener una única solución de forma que los niños pueden hacer tantas pruebas como quieran; como consecuencia, a partir de las múltiples posibilidades se va construyendo el aprendizaje.	Alto
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Tal y como puede apreciarse en la imagen, este dispositivo no promociona el trabajo colaborativo o cooperativo, pero permite que pueden estar varios niños a la vez haciendo sombras y descubriendo qué colores secundarios se obtienen.	Bajo

Actividad 5. Vídeo microscopio

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Utilizar el microscopio como recurso para la investigación y experimentación.
- Valorar la influencia del desarrollo tecnológico en las condiciones de vida y en el trabajo.

- Contenidos:

- Iniciación a la actividad científica.
- El microscopio y su utilidad.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, de manera que los visitantes puedan experimentar cómo se ve cada uno de los objetos a través del microscopio, así como para ampliar o reducir la imagen y valorar la utilidad del microscopio y lo que ha supuesto para la sociedad, se calcula una duración aproximada de diez minutos.

- Fundamento científico:

Los objetos se ven aumentados en la pantalla. Los vídeo microscopios son usados, por ejemplo, por personas que tienen empleos donde deben observar objetos muy pequeños (por ejemplo, doctores, microbiólogos, biólogos marinos y geólogos).

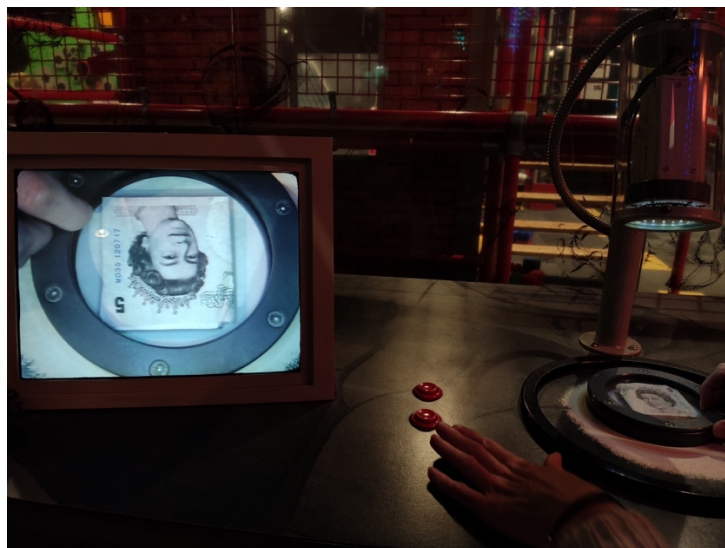


Figura 13. Dispositivo de la Actividad 5. Video microscopio.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad, como se puede observar en el “*Anexo 5. Código QR con el vídeo de la “Actividad 5. Vídeo microscopio”*”, la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata debido a que cada vez que sitúan una de las placas podrá observar en la pantalla dicho elemento de manera ampliada.



Figura 14. Dispositivo de la Actividad 5. Video microscopio.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, esta actividad se podría contemplar para alumnos a partir de 1º de Educación Primaria debido a que se considera conveniente iniciar cuanto antes a los jóvenes en la actividad científica.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 15*.

Tabla 15. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 1. Iniciación a la actividad científica.		
Iniciación a la actividad científica. Aproximación experimental a algunas cuestiones. Utilización de diversos materiales, teniendo en cuenta las normas de seguridad.	1. Obtener información relevante sobre hechos previamente delimitados, integrando datos de observación directa.	1.2. Utiliza medios propios de la observación. 1.4. Desarrolla estrategias adecuadas para acceder a la información.

A continuación, se expone la *Tabla 16* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 16. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 5.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños observar cómo funciona un vídeo microscopio.
	Comprender	Alta, porque ilustra de qué manera se observa un elemento a través del microscopio
	Aplicar	Alta, ya que a través del dispositivo los visitantes son capaces de usar por ellos mismos un vídeo microscopio.

	Analizar	Baja, debido a que no les permite comparar o integrar ningún elemento.
	Evaluar	Alta, porque pueden apreciar la utilidad del microscopio y considerar qué avances puede haber supuesto para la sociedad.
	Crear	Baja, ya que no les permite construir o elaborar ningún dispositivo.

Finalmente, se adjunta la *Tabla 17* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 17. Resumen y análisis de la Actividad 5.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad cuenta con varios dispositivos (la pantalla y el microscopio) y aunque carecen de ninguna pegatina de carácter infantil, podrían resultar relativamente llamativos debido a la curiosidad que podría despertar en ellos el utilizar un microscopio.	Alto
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que les permite situar cada elemento debajo del microscopio para verlo aumentado en la pantalla.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	En este caso al disponer de varios elementos para poner bajo el microscopio, los visitantes pueden ir experimentando y aumentar o alejar la lente para obtener un mayor o menor grado de detalle.	

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Características de la actividad			Grado
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen. Sin embargo, el propio dispositivo en sí podría llamar la curiosidad de los niños ya que son ellos mismos quienes manejan la lente del microscopio, así como el elemento que quieren observar a través del dispositivo.	Alto
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad no hay límites acerca de lo que deben hacer, pero en el panel explicativo sí que aparecen unas directrices como sugerencia acerca de lo que deben hacer: “Sujeta uno de los objetos antiguos debajo de la lente del microscopio y aumenta el zoom para hacer el objeto más grande o pequeño. Puedes poner debajo de la lente del microscopio lo que quieras (dedos, pelo o ropa).”	
	2.3 Diversión	La propuesta puede resultar relativamente atractiva debido a que los niños pueden verse motivados por utilizar ellos mismos un dispositivo científicamente tan especial como puede resultar un vídeo microscopio	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este dispositivo se caracteriza por no tener una única solución de forma que los niños pueden hacer tantas pruebas como quieran; como consecuencia, a partir de las múltiples posibilidades se va construyendo el aprendizaje.	Alto

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Características de la actividad			Grado
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Tal y como puede apreciarse en la imagen, este dispositivo no promociona el trabajo colaborativo o cooperativo, ni tampoco permite que varios niños manipulen el dispositivo simultáneamente. Como máximo uno podría colocar elementos debajo de la lente del microscopio y otro ampliar o reducir la imagen.	Medio

Actividad 6. Patrones giratorios

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Realizar experiencias sencillas que permitan predecir cambios en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas.
- Identificar la energía mecánica como un tipo de energía.
- Experimentar la expresividad de un material o técnica pictórica.

- Contenidos:

- La energía mecánica.
- Elementos básicos del dibujo, la línea.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, de manera que los visitantes puedan experimentar cómo los dos movimientos (el del dedo y el del disco) se combinan para dar lugar a líneas curvas o espirales, así como para comprender de manera correcta el fundamento científico, se calcula una duración aproximada de cinco minutos.

- Fundamento científico:

Si tú vas deslizando tu dedo lentamente a través de la arena desde el centro hasta el extremo del disco, comprobarás que se dibuja una espiral. Esto se debe a la interacción de dos movimientos, la rotación del disco y el movimiento rectilíneo de tu dedo. Por esta razón, como la Tierra también gira como el disco, algunas corrientes de aire de baja presión en determinadas áreas crean formaciones de nubes con la forma de una espiral.



Figura 15. Dispositivo de la Actividad 6. Patrones giratorios.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad, como se puede observar en el “*Anexo 6. Código QR con el vídeo de la “Actividad 6. Patrones giratorios”*”, la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata debido a que si se limitan a ver girar el disco con un poco de arena no observarán casi ningún cambio. Si, por el contrario, empiezan a intentar dibujar una línea recta con su dedo contemplarán la creación de líneas curvas (si el movimiento es rápido) o de una espiral (si el movimiento es lento).

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, desde el punto de vista científico, esta actividad se podría contemplar para alumnos a partir de 4º o 5º de Educación Primaria debido a que es cuando se trabaja de manera explícita los distintos tipos de energía y cómo afectan a los cuerpos. Sin embargo, si se contempla desde el punto de vista artístico, se podría considerar como una actividad a partir de 1º de Educación Primaria debido a que les permite experimentar con la línea, uno de los elementos básicos del dibujo.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 18*.

Tabla 18. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 4. Materia y energía.		
Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas. Concepto de energía. Diferentes formas de energía.	5. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos.	4.1. Planifica y realiza sencillas experiencias y predice cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas o de las aportaciones de energía, comunicando el proceso seguido y el resultado obtenido. 4.2. Identifica y explica alguna de las principales características de las diferentes formas de energía: mecánica y sonora.
Didáctica de la Educación Plástica - Bloque 2. Expresión artística.		
Experimentación con la expresividad de los materiales.	3. Realizar producciones plásticas experimentando y reconociendo la expresividad de los diferentes materiales y técnicas pictóricas.	3.1. Utiliza las técnicas dibujísticas y/o pictóricas más adecuadas para sus creaciones manejando los instrumentos de manera adecuada.

A continuación, se expone la *Tabla 19* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 19. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 6.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños observar qué sucede si tratan de dibujar una línea recta sobre un objeto en movimiento que gira sobre sí mismo.
	Comprender	Alta, porque ilustra de qué manera actúa la energía mecánica sobre la forma de un cuerpo.
	Aplicar	Alta, ya que a través del dispositivo los visitantes son capaces de modificar la forma de la arena gracias a la energía mecánica.
	Analizar	Baja, debido a que no les permite comparar o integrar ningún elemento.
	Evaluar	Alta, porque tras interaccionar con el dispositivo pueden justificar qué sucede.
	Crear	Alta, porque pueden extrapolar lo aprendido a los fenómenos climáticos tal y como se expresa en el fundamento científico.

Finalmente, se adjunta la *Tabla 20* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 20. Resumen y análisis de la Actividad 6.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad cuenta con tres dispositivos idénticos y aunque carecen de ninguna pegatina de carácter infantil, podrían resultar relativamente llamativos debido al hecho de que la actividad implica el trabajar y experimentar con arena.	Alto
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que les permite girar el disco con arena e ir dibujando distintos patrones con sus propios dedos.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	En este caso, como los visitantes pueden decidir si dibujar una línea sobre la arena moviendo su dedo de manera rápida o lenta, así como utilizando los distintos instrumentos que había (un cepillo o una ramita), por lo que existen posibilidades de combinación.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen. Sin embargo, el propio dispositivo en sí podría llamar la curiosidad de los niños ya que les permite experimentar con arena y dibujar sobre ella.	Alto

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Características de la actividad			Grado
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad no hay límites acerca de lo que deben hacer, pero en el panel explicativo sí que aparecen unas directrices como sugerencia acerca de lo que deben hacer: “Añade arena al disco y gira la palanca para que este empiece a girar. Usa las herramientas o tus propias manos para crear patrones en la arena. ¿Qué sucede si dibujas una línea desde el centro hasta uno de los extremos del disco?”	
	2.3 Diversión	La propuesta puede resultar relativamente atractiva debido a que los niños pueden verse motivados por utilizar los distintos instrumentos para dibujar sobre la arena o, incluso, sus propias manos.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este dispositivo se caracteriza por no tener una única solución de forma que los niños pueden hacer tantas pruebas como quieran; como consecuencia, a partir de las múltiples posibilidades se va construyendo el aprendizaje.	Alto
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Tal y como puede apreciarse en la imagen, este dispositivo permite que varios niños manipulen el dispositivo simultáneamente.	Medio

5.2 Análisis de las actividades del MUNCYT (Museo de la Ciencia y la Tecnología)

Tal y como se ha comentado en el contexto en el que se aplica la propuesta, el MUNCYT es un museo que cuenta con múltiples salas, pero para el análisis de actividades nos enfocaremos a la segunda planta en la que se encuentran los dispositivos interactivos que permiten que los visitantes experimenten con ellos.

A continuación, se procede a realizar un análisis de seis actividades de dicho espacio con el fin de alcanzar los objetivos propuestos para esta investigación. Dichas actividades son:

- Actividad 1. Principio de Arquímedes.
- Actividad 2. Bola de plasma.
- Actividad 3. Poleas.
- Actividad 4. El problema de Plateau.
- Actividad 5. Remolino de agua.
- Actividad 6. Confusión térmica.

Actividad 1. Principio de Arquímedes

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Comprender el método de calcular el volumen de un objeto irregular.
- Valorar la utilidad de los conocimientos matemáticos y reflexionar sobre el proceso aplicado para la resolución de problemas.

- Contenidos:

- Principio de Arquímedes.
- Aplicación de fórmulas para el cálculo del volumen de cuerpos irregulares.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad y comprender de manera correcta el fundamento científico de la misma, se calcula una duración aproximada de cinco minutos.

- Fundamento científico:

Si se observa el dinamómetro cuando el cuerpo está fuera del líquido: la medida que marca varía conforme se sumerge.

Al introducir un cuerpo en un líquido, se origina una fuerza neta hacia arriba que se opone al peso del cuerpo: se trata del empuje descrito en el celeberrimo Principio de Arquímedes. Esta fuerza ascendente es debida a que el fluido ejerce una presión hidrostática en toda la superficie del cuerpo que se compensa en los lados, pero no en la base. Si el empuje es mayor que el peso, el cuerpo flotará; en caso contrario, se hundirá. Cuando ambas figuras se igualan, el cuerpo alcanza una posición de equilibrio.



Figura 16. Dispositivo de la Actividad 1. Principio de Arquímedes.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad, como se puede observar en el “Anexo 7. Código QR con el vídeo de la “Actividad 1. Principio de Arquímedes””, la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata, ya que al pulsar el botón el cuerpo es sumergido en el líquido de forma que se observa el Principio de Arquímedes.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, esta actividad se podría contemplar para alumnos del curso de 6º de Educación Primaria debido a que es en este curso cuando el alumnado aprende cómo calcular el volumen de ortoedros.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 21*.

Tabla 21. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 4. Materia y energía.		
Diferentes procedimientos para la medida del volumen de un cuerpo. Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad. La flotabilidad en un medio líquido.	2. Conocer los procedimientos para la medida del volumen de un cuerpo.	2.1. Utiliza diferentes procedimientos para la medida del volumen de un cuerpo. 2.3. Identifica y explica las principales características de la flotabilidad en un medio líquido.
Matemáticas - Bloque 4. Geometría.		
Aplicación de fórmulas para el cálculo del volumen de cuerpos irregulares.	7. Identificar, resolver problemas de la vida cotidiana adecuados a su nivel, estableciendo conexiones con las matemáticas y reflexionando sobre el proceso aplicado para la resolución de problemas.	7.1. Resuelve problemas geométricos que impliquen dominio de los contenidos trabajados, aplicando estrategias heurísticas. 7.2. Reflexiona sobre el proceso de resolución de problemas.

A continuación, se expone la *Tabla 22* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 22. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 1.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños observar el Principio de Arquímedes.
	Comprender	Alta, porque ilustra de manera visual el Principio de Arquímedes.
	Aplicar	Media, ya que permite la implementación del Principio de Arquímedes para la resolución del cálculo del volumen de un cuerpo irregular.
	Analizar	Baja, debido a que no permite la comparación ni categorización.
	Evaluar	Media, porque pueden formular hipótesis antes de pulsar el botón que introduce el cuerpo irregular.
	Crear	Baja, ya que no les permitir construir o elaborar ningún dispositivo.

Finalmente, se adjunta la *Tabla 23* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 23. Resumen y análisis de la Actividad 1.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad únicamente cuenta con un dinamómetro con líquido y un cuerpo que se introduce dentro del mismo.	Medio
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que únicamente deben limitarse a pulsar un botón.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	A pesar de la facilidad de uso y manejo del material de la actividad, no existe ninguna otra combinación posible.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen y los colores del dispositivo tampoco resultan llamativos.	Bajo
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad sí hay límites acerca de lo que deben hacer, además no existe un panel explicativo acerca de lo que deben hacer ya que los visitantes deben limitarse a pulsar un botón.	

Características de la actividad			Grado
	2.3 Diversión	La propuesta no resulta excesivamente atractiva debido a que se encuentra dentro de una vitrina y los visitantes solo experimentan con ella pulsando un botón que sumerge el cuerpo en el líquido.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este es un dispositivo en el que existe una solución única y los niños pueden sumergir el cuerpo tantas veces como quieran, pero no existen posibilidades intermedias que permitan la construcción de diversos aprendizajes.	Bajo
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Como este dispositivo únicamente se caracteriza por pulsar un botón para sumergir el cuerpo no promueve la cooperación o colaboración entre visitantes.	Bajo

Actividad 2. Bola de plasma

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Identificar alguna de las principales formas de energía como, por ejemplo, la eléctrica.
- Realizar experiencias sencillas con la electricidad.

- Contenidos:

- La energía eléctrica.
- Los materiales y su conductividad.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, experimentar y comprender de manera correcta el fundamento científico de la misma, se calcula una duración aproximada de entre cinco y diez minutos.

- Fundamento científico:

Si observamos la bola vemos que sus rayos se mueven al azar. Cuando se toca, los rayos se concentran bajo la mano y, al entrar en contacto con otra persona, se produce una leve descarga.

El interior de la bola contiene un gas ionizado, compuesto de átomos cargados positivamente y electrones libres: es el denominado estado de plasma. Los rayos que se observan son debidos a las desexcitaciones de los átomos del gas, que varían de color en función de los gases implicados. El estado de plasma aparece generalmente a temperaturas de uno 10.000 K, lo que en este caso se consigue aplicando gran diferencia de potencial -unos 300.000 V- entre el centro y la superficie.

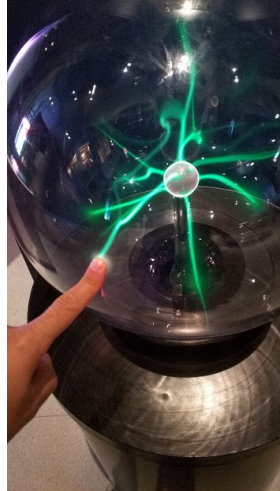


Figura 17. Dispositivo de la Actividad 2. Bola de plasma.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad, como se puede observar en el “*Anexo 9. Código QR con el vídeo de la “Actividad 2. Bola de plasma”*”, la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata, ya que al poner su mano o su dedo sobre la bola de plasma los rayos se concentrarán alrededor y bajo dichas superficies. Además, si tocan o son tocados por otra persona mientras están en contacto con la bola de plasma emitirán una pequeña descarga.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, esta actividad se podría contemplar para alumnos a partir de 5º de Educación Primaria debido a que es en este curso cuando se tratan los distintos tipos de energía, entre ellos, la energía eléctrica.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 24*.

Tabla 24. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 4. Materia y energía.		
Concepto de energía. Diferentes formas de energía.	3. Conocer las leyes básicas que rigen fenómenos como la transmisión de la corriente eléctrica. 4. Planificar y realizar sencillas investigaciones para estudiar el comportamiento de los cuerpos ante la electricidad.	3.1. Conoce las leyes básicas que rigen fenómenos como la transmisión de la corriente eléctrica. 4.2. Identifica y explica alguna de las principales características de las diferentes formas de energía eléctrica.
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 5. La tecnología, objetos y máquinas.		
Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes.	3. Conocer las leyes básicas que rigen fenómenos como la transmisión de la corriente eléctrica.	3.2. Observa, identifica y explica algunos de los efectos de la electricidad. 3.3. Expone ejemplos de materiales conductores y aislantes.

A continuación, se expone la *Tabla 25* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 25. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 2.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños reconocer un tipo de energía.
	Comprender	Alta, porque sirve como ejemplo de energía eléctrica y puede ilustrar cómo el ser humano es conductor de la electricidad.
	Aplicar	Media, ya que permite la demostración de la conductividad de los objetos, más concretamente, el ser humano.
	Analizar	Media, debido a que permite la categorización de dicha energía como eléctrica, así como el cuerpo humano como elemento conductor.
	Evaluar	Media, porque pueden formular hipótesis acerca de qué otros objetos creen que conducen o no la electricidad.
	Crear	Baja, ya que no les permitir construir o elaborar ningún dispositivo.

Finalmente, se adjunta la *Tabla 26* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 26. Resumen y análisis de la Actividad 2.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad únicamente cuenta con un dispositivo sobre el cual los visitantes podrán colocar sus dedos o manos para ver cómo actúan los rayos de plasma.	Medio
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que únicamente deben limitarse a situar sus dedos o manos sobre la bola de plasma.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	A pesar de la facilidad de uso y manejo del material de la actividad, no existe ninguna combinación.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen. A pesar de ello, debido a los coloridos rayos de plasma que se encuentran en movimiento los niños pueden sentirse atraídos a experimentar con el dispositivo.	Alto
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad no hay límites, ni tampoco existe un panel explicativo acerca de lo que deben hacer. Por lo que los visitantes pueden sentirse libres para experimentar con toda libertad.	

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Características de la actividad			Grado
	2.3 Diversión	La propuesta resulta bastante atractiva ya que los niños pueden experimentar con electricidad e incluso comprobar cómo el cuerpo humano actúa como conductor de la electricidad.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este es un dispositivo en el que no existe una solución y, por tanto, los niños pueden probar tantas veces como quieran, construyendo distintos aprendizajes.	Medio
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Como este dispositivo únicamente se caracteriza por situar los dedos o manos sobre una bola de plasma, no promueve la cooperación o colaboración entre visitantes.	Bajo

Actividad 3. Poleas

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Observar y explorar la utilidad de la polea.
- Valorar la utilidad de algunos avances para el progreso de la sociedad.
- Identificar la energía mecánica como un tipo de energía.

- Contenidos:

- Las poleas y su utilidad.
- La energía mecánica.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, de manera que eleven los distintos sacos con las poleas hasta arriba del todo, así como para comprender correctamente el fundamento científico de la misma, se calcula una duración aproximada de diez minutos.

- Fundamento científico:

Con el dispositivo, los visitantes comprueban que la fuerza necesaria para levantar cada uno de los sacos es diferente, aunque su peso sea el mismo. La diferencia estriba en que se emplean un número diferente de poleas cada vez.

Al tirar del primer saco, la fuerza que se tiene que hacer para levantarlo es igual al peso de la carga que se intenta elevar y la longitud de la cuerda que se recoge es exactamente la misma que el desplazamiento que sufre el saco. Sin embargo, por el principio de conservación de la energía, por cada polea móvil que se añada se recogerá el doble de cuerda, reduciéndose a la mitad la fuerza que se tiene que realizar para elevar el saco. Por lo tanto, en el segundo saco, con una polea más, se recogerá el doble de cuerda, pero se realizará una fuerza igual a la mitad del peso del cuerpo, mientras que en el tercer saco, con dos poleas más, la longitud de cuerda se cuadruplica y la fuerza necesaria será la cuarta parte.



Figura 18. Dispositivo de la Actividad 3. Poleas.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata debido a que según vayan tratando de levantar los sacos les costará más o menos esfuerzo en función del número de poleas que se empleen.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, esta actividad se podría contemplar para alumnos de los cursos de 2º y 3º de Educación Primaria y, en especial, para 4º y 5º. La principal razón es que uno de los estándares para el curso de 2º es “*Identificar algunas máquinas y aparatos de la vida cotidiana y explica su utilidad y funcionamiento*” y para 3º, “*Describe alguna máquina y aparato de la vida cotidiana explicando sus componentes, funcionamiento y utilidad*”. No obstante, las poleas aparecen nombradas de manera concreta en los estándares de 4º curso y en 5º curso, la energía mecánica.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 27*.

Tabla 27. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 4. Materia y energía.		
Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas.	5. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos.	4.1. Planifica y realiza sencillas experiencias y predice cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas o de las aportaciones de energía, comunicando el proceso seguido y el resultado obtenido.
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 5. La tecnología, objetos y máquinas.		
Máquinas y aparatos. Tipos de máquinas en la vida cotidiana y su utilidad	1. Conocer los principios básicos que rigen máquinas y aparatos.	1.1. Identifica diferentes tipos de máquinas, y las clasifica según el número de piezas, la manera de accionarlas, y la acción que realizan. 1.2. Observa, identifica y describe algunos de los componentes de las máquinas. 1.3. Observa e identifica alguna de las aplicaciones de las máquinas y aparatos,

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
		y su utilidad para facilitar las actividades humanas.

A continuación, se expone la *Tabla 28* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 28. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 3.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños identificar qué es una polea y observar cuál es su utilidad.
	Comprender	Alta, porque ilustra de qué manera facilitan las poleas el elevar cargas pesadas requiriendo poco esfuerzo.
	Aplicar	Alta, ya que les demuestra que según el número de poleas les cuesta más o menos esfuerzo el elevar el saco.
	Analizar	Alta, debido a que permite la comparación de cuánto esfuerzo requiere elevar cada uno de los sacos.
	Evaluar	Media, porque pueden considerar en qué aparatos de su vida cotidiana pueden esconderse poleas.
	Crear	Media, ya que a pesar de no permitirles construir o elaborar, sí que pueden idear un esquema de los componentes necesarios para construir una polea.

Finalmente, se adjunta la *Tabla 29* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 29. Resumen y análisis de la Actividad 3.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad cuenta con varios sacos del mismo peso que deben tratar de elevar tirando de una cuerda, por lo que no hay excesiva diversidad en los dispositivos.	Alto
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que únicamente deben tratar de elevar los sacos tirando de una cuerda.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	Además de la facilidad de uso y manejo del material de la actividad, existen varias combinaciones ya que pueden tratar de levantar tres sacos distintos con un número de poleas diferente.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen.	Medio
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad no hay límites acerca de lo que deben hacer, ni tampoco un panel explicativo con directrices o sugerencias de cómo experimentar con el dispositivo.	

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Características de la actividad			Grado
	2.3 Diversión	La propuesta puede resultar relativamente atractiva debido a que los niños pueden verse motivados por el hecho de elevar un saco de boxeo hasta el techo utilizando únicamente su fuerza. Por lo que los niños disfrutan de la actividad probando varias veces para levantar cada uno de los sacos.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este dispositivo se caracteriza por tener una única solución y los niños pueden hacer tantas pruebas como quieran, además existen varias combinaciones como el hecho de utilizar más poleas para ayudarse a elevar la carga de manera que se construyen varios aprendizajes durante el proceso.	Alto
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Tal y como puede apreciarse en la imagen, se disponen tres sacos de boxeo del mismo peso y los visitantes deben tratar de elevarlos tirando de una cuerda. Por lo que esta actividad sí que podría promocionar la colaboración o cooperación entre varias visitantes para tratar de hacer ascender el saco tirando varias personas de la cuerda a la vez.	Alto

Actividad 4. El problema de Plateau

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Distinguir de entre una serie de cuerpos geométricos los que son poliedros y los que son cuerpos redondos.
- Nombrar los cuerpos geométricos más comunes: cubos, prismas, pirámides o esferas.
- Observar cómo se forman superficies mínimas en cuerpos geométricos.

- Contenidos:

- Los cuerpos geométricos más comunes.
- Poliedros y cuerpos redondos.
- Áreas de superficies.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, de manera que sumerjan cada uno de los cuerpos geométricos en el recipiente de jabón, así como para comprender correctamente el fundamento científico de la misma, se calcula una duración aproximada de cinco minutos.

- Fundamento científico:

Cuando las estructuras se introducen en el líquido se originan figuras muy curiosas. Las formas de las películas de jabón ponen de manifiesto el principio de mínima energía. Como la energía potencial de la película de líquido es proporcional al área de su superficie, la configuración que se forma es la que tiene la menor de todas las posibles. El nombre del módulo hace honor al físico Joseph-Antoine Ferdinand Plateau (1801-1883), cuyos experimentos dieron origen a una disciplina de la geometría conocida como superficies minimales.

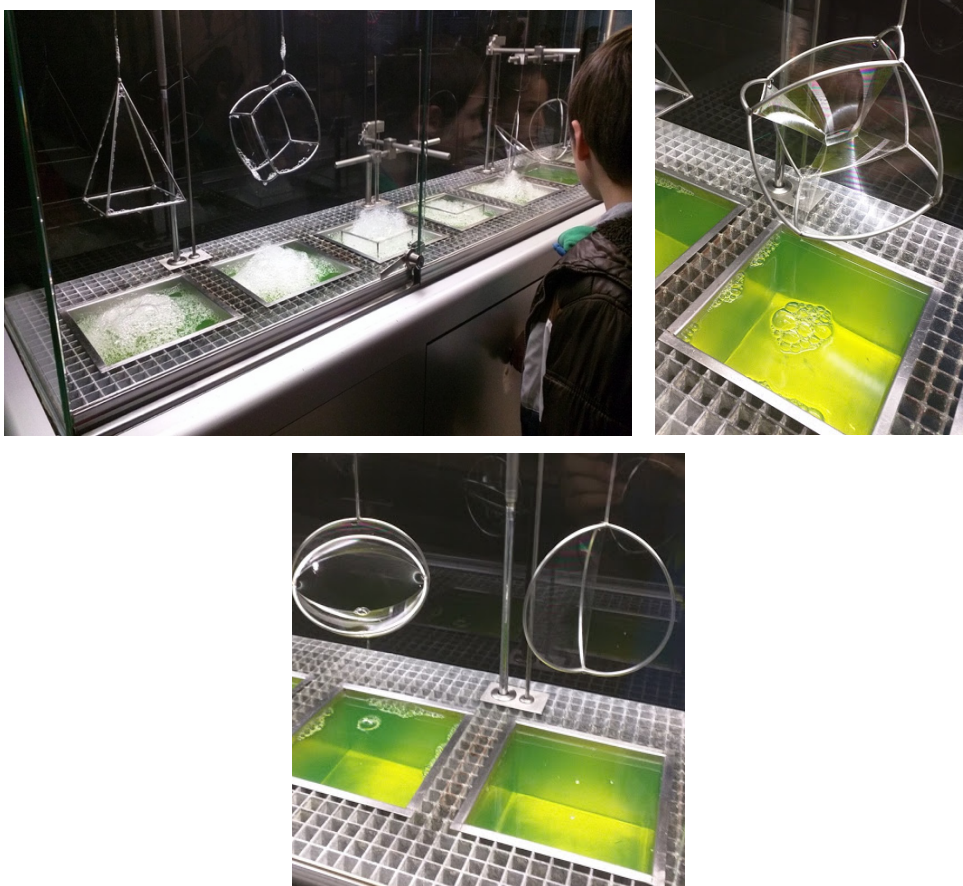


Figura 19. Dispositivo de la Actividad 4. El problema de Plateau.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad, como se puede observar en el “Anexo 9. Código QR con el vídeo de la “Actividad 4. Problema de Plateau””, la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata, ya que al pulsar el botón el cuerpo es sumergido en el líquido de forma que se observa el Principio de Plateau.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, esta actividad se podría contemplar para alumnos del curso de 3º de Educación Primaria ya que es cuando los cuerpos geométricos aparecen nombrados de manera concreta en los estándares de aprendizaje.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 30*.

Tabla 30. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 1. Iniciación a la actividad científica.		
Iniciación a la actividad científica. Aproximación experimental a algunas cuestiones.	1. Obtener información relevante sobre hechos o fenómenos previamente delimitados, haciendo predicciones sobre sucesos.	1.2. Utiliza medios propios de la observación.
Matemáticas – Bloque 4. Geometría.		
Tipos de poliedros. Área de una figura.	4. Utilizar las propiedades de las figuras planas para resolver problemas. 5. Conocer las características y aplicarlas para clasificar poliedros, prismas, pirámides.	5.1. Identifica y nombra polígonos atendiendo al número de lados. 5.2. Reconoce e identifica poliedros, prismas, pirámides.

A continuación, se expone la *Tabla 31* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 31. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 4.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños observar el Principio de Plateau.
	Comprender	Alta, porque ilustra de manera visual el Principio de Plateau y las distintas superficies mínimas.
	Aplicar	Media, ya que permite la implementación del Principio de Plateau en las superficies de la película de jabón que se forma sobre cada uno de los cuerpos geométricos.
	Analizar	Baja, debido a que no permite la comparación ni categorización.
	Evaluar	Media, porque pueden formular hipótesis antes de pulsar el botón que introduce los cuerpos geométricos.
	Crear	Baja, ya que no les permitir construir o elaborar ningún dispositivo.

Finalmente, se adjunta la *Tabla 32* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 32. Resumen y análisis de la Actividad 4.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad únicamente cuenta con distintos cuerpos geométricos que se introducen dentro de un hueco con jabón y al pulsar un botón los cuerpos se introducen dentro del mismo.	Alto
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que únicamente deben limitarse a pulsar un botón.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	Además de la facilidad de uso y manejo del material de la actividad, el dispositivo permite ir observando las distintas combinaciones en función del cuerpo geométrico que se sumerja en el jabón.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen y los colores del dispositivo tampoco resultan llamativos.	Medio
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad sí hay límites acerca de lo que deben hacer ya que los visitantes deben limitarse a pulsar un botón; además no existe un panel explicativo acerca de lo que deben hacer.	

Características de la actividad			Grado
	2.3 Diversión	La propuesta no resulta excesivamente atractiva debido a que se encuentra dentro de una vitrina y los visitantes solo experimentan con ella pulsando un botón que sumerge los cuerpos dentro del líquido.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este es un dispositivo en el que existe una solución única y los niños pueden sumergir el cuerpo tantas veces como quieran, de forma que dependiendo del cuerpo verán la superficie mínima que se crea.	Alto
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Como este dispositivo únicamente se caracteriza por pulsar un botón para sumergir los cuerpos geométricos no promueve la cooperación o colaboración entre visitantes.	Bajo

Actividad 5. Remolino de agua

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Realizar experiencias sencillas que permitan predecir cambios en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas.
- Identificar la energía cinética como un tipo de energía.

- Contenidos:

- La energía cinética.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, de manera que pulsen el botón y se genere el remolino de agua, así como para comprender correctamente el fundamento científico de la misma, se calcula una duración aproximada de cinco minutos.

- Fundamento científico:

Se produce un remolino introduciendo agua tangencialmente en el depósito para que sea absorbida por el sumidero inferior. Si aumentamos la velocidad de circulación, también lo hará la anchura de la manga central.

Los remolinos son habituales en situaciones de circulación turbulenta de un fluido. En la naturaleza son extraordinariamente frecuentes y se producen por causas diversas. Uno de los casos más usuales es el que observamos al vaciar el agua de una bañera o un lavabo.

Si se aumenta la velocidad de circulación de un fluido, también aumenta la velocidad de rotación del remolino. Como consecuencia, la fuerza centrífuga desplazará más partículas de agua hacia el exterior, ensanchando la manga central.



Figura 20. Dispositivo de la Actividad 5. Remolino de agua.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata, ya que al pulsar el botón se produce el remolino de agua dentro del cilindro.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, desde el punto de vista científico, esta actividad se podría contemplar para alumnos a partir de 4º o 5º de Educación Primaria debido a que es cuando se trabaja de manera explícita los distintos tipos de energía y cómo afectan a los cuerpos.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 33*.

Tabla 33. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 4. Materia y energía.		
Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas. Concepto de energía. Diferentes formas de energía.	5. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos.	4.1. Planifica y realiza sencillas experiencias y predice cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas o de las aportaciones de energía, comunicando el proceso seguido y el resultado obtenido. 4.2. Identifica y explica alguna de las principales características de las diferentes formas de energía: mecánica y sonora.

A continuación, se expone la *Tabla 34* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 34. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 5.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños observar cómo se produce un remolino al ser absorbida por el sumidero inferior.
	Comprender	Alta, porque ilustra de manera visual la formación de los remolinos.
	Aplicar	Media, ya que permite la formación de un remolino al pulsar el botón.
	Analizar	Baja, debido a que no permite la comparación ni categorización.
	Evaluar	Media, porque pueden formular hipótesis antes de pulsar el botón que ocasione la absorción del agua por el sumidero inferior.
	Crear	Baja, ya que no les permitir construir o elaborar ningún dispositivo.

Finalmente, se adjunta la *Tabla 35* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 35. Resumen y análisis de la Actividad 5.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad únicamente cuenta con una vitrina con agua que al pulsar el botón es absorbida por el sumidero inferior.	Medio
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que únicamente deben limitarse a pulsar un botón.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	A pesar de la facilidad de uso y manejo del material de la actividad, no existe ninguna otra combinación posible.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen y los colores del dispositivo tampoco resultan llamativos.	Bajo
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad sí hay límites acerca de lo que deben hacer ya que los visitantes deben limitarse a pulsar un botón; además no existe un panel explicativo acerca de lo que deben hacer.	

Características de la actividad			Grado
	2.3 Diversión	La propuesta no resulta excesivamente atractiva debido a que se encuentra dentro de una vitrina y los visitantes solo experimentan con ella pulsando un botón que genera un remolino de agua.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este es un dispositivo en el que existe una solución única y los niños pueden generar un remolino tantas veces como quieran, pero no existen posibilidades intermedias que permitan la construcción de diversos aprendizajes.	Bajo
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Como este dispositivo únicamente se caracteriza por pulsar un botón para que el agua sea absorbida por el sumidero no promueve la cooperación o colaboración entre visitantes.	Bajo

Actividad 6. Confusión térmica

- Objetivos de la actividad que se realiza:

- Identificar alguna de las principales formas de energía como, por ejemplo, la térmica.
- Realizar experiencias sencillas con la sensación térmica de frío y calor.

- Contenidos:

- La energía térmica.
- El sentido del tacto como receptor de estímulos.

- Duración aproximada:

Para llevar a cabo la actividad, experimentar y comprender de manera correcta el fundamento científico de la misma, se calcula una duración aproximada de cinco minutos.

- Fundamento científico:

Al tocar la espiral metálica la sensación de frío se confunde con la de calor.

En la espiral se alternan tubos fríos con tubos calientes. Como los receptores térmicos de la piel no pueden diferenciar los estímulos -frío y caliente- que se encuentran muy próximos entre sí, ambos se procesan como uno solo. En este caso, además, son totalmente opuestos, por lo que las sensaciones se confunden.

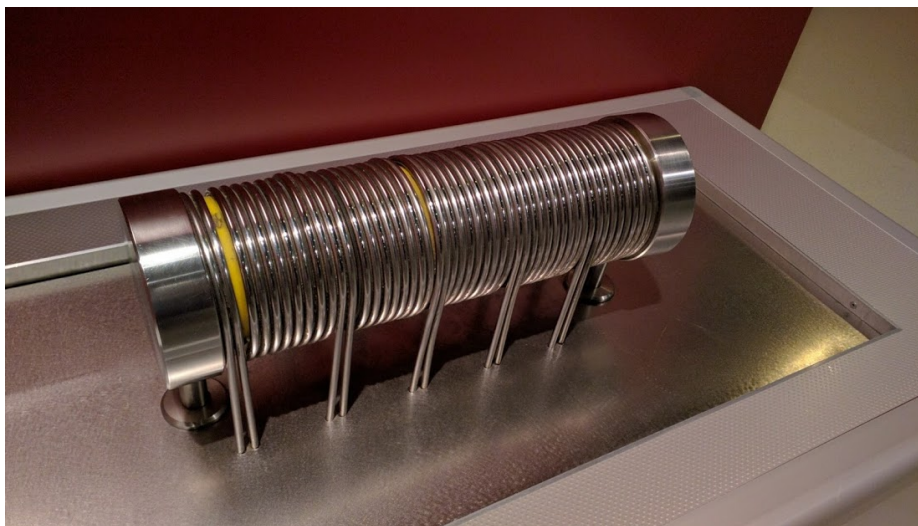


Figura 21. Dispositivo de la Actividad 6. Confusión térmica.

- Retroalimentación:

Durante la realización de esta actividad la retroalimentación que reciben los jóvenes resulta inmediata, ya que al poner su mano o su dedo sobre los tubos fríos y calientes experimentan la confusión térmica entre frío y calor.

- Edades o cursos a realizar:

De acuerdo con el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, esta actividad se podría contemplar para alumnos a partir de 1º de Educación Primaria debido a que es en este curso cuando se tratan los órganos de los sentidos; aunque también se podría contemplar como actividad para los cursos a partir de 3º ya que en este se trabaja el calor y en cursos posteriores, los distintos tipos de energía, entre ellos, la energía térmica.

Concretamente los contenidos, criterios de evaluación y estándares relacionados con esta actividad aparecen reflejados en la *Tabla 36*.

Tabla 36. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la actividad según el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Ciencias de la Naturaleza - Bloque 4. Materia y energía.		
Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas. Concepto de energía. Diferentes formas de energía.	5. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos.	4.1. Planifica y realiza sencillas experiencias y predice cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas o de las aportaciones de energía, comunicando el proceso seguido y el resultado obtenido. 4.2. Identifica y explica alguna de las principales

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
		características de las diferentes formas de energía: térmica.

A continuación, se expone la *Tabla 37* con el grado de las dimensiones de la demanda cognitiva requeridas por la actividad, utilizando como guía la taxonomía de Bloom.

Tabla 37. Demanda cognitiva requerida por la Actividad 6.

Demanda cognitiva	Reconocer y conocer	Alta, debido a que permite a los niños reconocer un tipo de energía.
	Comprender	Alta, porque sirve como ejemplo de energía térmica y puede ilustrar cómo el sentido del tacto recibe estímulos térmicos tales como el frío y el calor.
	Aplicar	Media, ya que permite la demostración del tacto como sentido.
	Analizar	Media, debido a que permite la categorización de dicha energía como térmica, así como el tacto como sentido del cuerpo humano.
	Evaluar	Media, porque pueden formular hipótesis acerca de qué sensación creen que van a sentir, si frío o calor.
	Crear	Baja, ya que no les permitir construir o elaborar ningún dispositivo.

Finalmente, se adjunta la *Tabla 38* en la que se resumen y analizan las características de la actividad.

Tabla 38. Resumen y análisis de la Actividad 6.

Características de la actividad			Grado
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar	1.1 Materiales y dispositivos diversos	La actividad únicamente cuenta con un dispositivo sobre el cual los visitantes podrán colocar sus dedos o manos para sentir la confusión térmica entre frío y calor.	Medio
	1.2 Materiales y dispositivos de fácil uso	El material resulta de fácil manejo para los visitantes ya que únicamente deben limitarse a situar sus dedos o manos sobre los tubos.	
	1.3 Posibilidad de combinaciones	A pesar de la facilidad de uso y manejo del material de la actividad, no existe ninguna combinación.	
2. Grado de ludificación	2.1 Diseño desenfadado, de carácter juvenil/infantil	La actividad no se acompaña de dibujos de carácter infantil que estimulen o motiven a que los visitantes se acerquen. Además, el dispositivo tampoco posee ninguna decoración que pueda resultar atractivo por los jóvenes.	Medio
	2.2 Sensación de libertad	En esta actividad no hay límites, ni tampoco existe un panel explicativo acerca de lo que deben hacer. Por lo que los visitantes pueden sentirse libres para experimentar con toda libertad.	

Proyecto de investigación educativa
 “La promoción de la Educación STEM en actividades interactivas de los museos”

Características de la actividad			Grado
	2.3 Diversión	La propuesta no resulta excesivamente atractiva ya que los niños se limitarán a colocar sus manos sobre los tubos para percibir una sensación térmica.	
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	3.1 Posibilidad de hacer varias pruebas	Este es un dispositivo en el que existe una única solución y, aunque los niños pueden probar tantas veces como quieran, no se construyen distintos aprendizajes intermedios durante el proceso.	Bajo
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	4.1 Promoción de la colaboración entre personas	Como este dispositivo únicamente se caracteriza por situar los dedos o manos sobre unos tubos, no promueve la cooperación o colaboración entre visitantes.	Bajo

6. Resultados y conclusiones del análisis

Teniendo en cuenta las características de cada actividad, el análisis de las múltiples actividades ha permitido realizar una valoración global de cada uno de los museos como espacios que promueven la Educación STEM. A continuación, se muestran los resultados de dicho análisis.

6.1 Resultados del análisis de las actividades

La propuesta de investigación ha permitido identificar cuatro dimensiones, así como la demanda cognitiva de cada actividad, todo ello ha facilitado la valoración del grado en el que un espacio promueve la Educación STEM. A rasgos generales, ambos museos constan de un grado relativamente alto de diversidad de materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar. Además, los espacios se caracterizan por tener un cariz lúdico y los dispositivos que configuran las actividades, facilitan que los participantes puedan experimentar y comprobar sus resultados a la vez que comprenden el fundamento científico de las mismas. En relación con este último aspecto, la experimentación resulta crucial porque el fundamento científico de algunas actividades resulta complejo para los jóvenes visitantes, de forma que la observación de lo que ocurre al experimentar les permite elaborar hipótesis y predicciones. de las consecuencias

De acuerdo con el criterio establecido al definir el análisis de las actividades de ambos museos, por el cual cada grado de la caracterización se definía de Bajo a Alto en función de su presencia en los dispositivos de las actividades analizadas, se ha podido hacer una caracterización general del *Tekniska Museet* como espacio impulsor de la Educación STEM (*Tabla 39*), así como del MUNCYT de Alcobendas (*Tabla 40*).

En términos generales, ambos museos presentan un grado bastante elevado de promoción de la Educación STEM ya que, aunque hay dispositivos en los que el fundamento es más científico o matemático, en todos ellos esta presente la ingeniería en el dispositivo y la propia tecnología. Aún así, se pueden apreciar ciertas diferencias entre ambos; ello se puede demostrar si se comparan los fundamentos científicos de las actividades de cada museo, es decir, las del *Tekniska Museet* resultan mucho más sencillas y comprensibles para jóvenes. Por otro lado, las del MUNCYT son más sofisticadas, de manera que pueden parecer más complejas para los visitantes. Además, si se comparan las tablas que aparecen a continuación se comprueba que, aunque ambos espacios tienen carácter lúdico, el *Tekniska Museet* ha demostrado tener un mayor grado de diversidad de materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar, así como el grado de ludificación.

Tabla 39. Valoración del Tekniska Museet como espacio que promueve la Educación STEM.

	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Grado final
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar.	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
2. Grado de ludificación	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio

Tabla 40. Valoración del MUNCYT como espacio que promueve la Educación STEM.

	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Grado final
1. Grado de diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar.	Medio	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio
2. Grado de ludificación	Bajo	Alto	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio
3. Grado de posibilidad de retroalimentación	Bajo	Medio	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Medio
4. Grado de promoción del trabajo colaborativo/cooperativo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

6.2 Revisión de objetivos propuestos

En este apartado se revisarán los objetivos principales propuestos en un apartado anterior en base al análisis llevado a cabo, así mismo se reflexionará acerca de las limitaciones que ha podido tener esta propuesta.

En primer lugar, el objetivo general para esta propuesta era *“Desarrollar un proyecto de investigación en el que se comparen dos espacios pertenecientes al ámbito educativo no formal, como son el Tekniska Museet (Estocolmo, Suecia) y el Museo de Ciencia y Tecnología (Madrid, España).”*. Este objetivo se considera conseguido de manera satisfactoria debido a que a través de la propuesta se han podido analizar y comparar actividades interactivas pertenecientes a cada uno de los museos. Sin embargo, me gustaría destacar la limitación de este objetivo a las actividades de los museos, es decir, la comparación habría sido más completa si se hubiera podido asistir a alguno de los talleres que se ofrecían en dichos espacios. Se debe a que la promoción de la Educación STEM en ámbitos no formales no se limita a la diversidad de materiales y dispositivos, sino a la manera en la que se presentan dichas actividades y talleres a los visitantes.

Además, del objetivo general se plantearon varios objetivos específicos, el primero de ellos *“Realizar una aproximación a la Educación STEM y su promoción en ámbitos educativos no formales.”*. Este objetivo se pudo alcanzar gracias al desarrollo de las cuatro dimensiones emergidas del análisis de las actividades para definir el grado de promoción de la Educación STEM de un espacio: diversidad de los materiales, dispositivos y fenómenos con los que trabajar; ludificación; posibilidad de retroalimentación; y promoción del trabajo cooperativo/colaborativo.

Otro de los objetivos específicos que se formuló fue *“Vincular el proceso de aprendizaje en la Educación STEM a las prácticas educativas en distintos ámbitos educativos.”*. Este se logró gracias a la propuesta debido a que ha permitido demostrar el potencial de aprendizaje de las actividades interactivas que se desarrollan en ámbitos no formales tales como los museos. Es por ello por lo que la investigación ha permitido la profundización en el potencial de aprendizaje de la Educación STEM desde ámbitos no formales debido a su cariz lúdico, el cual aumenta el interés de los visitantes.

Por último, se procederá a revisar la consecución del objetivo *“Analizar cuáles son las características de las actividades propuestas en los museos, de ciencia de Alcobendas y*

Estocolmo, que permiten enriquecer las actividades para la Educación STEM en el aula.”. El estudio acerca de la demanda cognitiva y las cuatro dimensiones que implicaban cada actividad analizada han resultado de gran utilidad para el análisis de las limitaciones y fortalezas de cada una de ellas, así como la correspondiente validación de estas como espacio promotor de la Educación STEM. Por tanto, esta propuesta resulta de utilidad para la comparación de distintas actividades e identificar los puntos “débiles” y “fuertes” en términos STEM. Y aunque este objetivo es considerado como conseguido, presenta la limitación de las características concretas de los espacios analizados.

6.3 Aportación y utilidad a la educación

Tal y como se explicó en el marco teórico el aprendizaje no debe finalizar tras la jornada escolar, ya que es entonces cuando los jóvenes encuentran la posibilidad de desarrollar de manera prioritaria sus intereses, curiosidades, deseos, etc. Como consecuencia, las experiencias en el ámbito educativo no formal como, por ejemplo, en los museos de ciencias, resultan cruciales para el proceso de aprendizaje.

En primer lugar, como se ha demostrado en la investigación, estos espacios suponen una alternativa de gran relevancia para la aproximación de jóvenes de todas las edades a la ciencia. Además, promueven experiencias placenteras debido a que se caracterizan por la ausencia de la presión ejercida por el entorno escolar, es decir, los visitantes no se ven expuestos al rígido sistema de calificaciones. A su vez, otro rasgo principal de estos entornos es su carácter lúdico y desenfadado, los cuales han sido analizados como dimensiones de las actividades interactivas, estos permiten la asimilación del aprendizaje en la medida que los visitantes determinen.

Finalmente, esta propuesta de investigación resulta de gran utilidad para la Educación STEM debido a que permite evaluar el grado en que la promueven las actividades de los museos. Los cuales resultan ser entornos de gran potencial en ámbitos no formales para el incremento de la autoestima y autoconcepto de los visitantes en relación con las prácticas científico-tecnológicas. Como consecuencia, incrementará el interés y la motivación de los jóvenes en las áreas relacionadas con la metadisciplina de las STEM.

6.4 Aportación de la investigación a nivel personal

A nivel personal este trabajo me ha hecho madurar y ampliar mi perspectiva educativa a nivel internacional, ya que he podido ampliar mis conocimientos acerca de otros sistemas educativos europeos diferentes al de España.

A través de esta propuesta de investigación espero haber podido realizar alguna aportación de la importancia del fomento de la Educación STEM en ámbitos no formales como, por ejemplo, los museos de ciencia y tecnología. Además, a través del análisis de las actividades interactivas, espero haber impulsado la reflexión acerca de las dimensiones necesarias para que un dispositivo sepa captar el interés y motivar a los jóvenes en las áreas relacionadas con la metadisciplina de la Educación STEM.

Además, este Trabajo de Fin de Grado me ha permitido darme cuenta acerca de que la transmisión de conocimientos también puede tener lugar en espacios distintos a los centros educativos e, incluso, en horarios no lectivos, promoviendo el carácter lúdico y el afán de experimentación en los jóvenes.

También me gustaría agradecer a la Universidad la oportunidad que me ha ofrecido para realizar prácticas internacionales de forma que pude formar parte del equipo docente de un colegio internacional. Así como, por la gran formación de calidad recibida a lo largo de estos cuatro años, que se ha visto ampliado a partir de las prácticas realizadas desde el primer curso y la asistencia a las Jornadas de Educación.

Finalmente, quisiera dar las gracias a todos los docentes por contribuir no solo a mi formación profesional, sino personal debido a la formación ética y en valores que han contribuido a un desarrollo íntegro de mi persona. Y en especial a la gran profesora que me animó a realizar este proyecto de investigación y que me demostró que la ciencia es una manera de ver la vida y tratar de buscar soluciones distintas, sin tener miedo a innovar o experimentar.

7. Bibliografía

- Armesto, F., Martínez Losada, C. y García Barros, S. (2005). Museos como respuesta a las necesidades de formación de la ciudadanía. *Revista Alambique*, 43, 49-57.
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Vittorio, C.G. & Pastorelli, C., A. (2001). Self- efficacy beliefs as shapers of children’s aspirations and career trajectories. *Child Development*, 72(1), 187-206.
- Rittmayer, A.D. & Beier, M.E. (2008). Overview: Self-Efficacy in STEM. *SWE-AWE CASEE Overview*, 1, 1–12. Recuperado el 06 de abril de 2020 de https://www.researchgate.net/publication/242589949_Overview_Self-Efficacy_in_STEM
- Botero, J. (2018). *STEM educación: introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. Colombia: STEM Educación Colombia.
- Bruning, R.H., Schraw, J.G., Norby, M.M. & Ronning, R.R. (2010). *Cognitive psychology and instruction* (5ª ed.). Columbus: Pearson.
- Cohen, D. & Crabtree, B. (2006). Qualitative Research Guidelines Project. Recuperado de <http://www.qualres.org/index.html>
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2013). *Research Methods in Education* (8ª ed.). Londres: Routledge.
- Comisión Europea. (2009). New Skills for New Jobs. Anticipating and matching labour market and skills needs. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008SC3058&from=EN>
- Comisión Europea. (2012). Rethinking education. Investing in skills for better socio-economic outcomes. Recuperado de <http://www.eqavet.eu/gns/library/policy-documents/policy-documents-2012.aspx>
- Comisión Europea. (2013). Horizon 2020. Science with and for society. Recuperado de <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society>

- Crowley, K. & Jacobs, M. (2002). Building Islands of expertise in Everyday Family Activity. En Leinhardt, G., Crowley, K. & Knutson, K. (Coords.), *Learning Conversations in Museums* (p. 333-356). Londres: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cuesta, M., Díaz, M.P., Echevarría, I., Morentin, M. y Pérez, C. (2005). Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje. *Revista Alambique*, 26, 21-28.
- Decreto 89/2014, de 24 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Primaria.
- Dewitt, J., Archer, L. & Osborne, J. (2014). Science-related Aspirations Across the Primary – Secondary Divide: Evidence from two surveys in England. *International Journal of Science Education*, 36(10), 37–41.
- Elizondo, C. (2016). *Cultura del pensamiento. Enriquecimiento para todo el alumnado. ¿Cómo enseñar y aprender a pensar?* Material no publicado. Recuperado el 06 de abril de 2020 de <http://www.orientacionandujar.es/wp-content/uploads/2016/06/culturadelpensamiento-160608181435.pdf>
- Elliott, R. & Timulak, L. (2005). Descriptive and interpretive approaches to qualitative research. En J. Miles y P. Gilbert (Coords.), *A Handbook of Research Methods for Clinical and Health Psychology* (p. 147–161). Nueva York: Oxford University Press Inc.
- Garrido, A. (2016). *Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica*. (Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona). Recuperado de <http://www.tdx.cat/handle/10803/399837>
- Grimalt, C. (2015). *La tecnologia a les classes de ciències de secundària: anàlisi dels processos de canvi en el professorat* (Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona). Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2016/hdl_10803_367210/cga1de1.pdf
- Guisasola, J., Morentin, M. (2005). Museos de ciencias y aprendizaje de las ciencias: una relación compleja. *Revista Alambique*, 45, 58-66.
- Honey, M., Pearson, G. & Schweingruber, H. (2014). STEM Integration in K-12 Education: Status, Project, and an agenda for research. Washington, D. C: The National Academies Press.

- Krathwohl, D. (2002). A Revision of Bloom’s Taxonomy: an Overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212–225.
- López Simó, V., Couso Lagarón, D. y Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital. *Revista De Educación a Distancia*, 20(62), 2-29.
- Liu, F. & Maitlis, S. (2010). Nonparticipant Observation. En A. J. Mills, G. Eurepos y E. Wiebe (Coords.), *Encyclopedia of Case Study Research* (p. 610–612). California: Sage.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2013). *PISA 2012. Programa para la evaluación internacional de los alumnos. Informe español*. Recuperado de <http://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:d5e1e2e2-37bd-4619-a68f-346ed8132b04/pisa2012.pdf>
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*, 20.
- Obra Social “la Caixa”, FECYT y Everis. (2015). ¿Cómo podemos estimular una mente científica? Estudio sobre vocaciones científicas. Recuperado de https://obrasociallacaixa.org/documents/10280/614053/estudio_sobre_vocaciones_cientificas_es.pdf/0c480d37-c16d-439f-8d75-85611ed1848c
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Londres: Nuffield Foundation.
- Purtzer, S., Strobel J. & Cardella M.C (2014). *Engineering in Pre-college Settings: Synthesizing research, policy, and practices*. Indiana: Purdue University press.
- Quagliata, A. B. (2015). University Festival Promotes STEM Education. *Journal of STEM Education* 16(3), 20-23.
- Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.
- Rychen, D. S. y Salganik, L. H. (2003). *Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMania. *The technology teacher* 68(4). 20-26

- Satchwell, R. E., & Loepp, F. L. (2002). Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 41-66.
- Savickas, M. L., Nota, L., Rossier, J., Dauwalder, J., Duarte, M. E., Guichard, J., Soresi, S., Van Esbroeck, R. & Van Vianen, A. (2009). Life designing: A paradigm for career construction in the 21st century. *Journal of Vocational Behaviour*, 75(3), 239 – 250.
- Simarro, C. (2019). *El paper del tinkering en l'educació STEM no formal* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Cataluña.
- Sjøberg, S. (1997). Scientific literacy and school science: arguments and second thoughts. En S. Sjøberg y E. Kallerud (Eds.), *Science, Technology and Citizenship. The Public Understanding of Science and Technology in Science Education and Research Policy* (p. 9–28). Oslo: Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education.
- Svarovsky, G. N. (2014). Engineering Learning in museums: Current trends and future directions. *Engineering in pre-college Settings: Synthesizing research, policy, and practices*. En Purzer, S., Strobel, J., & Cardella, M. E. (p. 363-380). Indiana: Purdue University Press.
- Taber, K. (2013). *Classroom-based Research and Evidence-based Practice: An Introduction* (2ª ed.). California: Sage
- Vassiliou, A. (2012, Junio). Debate on 21st century education: creativity and innovation in primary and secondary STEM education. *Creativity and Education in Europe*, Bruselas.
- Vasquez, J. (2015). Beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10–15
- Vasquez J. A., Sneider C. & Comer M., (2013). *STEM Lesson Essentials: Grades 3-8 Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Londres: Heinemann.
- Vygotsky, L. S. & Cole, M. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.

8. Anexos

Anexo 1. Código QR con el vídeo de la “Actividad 1. Teorema de Pitágoras”.



Anexo 2. Código QR con el vídeo de la “Actividad 2. Ascendiendo”.



Anexo 3. Código QR con el vídeo de la “Actividad 3. Oscilindroscopio”.



Anexo 4. Código QR con el vídeo de la “Actividad 4. Sombras coloridas”.



Anexo 5 Código QR con el vídeo de la “Actividad 5. Vídeo microscopio”.



Anexo 6. Código QR con el vídeo de la “Actividad 6. Patrones giratorios”.



Anexo 7. Código QR con el vídeo de la “Actividad 1. Principio de Arquímedes”.



Anexo 8. Código QR con el vídeo de la “Actividad 2. Bola de plasma”.



Anexo 9. Código QR con el vídeo de la “Actividad 4. Problema de Plateau”.



