



Trabajo Fin de Grado

Propuesta de innovación educativa **Metodologías activas para la Educación STEM**

Doble Grado de Educación Infantil y Primaria

María Rueda Castro-Gil
Directora: Olga Martín Carrasquilla

Curso 2022/2023
25 de abril de 2023

TraSTEAMos para aprender:

Ideas a flote



Propuesta de innovación educativa e investigación acerca del impacto sobre las actitudes hacia la Ciencia en estudiantes de 5.º y 6.º de Educación Primaria

María Rueda Castro-Gil
Directora: Olga Martín Carrasquilla

Curso 2022/2023

Índice

Abreviaturas	6
Resumen y palabras clave	7
Abstract and key words	8
1. Justificación del tema elegido	9
2. Justificación teórica-normativa	10
2.1 Sentido y significado de la Educación STEM	10
2.2 ¿Cómo hacemos STEM?	11
2.3 Educación STEM y género	13
2.4 Educación STEM en la LOMLOE	15
3. Propuesta de intervención	17
3.1 Justificación de la propuesta	17
3.2 Objetivos generales	17
3.3 Objetivos específicos	18
3.4 Contexto de aplicación	19
3.5 Metodología	21
3.6 Desarrollo de las sesiones, rincones y actividades.	22
3.7 Cronograma de aplicación	50
3.8 Evaluación de la propuesta	51
4. Investigación y resultados	58
4.1 Presentación	58
4.2 Objetivos de la investigación educativa	58
4.3 Hipótesis	59
4.4 Método	59
4.5 Discusión de los resultados y conclusiones	73
4.6 Debilidades y fortalezas de la propuesta e investigación	75
5. Aportaciones y utilidad de la propuesta en el ámbito educativo y personal	76
5.1 Aportaciones y utilidad de la propuesta en el ámbito educativo	76
5.2 Aportaciones y utilidad de la propuesta en el ámbito personal	78
6. Bibliografía	79
7. Anexos	82

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de “roles” para el trabajo cooperativo de ambas sesiones.	23
Tabla 2. Orden de rotación para el trabajo por rincones de la primera sesión de la propuesta.....	26
Tabla 3. Temporalización de la primera sesión de la propuesta.	27
Tabla 4. Esferas incluidas en el “Rincón de Hipatia de Alejandría” clasificadas según su volumen y su flotabilidad.	30
Tabla 5. Temporalización de la segunda sesión de la propuesta.....	43
Tabla 6. Rúbrica de evaluación para la primera sesión de la propuesta.	53
Tabla 7. Rúbrica de evaluación de la segunda sesión de la propuesta.....	54
Tabla 8. Rúbrica de evaluación individual para el trabajo cooperativo.....	55
Tabla 9. Rúbrica de evaluación para el producto final.....	56
Tabla 10. Distribución de la muestra por curso.	60
Tabla 11. Distribución de la muestra por grupo.....	61
Tabla 12. Estadísticos de fiabilidad pretest.	63
Tabla 13. Estadísticos de fiabilidad posttest.....	63
Tabla 14. Estadístico de muestras relacionadas.	64
Tabla 15. Correlaciones de muestras relacionadas.....	65
Tabla 16. Prueba de muestras relacionadas.	65
Tabla 17. Tabla de frecuencias de las respuestas a la primera pregunta del Post test cualitativo.	66
Tabla 18. Tabla de frecuencias de las respuestas a la segunda pregunta del Post test cualitativo.	67
Tabla 19. Tabla de frecuencias de las respuestas a la primera parte de la tercera pregunta del Post test cualitativo.	68
Tabla 20. Tabla de frecuencias de las respuestas a la segunda parte de la tercera pregunta del Post test cualitativo.	69
Tabla 21. Tabla de frecuencias de las respuestas a la primera parte de la cuarta pregunta del Post test cualitativo.	70
Tabla 22. Tabla de frecuencias de las respuestas a la segunda parte de la cuarta pregunta del Post test cualitativo.	71
Tabla 23. Tabla de frecuencias de las respuestas a la primera parte de la quinta pregunta del Post test cualitativo.....	71
Tabla 24. Tabla de frecuencias de las respuestas a la segunda parte de la quinta pregunta del Post test cualitativo.....	73

Índice de figuras

Figura 1. Mapa del equipo 1 para el desarrollo de la primera sesión. Incluido en el cuaderno de observación. Aula de 6ºA.	26
Figura 2. Estudiantes empleando estrategias para clasificar los materiales del “Rincón de Hipatia de Alejandría” según su tamaño (volumen).....	31
Figura 3. Ejemplo de respuesta en el cuadernillo de observación al primer reto del “Rincón de Hipatia de Alejandría”.....	31
Figura 4. Ejemplo de hipótesis desarrolladas en el “Rincón de Hipatia de Alejandría” y su comprobación en el cuadernillo de observación.	32
Figura 5. Ejemplo de respuestas a las preguntas finales del “Rincón de Hipatia de Alejandría” incluidas en el cuadernillo de observación.	32
Figura 6. Estudiantes utilizando estrategias para clasificar los materiales del “Rincón de Jane Goodall” según su masa.	35
Figura 7. Ejemplo de las conclusiones alcanzadas tras el “Rincón de Jane Goodall”, reflejadas en el cuadernillo de observación.....	36
Figura 8. Ejemplo de las primeras hipótesis alcanzadas como respuesta a la primera actividad del “Rincón de Margarita Salas”.	39
Figura 9. Tabla de registro de hipótesis y su comprobación del “Rincón de Margarita Salas” en el cuadernillo de observación.	40
Figura 10. Ejemplo de las reflexiones finales del “Rincón de Margarita Salas” reflejadas en el cuadernillo de observación.	40
Figura 11. Diapositiva de apoyo para la reflexión final de la primera sesión. ..	41
Figura 12. Disposición de los materiales en las mesas de cada grupo cooperativo previa al inicio de la segunda sesión.	46
Figura 13. Ejemplo de primeras hipótesis acerca del uso de los materiales....	47
Figura 14. Ejemplo de hipótesis de las funciones de algunos elementos del producto final.	48
Figura 15. Ejemplo de hipótesis del funcionamiento del producto final.....	48
Figura 16. Ejemplo de diseño del producto final.	49
Figura 17. Calendario de implantación de las sesiones 1 y 2 en 6º de Educación Primaria.	50
Figura 18. Calendario de implantación de las sesiones 1 y 2 en 5º de Educación Primaria.	51
Figura 19. Distribución de la muestra por sexo.	60
Figura 20. Distribución de la muestra por grupo.	61
Figura 21. Histograma.	63
Figura 22. Histograma.	64

Abreviaturas

- **ABP:** Aprendizaje Basado en Proyectos
- **ACESTEM:** Actitudes hacia la ciencia en Educación STEM
- **ACNEAES:** Alumnos con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo
- **LOMLOE:** Ley Orgánica por la que se modifica la Ley Orgánica de Educación (LOE)
- **MEFP:** Ministerio de Educación y Formación Profesional
- **OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
- **ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible
- **PISA:** Programme for International Student Assessment.
- **STEAM:** Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
- **STEM:** Science, Technology, Engineering and Mathematics
- **UNESCO:** United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Resumen y palabras clave

La Educación STEM se enmarca en un contexto globalizado y digitalizado a cuyas demandas responderá el futuro ciudadano, es decir, el estudiante de hoy. La realidad socioeducativa de las aulas, así como la normativa vigente (LOMLOE), demanda enfoques activos y transversales que velen por el desarrollo integral y competencial de sus estudiantes. Esta propuesta de innovación educativa hace uso de metodologías activas (ABP, trabajo cooperativo y trabajo por rincones) para aunar los principios de la Educación STEM en una propuesta interdisciplinar sobre la flotabilidad: “*Ideas a flote*”. Esta se implanta en los cursos 5.º y 6.º de Educación Primaria de un centro público de la Comunidad de Madrid. De manera simultánea, se lleva a cabo una investigación educativa sobre estos estudiantes a través de la escala ACESTEM (Martín 2020). Las puntuaciones obtenidas evidencian el impacto positivo en las actitudes hacia la Ciencia tras una intervención didáctica diseñada en concordancia con los principios de la Educación STEM, justificando su presencia y necesidad en las aulas.

Palabras clave: Educación STEM, Actitudes hacia la Ciencia, Innovación educativa, Investigación educativa, Flotabilidad.

Abstract and key words

STEM Education is framed by a globalized and digitalized context whose demands will be met by today's student. The socio-educational reality of the classrooms, as well as the current legislation (LOMLOE), demands active and interdisciplinary approaches that ensure comprehensive and competent development of their students. This educational innovation proposal makes use of active methodologies (PBL, cooperative work and methodology of corners) to combine the principles of STEM Education in an interdisciplinary proposal on buoyancy: "*Ideas aboard*". The project is implemented in the 5th and 6th grades of Primary Education in a public school in the Community of Madrid. Simultaneously, educational research is carried out on these students using the ACESTEM scale (Martín 2020). The results obtained show a positive impact on attitudes towards Science after a didactic intervention designed in alignment with the principles of STEM Education, which justifies its presence and necessity in the classroom.

Key words: STEM Education, Attitudes towards science, Educational research, Educational innovation, Buoyancy.

1. Justificación del tema elegido

Llevar por bandera la innovación educativa, favorecer una formación integrada y holística, investigar en un contexto escolar para promover el uso de metodologías activas, ser partícipe de una comunidad científica que apuesta por el desarrollo competencial... Estas son algunas de las motivaciones que se esconden tras estas páginas, pero no las más importantes desde el punto de vista personal.

Hace menos de lo que una podría pensar, la misma niña pequeña que pedía por Navidad sets de química y pasaba los domingos en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid tomaba la irrevocable decisión de cambiar Biología por Latín y Física por Música.

No es difícil intuir hacia dónde nos lleva esta “justificación”: escucho hablar de STEM, me planteo por qué una estudiante que se desenvuelve con interés y facilidad en las Ciencias durante toda su escolaridad decide un día que no es lo suyo y escribo estas páginas para redimirme de esta “cuenta pendiente”. Algo así.

Indistintamente de los posibles factores psicosociales que hayan podido o no influir en el camino, no soy ni bióloga ni física, soy maestra. Este es el verdadero motor de la presente propuesta. La absolutamente privilegiada posición en la que nos sitúa nuestra profesión. Gracias a ella, somos capaces de sembrar en los alumnos y alumnas¹ la semilla del gusto y la autoeficacia dentro de las disciplinas STEM con la esperanza de evitar que, como yo, un día se planteen por qué renunciaron a este camino.

Con esta motivación, quizás no tan personal, se desarrollan en estas páginas tanto la propuesta de intervención diseñada y su implantación como el proceso de investigación del que ha sido acompañada.

¹ Se emplea a lo largo del documento el género masculino para referirse a ambos sexos.

2. Justificación teórica-normativa

2.1 Sentido y significado de la Educación STEM

González y Kuenzi (2012) relacionan la actual Educación STEM² con una medida estratégica desde las escuelas dentro de la agenda política para el desarrollo norteamericano en la carrera aeroespacial. Sin embargo, de manera casi accidentada, esta medida responde a la par que justifica la necesidad “repensar” la educación permanente que señala el Informe *La Educación encierra un tesoro* (1996), de la UNESCO.

En estas páginas, Delors (1996) se refiere a las mutaciones de la vida profesional y la estructuración continua de las personas como algunos de los elementos claves para entender la Educación del Siglo XXI. Una educación que no solo se hace eco, sino que responde a los cambios estructurales a los que se afronta el futuro ciudadano, es decir, el estudiante de hoy. Sobre este proceso de “repensamiento” se conciben en estas páginas el *sentido y significado* de la educación STEM.

Lejos de cuatro siglas vacías que “modernicen” la denominación de la misma escuela de siempre, el enfoque STEM en el aula aboga por la integración de contenidos interdisciplinarios en contextos relevantes para el desarrollo de competencias y actitudes científico-técnicas (Barquero, 2021). Cuatro disciplinas tradicionalmente estancas e independientes comienzan a comprenderse desde la visión integral de la Educación STEM.

Sin embargo, Domènech-Casal et al. (2019) señala que la educación STEM es un enfoque más allá de la pedagogía del aula, nunca una metodología en sí misma. El autor se refiere a este concepto como un conjunto de objetivos políticos. Estos, en absoluta alineación con las previamente mencionadas ideas de Delors (1996) pasan por promover las vocaciones científico-tecnológicas, el

² Acrónimo en inglés que hace referencia a Science, Technology, Engineering and Mathematics (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

acceso a ellas y la formación de una ciudadanía comprometida y crítica con el desarrollo de su comunidad.

Este “formar a la ciudadanía”, relacionado con el término alfabetización científica, es de nuevo una forma de responder a los retos del mundo globalizado y digitalizado del siglo XXI. Investigadoras como Couso (2017) señalan que, lejos de quedarse dentro de las disciplinas STEM, las competencias y actitudes científico-técnicas se caracterizan por dotar a los estudiantes de habilidades para solucionar problemas y hacerlo de forma creativa. Estas habilidades, junto a la formación en conocimientos científicos, dotará al alumnado de un valor como “agente del cambio”, fundamental en la toma de medidas en pro de consecución de retos a nivel global como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Sin embargo, este contexto global que dota a la educación STEM de cierto valor de “emergencia” (Domènech-Casal, 2019) se ve acentuado por su convergencia con una pérdida de interés generalizada del alumnado por las disciplinas científico-tecnológicas (Rocard et al., 2007). Indiferentemente del sesgo que el género o el origen socioeconómico puedan ejercer sobre estos datos, Martín et al. (2022) nos señalan su origen en el propio enfoque que estas áreas reciben en el aula. De nuevo, hablamos de esta “educación permanente”, ajena al contexto del alumnado como detrimento del desarrollo de vocaciones STEM.

En este momento de simultánea pérdida y necesidad de un alumnado involucrado y motivado dentro de las disciplinas STEM, autoras como Martín et al. (2022) señalan la necesidad de fomentar el gusto e interés a partir de metodologías activas desde edades tempranas. Es precisamente sobre estas nociones donde comienza a construirse la presente propuesta.

2.2 ¿Cómo hacemos STEM?

Una vez hemos comprendido la Educación STEM como un conjunto de objetivos relacionados con el desarrollo de vocaciones científico-tecnológicas desde una perspectiva inclusiva y equitativa (Torrás, 2021) cabe preguntarnos, ¿cómo podemos “hacer STEM” en el aula?

El Aprendizaje Basado en Proyectos es señalado por investigadores como Domènech-Casal et al. (2019) como una metodología “privilegiada” dentro de la educación STEM. Las características y principios de este enfoque pedagógico fomentarían una alfabetización científica interdisciplinar y significativa para el alumnado.

Kilpatrick (1918) hace referencia al ABP en su ensayo *The Project Method*, aunando ideas relacionadas con el aprendizaje por descubrimiento y la experimentación. El autor distingue entre cuatro categorías dentro de esta metodología de proyectos: elaborar un producto, resolver un problema, disfrutar de una experiencia estética y obtener un conocimiento. Todos ellos tienen en común el desplazamiento de la “obtención de contenidos” como objetivo final del aprendizaje, a un medio para el desarrollo de un proyecto (Domènech-Casal, 2019).

Sin embargo, Pérez-Torres et al. (2021) señalan que el objetivo de la metodología ABP aplicada a contextos científico-tecnológicos tampoco debe ser el producto final. El planteamiento de un reto como hilo conductor de una experiencia en el aula (Domínguez-Chillón, 2013) pretende despertar diferentes formas de aprender haciendo, pensando y siendo.

En este “aprender haciendo” que nos ofrece la metodología ABP encuentran la oportunidad de acceder a una comprensión y, por ende, aprendizaje más profundo autores como Larmer et al. (2015). Sin embargo, esta oportunidad de acceder a un aprendizaje más significativo de los contenidos regidos por un marco legislativo cambiante no es la única que nos ofrece el trabajo ABP dentro de las disciplinas científico-tecnológicas. Investigadoras como Couso (2017) hablan de la activación de “potenciales humanos”. Estos adquieren un valor exponencial en los últimos años como “soft skills” dentro de los ámbitos profesionales STEM. El ABP estimula la creatividad y divergencia de pensamiento en un alumnado crítico y comprometido.

De acuerdo con los principios establecidos, la presente propuesta se vertebra a través de la metodología ABP, apelando a la motivación intrínseca para el

desarrollo dentro de las disciplinas STEM de los alumnos y alumnas a los que se destina (Pérez-Aranda et al., 2015).

2.3 Educación STEM y género

Existe una gran diversidad de opiniones y resultados en los estudios llevados a cabo acerca de la relación entre el género del alumnado y su interés, implicación y desempeño en las disciplinas STEM. Sin embargo, la diferencia de representación entre hombres y mujeres dentro de los campos científico-tecnológicos es lo suficientemente significativa como para hablar de una brecha de género (Martín et al., 2022).

El informe de la UNESCO (2019) *Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)* señala que tan solo un 30% de todas las estudiantes matriculadas en educación superior optan por campos relacionados con estas disciplinas. Sin embargo, esta pérdida de interés llega mucho antes del momento de elección de ámbito profesional. Este mismo informe hace referencia a un estudio británico, en el cual el interés de las alumnas por los conocimientos y disciplinas científicas cae de un 72% a los 10 años a un 19% al alcanzar la mayoría de edad, siendo significativamente menor el descenso en el caso de los varones.

¿Qué ocurre durante estos años? ¿A qué factores podrían achacarse este sesgo de género en las disciplinas STEM? La *Radiografía de la brecha de género en la formación STEAM* (2022), emitido por la Unidad de Igualdad del Ministerio de Educación y Formación Profesional refuta a partir de datos de la OCDE cualquier relación entre esta pérdida de interés STEM y la falta de capacidad o talento, evidenciados en el desempeño escolar de las alumnas.

Dicho informe hace referencia a los estereotipos y sesgos de género como la principal casuística de este fenómeno, señalando las profesiones científicas como típicamente masculinas. Asimismo, esta falta de diversidad dentro del perfil profesional científico-técnico dificulta la posibilidad de que las alumnas

encuentren modelos de identificación y desarrollen un sentimiento de pertenencia dentro de las disciplinas STEM (Martín et al., 2022). La falta de confianza de las chicas dentro de estas áreas que expone el informe *The ABC of Gender Equality in Education* (OCDE, 2015), agravaría aún más estos factores.

Sin embargo, existe una excepción dentro de las disciplinas STEM: las ciencias de la salud y el bienestar. El informe Panorama de la Educación (2021) promulgado por el Ministerio de Educación y Formación profesional a partir de indicadores de la OCDE señala la paridad alcanzada en la educación terciaria de las ciencias naturales, frente al escaso 24,3% de alumnas de nuevo ingreso en campos como la ingeniería, la producción industrial o la construcción.

Claro es además el ejemplo que expone el informe *Radiografía de la brecha de género en la formación STEAM* (2022). Este señala un aumento de hasta el 26% de representación femenina tras la inclusión de las Ciencias de la Naturaleza y la de la Salud en la modalidad tecnológica de Bachillerato.

De nuevo, nos remitimos a una cuestión de estereotipos y roles de género. Este mismo informe, hace referencia a las ciencias de la salud como una disciplina hacia la cual las mujeres se muestran típicamente más proclives.

Teniendo en cuenta la existencia de campos científicos en los que la representación femenina sí es significativa, cabe preguntarnos ¿por qué hablamos de alcanzar la paridad en todas las disciplinas STEM?

Desde un punto de vista estrictamente productivo, el Equipo de la Unidad de Igualdad del MEFP (2022) hace referencia al desfase entre la oferta y la demanda de profesionales formados en disciplinas STEM. Alcanzar progresivamente la paridad en las áreas científico-técnicas reduciría ampliamente esta problemática. Sin embargo, Domènech-Casal (2019) habla además de la ampliación de perspectivas que implicaría una distribución más equitativa dentro de las vocaciones científico-tecnológicas.

Cabe además hacer referencia a la toma de medidas de equidad dentro de los campos STEM como parte fundamental del camino para alcanzar retos marcados a nivel global como la educación de calidad (ODS 4) o la igualdad de género (ODS 5).

Se subraya por tanto la necesidad de la toma de medidas para la reducción de la brecha de género en toda propuesta educativa STEM, incluyendo la presente. Esta pretende fomentar el interés y sentimiento de pertenencia de las alumnas a las disciplinas científicas a partir del papel activo de modelos de identificación femeninos en las actividades desarrolladas.

2.4 Educación STEM en la LOMLOE

La presente propuesta se encuadra dentro del marco normativo de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación o LOMLOE. Con el objetivo de desarrollar a cabo una propuesta coherente con su contexto, se llevará a cabo a continuación un análisis del marco legislativo vigente que justifique el papel de la Educación STEM en el aula.

La LOMLOE hace referencia en su preámbulo a la necesidad de adoptar medidas hacia las transformaciones sociales y tecnológicas que configuran la cambiante realidad en la que se desarrolla el alumnado actual: desde apostar por un enfoque competencial en pro de la consecución de los objetivos marcados en la Agenda 2030, hasta la adopción de enfoques que favorezcan la igualdad de género. Los previamente establecidos principios de la Educación STEM no solo se alinean, sino que contribuyen a los objetivos de este nuevo marco normativo en el que se desarrolla la labor docente.

Además de esta clara alineación de principios y objetivos, hacemos referencia a las competencias incluidas en el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. En estas páginas se desarrolla la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería. Aparece dentro de la legislación

vigente las propias siglas STEM para hacer referencia a esta competencia y su desarrollo.

Además de una denominación común, la competencia STEM hace referencia a un, ya familiar, “transformar nuestra sociedad”. En concordancia con los principios de la Educación STEM previamente establecidos, la normativa vigente plantea esta competencia como una fundamental herramienta para el desarrollo constante del futuro ciudadano. Dicho desarrollo competencial se describe en estas páginas como la aplicación de conocimientos a distintos contextos, la interpretación del mundo que les rodea y la actuación comprometida con su cuidado.

Se incluyen además dentro de la propia competencia STEM hasta cinco descriptores operativos que los estudiantes han de alcanzar al completar la etapa de Educación Primaria. La presente propuesta trata de dotar a los alumnos de las herramientas para desarrollar las competencias específicas enmarcadas dentro del Decreto 61/2022, de 13 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo de la etapa de Educación Primaria.

3. Propuesta de intervención

3.1 Justificación de la propuesta

De acuerdo con las bases y principios establecidos en el marco teórico, surge la presente propuesta con el principal objetivo de fomentar actitudes positivas hacia la Educación STEM en alumnos y alumnas de entre 10 y 12 años.

Con dicho objetivo en mente, se hará uso de metodologías activas e innovadoras (Aprendizaje Basado en Proyectos, trabajo cooperativo y rincones de trabajo) que propicien un ambiente distendido dentro del cual el alumnado manipule y experimente libremente. Lejos de ser penalizado, el error será comprendido en esta propuesta como una fuente de aprendizaje fundamental.

Además de esta búsqueda de un ambiente positivo a nivel socioafectivo en el cual el estudiante se pueda desenvolver de manera autónoma, esta propuesta se sustenta sobre el trabajo del método científico y el pensamiento computacional. El desarrollo de ambos en esta etapa queda recogido en el Decreto 61/2022, de 13 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo de la etapa de Educación Primaria.

Se establecen por tanto la formulación de hipótesis, su posterior refutación o comprobación y las estrategias de ensayo-error como elementos claves para el proceso de aprendizaje sobre un concepto tan abstracto como las propiedades de la materia.

Una vez establecidas estas nociones previas para el desarrollo de la propuesta, se pasa a exponer los puntos clave de su diseño y posterior implantación.

3.2 Objetivos generales

Con el objeto de concretar y guiar las decisiones pedagógicas englobadas dentro de la presente propuesta, se fijan los siguientes objetivos generales. Estos no

hacen referencia al alumnado o las actuaciones que de él se esperan, sino que sientan las bases para una propuesta de innovación coherente y estructurada.

1. Diseñar y elaborar una propuesta que integre las disciplinas STEM del currículo de Educación Primaria.
2. Responder a las necesidades del alumnado a través del uso de metodologías activas que favorezcan el desarrollo dentro de las disciplinas STEM.
3. Desarrollar una propuesta motivadora, atractiva e interesante para el estudiante en la cual el gusto, implicación e interés por la Ciencia es prioritario.

3.3 Objetivos específicos

Los objetivos generales de la propuesta requerirán de los siguientes objetivos específicos para ser alcanzados.

1. Diseñar y elaborar una propuesta que integre las disciplinas STEM del currículo de Educación Primaria.
 - 1.1. Elaborar una propuesta que integre habilidades y competencias específicas de las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales, además de incluir el diseño de la Ingeniería y la Tecnología.
 - 1.2. Relacionar la propuesta interdisciplinar con los contenidos, competencias específicas y criterios de evaluación de las áreas implicadas.
2. Responder a las necesidades del alumnado a través del uso de metodologías activas que favorezcan el desarrollo dentro de las disciplinas STEM.
 - 2.1. Poner al alumnado en el centro de su propio proceso de aprendizaje, diseñando una propuesta que favorezca la exploración y descubrimiento autónomos.
 - 2.2. Dotar de continuidad y coherencia a la propuesta a través de la elaboración de un producto final.

2.3. Favorecer el desarrollo de herramientas y valores transversales ligados al trabajo cooperativo.

3. Desarrollar una propuesta motivadora, atractiva e interesante para el estudiante en la cual el gusto, implicación e interés por la Ciencia es prioritario.

3.1. Promover el desarrollo de autoeficacia positiva hacia las disciplinas STEM.

3.2. Ofrecer modelos femeninos de identificación dentro del campo de la Ciencia, introduciendo en la propuesta mujeres científicas.

3.4 Contexto de aplicación

Los destinatarios de la aplicación de la propuesta son los 101 estudiantes que componen las cuatro clases del tercer ciclo de Educación Primaria del C.E.I.P Pablo Picasso. El centro, público y bilingüe en todas sus etapas, se encuentra situado en el distrito madrileño de Hortaleza. La posibilidad de implantarla en el centro surge a partir de las prácticas intensivas de fin de grado.

El C.E.I.P Pablo Picasso es un centro de línea dos. Cuenta con 18 unidades entre Educación Infantil y Primaria y sus correspondientes tutores. Junto a ellos, los especialistas de Audición y Lenguaje, Pedagogía Terapéutica, Educación Física, Educación Musical y los miembros del equipo directivo, conforman un claustro cohesionado y comprometido.

El número de estudiantes escolarizados ha aumentado de manera exponencial durante los últimos años, de acuerdo con el desarrollo demográfico de la zona noreste de Madrid a partir de la construcción de áreas residenciales. Un alto porcentaje de esta nueva población de la zona son familias de origen extranjero.

Resultado de esta configuración progresiva del distrito en el que se encuentra el centro, encontramos una gran diversidad sociocultural dentro del propio alumnado. El nivel socioeconómico de las familias, en términos generales, es

medio, incluyendo algunos alumnos en situaciones de riesgo de exclusión social. Independientemente de la heterogeneidad que compone la comunidad educativa, esta se encuentra claramente cohesionada y comprometida con el desarrollo integral del alumnado.

En la misma medida que el centro, las cuatro aulas en las que se implanta la propuesta son de una gran diversidad cultural, socioafectiva y funcional. Se considera que, tanto la propuesta como los estudiantes se verán beneficiados de la divergencia de pensamiento consecuencia de dichas circunstancias. Cabe hacer referencia dentro de dicha heterogeneidad a los Alumnos con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (ACNEAEs) : cuatro alumnos con adaptaciones curriculares significativas y tres con Dificultades Específicas del Aprendizaje. Toda adaptación necesaria será consensuada con las maestras de ciclo.

El centro pertenece desde el curso 2018/2019 a la red de centros de STEMadrid, comprometidos con el desarrollo del alumnado dentro de estas disciplinas. Estos centros educativos constan de propuestas metodológicas específicas para los procesos de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de actitudes positivas en las áreas científico-tecnológicas. La puesta en marcha de la propuesta se ha visto ampliamente beneficiada del compromiso de la comunidad educativa con la educación STEM.

La posible falta de esta disposición en otros centros puede ser un indicador de la urgencia de llevar a cabo propuestas como esta. Por ello, a pesar de haber sido diseñada para responder a las necesidades concretas del contexto de implantación, estas sesiones se podrían llevar a cabo en cualquier otro centro educativo.

De la misma manera, a pesar de haber sido construida a partir de la normativa en vigencia y los intereses y características del alumnado de 10 a 12 años, la falta de necesidad de conocimientos previos nos permitirá, con las adaptaciones necesarias, aplicar las actividades diseñadas a cualquier otro grupo de edad.

3.5 Metodología

Antes de presentar el desarrollo de las actividades, se hará una breve mención de las bases metodológicas sobre las que se construyen. Estas, de acuerdo con los objetivos de la propuesta, se fundamentarán en metodologías activas que respondan a las necesidades del alumnado dentro de las disciplinas STEM. Dichas metodologías se caracterizan por dar mayor protagonismo al estudiante en su formación, fomentar el trabajo cooperativo y organizar y estimular aprendizajes autónomos y permanentes (Domènech-Casal, 2018)

En primer lugar, hablamos del **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)**. En concordancia con los principios de esta metodología, se ha planteado un reto como hilo conductor de las sesiones: la construcción del modelo de un submarino. Este producto final dotará de continuidad a la propuesta, dando un propósito al proceso de aprendizaje.

A pesar de la brevedad del proyecto, nos encontramos ante una propuesta coherente y estructurada. Se plantea una primera fase de focalización y contextualización en la primera sesión de la propuesta. Durante esta, se activarán los conocimientos previos del alumnado y se fomentará el interés y motivación por el reto. Ambos servirán de base para la elaboración del producto final, programado en la segunda y última sesión.

No puede concebirse esta propuesta sin una metodología como el ABP, que nos aleja del trabajo aislado y magistral de conceptos abstractos. La construcción de los conocimientos para dar respuesta a una necesidad favorecerá el desarrollo integral y autónomo del alumnado.

El segundo eje vertebrador de la propuesta será el **trabajo cooperativo**. Las actividades planteadas no solo se benefician, sino que requieren de la existencia de grupos cooperativos. La construcción del aprendizaje pasará por la interacción social del alumnado.

Para facilitar y guiar dicha interacción, se han elaborado los grupos cooperativos en colaboración con las maestras de ciclo. Se ha seguido un criterio de heterogeneidad que beneficie a todos los alumnos y alumnas. Además, siguiendo los principios del trabajo cooperativo, se han planteado para cada sesión “roles” dentro de los propios grupos. Estos se diseñan con el objetivo de dinamizar el desarrollo de las sesiones y garantizar que todos los estudiantes trabajan para alcanzar unos objetivos comunes.

En última instancia, cabe destacar el uso de la **metodología de rincones** como estructura de la primera sesión de la propuesta. En lugar de llevar a cabo tres experiencias aisladas guiadas por la maestra, se construyen tres rincones de trabajo.

Estos se desarrollarán de manera simultánea gracias a un sistema de rotación. Los grupos cooperativos pasarán por los tres rincones siguiendo una ruta preestablecida, completando de manera autónoma los retos de cada uno de ellos. De nuevo, se pone al alumno en el centro de su proceso de aprendizaje.

3.6 Desarrollo de las sesiones, rincones y actividades.

Las actividades de la presente propuesta se desarrollan en dos sesiones de 45 minutos cada una. Estas se han repetido hasta en cuatro ocasiones distintas, en ambas líneas de los cursos 5.º y 6.º de Educación Primaria del CEIP Pablo Picasso. Para su puesta en práctica se ha requerido en todas ellas de la misma organización, tanto del espacio como del alumnado.

En lo que a los alumnos y alumnas se refiere, en cada aula se han conformado seis grupos cooperativos siguiendo un criterio de heterogeneidad contrastado con las maestras del centro. En cada grupo cooperativo encontramos entre cuatro o cinco alumnos, variando en función del aula de implantación. Estos grupos se han mantenido durante ambas sesiones para dotar a la propuesta de continuidad.

En concordancia con los principios del trabajo cooperativo, a cada uno de los alumnos le ha sido asignado un “rol” o papel a desempeñar dentro del grupo. Estos han sido asignados en función de las características y necesidades del alumnado, buscando siempre su desarrollo integral.

A continuación, observamos en la siguiente tabla los roles asignados, tanto en la primera como en la segunda sesión, y una breve descripción de cada uno de ellos. Estos responden a las necesidades de las actividades propuestas.

Tabla 1. Descripción de “roles” para el trabajo cooperativo de ambas sesiones.

“ROLES” GRUPOS COOPERATIVOS	
PRIMERA SESIÓN: IDEAS A FLOTE	
Supervisor/a del orden	Estudiantes encargados de comprobar que antes de cambiarse de rincón los materiales quedan ordenados.
Explorador/a jefe/a	Estudiantes encargados de, con ayuda del mapa incluido en el “cuaderno de observación”, guiar a sus compañeros por los rincones de la propuesta.
Escritor/a al mando	Estudiantes encargados de anotar las hipótesis y resultados en las tablas de registro y reflejar brevemente las reflexiones del grupo en el “cuaderno de observación”.
Líder del debate	Estudiantes encargados de moderar los debates y reflexiones grupales.
SEGUNDA SESIÓN: INVENTORES COMO HEDY LAMARR	
Supervisor/a del orden	Estudiantes encargados de comprobar que, tras el uso de las pinturas acrílicas, las mesas quedan limpias y ordenadas.
Escritor/a al mando	Estudiantes encargados de seguir los pasos del “cuadernos de observación” y reflejar brevemente las reflexiones del grupo.
Líder del debate	Estudiantes encargados de moderar los debates y reflexiones grupales.
Portavoz	Estudiantes encargados de comunicar a la maestra y los compañeros las conclusiones a las que ha llegado el grupo sobre el funcionamiento del producto final.

Elaboración propia

En lo que a la organización del espacio y los materiales se refiere, en ambas sesiones se han distribuido las mesas del aula en seis grupos, uno por cada equipo cooperativo. El gran volumen de materiales necesarios para el desarrollo de la propuesta ha requerido de la coordinación con las maestras. Estos han sido colocados en el aula de manera previa a la llegada de los alumnos y alumnas.

A excepción de momentos concretos de reflexión conjunta guiados por la maestra, el trabajo del alumnado durante ambas sesiones será absolutamente autónomo. Para ello, se han elaborado dos modelos de “cuaderno de observación”, correspondientes a ambas sesiones de la propuesta (*Anexos 1 y 2*). En ellos quedan pautados desde los pasos a seguir en cada momento hasta las preguntas que guiarán las reflexiones y debates de grupo.

Ambas sesiones se diseñan, acorde con los objetivos de la propuesta, integrando las disciplinas STEM a través del reto final de construir un modelo de submarino. Para ello, se hará uso de los contenidos, competencias específicas y criterios de evaluación recogidos en el Decreto 61/2022, de 13 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo de la etapa de Educación Primaria.

En última instancia, destacamos que los nombres que han recibido cada una de las actividades de la propuesta se corresponden con las científicas: Hipatia de Alejandría, Jane Goodall, Margarita Salas y Hedy Lamarr. Cada una de las actividades propuestas, irá acompañada de unas láminas o “posters” (*Anexo 3*) en las cuales se retratan los principales hechos de sus vidas y trayectorias. Se ofrece así, no solo la oportunidad de familiarizarse con figuras de la Historia de la Ciencia, sino modelos de identificación femeninos dentro de este campo.

3.6.1. Sesión 1: Ideas a flote

La primera sesión de la propuesta brinda a los estudiantes la oportunidad de familiarizarse e investigar de manera autónoma y cooperativa sobre las propiedades comunes de la materia como son la masa y el volumen, su relación con las propiedades características de la densidad y las implicaciones de todas ellas en la flotabilidad. Esta coincide con la primera fase de focalización y construcción de conocimientos planteada por la metodología ABP.

El desarrollo de la sesión se organiza alrededor de tres rincones manipulativos por los que han de pasar todos los estudiantes: el “Rincón de Hipatia de Alejandría”, el “Rincón de Jane Goodall” y el “Rincón de Margarita Salas”. Teniendo en cuenta las características del producto final, todos ellos facilitan el establecimiento de relaciones entre la densidad y la flotabilidad de determinados objetos.

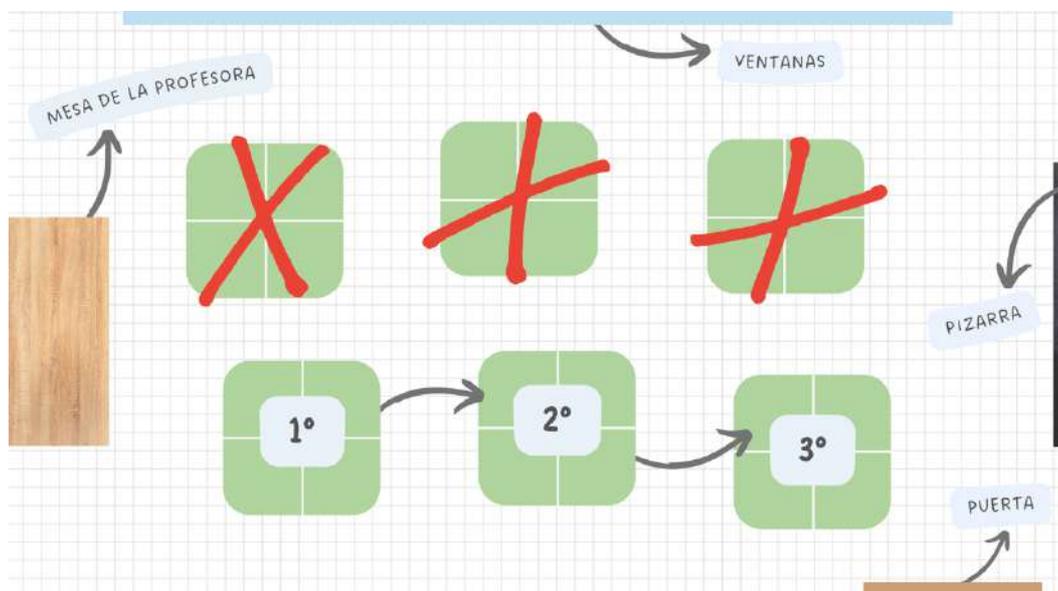
Para favorecer la dinámica de la sesión, se plantea “duplicar” cada uno de estos rincones de manera que los seis grupos cooperativos puedan rotar fácilmente por el aula. Con este mismo propósito, se incluye al principio de los “cuadernos de observación” de esta sesión un mapa, tal y como podemos ver en la siguiente figura (Figura 1). En este se indica la ruta a seguir, siendo distinto el mapa de cada grupo. Las hojas del “cuaderno de observación” de cada grupo estarán ordenadas según el recorrido que vayan a seguir por los distintos rincones. Se incluye además a continuación el itinerario de los seis grupos cooperativos (Tabla 2).

Tabla 2. Orden de rotación para el trabajo por rincones de la primera sesión de la propuesta.

Orden de los rincones	RINCÓN HIPATIA DE ALEJANDRÍA (1)	RINCÓN DE JANE GOODALL (1)	RINCÓN DE MARGARITA SALAS (1)
1.º turno	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
2.º turno	GRUPO 3	GRUPO 1	GRUPO 2
3.º turno	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 1
	RINCÓN HIPATIA DE ALEJANDRÍA (2)	RINCÓN DE JANE GOODALL (2)	RINCÓN DE MARGARITA SALAS (2)
1.º turno	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6
2.º turno	GRUPO 6	GRUPO 4	GRUPO 5
3.º turno	GRUPO 5	GRUPO 6	GRUPO 4

Elaboración propia

Figura 1. Mapa del equipo 1 para el desarrollo de la primera sesión. Incluido en el cuaderno de observación. Aula de 6ºA.



Elaboración propia

En cada rincón se incluirá una lámina o póster de la científica por la que recibe su nombre. Para llamar la atención sobre estas figuras, se incluye en el “cuaderno de observación” una pregunta abierta sobre cada una de ellas: “¿Qué

relación creéis que tiene esta científica con el rincón al que da nombre?”. El propósito de esta pregunta no es otro que invitar a la reflexión.

En la siguiente tabla podemos observar la manera que la que se organiza la duración de la sesión. Con el objetivo de fomentar la gestión del tiempo y teniendo en cuenta el peso que tiene el trabajo autónomo durante más de la mitad de la sesión, se proyectará un cronometro en la pizarra digital del aula. Al comenzar cada rincón, se pondrá una cuenta atrás de 10 minutos. Al finalizar esta, los alumnos recogerán y se moverán al siguiente rincón.

Tabla 3. Temporalización de la primera sesión de la propuesta.

ACTIVIDAD	TIEMPO	AGRUPACIÓN
Motivación inicial	10'	Gran grupo: diálogo guiado por la maestra.
Rincón 1	10'	Grupos cooperativos: trabajo autónomo.
Rincón 2	10'	Grupos cooperativos: trabajo autónomo.
Rincón 3	10'	Grupos cooperativos: trabajo autónomo.
Reflexión final	10'	Gran grupo: diálogo guiado por la maestra.

Elaboración propia

Para comenzar la sesión se presentará la propuesta a los alumnos y alumnas. Será fundamental generar la motivación inicial sobre la cual se sustenta el ABP. Para ello, se empleará la pregunta *¿cómo podemos construir un submarino?* Esta se plantea como desencadenante de un diálogo inicial, a través del cual se activarán los conocimientos previos de los estudiantes. Además, se utilizó este primer momento guiado para explicar brevemente la rotación por los rincones del aula, los roles de trabajo cooperativo y el uso del “cuaderno de observación”.

La descripción del trabajo en cada rincón y su justificación curricular acorde con el Decreto 61/2022 del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid la ordenación y currículo de la etapa de Educación Primaria la desarrollamos a continuación.

EL RINCÓN DE HIPATIA DE ALEJANDRÍA: ¡todo sobre esferas!		
Situación de aprendizaje	“¡De todos los colores, usos, tamaños y masas! Lo único que tienen en común estos objetos es que son esféricos... ¿ FLOTARÁN O SE HUNDIRÁN? ”	
OBJETIVOS ETAPA³	COMPETENCIAS CLAVE	ODS
B, C, D, G, H	CCL, STEM, CPSAA, CCEC	 
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Refutar ideas previas sobre la relación entre la flotabilidad de un objeto y su volumen. 2. Elaborar hipótesis sobre la flotabilidad de objetos con la misma forma geométrica. 3. Recopilar datos de los resultados obtenidos al realizar la propuesta manipulativamente. 4. Reflexionar y debatir de manera cooperativa, respetando a los compañeros y empleando lenguaje científico. 5. Mostrar actitudes de interés y respeto por la científica incluida en la actividad. 		
CONTENIDOS		
Saber (S)	Saber Hacer (SH)	Saber Ser (SS)
<p>Propiedades generales de los cuerpos: masa y volumen.</p> <p>Estrategias para cálculo de la masa.</p> <p>Flotabilidad de un objeto en un líquido.</p>	<p>Ordenación de objetos por su tamaño (volumen) y por su masa.</p> <p>Elaboración de hipótesis sobre la flotabilidad de objetos de diferente tamaño (volumen), misma forma geométrica y distinta masa.</p> <p>Análisis de los resultados obtenidos durante la experimentación.</p>	<p>Cuidado y limpieza del lugar de trabajo.</p> <p>Participación en el trabajo de grupo.</p> <p>Interés y respeto por el papel de la mujer en la Ciencia.</p>

³ Los objetivos de etapa, tal y como los contempla el DECRETO 61/2022, de 13 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo de la etapa de Educación Primaria, se recogen en el anexo 4.

ÁREA CIENCIAS DE LA NATURALEZA	
Competencias específicas	Criterios de evaluación
<i>2. Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas sencillas, utilizando diferentes técnicas, instrumentos y modelos propios del pensamiento científico, para interpretar y explicar hechos y fenómenos que ocurren en el medio.</i>	2.1 Formular preguntas y realizar predicciones razonadas sobre el medio mostrando y manteniendo la curiosidad, aplicando una metodología hipotético-inductiva.
	2.4 Proponer posibles respuestas a las preguntas planteadas, a través del análisis y la interpretación de la información y los resultados obtenidos, valorando la coherencia de las posibles soluciones y comparándolas con las predicciones realizadas.
	2.5 Comunicar los resultados de las investigaciones adaptando el mensaje y el formato a la audiencia a la que va dirigido, utilizando lenguaje científico o aplicado y explicando
ÁREA MATEMÁTICAS	
Competencias específicas	Criterios de evaluación
<i>2. Resolver situaciones problematizadas, aplicando diferentes técnicas, estrategias y formas de razonamiento, para explorar distintas maneras de proceder, obtener soluciones y asegurar su validez desde un punto de vista formal y en relación con el contexto planteado.</i>	2.1. Seleccionar entre diferentes estrategias para resolver un problema, justificando la elección.
<i>5. Reconocer y utilizar conexiones entre las diferentes ideas matemáticas, así como identificar las matemáticas implicadas en otras áreas o en la vida cotidiana, relacionando conceptos y procedimientos, para interpretar situaciones y contextos diversos.</i>	5.2. Utilizar las conexiones entre las matemáticas, otras áreas y la vida cotidiana para resolver problemas en contextos no matemáticos.
<i>8. Desarrollar destrezas sociales, reconociendo y respetando a los compañeros y participar en equipos de trabajo para fomentar un adecuado desarrollo personal y social.</i>	8.1. Trabajar en equipo activa, respetuosa y responsablemente, mostrando iniciativa, comunicándose de forma efectiva, valorando la diversidad y estableciendo relaciones basadas en el respeto, la igualdad, la libertad y la resolución pacífica de conflictos.
	8.2. Colaborar en el reparto de tareas, asumiendo y respetando las responsabilidades individuales asignadas y empleando estrategias de colaboración sencillas dirigidas a la consecución de objetivos compartidos

Con el objetivo de facilitar la formulación de hipótesis, se plantea incluir en el rincón de Hipatia de Alejandría materiales con una forma geométrica fija como es la esfera. A partir de esta consigna, se eligen esferas de diferentes volúmenes y masas, presentes en la vida cotidiana de los estudiantes.

Dichas esferas son: una pelota hinchable, una canica, una pelota de pimpón, una bola de golf, una bola decorativa de Navidad y una esfera elaborada a partir de arcilla, previamente barnizada. Tal y como podemos observar en la siguiente tabla, el principal criterio de selección de dichos materiales es la variedad de volúmenes, masas y densidades.

Tabla 4. Esferas incluidas en el “Rincón de Hipatia de Alejandría” clasificadas según su volumen y su flotabilidad.

	FLOTARÁN	SE HUNDIRÁN
GRANDE	Pelota hinchable	Bola de arcilla
MEDIANA	Bola decorativa de Navidad	Pelota de golf
PEQUEÑA	Pelota de pimpón	Canica

Elaboración propia

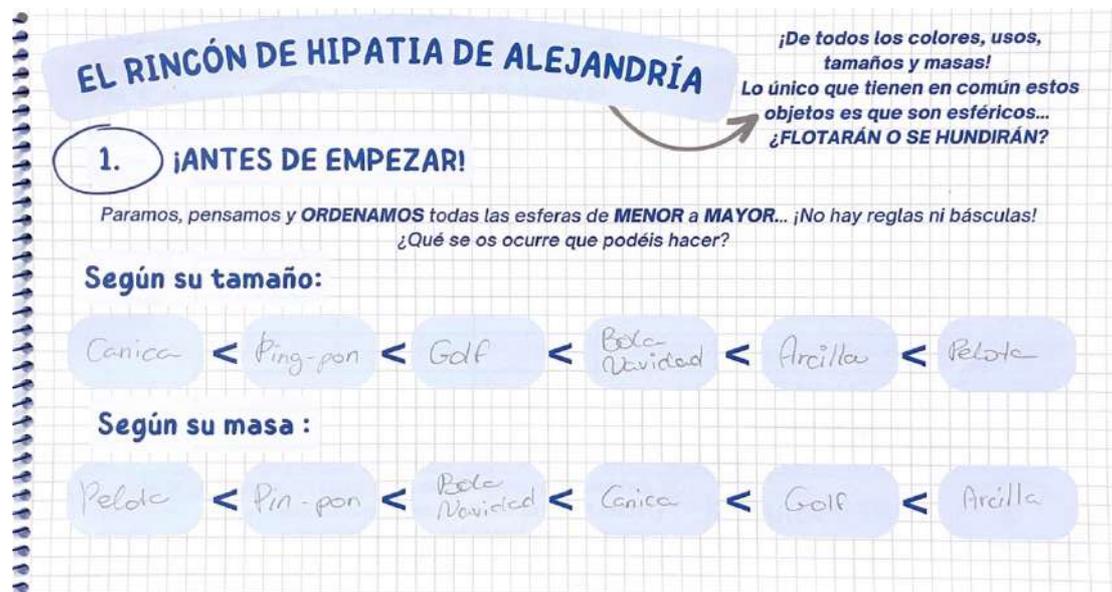
Como podemos ver, contamos tanto con esferas de mayor volumen que flotan como de menor volumen que se hunden. Por tanto, tras la manipulación de las esferas seleccionadas, los alumnos y alumnas podrán refutar cualquier hipótesis de relación entre el volumen y la flotabilidad de los objetos. Además, de estos materiales, será necesario un recipiente transparente lleno de agua, en el cual sumergir las distintas esferas.

Para el desarrollo del rincón el alumnado, guiado por su “cuaderno de observación”, llevará a cabo una primera actividad de clasificación de las esferas. Dicha clasificación atenderá a dos variables: el volumen y la masa. Cabe destacar que en el rincón no se incluirán instrumentos de medición. Esta decisión didáctica se toma con el objetivo de favorecer la divergencia de pensamiento y el desarrollo de estrategias personales, tal y como vemos en las siguientes figuras.

Figura 2. Estudiantes empleando estrategias para clasificar los materiales del “Rincón de Hipatia de Alejandría” según su tamaño (volumen).



Figura 3. Ejemplo de respuesta en el cuadernillo de observación al primer reto del “Rincón de Hipatia de Alejandría”.



Una vez hayan clasificado todos los materiales del rincón, utilizarán la tabla incluida en el “cuaderno de observación” para elaborar hipótesis: “Cuando las sumerjamos en el agua, ¿van a flotar o a hundirse?” Una vez hayan reflexionado de manera conjunta, sumergirán las esferas en el recipiente con agua incluido en el rincón. Anotarán los resultados en la misma tabla de registro, comprobando o refutando sus ideas previas.

Figura 4. Ejemplo de hipótesis desarrolladas en el “Rincón de Hipatia de Alejandría” y su comprobación en el cuadernillo de observación.

2. TOCA REFLEXIONAR

Después de habernos familiarizado con todas estas esferas, toca pensar... Si las metemos en agua, ¿**FLOTARÁN O SE HUNDIRÁN?** Reflexionad juntos y **marcad con una "X"** en la primera columna de la siguiente tabla:

ESFERAS	CREEMOS QUE VA A...		HEMOS COMPROBADO QUE...	
	FLOTAR	HUNDIRSE	FLOTA	SE HUNDE
PELOTA DE PLAYA	✓		✓	
BOLA DE NAVIDAD	✓		✓	
CANICA		✓		✓
PELOTA DE GOLF		✓		✓
ESFERA ARCILLA		✓		✓
PELOTA PIMPÓN	✓		✓	

3. ¡COMPROBAMOS!

¡Esferas al agua! Meted de una en una las esferas en el agua: ¿Flotan? ¿Se hunden? Comprobamos si nuestras hipótesis eran correctas y **anotamos los resultados con una "X"** en la segunda columna de la tabla.

Finalmente, y con el objeto de “aterrizar” las ideas que puedan surgir a partir de esta experiencia, se incluyen en el “cuaderno de observación” una breve batería de preguntas que servirán de guía para el diálogo cooperativo. Se llamará especialmente la atención sobre las características comunes entre los materiales que flotan y los que se hunden.

Figura 5. Ejemplo de respuestas a las preguntas finales del “Rincón de Hipatia de Alejandría” incluidas en el cuadernillo de observación.

4. RECAPITULAMOS...

Una vez secas las manos, toca pensar. **Leed las siguientes preguntas y reflexionad en equipo.** Anotad (brevemente) vuestras ideas.

¿QUÉ ESFERAS CREÍAMOS QUE IBAN A FLOTAR? ¿POR QUÉ?
 Creíamos que iba a flotar la pelota de playa, la de pingpong y la bola de navidad. Ponge por dentro elevan aire.

¿QUÉ ESFERAS CREÍAMOS QUE IBAN A HUNDIRSE? ¿POR QUÉ?
 Creíamos que iban a hundirse las pelotas de golf, arcilla y la canica.

OBSERVA TODAS LAS ESFERAS QUE HAN FLOTADO ¿QUÉ TIENEN EN COMÚN? ¿Y LAS QUE SE HAN HUNDIDO?
 Las que han flotado que están huecas y las guano que están mellanas.

¿SE OS OCURRE OTRA ESFERA QUE PUDIESE FLOTAR? ¿Y OTRA QUE SE HUNDIESE? ¿POR QUÉ?
 Una pelota de futbol

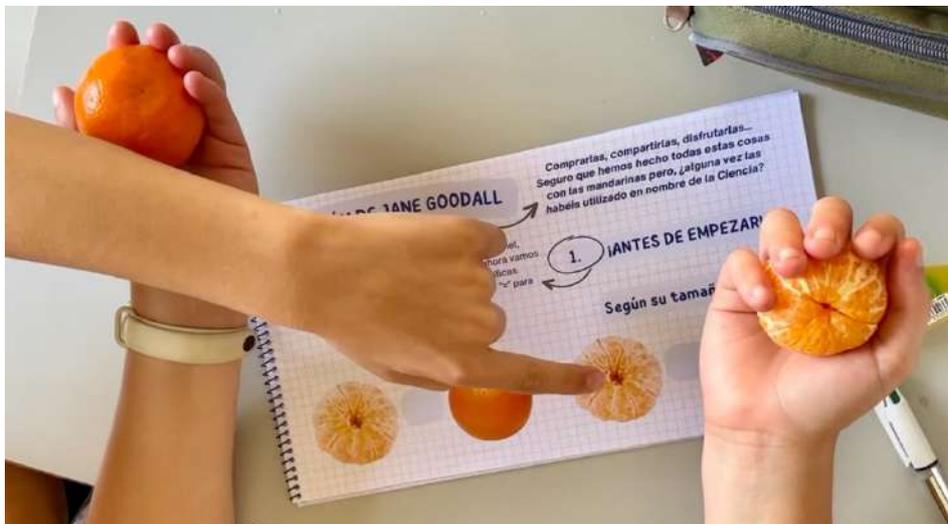
EL RINCÓN DE JANE GOOGALL: <i>La monda</i>		
Situación de aprendizaje	<i>Comprarlas, compartirlas, disfrutarlas... Seguro que hemos hecho todas estas cosas con las mandarinas, pero ¿alguna vez las habéis utilizado en nombre de la Ciencia?</i>	
OBJETIVOS ETAPA	COMPETENCIAS CLAVE	ODS
B, C, D, G, H	CCL, STEM, CPSAA, CE	 
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Refutar ideas previas sobre la relación entre la flotabilidad de un objeto y su masa. 2. Elaborar hipótesis sobre la flotabilidad de un objeto sujeto a una variable de cambio: su masa. 3. Recopilar datos de los resultados de la manipulación de una mandarina con y sin piel en el agua. 4. Reflexionar y debatir de manera cooperativa, respetando a los compañeros y empleando lenguaje científico. 5. Mostrar actitudes de interés y respeto por la científica incluida en la actividad. 		
CONTENIDOS		
Saber (S)	Saber Hacer (SH)	Saber Ser (SS)
<p>La densidad como propiedad que relaciona la masa y el volumen.</p> <p>Flotabilidad de un objeto en un líquido.</p>	<p>Ordenación de objetos por su tamaño y por su masa.</p> <p>Establecimiento de relaciones entre la flotabilidad de un cuerpo y su densidad.</p> <p>Elaboración de hipótesis sobre la flotabilidad de un objeto sujeto a una variable de cambio</p> <p>Análisis de los resultados obtenidos durante la experimentación.</p>	<p>Cuidado y limpieza del lugar de trabajo.</p> <p>Participación en el trabajo de grupo.</p> <p>Respeto e interés por el papel de la mujer en la Ciencia.</p>

ÁREA CIENCIAS DE LA NATURALEZA	
Competencias específicas	Criterios de evaluación
<i>2. Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas sencillas, utilizando diferentes técnicas, instrumentos y modelos propios del pensamiento científico, para interpretar y explicar hechos y fenómenos que ocurren en el medio.</i>	2.1 Formular preguntas y realizar predicciones razonadas sobre el medio mostrando y manteniendo la curiosidad, aplicando una metodología hipotético-inductiva.
	2.3 Diseñar y realizar experimentos guiados, cuando la investigación lo requiera, utilizando diferentes técnicas de indagación y modelos, empleando de forma segura los instrumentos y dispositivos apropiados, realizando observaciones objetivas y estructuradas y mediciones precisas y registrándolas correctamente
	2.4 Proponer posibles respuestas a las preguntas planteadas, a través del análisis y la interpretación de la información y los resultados obtenidos, valorando la coherencia de las posibles soluciones y comparándolas con las predicciones realizadas.
ÁREA MATEMÁTICAS	
Competencias específicas	Criterios de evaluación
<i>5. Reconocer y utilizar conexiones entre las diferentes ideas matemáticas, así como identificar las matemáticas implicadas en otras áreas o en la vida cotidiana, relacionando conceptos y procedimientos, para interpretar situaciones y contextos diversos.</i>	5.2. Utilizar las conexiones entre las matemáticas, otras áreas y la vida cotidiana para resolver problemas en contextos no matemáticos.
<i>6. Comunicar y representar, de forma individual y grupal, conceptos, procedimientos y resultados matemáticos, utilizando el lenguaje oral, escrito, gráfico y la terminología apropiados, para dar significado y permanencia a las ideas matemáticas.</i>	6.2. Comunicar en diferentes formatos las conjeturas y procesos matemáticos, utilizando lenguaje matemático adecuado.
<i>8. Desarrollar destrezas sociales, reconociendo y respetando a los compañeros y participar en equipos de trabajo para fomentar un adecuado desarrollo personal y social.</i>	8.1. Trabajar en equipo activa, respetuosa y responsablemente, mostrando iniciativa, comunicándose de forma efectiva, valorando la diversidad y estableciendo relaciones basadas en el respeto, la igualdad, la libertad y la resolución pacífica de conflictos.
	8.2. Colaborar en el reparto de tareas, asumiendo y respetando las responsabilidades individuales asignadas y empleando estrategias de colaboración sencillas dirigidas a la consecución de objetivos compartidos

Para el desarrollo del “Rincón de Jane Goodall” tan sólo serán necesarias dos mandarinas, una con piel y otra sin ella. De la misma manera que en los otros dos rincones, se contará además con un recipiente transparente lleno de agua.

De nuevo, los estudiantes utilizarán su “cuaderno de observación” para seguir el desarrollo de la actividad. En primer lugar, a través de una batería de preguntas, se invitará a la manipulación y observación de las mandarinas. A partir de estas, no se pretende otra cosa que llamar la atención de los estudiantes sobre algunos aspectos físicos de esta fruta: su forma, su volumen, su masa...

Figura 6. Estudiantes utilizando estrategias para clasificar los materiales del “Rincón de Jane Goodall” según su masa.

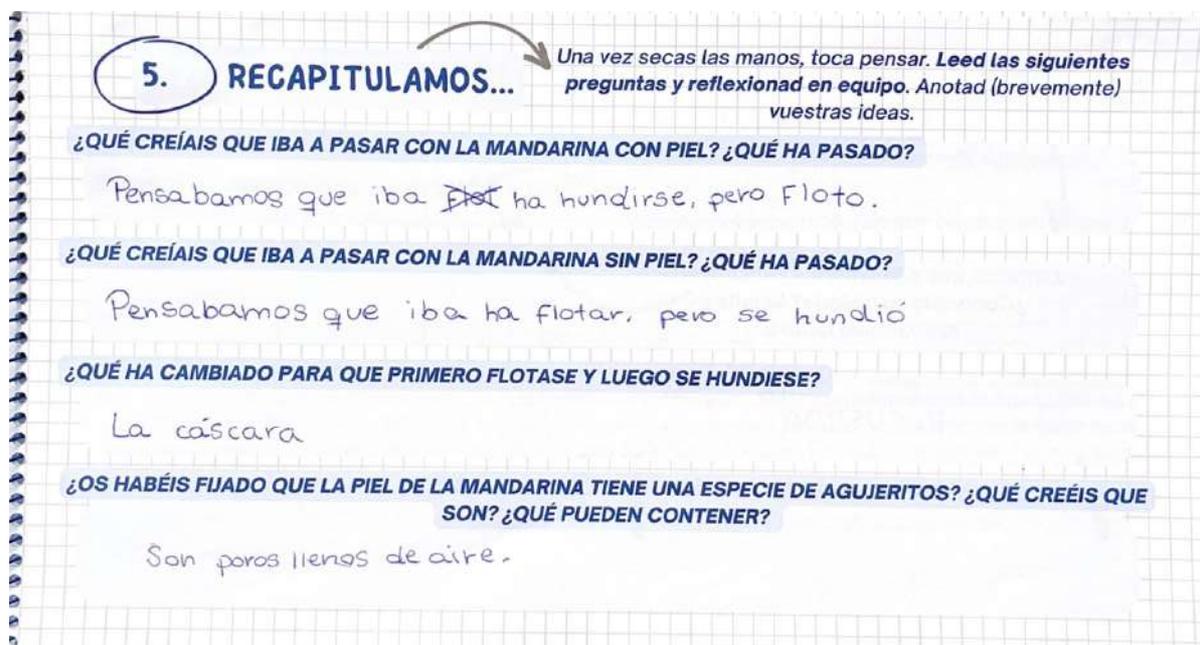


Se pedirá además al alumnado que lleve a cabo una comparación: “¿Cuál de las dos mandarinas tiene mayor masa? ¿Cuál tiene un mayor tamaño?” Tras haber señalado la mandarina con piel como aquella mayor y más pesada, se animará a compartir hipótesis acerca de lo que ocurrirá cuando la sumerjan en el agua. “¿Se hundirá? ¿Flotará? ¿Por qué?” Anotarán en una tabla incluida en el “cuaderno de observación” sus hipótesis y, posteriormente, los resultados.

Una vez hayan comprobado que la mandarina con piel flota, se repetirá la operación con la segunda mandarina. Tras apuntar sus hipótesis en la tabla de registro comprobarán que, a diferencia de la mandarina con piel, esta se hunde.

Al ser mayor la masa y el tamaño de la mandarina con piel, cabría dentro del imaginario del alumno razonar que, una vez sumergida en el recipiente de agua, esta se hundiría. Sin embargo, al deshacernos de la piel de la mandarina, desaparece el aire almacenado en los poros de la piel de esta fruta, lo que hace aumentar su densidad y se hunda. A través de esta experiencia manipulativa, refutamos toda hipótesis que los alumnos puedan tener respecto a la relación entre masa y flotabilidad.

Figura 7. Ejemplo de las conclusiones alcanzadas tras el “Rincón de Jane Goodall”, reflejadas en el cuadernillo de observación.



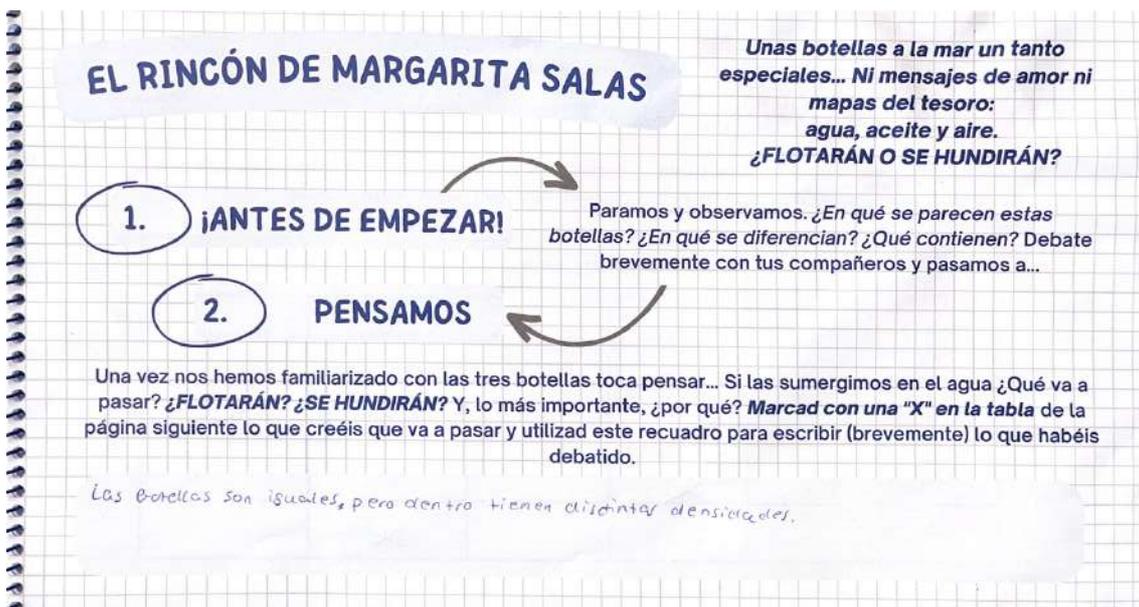
EL RINCÓN DE MARGARITA SALAS: <i>La botella medio llena</i>		
Situación de aprendizaje	<i>Unas botellas a la mar un tanto especiales... Ni mensajes de amor ni mapas del tesoro: agua, aceite y aire. ¿FLOTARÁN O SE HUNDIRÁN?</i>	
OBJETIVOS ETAPA	COMPETENCIAS CLAVE	ODS
B, C, D, G, H	CCL, STEM, CPSAA, CCEC	 
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer relaciones entre la flotabilidad de un objeto y su densidad. 2. Elaborar hipótesis sobre la flotabilidad de objetos con el mismo volumen. 3. Recopilar datos de los resultados de su propia manipulación del objeto de estudio. 4. Reflexionar y debatir de manera cooperativa, respetando a los compañeros y empleando lenguaje científico. 5. Mostrar actitudes de interés y respeto por la científica incluida en la actividad. 		
CONTENIDOS		
Saber (S)	Saber Hacer (SH)	Saber Ser (SS)
<p>Propiedades generales de los cuerpos: masa y volumen.</p> <p>La densidad de diferentes objetos y su relación con la flotabilidad.</p> <p>Flotabilidad de un objeto en un líquido.</p>	<p>Clasificación de objetos según su flotabilidad.</p> <p>Elaboración de hipótesis sobre la flotabilidad de objetos del mismo volumen.</p> <p>Análisis de los resultados obtenidos durante la experimentación.</p>	<p>Cuidado y limpieza del lugar de trabajo.</p> <p>Participación en el trabajo de grupo.</p> <p>Interés y respeto por el papel de la mujer en la Ciencia.</p>

ÁREA CIENCIAS DE LA NATURALEZA	
Competencias específicas	Criterios de evaluación
<i>2. Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas sencillas, utilizando diferentes técnicas, instrumentos y modelos propios del pensamiento científico, para interpretar y explicar hechos y fenómenos que ocurren en el medio.</i>	2.1 Formular preguntas y realizar predicciones razonadas sobre el medio mostrando y manteniendo la curiosidad, aplicando una metodología hipotético-inductiva.
	2.4 Proponer posibles respuestas a las preguntas planteadas, a través del análisis y la interpretación de la información y los resultados obtenidos, valorando la coherencia de las posibles soluciones y comparándolas con las predicciones realizadas.
	2.5 Comunicar los resultados de las investigaciones adaptando el mensaje y el formato a la audiencia a la que va dirigido, utilizando lenguaje científico o aplicado y explicando
ÁREA MATEMÁTICAS	
Competencias específicas	Criterios de evaluación
<i>3. Explorar, formular y comprobar conjeturas sencillas o plantear problemas de tipo matemático en situaciones basadas en la vida cotidiana, de forma guiada, reconociendo el valor del razonamiento y la argumentación, para contrastar su validez, adquirir e integrar nuevo conocimiento.</i>	3.1. Formular conjeturas matemáticas sencillas identificando patrones, propiedades y relaciones de forma guiada.
<i>5. Reconocer y utilizar conexiones entre las diferentes ideas matemáticas, así como identificar las matemáticas implicadas en otras áreas o en la vida cotidiana, relacionando conceptos y procedimientos, para interpretar situaciones y contextos diversos.</i>	5.2. Utilizar las conexiones entre las matemáticas, otras áreas y la vida cotidiana para resolver problemas en contextos no matemáticos.
<i>8. Desarrollar destrezas sociales, reconociendo y respetando a los compañeros y participar en equipos de trabajo para fomentar un adecuado desarrollo personal y social.</i>	8.1. Trabajar en equipo activa, respetuosa y responsablemente, mostrando iniciativa, comunicándose de forma efectiva, valorando la diversidad y estableciendo relaciones basadas en el respeto, la igualdad, la libertad y la resolución pacífica de conflictos.
	8.2. Colaborar en el reparto de tareas, asumiendo y respetando las responsabilidades individuales asignadas y empleando estrategias de colaboración sencillas dirigidas a la consecución de objetivos compartidos

Para desarrollar el tercer rincón se utilizarán tres botellas de plástico transparentes del mismo tamaño. Mientras que una de ellas permanecerá vacía (llena de aire), las otras dos se rellenarán utilizando aceite y agua respectivamente. Además, se contará con un recipiente transparente lleno de agua en el cual poder sumergir las botellas, de la misma manera que hemos hecho en los dos rincones anteriores.

El procedimiento a seguir durante esta actividad será similar a las dos propuestas previas. En primer lugar, a través del “cuaderno de observación” se llamará la atención sobre diferentes aspectos físicos de los materiales incluidos en el rincón “¿En qué se parecen? ¿En qué se diferencian?”. Los estudiantes lo debatirán con su grupo y anotarán las conclusiones a las que han llegado juntos.

Figura 8. Ejemplo de las primeras hipótesis alcanzadas como respuesta a la primera actividad del “Rincón de Margarita Salas”.



A continuación, los alumnos se encontrarán ante una disyuntiva que les será ya familiar: “Al sumergir estas botellas en agua ¿flotarán o se hundirán? ¿Por qué?” Se animará a los alumnos y alumnas a debatir con sus compañeros y registrar sus hipótesis en la tabla de registro.

Figura 9. Tabla de registro de hipótesis y su comprobación del “Rincón de Margarita Salas” en el cuadernillo de observación.

3. ¡COMPROBAMOS!

¡Ha llegado el momento! *Una a una*, id sumergiendo las botellas en el agua y *apuntad con una "X"* lo que ha sucedido en la segunda columna de la tabla.

BOTELLAS DE PLÁSTICO LLENAS DE...	CREEMOS QUE VA A...		HEMOS COMPROBADO QUE...	
	FLOTAR	HUNDIRSE	FLOTA	SE HUNDE
AGUA		X		X
ACEITE		X	X	
AIRE	X		X	

Una vez hayan superado este segundo paso, los estudiantes sumergirán, una a una, las botellas en el recipiente con agua comprobando o refutando sus hipótesis. Dichos resultados se anotarán en la misma tabla de registro, facilitando la comparación entre ambos. Además, esta experiencia irá ligada a unas preguntas finales que, de la misma manera que en las propuestas anteriores, tendrán como propósito “aterrizar” las ideas generadas a partir de la manipulación.

Figura 10. Ejemplo de las reflexiones finales del “Rincón de Margarita Salas” reflejadas en el cuadernillo de observación.

4. RECAPITULAMOS... *Una vez secas las manos, toca pensar. Leed las siguientes preguntas y reflexionad en equipo. Anotad (brevemente) vuestras ideas.*

¿QUÉ BOTELLAS CREÍAMOS QUE IBAN A FLOTAR? ¿POR QUÉ?
La de aire. Porque no tiene líquido.

¿QUÉ BOTELLAS CREÍAMOS QUE IBAN A HUNDIRSE? ¿POR QUÉ?
La de aceite y la de agua. Porque tienen líquido.

SI TUVIÉSEMOS QUE AÑADIR UNA CUARTA BOTELLA QUE SE HUNDIESE ¿DE QUÉ LA LLENARÍAIS? ¿POR QUÉ?
De arena. Porque al pesar se hunde.



Este tercer rincón vuelve a brindarnos la oportunidad de comparar diversos materiales entre los cuales tiene cabida la reflexión acerca de la densidad del aire y su relación con la flotabilidad. Sin embargo, en este tercer rincón, se incorpora un tercer elemento además de la botella con aire y agua: una botella llena de aceite. La presencia de esta se plantea con el objetivo de ilustrar que existen otros materiales además del aire cuya densidad es menor que la del agua y, por tanto, flotan.

Reflexión final de los rincones: Una vez todos los alumnos y alumnas hayan pasado por los tres rincones, realizará una reflexión a través de un diálogo guiado. Se plantearán algunas de las siguientes preguntas con el objetivo de establecer relaciones entre la densidad del aire y la flotabilidad de los materiales incluidos en los rincones.

- **Rincón de Hipatia de Alejandría:** ¿Qué esferas han flotado? ¿Qué tienen en común? ¿De qué están llenas?
- **Rincón de Jane Goodall:** ¿Qué habéis pensado que son los agujeros de la piel de la mandarina? ¿Qué pueden tener dentro?
- **Rincón de Margarita Salas:** ¿Qué botellas han flotado? ¿De qué estaban llenas?

A continuación, utilizando la diapositiva de apoyo reflejada en la siguiente figura, se enunciarán los conceptos trabajados durante la sesión, siempre estableciendo conexiones con las experiencias de los tres rincones.

Figura 11. Diapositiva de apoyo para la reflexión final de la primera sesión.



3.6.2. Sesión 2: Inventoras como Hedy Lamarr

Es en esta segunda sesión donde la ingeniería y la tecnología, junto con las Ciencias de la Naturaleza y la Matemática, intervienen para idear la construcción de un objeto (el modelo de un submarino) con un propósito (aplicar lo que hemos aprendido de flotabilidad). Además, en esta sesión se trabaja uno de los aspectos más interesantes del ABP: la construcción del producto, en este caso un modelo de submarino. Se selecciona el modelo de submarino como producto final y cierre de la propuesta por suponer una forma motivadora e intuitiva de ilustrar los conceptos abordados.

Este será construido de manera autónoma por los grupos cooperativos constituidos en la primera sesión. Para ello, se elabora un segundo “cuadernillo de observación”. En él, además de los pasos a seguir, se incluyen preguntas que favorecerán la comprensión del funcionamiento del modelo: *“¿Para qué creéis que sirve esta parte? ¿Qué papel puede tener en nuestro submarino este material?”*

De nuevo, se hará una copia por cada uno de los seis grupos cooperativos. Sin embargo, este segundo cuaderno llevará el nombre de la sesión “Inventores como Hedy Lamarr”. De esta manera, instaremos desde un primer momento a los estudiantes a consultar los dos “posters” elaborados sobre la científica, previamente colocados en el aula.

En la siguiente figura podemos observar la temporalización propuesta para esta segunda sesión, incluyendo las actividades, el tiempo destinado para cada una de ellas y las formas de agrupación que se emplearán.

Tabla 5. Temporalización de la segunda sesión de la propuesta.

ACTIVIDAD	TIEMPO	AGRUPACIÓN
“Antes de empezar”. <i>Nociones previas</i>	5’	Gran grupo: indicaciones de la maestra.
“Manos a la obra”. <i>Construcción del producto final.</i>	15’	Grupos cooperativos: trabajo autónomo.
“Ahora es vuestro”. <i>Personalización del producto final.</i>	10’	Grupos cooperativos: trabajo autónomo.
Puesta en común y cierre de la propuesta	10’	Gran grupo: diálogo guiado por la maestra.

Elaboración propia

La descripción del trabajo durante esta sesión y su justificación curricular acorde con el Decreto 61/2022 del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid la ordenación y currículo de la etapa de Educación Primaria la desarrollamos a continuación.

SESIÓN 2: INVENTORAS COMO HEDY LAMARR

Situación de aprendizaje	Los submarinos flotan gracias a unas cámaras o tanques llenos de aire . Estos hacen que su densidad sea menor que la del agua que lo rodea y puedan emerger o mantenerse en la superficie. ¿PODRÍAMOS HACER UNO NOSOTROS?	
OBJETIVOS ETAPA	COMPETENCIAS CLAVE	ODS
B, C, D, G, H, J	CCL, STEM, CPSAA, CE, CCEC	
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar y relacionar lo aprendido sobre masa, volumen y densidad en la sesión previa para elaborar el producto final. 2. Utilizar el pensamiento computacional para ejecutar la elaboración de un diseño que dé solución a una necesidad. 3. Emplear los materiales de manera pautada, debatiendo sobre sus posibles usos. 4. Reflexionar y debatir de manera cooperativa, proponiendo diferentes soluciones respetando a los compañeros y empleando lenguaje científico. 5. Mostrar actitudes de interés y respeto por la científica incluida en la actividad. 		
CONTENIDOS		
Saber (S)	Saber Hacer (SH)	Saber Ser (SS)
Propiedades generales de los cuerpos: masa y volumen.	Empleo de las habilidades del pensamiento computacional para elaborar el producto final.	Cuidado y limpieza del lugar de trabajo.
La densidad y su relación con la flotabilidad de los cuerpos.	Elaboración de diferentes hipótesis acerca del uso de los materiales y el funcionamiento del producto final.	Participación activa en el trabajo de grupo.
Flotabilidad de un objeto en un líquido.	Construcción de un diseño estético y funcional de manera cooperativa.	Respeto a los materiales y normas de la actividad.
		Interés y respeto por el papel de la mujer en la Ciencia.

ÁREA CIENCIAS DE LA NATURALEZA	
Competencias específicas	Criterios de evaluación
2. <i>Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas sencillas, utilizando diferentes técnicas, instrumentos y modelos propios del pensamiento científico, para interpretar y explicar hechos y fenómenos que ocurren en el medio.</i>	2.4 Proponer posibles respuestas a las preguntas planteadas, a través del análisis y la interpretación de la información y los resultados obtenidos, valorando la coherencia de las posibles soluciones y comparándolas con las predicciones realizadas.
3. <i>Resolver problemas a través de proyectos de diseño y de la aplicación del pensamiento computacional, generando nuevos productos según necesidades.</i>	3.3 Desarrollar un producto final que dé solución a un problema de diseño, probando en equipo diferentes prototipos o soluciones digitales y utilizando de forma segura las herramientas, dispositivos, técnicas y materiales adecuados. 3.4 Comunicar el diseño de un producto final, adaptando el mensaje y el formato a la audiencia, explicando los pasos seguidos, justificando por qué ese prototipo o solución digital cumple con los requisitos del proyecto y proponiendo posibles retos para futuros proyectos.
ÁREA MATEMÁTICAS	
Competencias específicas	Criterios de evaluación
2. <i>Resolver situaciones problematizadas, aplicando diferentes técnicas, estrategias y formas de razonamiento, para explorar distintas maneras de proceder, obtener soluciones y asegurar su validez desde un punto de vista formal y en relación con el contexto planteado.</i>	2.2. Obtener posibles soluciones de un problema, seleccionando entre varias estrategias conocidas de forma autónoma.
8. <i>Desarrollar destrezas sociales, reconociendo y respetando a los compañeros y participar en equipos de trabajo para fomentar un adecuado desarrollo personal y social.</i>	8.1. Trabajar en equipo activa, respetuosa y responsablemente, mostrando iniciativa, comunicándose de forma efectiva, valorando la diversidad y estableciendo relaciones basadas en el respeto, la igualdad, la libertad y la resolución pacífica de conflictos. 8.2. Colaborar en el reparto de tareas, asumiendo y respetando las responsabilidades individuales asignadas y empleando estrategias de colaboración sencillas dirigidas a la consecución de objetivos compartidos
ÁREA EDUCACIÓN ARTÍSTICA	
Competencias específicas	Criterios de evaluación
4. <i>Participar del diseño, la elaboración y la difusión de producciones culturales y artísticas individuales o colectivas, teniendo en cuenta el proceso y asumiendo diferentes funciones en la consecución de un resultado final, para desarrollar la creatividad y la noción de autoría.</i>	4.1. Planificar y diseñar producciones culturales y artísticas colectivas, trabajando de forma grupal en la consecución de un resultado final, asumiendo diferentes funciones. 4.2. Participar activamente en el proceso de producciones culturales y artísticas, de forma creativa y respetuosa, utilizando elementos de diferentes lenguajes y técnicas artísticas.

Para la construcción de cada modelo de submarino se necesitarán gomas elásticas, un globo, un tubo transparente y una botella de plástico. Esta última servirá como cuerpo del submarino. Para ello, de manera previa a la sesión y con la ayuda de un soldador, se realizarán agujeros en el cuerpo de la botella. Estos permitirán que, una vez sumergida, el agua pueda entrar y salir. Además, se utilizará una broca del ancho del tubo para hacer un agujero en el tapón de la botella. Estos materiales se guardarán en una bolsa opaca, colocada junto al “cuaderno de observación” de cada grupo, tal y como vemos en la siguiente figura.

Figura 12. Disposición de los materiales en las mesas de cada grupo cooperativo previa al inicio de la segunda sesión.



Se emplearán además durante la sesión un recipiente de agua transparente. Cuanto mayor sea el recipiente, más claramente se verá el movimiento del submarino. Además, en la segunda mitad de la sesión se necesitarán pinturas acrílicas, rotuladores y pinceles

Se considera necesario para facilitar el desarrollo de esta segunda y última sesión de la propuesta dedicar cinco minutos antes de comenzar para sentar las bases y normas del trabajo. Se introducirán los nuevos “roles” de los grupos cooperativos y se marcarán los tiempos para cada actividad, de nuevo con un

cronómetro proyectado en la pizarra digital del aula que favorezca la gestión del tiempo del alumnado.

El “cuaderno de observación” comienza con unas breves nociones recordatorias de las conclusiones alcanzadas al final de la primera sesión. Estas van acompañadas de preguntas abiertas tales que “¿Qué os gustaría hacer con lo que hemos aprendido?” De esta manera, los estudiantes llevarán a cabo un ejercicio de activación de los conocimientos previos que facilitará el establecimiento de conexiones y la comprensión del funcionamiento del producto final.

Esta introducción se encuentra seguida de una breve explicación del funcionamiento de los submarinos, haciendo hincapié en las densidades tanto del agua como del aire y su papel en el proceso de inmersión y posterior ascenso a la superficie.

A continuación, se indica los estudiantes que abran la bolsa en la que están guardados los materiales necesarios para construir el modelo. “¿Qué materiales tenéis delante? ¿Qué función puede tener cada uno de ellos?” El alumnado se familiarizará con los componentes del submarino a través de una reflexión guiada.

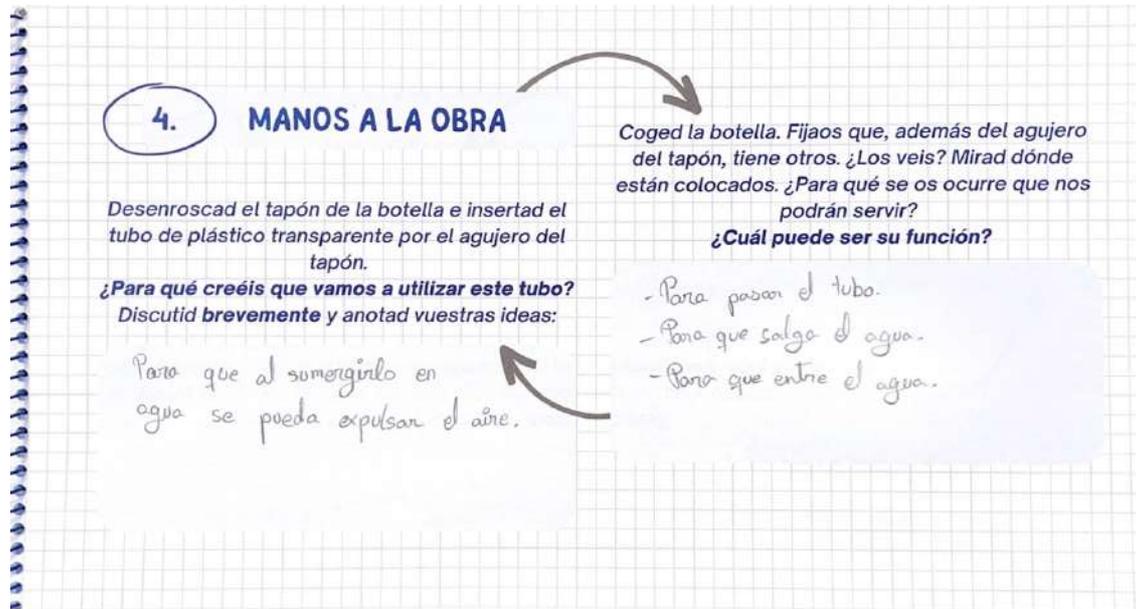
Figura 13. Ejemplo de primeras hipótesis acerca del uso de los materiales.

The image shows a page of handwritten notes on a grid background, titled "3. PRIMER PASO" (3. FIRST STEP). The notes are organized into sections:

- 3. PRIMER PASO** (circled in blue)
- MATERIALES** (written in blue)
- Instructions:**
 - Mirad bien los materiales que tenéis delante. Son todo lo que vamos a necesitar para construir nuestro propio submarino.
 - Debatid brevemente, ¿para qué creéis que puede servir cada uno de ellos?
- Handwritten Hypotheses:**
 - El tubo para que elege el aire
 - La botella es la base
 - El globo es la cámara de aire
 - Las gomas para atar
 - El aire para que flote.
- Material List (on a yellow sticky note):**
 - Una botella de plástico
 - Un tubo transparente
 - Un globo
 - Una goma elástica
 - Aire de los pulmones

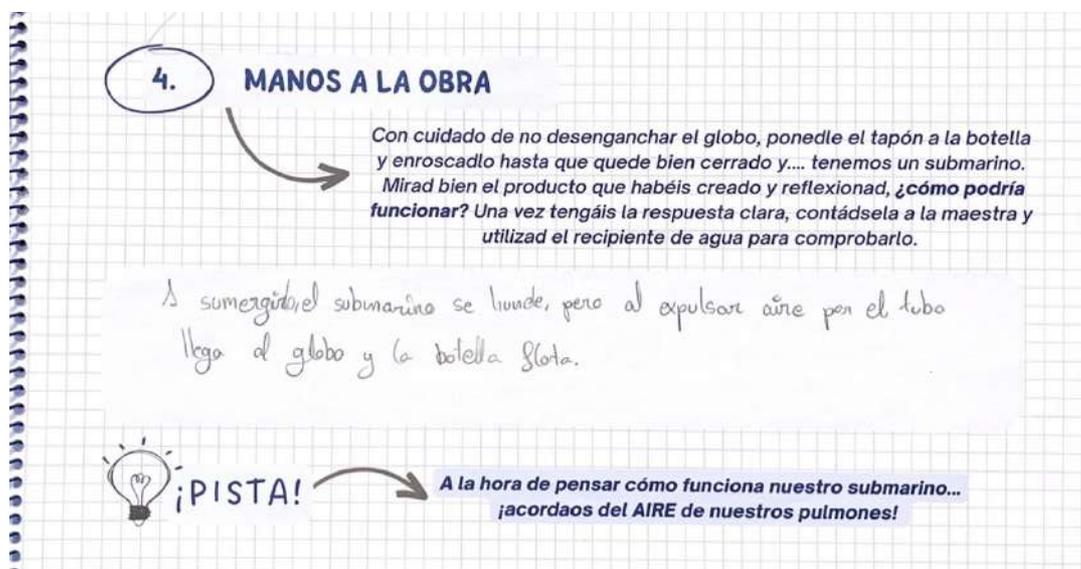
El “cuaderno de observación” sigue indicando los pasos para construir el producto final. Estas instrucciones van siempre acompañadas de preguntas y espacios para la reflexión conjunta. Se busca establecer conexiones con los conocimientos construidos en la primera sesión de la propuesta.

Figura 14. Ejemplo de hipótesis de las funciones de algunos elementos del producto final.



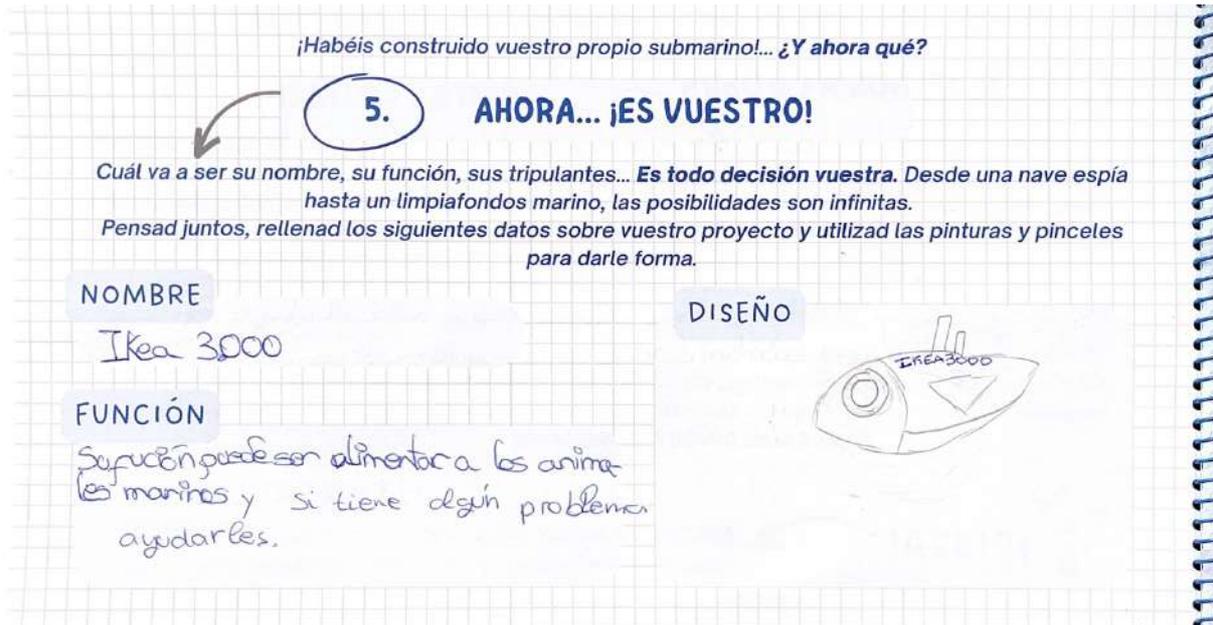
Cuando los estudiantes hayan construido el modelo, encontrarán la siguiente pregunta en el “cuaderno de observación”: “¿cómo podría funcionar?”. Una vez hayan llegado a una hipótesis, se la plantearán a la maestra y, bajo su supervisión, pasarán a comprobarlo en el recipiente de agua. La maestra aprovechará este momento de diálogo para comprobar los conocimientos adquiridos

Figura 15. Ejemplo de hipótesis del funcionamiento del producto final.



Una vez los estudiantes hayan finalizado la construcción del modelo, se animará al diseño tanto artístico como funcional de este. De nuevo, el alumnado contará con una pauta en el “cuaderno de observación” que ejercerá de guía del diseño. De esta manera, favoreceremos la reflexión conjunta y la organización de sus ideas, incluyendo apartados como nombre, función o diseño del submarino.

Figura 16. Ejemplo de diseño del producto final.



Tras este primer momento de planificación y diseño, los estudiantes utilizarán pinturas acrílicas y rotuladores para plasmar estas ideas sobre su producto final. Para poder pintar sobre las botellas de plástico, han de ser barnizadas por la maestra de manera previa al inicio de la sesión.

Entra de esta manera en juego una nueva disciplina dentro del enfoque STEM que adopta nuestra propuesta: la Educación Artística. Se anima a los alumnos a realizar una producción estética acorde con el proyecto que han llevado a cabo, estimulando su creatividad y, de nuevo, sus habilidades cooperativas (Yakman, 2008). Hablamos por tanto de un enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics).

Para concluir la sesión y, con ella la propuesta, tendrá lugar un diálogo guiado por la maestra. Esta animará a todos los grupos cooperativos a compartir sus

productos finales con el resto de la clase. Además, se llevará a cabo una breve autoevaluación final utilizando la técnica “del 1 al 5”.

Con el objeto de dotar de significatividad a la propuesta para los alumnos, se plantea dentro de la fase de comunicación del proyecto elaborar una pequeña exposición con los productos finales. En esta se incluirá una lámina que explique el funcionamiento del modelo del submarino y un recipiente de agua, animando al alumnado del centro a hacer uso de los productos finales. De esta manera, se hará partícipe a la comunidad educativa de la propuesta, fomentando valores positivos hacia las disciplinas STEM a nivel de centro.

3.7 Cronograma de aplicación

Las dos sesiones diseñadas se han llevado a cabo en cuatro ocasiones distintas, en ambas líneas de los cursos 5º y 6º de Educación Primaria. Se plantean en un breve espacio de tiempo para dotar de continuidad a la propuesta.

Como podemos observar en las siguientes figuras, las sesiones se llevaron a cabo en el mismo día en ambas líneas de cada curso. Se toma esta decisión para facilitar la organización del aula y los materiales y la coordinación con las maestras de ciclo.

Figura 17. Calendario de implantación de las sesiones 1 y 2 en 6º de Educación Primaria.

febrero de 2023

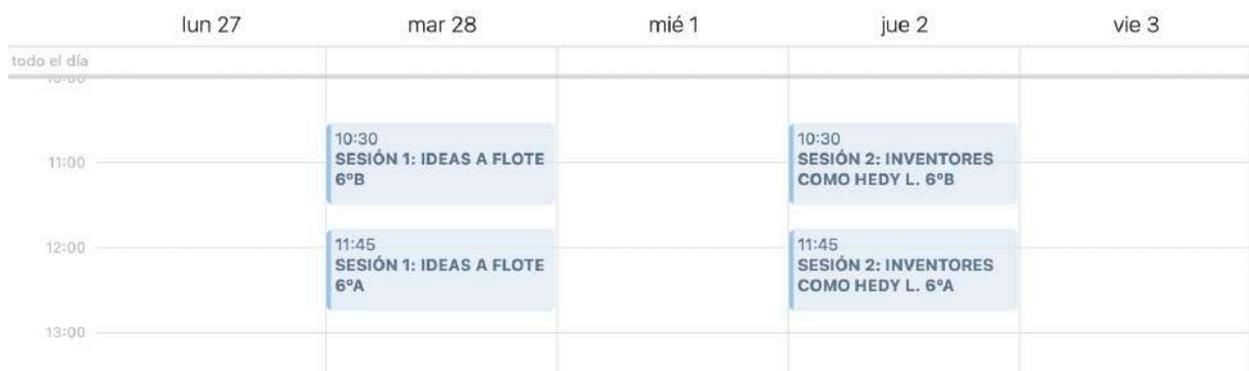


Figura 18. Calendario de implantación de las sesiones 1 y 2 en 5º de Educación Primaria.



3.8 Evaluación de la propuesta

Atendiendo a las características de las sesiones llevadas a cabo, el principal método empleado durante el proceso de evaluación será una rúbrica por cada una de las dos sesiones diseñadas (tablas 6 y 7). Estas reflejarán el trabajo del alumnado en los grupos cooperativos y serán cumplimentadas por la maestra a partir de la observación atenta y sistemática. Dicha observación será complementada con el trabajo reflejado en los cuadernillos de observación de ambas sesiones.

Para la construcción de ambas rúbricas, se utilizarán como referencia los criterios de evaluación seleccionados para cada sesión, reflejados en el Decreto 61/2022. Para facilitar el proceso de evaluación, ajustándolo a la actuación esperada de los alumnos, se especificará un indicador por cada criterio de evaluación.

A cada uno de los criterios de evaluación y su indicador correspondiente se le asigna el porcentaje que representará en la calificación. Estos porcentajes se asignan teniendo en cuenta el peso de cada uno de los criterios en el desarrollo de las sesiones y la formación integral del alumnado.

Se utilizarán como criterios de calificación “Sí” o “No”, especificando un apartado para las observaciones de la maestra. Estos criterios de calificación se seleccionan teniendo en cuenta las características de las sesiones, en las cuales los alumnos trabajan de manera simultánea en diferentes experimentos y a distintos ritmos. Si bien podría cumplimentarse de manera más detallada, se opta en esta propuesta por una evaluación más sencilla, que permita a la maestra estar presente en la sesión y, al mismo tiempo, reflejar de manera ajustada el desarrollo del alumnado.

Teniendo en cuenta el peso que el trabajo cooperativo tiene a lo largo de toda la propuesta y las actitudes y valores transversales que nos permite abordar en el aula, se diseña una tercera rúbrica de evaluación para valorar el desarrollo individual de cada estudiante dentro de su grupo de trabajo (tabla 8). Para ello se utilizan los criterios de evaluación relacionados con el trabajo cooperativo, comunes a ambas sesiones. De la misma manera que en las rúbricas anteriores, se especificarán tanto los indicadores como el porcentaje correspondientes a cada criterio de evaluación.

Se diseña además una última rúbrica, que completará la evaluación de ambas sesiones. Esta se refiere a la planificación y elaboración del producto final (tabla 9). En ella se valorarán tanto el proceso como la colaboración de los alumnos para alcanzar unos objetivos comunes. Se considera que evaluar el producto final dotará a este cierre de propuesta el valor que reclama como reflejo de lo aprendido durante la propuesta y parte fundamental del ABP.

RÚBRICA DE EVALUACIÓN GRUPAL. SESIÓN 1: IDEAS A FLOTE					
CRITERIOS DE EVALUACION	INDICADOR	%	SÍ	NO	OBSERVACIONES
<i>Formular preguntas y realizar predicciones razonadas sobre el medio mostrando y manteniendo la curiosidad, aplicando una metodología hipotético-inductiva.</i>	Los alumnos, manifestando actitudes de curiosidad, plantean hipótesis y las comprueban.	15%			
<i>Diseñar y realizar experimentos guiados, cuando la investigación lo requiera, utilizando diferentes técnicas de indagación y modelos, empleando de forma segura los instrumentos y dispositivos apropiados, realizando observaciones objetivas y estructuradas y mediciones precisas y registrándolas correctamente</i>	Los alumnos llevan a cabo experimentos guiados, utilizando la observación para registrar los resultados en el “cuaderno de observación”.	15%			
<i>Proponer posibles respuestas a las preguntas planteadas, a través del análisis y la interpretación de la información y los resultados obtenidos, valorando la coherencia de las posibles soluciones y comparándolas con las predicciones realizadas.</i>	Los alumnos plantean diferentes respuestas para las preguntas planteadas durante la sesión haciendo uso de estrategias como la interpretación de resultados.	10%			
<i>Comunicar los resultados de las investigaciones adaptando el mensaje y el formato a la audiencia a la que va dirigido, utilizando lenguaje científico o aplicado y explicando</i>	Los alumnos comunican de manera escrita los resultados obtenidos durante los diferentes experimentos.	10%			
<i>Seleccionar entre diferentes estrategias para resolver un problema, justificando la elección.</i>	Los alumnos desarrollan estrategias para la resolución de problemas.	15%			
<i>Formular conjeturas matemáticas sencillas identificando patrones, propiedades y relaciones de forma guiada.</i>	Los alumnos llevan a cabo conjeturas matemáticas sencillas de manera guiada.	15%			
<i>Utilizar las conexiones entre las matemáticas, otras áreas y la vida cotidiana para resolver problemas en contextos no matemáticos.</i>	Los alumnos establecen conexiones entre las matemáticas y otras áreas para resolver problemas.	10%			
<i>Comunicar en diferentes formatos las conjeturas y procesos matemáticos, utilizando lenguaje matemático adecuado.</i>	Los alumnos utilizan el lenguaje matemático adecuado.	10%			

Tabla 6. Rúbrica de evaluación para la primera sesión de la propuesta. *Elaboración propia*

Tabla 7. Rúbrica de evaluación de la segunda sesión de la propuesta.

RÚBRICA DE EVALUACIÓN GRUPAL. SESIÓN 2: INVENTORAS COMO HEDY LAMARR					
CRITERIOS DE EVALUACION	INDICADOR	%	SÍ	NO	OBSERVACIONES
<i>Proponer posibles respuestas a las preguntas planteadas, a través del análisis y la interpretación de la información y los resultados obtenidos, valorando la coherencia de las posibles soluciones y comparándolas con las predicciones realizadas.</i>	Los alumnos plantean diferentes respuestas para las preguntas planteadas durante la sesión haciendo uso de estrategias como la interpretación de resultados.	15%			
<i>Desarrollar un producto final que dé solución a un problema de diseño, probando en equipo diferentes prototipos o soluciones digitales y utilizando de forma segura las herramientas, dispositivos, técnicas y materiales adecuados.</i>	Los alumnos desarrollan el producto final en equipo, llegando a conclusiones acerca del uso y funcionamiento del prototipo y cada una de sus partes.	25%			
<i>Comunicar el diseño de un producto final, adaptando el mensaje y el formato a la audiencia, explicando los pasos seguidos, justificando por qué ese prototipo o solución digital cumple con los requisitos del proyecto y proponiendo posibles retos para futuros proyectos.</i>	Los alumnos comunican tanto oralmente como de manera escrita el proceso de creación y funcionamiento de su producto final.	20%			
<i>Obtener posibles soluciones de un problema, seleccionando entre varias estrategias conocidas de forma autónoma.</i>	Los alumnos plantean diferentes estrategias para solucionar un mismo problema.	15%			
<i>Planificar y diseñar producciones culturales y artísticas colectivas, trabajando de forma grupal en la consecución de un resultado final, asumiendo diferentes funciones.</i>	Los alumnos participan activamente en la planificación cooperativa de diseño artístico.	15%			
<i>Participar activamente en el proceso de producciones culturales y artísticas, de forma creativa y respetuosa, utilizando elementos de diferentes lenguajes y técnicas artísticas.</i>	Los alumnos utilizan témperas y rotuladores para expresarse de manera creativa a través del producto final.	10%			

Elaboración propia

Tabla 8. Rúbrica de evaluación individual para el trabajo cooperativo.

RÚBRICA DE EVALUACIÓN INDIVIDUAL PARA EL TRABAJO COOPERATIVO					
CRITERIOS DE EVALUACION	INDICADOR	%	SÍ	NO	OBSERVACIONES
<i>Trabajar en equipo activa, respetuosa y responsablemente, mostrando iniciativa, comunicándose de forma efectiva, valorando la diversidad y estableciendo relaciones basadas en el respeto, la igualdad, la libertad y la resolución pacífica de conflictos.</i>	Los alumnos manifiestan actitudes de respeto hacia sus compañeros y el trabajo en equipo.	25%			
	Los alumnos utilizan la comunicación como principal forma de trabajo cooperativo, mostrando iniciativa en la resolución de posibles conflictos.	25%			
<i>Colaborar en el reparto de tareas, asumiendo y respetando las responsabilidades individuales asignadas y empleando estrategias de colaboración sencillas dirigidas a la consecución de objetivos compartidos.</i>	Los alumnos comprenden y respetan sus roles asignados, actuando en consecuencia.	25%			
	Los alumnos valoran su responsabilidad individual dentro del grupo, manifestando actitudes de responsabilidad y colaboración.	25%			

Elaboración propia

Tabla 9. Rúbrica de evaluación para el producto final.

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DEL PRODUCTO FINAL				
INDICADOR	%	SÍ	NO	OBSERVACIONES
El producto final ha sido elaborado siguiendo y respetando las pautas y normas para su construcción de manera coherente.	25%			
El producto final responde a un diseño estético elaborado de manera colaborativa.	25%			
El producto final ha sido dotado de una funcionalidad, nombre y diseños coherentes y creativos.	25%			
El producto final es resultado del trabajo cooperativo de todos los miembros del grupo.	25%			

Con el objetivo de fomentar además un ejercicio de introspección en los propios alumnos, se utilizará la técnica “del 1 al 5” al final de la segunda sesión, tras la exposición de los productos finales. Este método de evaluación consiste en la propuesta de diferentes afirmaciones sobre el trabajo durante las sesiones por parte de la maestra. Los alumnos, al escucharlas, tendrán que levantar entre uno y cinco dedos, indicando su grado de acuerdo con ellas. Las afirmaciones propuestas responden a diferentes dimensiones: desde la satisfacción y valoración del propio trabajo hasta el autoconcepto dentro de las disciplinas STEM. Las afirmaciones que se llevarán a cabo son:

- Entiendo cómo funciona mi submarino.
- Soy capaz de explicar el mecanismo de mi submarino.
- Estoy orgulloso de nuestro resultado final.
- Me he implicado en la construcción del submarino.
- He respetado las normas, materiales y a mis compañeros.
- He participado activamente en los debates de grupo.
- He disfrutado aprendiendo junto a mis compañeros.

La evaluación del diseño de la propuesta se llevará a cabo a través de la investigación ligada a su puesta en marcha. Sin embargo, cabe hacer referencia al valor como herramienta de evaluación del post test cualitativo que realizarán los alumnos de manera posterior a la experiencia como parte de dicha investigación. Esta no servirá solo como método de autoevaluación, sino que nos permitirá comprobar las sensaciones e impresiones de los estudiantes sobre el desarrollo de la propuesta. En él se llevan a cabo las siguientes preguntas:

- *¿Qué has aprendido de esta experiencia?*
- *¿Qué es lo que más te ha gustado?*
- *¿A quién te gustaría enseñarle lo que has aprendido? ¿Serías capaz de hacerlo?*
- *¿En qué habría cambiado la experiencia si lo hubieses hecho de manera individual?*
- *¿Te sientes orgulloso de tu producto final? ¿Por qué?*

4. Investigación y resultados

4.1 Presentación

La construcción de una propuesta de innovación a partir de las principales corrientes de la Educación STEM reflejadas en el marco teórico y su consecuente implantación en un centro educativo ha brindado la oportunidad de ofrecer a un grupo concreto de alumnos y alumnas una experiencia transversal, manipulativa y coherente con los objetivos planteados para esta. A pesar del interés de esta experiencia de innovación en sí misma, se toma la decisión de acompañar la propuesta de una investigación estadística.

La recogida de datos cuantitativos y cualitativos acerca de la experiencia como parte de la investigación se plantea con diversos objetivos. En primer lugar, especialmente los datos recogidos como parte del post test cualitativo, servirán como principal herramienta de evaluación de la propuesta. Las cinco preguntas abiertas planteadas ofrecen la oportunidad al alumnado de demostrar aquello que ha aprendido, manifestar sus sensaciones durante la puesta en marcha y sus opiniones sobre el desarrollo de ambas sesiones. Esta información conformará parte fundamental de la base de cualquier propuesta futura.

En segunda instancia, la investigación nos permitirá recabar datos cuantitativos acerca de las actitudes hacia la Ciencia antes y después de una propuesta de innovación basada en metodologías activas y el enfoque transversal de la Educación STEM. De esta manera, no sólo podremos analizar las opiniones y sensaciones de los estudiantes, sino que tendremos la oportunidad de comprobar en qué medida propuestas de innovación como la desarrollada a lo largo de estas páginas influyen en las actitudes hacia la Ciencia del alumnado.

4.2 Objetivos de la investigación educativa

Tras la aplicación de la propuesta de innovación descrita en el apartado anterior hemos podido implementar una investigación cuyos objetivos son:

- Determinar si la intervención STEM relacionada con la flotabilidad produce cambios en las actitudes de los estudiantes hacia la Ciencia.
- Comprobar si las experiencias de flotabilidad en el aula generan en los estudiantes interés por la Educación STEM en todas o en alguna de las disciplinas que conforman el acrónimo.

La pregunta de investigación que queremos responder, por tanto, será: *¿hay diferencias entre las puntuaciones del cuestionario antes y después de la aplicación de la propuesta de flotabilidad?*

4.3 Hipótesis

En función de los objetivos anteriores proponemos las siguientes hipótesis de trabajo:

- H_0 (Hipótesis nula): No hay diferencias entre las puntuaciones del cuestionario antes y después de la aplicación de la propuesta de flotabilidad.
- H_1 (Hipótesis 1): Hay diferencias entre las puntuaciones del cuestionario antes y después de la aplicación de la propuesta de flotabilidad.

4.4 Método

La investigación se ha llevado a cabo con los estudiantes de 5.º y 6.º de Primaria del centro público Pablo Picasso, lo que ha permitido medir el efecto que ha tenido la propuesta presentada anteriormente. Se han realizado medidas pre/post tratamiento de las variables, utilizando como instrumento la escala ACESTEM (Martín, 2020). Además, se han recogido datos cualitativos de cada uno de los estudiantes mediante un formulario escrito. La metodología utilizada ha sido de tipo mixto (cuantitativo y cualitativo), coherente con los objetivos planteados.

4.4.1. Participantes

La muestra la conformaron 89 estudiantes (43 chicas y 46 chicos) que cursaban 5.º y 6.º de Educación Primaria de un centro de la Comunidad de Madrid de titularidad pública.

Respecto a la distribución de la muestra según el género, el número de chicas asciende a 41 (46,1%), siendo ligeramente inferior al de chicos, de 48 (53,9%). El mayor número de alumnos y alumnas correspondió a 5.º de Educación Primaria (10 y 11 años), constando de 46 estudiantes y el menor a 6.º de esta misma etapa (11 y 12 años) con un total de 43 alumnos y alumnas. En todos los grupos, excepto en 5.ºA de Educación Primaria, el número de chicos es ligeramente superior al de chicas.

Figura 19. Distribución de la muestra por sexo.

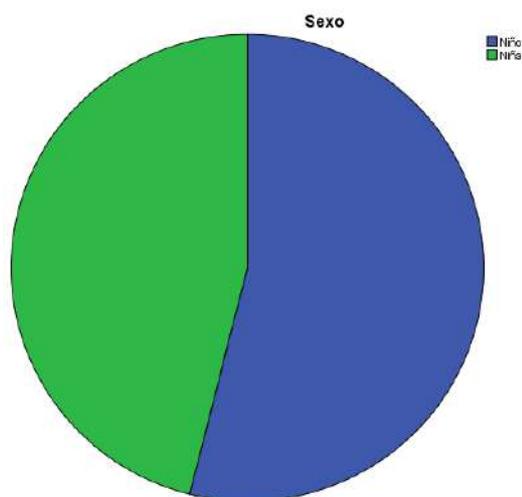


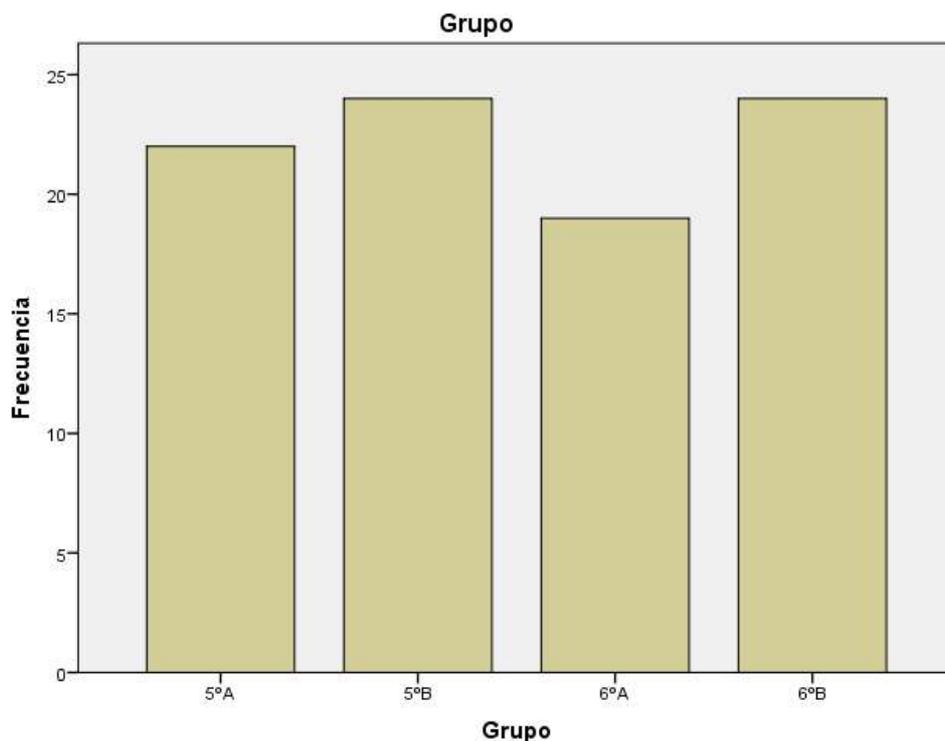
Tabla 10. Distribución de la muestra por curso.

	Frecuencia	Porcentaje
5.º	46	51,7
6.º	43	48,3
Total	89	100,0

Tabla 11. Distribución de la muestra por grupo.

	Frecuencia	Porcentaje
5°A	22	24,7
5°B	24	27,0
6°A	19	21,3
6°B	24	27,0
Total	89	100,0

Figura 20. Distribución de la muestra por grupo.



4.4.2. Variables e instrumentos

Para llevar a cabo esta investigación se aplicaron dos cuestionarios. En primer lugar, la escala ACESTEM (Martín, 2020) con 21 ítems (Anexo 7). Dicha escala estructura el constructo Actitudes hacia la Ciencia en la Educación STEM en cuatro dimensiones fundamentales: gusto por la ciencia, interés profesional, autoeficacia percibida y utilidad de la ciencia, que constan de seis, seis, cuatro y

cinco ítems respectivamente. Las respuestas se han medido con una escala tipo Likert (1-5) siendo 1 muy en desacuerdo y 5, muy de acuerdo.

En segundo lugar y para recoger el análisis cualitativo de los alumnos hacia la propuesta se llevan a cabo cinco preguntas abiertas. Estas se incluyen en el Post test cualitativo incluido en el Anexo 8 y permitirán comprobar en términos generales en qué medida y términos la experiencia ha sido positiva o no. Para ello, las preguntas planteadas invitarán a la reflexión acerca del trabajo en equipo y el ambiente que este ha creado, la confianza de los alumnos para poder reproducir lo aprendido y la atribución de los logros alcanzados.

4.4.3. Procedimiento

La selección de los estudiantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico de conveniencia ya que el centro educativo aceptó participar en este proyecto de investigación e innovación relacionado con las actitudes hacia la Educación STEM. En este caso y con el consentimiento del centro, los tutores de los cursos pasaron el pretest a los niños y niñas. Se utilizó como herramienta online Google Forms, aplicando el cuestionario previa y posteriormente a la participación del alumnado en las sesiones de flotabilidad relacionada con la Educación STEM.

Los datos recogidos se analizaron con la aplicación IBM SPSS 26. Para los análisis descriptivos se tomaron como estadísticos las medias y su desviación típica y para medir la significatividad de las diferencias en las medias se emplearon la *t de student* para muestras emparejadas con un valor de significación del 5%. El Alpha de Cronbach se empleó para calcular la fiabilidad y la consistencia interna del cuestionario.

4.4.4. Resultados

Tras recopilar los datos del estudio se procedió a analizarlos para contrastar las hipótesis elaboradas.

4.4.4.1. Resultados cuantitativos

En primer lugar, se analizó la fiabilidad de la escala global con un valor de Alfa de Cronbach en el pretest de 0,855 y en el posttest de 0,854.

Tabla 12. Estadísticos de fiabilidad pretest.

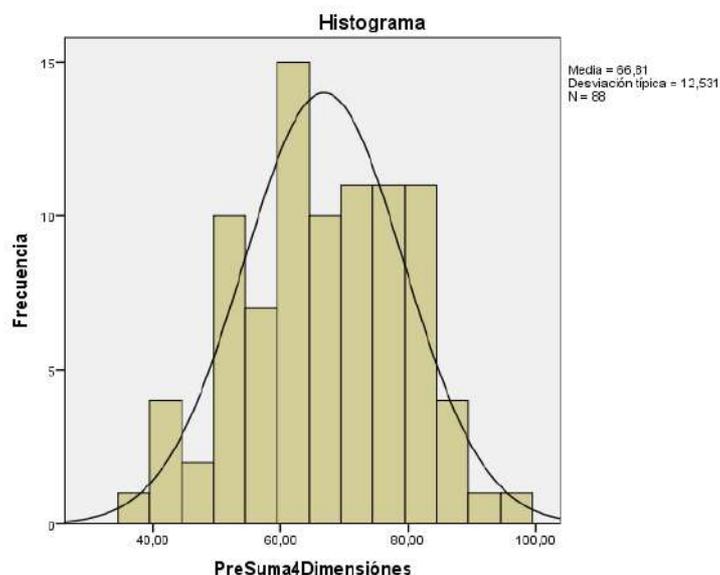
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,847	,855	21

Tabla 13. Estadísticos de fiabilidad posttest.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,846	,854	21

En el pretest, la curva de normalidad de la variable que cuantifica globalmente el nivel de las cuatro dimensiones de las actitudes hacia la ciencia refleja una distribución de esta variable en la muestra bastante cercana a la normal, como se puede ver en la Figura 21.

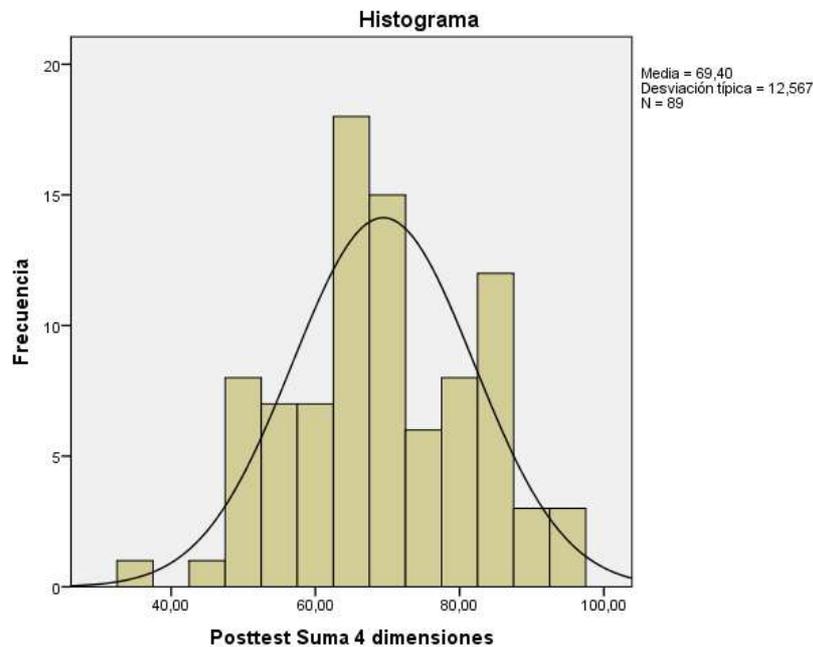
Figura 21. Histograma.



Esta variable muestra una media de 66,81 y una desviación estándar de 12,53 puntos.

En el posttest, la curva de normalidad de la variable que cuantifica globalmente el nivel de las cuatro dimensiones refleja una distribución de esta variable en la muestra bastante cercana a la normal, aunque con una asimetría de la cola de la curva a la izquierda, lo que indica un sesgo negativo, es decir, con puntuaciones inferiores a la media, como se puede ver en la Figura 22.

Figura 22. Histograma.



Esta variable muestra una media ligeramente superior en el posttest de 69,40 y una desviación estándar de 12,58 puntos.

En cuanto al estudio diferencial, los resultados del contraste de la hipótesis del estudio cuantitativo, que mide el efecto de la innovación STEM en la suma de las cuatro variables dependientes del estudio (las cuatro dimensiones del cuestionario ACESTEM), se muestran a continuación.

Tabla 14. Estadístico de muestras relacionadas.

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Posttest Suma 4 dimensiones	69,5568	88	12,55595	1,33847
Pretest Suma 4 dimensiones	66,8068	88	12,53121	1,33583

Tabla 15. Correlaciones de muestras relacionadas.

	N	Correlación	Sig.
Posttest Suma 4 dimensiones y Pretest Suma 4 dimensiones	88	,809	,000

Tabla 16. Prueba de muestras relacionadas.

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Posttest Suma 4 dimension es - Pretest Suma 4 dimension es	2,75000	7,74337	,82545	1,10934	4,39066	3,332	87	,001

La hipótesis nula es rechazada porque existe una diferencia estadísticamente significativa a favor del posttest. Por tanto, la innovación STEM mejora significativamente la puntuación en la variable dependiente principal.

4.4.4.2. Resultados cualitativos

La información cualitativa ha sido recogida a partir de siete preguntas abiertas. En este caso 94 alumnos y alumnas han participado en este post test cualitativo y sus respuestas han sido analizadas, categorizándolas en función de la frecuencia de aparición de conceptos similares. A continuación, realizamos un análisis de las respuestas a cada una de las preguntas.

¿Qué has aprendido de esta experiencia?

El 53,19% de los estudiantes resaltan aspectos relacionados con los aprendizajes de flotabilidad, incluyendo las palabras masa, volumen, densidad y flotabilidad. Lo manifiestan con afirmaciones como *“He aprendido un poco de que las cosas floten o se hundan, no depende del peso o el tamaño, que depende de la densidad.”* Por otra parte, el 15,95% de ellos resalta la importancia de los aprendizajes relacionados con la construcción del modelo de submarino, es decir, con el producto final del ABP. Otro 15,95% de los alumnos parecen descubrir aspectos relacionados con la ciencia que les hace implicarse en la misma y de esta manera comentan: *“Que la ciencia puede ser interesante”* y *“Que la ciencia es divertida”*. Cabe hacer referencia al 4,2% de la muestra que resaltan el valor que tiene trabajar en equipo con afirmaciones como: *“Que el trabajo puede ser mejor con los compañeros”* y *“Que no siempre es malo trabajar en equipo.”* El 10,63% restante de los alumnos muestran sensaciones positivas, sin especificar sobre qué han aprendido, señalando que los talleres les han parecido interesantes y divertidos.

Tabla 17. Tabla de frecuencias de las respuestas a la primera pregunta del Post test cualitativo.

Pregunta 1:	¿Qué has aprendido de esta experiencia?	
Respuesta	Ejemplo alumno/a	Frecuencia
Incluye todas o algunas de las palabras: masa, volumen, densidad y flotabilidad.	<i>“He aprendido un poco de que las cosas floten o se hundan, no depende del peso o el tamaño, que depende de la densidad.”</i>	50
Relacionadas con el funcionamiento del submarino	<i>“He aprendido a hacer un submarino”</i>	15
Aspectos positivos relacionados con la ciencia, su aprendizaje y las científicas incluidas en las actividades.	<i>“Que la ciencia puede ser interesante”</i> <i>“Que la ciencia es divertida”</i>	15
Aspectos positivos del trabajo en equipo.	<i>“Que el trabajo puede ser mejor con los compañeros.”</i> <i>“Que no siempre es malo trabajar en equipo.”</i>	4
Otros	<i>“He aprendido mucho.”</i> <i>“Los talleres eran muy interesantes y divertidos.”</i>	10

Elaboración propia

¿Qué es lo que más te ha gustado?

El 73,4% de los alumnos y alumnas responden a esta pregunta haciendo referencia a la construcción, decoración y/o manipulación de los submarinos, es decir, al producto final del ABP. El gusto por esta parte de la experiencia se ve reflejado en afirmaciones como *“Construir mi propio submarino”* o *“Ver cuando el submarino subía.”*

Además del modelo de producto final, un 15,95% de alumnos que señalan los rincones manipulativos llevados a cabo durante la primera sesión como aquello que más les ha gustado de la propuesta: *“Lo que más me ha gustado es la primera actividad, poner los objetos que creías que ibas a flotar o hundirse y luego lo comprobabas.”* Otro 5,3% de los alumnos destacan aspectos positivos relacionados con el trabajo cooperativo como aquello que les ha hecho disfrutar más de la propuesta. El 5,3% restante de alumnos y alumnas, a pesar de manifestar sensaciones positivas hacia la propuesta y su desarrollo, no especifica qué es lo que más les ha gustado.

Tabla 18. Tabla de frecuencias de las respuestas a la segunda pregunta del Post test cualitativo.

Pregunta 2	¿Qué es lo que más te ha gustado?	
Respuesta	Ejemplo alumno/a	Frecuencia
Relacionadas con la construcción, decoración y/o manipulación de submarinos.	“Construir mi propio submarino” “Ver cuando el submarino subía.” “Pintar las botellas para los submarinos.”	69
Relacionadas con los rincones manipulativos llevados a cabo en la primera sesión.	“Lo que más me ha gustado es la primera actividad, poner los objetos que creías que iban a flotar o hundirse y luego lo comprobabas.”	15
Aspectos positivos relacionados el trabajo cooperativo.	“Pasar tiempo con mis compañeros.”	5
Otros	“Todo.”	5

Elaboración propia

¿A quién te gustaría enseñarle lo que has aprendido? ¿Serías capaz de hacerlo?

Respecto a la pregunta *¿A quién te gustaría enseñarle lo que has aprendido?* un 78,7% de los alumnos y alumnas señalan a uno o varios miembros de su entorno familiar. Otro 7,4% comenta que le gustaría compartir aquello que han aprendido durante la experiencia con amigos y amigas. El 13,83% restante de la muestra ha manifestado respuestas muy variadas como, por ejemplo *“Un submarinista”* o no ha respondido de manera clara a esta pregunta.

Tabla 19. Tabla de frecuencias de las respuestas a la primera parte de la tercera pregunta del Post test cualitativo.

Pregunta 3.1	¿A quién te gustaría enseñarle lo que has aprendido?	
Respuesta	Ejemplo alumno/a	Frecuencia
Miembros de su entorno familiar.	“Me gustaría enseñarle lo que he aprendido a mi familia.”	74
Amigos/as.	“A algún otro amigo.”	7
Otros / Ausencia de respuesta	“Un submarinista.”	13

Elaboración propia

Una vez los alumnos y alumnas han manifestado aquella o aquellas personas con las que les gustaría compartir aquello que han aprendido, se les pide responder a la pregunta *¿Serías capaz de hacerlo?* Esta pregunta se encuentra estrechamente ligada al autoconcepto del alumnado dentro de las disciplinas STEM. El 59,57% de los estudiantes ha respondido afirmativamente, manifestando que sí serían capaces de enseñar lo aprendido: *“Sí sería capaz de hacerlo”*.

Sin embargo, otro 25,43% de la muestra se siente de manera contraria, expresando que no sienten que serían capaces de hacerlo mediante afirmaciones como *“No sería muy capaz”* o *“No sería capaz sin mis compañeros.”* Existe un 6,38% de la muestra que tiene respuestas similares a *“No sé si podría hacerlo”*, poniendo de manifiesto dudas acerca de su capacidad de enseñar lo

aprendido a una tercera persona. El 8,51% restante no contesta a esta segunda parte de la tercera pregunta.

Tabla 20. Tabla de frecuencias de las respuestas a la segunda parte de la tercera pregunta del Post test cualitativo.

Pregunta 3.2	¿Serías capaz de hacerlo?	
Respuesta	Ejemplo alumno/a	Frecuencia
Sí	“Sí sería capaz de hacerlo” “Yo creo que sí.”	56
No	“No sería muy capaz.” “No sería capaz sin mis compañeros.”	24
Tal vez	“No sé si podría hacerlo.” “No podría hacerlo o sí depende como me pillas.”	6
Otros	Ausencia de respuesta	8

Elaboración propia

¿Cómo te has sentido trabajando con tus compañeros? ¿En qué habría cambiado la experiencia si lo hubieses hecho de manera individual?

Respecto a la pregunta *¿Cómo te has sentido trabajando con tus compañeros?* el 84,04% de los estudiantes ponen de manifiesto sensaciones positivas hacia la experiencia de trabajo cooperativo a partir de afirmaciones como “*Me he sentido bien y útil*” o “*Me he sentido cómoda y me parecía muy buen equipo.*”

Frente a estos alumnos que responden haberse sentido cómodos durante la experiencia, encontramos a un 3,19% de los estudiantes que ponen de manifiesto sensaciones negativas. Estos tres alumnos y alumnas expresan disgusto por la dinámica de su grupo, haberse sentido poco escuchados... En el 12,76% restante encontramos ausencia de respuesta o una gran diversidad de ellas como, por ejemplo, aquellos alumnos y alumnas que dicen haberse sentido “*Normal.*”

Tabla 21. Tabla de frecuencias de las respuestas a la primera parte de la cuarta pregunta del Post test cualitativo.

Pregunta 4.1	¿Cómo te has sentido trabajando con tus compañeros?	
Respuesta	Ejemplo alumno/a	Frecuencia
Sensaciones positivas hacia la experiencia: bien, cómodo, divertido...	“Me he sentido bien y útil” “Me he sentido cómoda y me parecía muy buen equipo.”	79
Sensaciones negativas, a disgusto, poco escuchado...	“No muy escuchada.” “No muy bien.”	3
Otros / Ausencia de respuesta	“Normal.”	12

Elaboración propia

Una vez los alumnos han respondido a cómo se han sentido trabajando con sus compañeros, se les pregunta *¿En qué habría cambiado la experiencia si lo hubieses hecho de manera individual?* El 32,97% de la muestra señala que, de haber llevado a cabo la propuesta de manera individual, hubiese aumentado el nivel de dificultad. Vemos esta respuesta reflejada en respuestas como *“No me hubiese salido”* o *“Yo creo que lo hubiese hecho fatal, es mejor con compañeros”*. Otro 32,97% del alumnado señala que hubiese disfrutado menos de la experiencia si se hubiese planteado de manera individual. En ambos casos, los alumnos destacan aspectos positivos del trabajo cooperativo.

Vemos como un 9,57% de la muestra responde que la experiencia hubiese sido *“Igual”*, es decir, no hubiese cambiado al haberla hecho de manera individual. Otro 9,57% del alumnado manifiesta que preferiría haber trabajado de manera individual con afirmaciones como *“Si lo hubiese hecho individual, lo podría haber hecho mejor y sin molestarme o sentirme incómoda.”* El 14,89% restante presenta una gran diversidad de respuestas, tanto inclinándose por los beneficios del trabajo cooperativo *“Me habría puesto más nerviosa sola”* como hablando del hipotético escenario de haber hecho el producto final de manera individual *“Hubiera puesto de otro color el submarino.”*

Tabla 22. Tabla de frecuencias de las respuestas a la segunda parte de la cuarta pregunta del Post test cualitativo.

Pregunta 4.2	¿En qué habría cambiado la experiencia si lo hubieses hecho de manera individual?	
Respuesta	Ejemplo alumno/a	Frecuencia
Aumentaría el nivel de dificultad.	“No me hubiese salido.” “Yo creo que lo hubiese hecho fatal, es mejor con compañeros.”	31
Sería menos divertido, disfrutaría menos...	“No habría sido tan divertido sin compañeros.” “No me hubiera gustado.”	31
No hubiese cambiado, sería igual...	“Igual.” “Nada.”	9
Preferiría haber trabajado de manera individual	“Si lo hubiese hecho individual, lo podría haber hecho mejor y sin molestarme o sentirme incómoda.”	9
Otros	“Hubiera puesto de otro color el submarino.” “Me habría puesto nerviosa.”	14

Elaboración propia

¿Estás orgulloso de tu producto final? ¿Por qué?

Hasta un 91,48% de la manifiesta orgullo por el producto elaborado como cierre de la experiencia ABP. Por el contrario, un 6,38% responde a esta primera pregunta de manera negativa, afirmando no sentir orgullo por el modelo construido. Cabe hacer referencia al 2,12% restante de la muestra, que no se manifiesta sobre esta pregunta.

Tabla 23. Tabla de frecuencias de las respuestas a la primera parte de la quinta pregunta del Post test cualitativo.

Pregunta 5.1	¿Estás orgulloso de tu producto final?	
Respuesta	Ejemplo alumno/a	Frecuencia
Sí	“Sí estoy orgullosa.”	86
No	“No mucho.”	6
Otros	Ausencia de respuesta.	2

Elaboración propia

Cuando se pregunta al alumnado el motivo de sus sensaciones sobre el producto final, las respuestas son de una gran diversidad. La respuesta más frecuente, repetida por un 23,4% de los estudiantes, relaciona el orgullo por la construcción final con los aprendizajes que han realizado: “Porque he aprendido mucho”. Por otra parte, el 19,14% de la muestra señala que el motivo de su orgullo es haber logrado que el producto final funcione a partir de respuestas como “*Porque nos ha salido bien*” o “*Porque funcionó el submarino*”. Otro 14,89% de la muestra señala que se encuentra orgulloso de su producto final porque disfrutaron de la experiencia.

El 13,82% señala la importancia de los resultados estéticamente positivos además del disfrute de la parte más artística de la propuesta: “*Porque es muy bonito*”, “*Porque se trataba de pintar un submarino con mis compañeros.*”. Además, observamos que cuatro alumnos (4,25%) explican por qué no se sienten orgullosos de su producto final. Estas respuestas manifiestan una falta de satisfacción con el producto final: “*Porque salió mal*”, “*Porque no estaba bien pintado*”.

En última instancia cabe hacer referencia al 24,46% de la muestra que ha compartido otras respuestas. Estas son de una gran variedad y señalan desde los aspectos positivos del trabajo cooperativo “*Porque lo hemos decidido todos en grupo*” hasta la valoración del propio trabajo “*Porque creía que no podría hacerlo*”.

Tabla 24. Tabla de frecuencias de las respuestas a la segunda parte de la quinta pregunta del Post test cualitativo.

Pregunta 5.2	¿Por qué?	
Respuesta	Ejemplo alumno/a	Frecuencia
Porque he aprendido.	“Porque he aprendido mucho sobre la densidad.”	22
Porque ha sido divertido, porque me lo he pasado bien...	“Porque me divertí.”	14
Porque ha salido bien, porque ha funcionado...	“Porque nos ha salido bien.” “Porque funcionó el submarino.”	18
Porque el resultado es estéticamente positivo, porque he disfrutado pintándolo...	“Porque es muy bonito.” “Porque se trataba de pintar un submarino con mis compañeros.”	13
Otros	“Porque me ha gustado como estaba organizado.” “Porque creía que no podría hacerlo.” “Porque lo hemos decidido todos en grupo.”	23
Mal	“Porque salió mal.” “Porque no estaba bien pintado.”	4

Elaboración propia

4.5 Discusión de los resultados y conclusiones

Esta investigación surge con el objetivo de analizar si una intervención STEM relacionada con la flotabilidad produce cambios en las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia. Nuestro interés en esta propuesta surge porque diferentes investigaciones como la de Archer et ál. (2013) constatan que las actitudes hacia la ciencia en la Educación STEM se transforman en desinterés conforme avanza la edad del alumnado. Más concretamente que las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia son típicamente positivas, hasta aproximadamente los 10 años, pero tienden a disminuir durante la adolescencia. Por ello, nuestra investigación se realiza en torno a estas edades (10 a 12 años) con el objetivo de analizar si una propuesta STEM puede mejorar las actitudes hacia la ciencia.

Decidimos hacerlo con las actitudes ya que estas participan en el desarrollo del interés y el compromiso que se tiene hacia cuestiones relacionadas con la ciencia, las matemáticas y la tecnología. De esta manera el marco científico desarrollado por la OCDE para la evaluación PISA 2015 señala que "las actitudes de la gente hacia la ciencia desempeñan un papel importante en su interés, atención y respuesta a la ciencia y la tecnología" y que, "tales actitudes también apoyan la adquisición y aplicación posterior de conocimiento científico y tecnológico (...) y conducen al desarrollo de la autoeficacia" (OCDE, 2013, párr. 74).

El análisis cuantitativo pone de manifiesto que las actitudes hacia la ciencia mejoran después de la aplicación de la intervención. Este hecho se ve enriquecido con las respuestas de los estudiantes a la prueba cualitativa.

Es interesante resaltar cómo los aspectos que más gustan a los estudiantes se relacionan con la metodología utilizada y el trabajo por rincones. El ABP es un enfoque que contribuye a los propósitos de la Educación STEM y en esta propuesta ha facilitado la colaboración y la comunicación entre iguales que es otro de los aspectos mejor valorado por los estudiantes. Esto coincide con las investigaciones realizadas por Capraro et al.(2013).

El trabajo en grupo es uno de los aspectos mejor valorados por los estudiantes. Estos resaltan el valor que tiene trabajar en equipo para ayudarse y animarse mutuamente. Queremos destacar que los estudiantes han avanzado en habilidades sociales (relación, comunicación) pero también han construido conocimientos relacionados con conceptos físicos como la flotabilidad que les han permitido desarrollar una propuesta de diseño (submarino). También es interesante resaltar que algunos alumnos han planteado situaciones y resultados que expresan las dificultades del trabajo en equipo (no sentirse escuchada, fallos en la organización...).

Por último, quisiéramos resaltar el valor de las afirmaciones de los estudiantes sobre la autoeficacia tras la realización de la propuesta. Para Bandura (1997) la autoeficacia se refiere a "creencias en las capacidades de uno para organizar y ejecutar las acciones requeridas para producir determinados logros" (p. 3). Los

estudiantes tienen creencias sobre sus capacidades para aprender ciencia, y diferentes estudios han encontrado que los que expresan altos niveles de confianza en sí mismos tienen mayor rendimiento académico (Mohammadpour et al., 2015). Es importante destacar que el 56% de ellos creen que serían capaces de enseñar a otros cómo realizar el prototipo de submarino.

4.6 Debilidades y fortalezas de la propuesta e investigación

A la hora de desarrollar una propuesta de innovación de las características de la presente se han de hacer una serie de adaptaciones que favorezcan su puesta en marcha. En el caso concreto de la propuesta desarrollada, la posibilidad de llevarla a cabo en el aula viene de la mano del curso de las prácticas en el propio centro de implantación. Teniendo en cuenta que esta se desarrolla en cuatro aulas de dos cursos distintos, cada uno con su correspondiente maestra y programación didáctica, la duración de la propuesta de innovación se diseña para no “obstaculizar” el desarrollo normal del trabajo en dichas aulas. Consecuencia del contexto dentro del cual se nos brinda la oportunidad de implantación de la propuesta, se diseña un proyecto de trabajo (ABP) de tan solo dos sesiones. A pesar del profundo agradecimiento que nos inspira la abierta bienvenida de la propuesta en el centro, creemos que el trabajo en el aula se hubiese visto beneficiado por un proyecto de mayor duración.

En lo que a la investigación se refiere, cabe hacer referencia a la labor de coordinación que ha sido llevada a cabo con las maestras de etapa, siendo necesarias la recogida de datos tanto antes como después de la experiencia en las cuatro aulas de implantación. Consecuencia de estas circunstancias, la muestra válida para la investigación se ha visto reducida de los 101 alumnos que cursan 5.º y 6.º de Educación Primaria en el C.E.I.P Pablo Picasso a aquellos que mantuvieron su asistencia durante las sesiones de recogida de datos: 89 estudiantes en el caso de las puntuaciones cuantitativas y 94 estudiantes para los datos cualitativos.

A pesar de esta reducción de la muestra por factores logísticos, tanto su tamaño como su variedad ha derivado en una fructífera investigación, cuyo potencial va más allá de la extensión de este trabajo, abriéndose las puertas a un posible trabajo posterior a partir de hipótesis como la diferencia de puntuaciones a raíz de un sesgo del género. Asimismo, el uso de la escala ACESTEM (Martín, 2020) para la recogida de datos y su análisis a través de la herramienta IBM SPSS ha dotado al estudio de una interés y fiabilidad que lejos queda de las posibilidades de una alumna en prácticas. Se dedica un especial agradecimiento a la estrecha colaboración de las profesoras Olga Martín y Magdalena Custodio, de la Universidad Pontificia Comillas por ello.

En última instancia, cabe hacer referencia a la versatilidad de la propuesta como uno de sus mayores beneficios. Su confección y puesta en marcha es tan solo una muestra de lo que el uso de metodologías activas dentro de las disciplinas STEAM nos puede llevar a alcanzar. A pesar de haber sido diseñada para los alumnos y alumnas de 5.º y 6.º de Educación Primaria del contexto de implantación, esta se puede ser modificada para satisfacer las necesidades de cualquier aula, cambiando desde su duración hasta la edad del alumnado.

5. Aportaciones y utilidad de la propuesta en el ámbito educativo y personal

5.1 Aportaciones y utilidad de la propuesta en el ámbito educativo

Suena grande e, incluso, prepotente hablar del “ámbito educativo” para hacer referencia a las aportaciones de una propuesta propia. Sin embargo, cabe preguntarnos a qué nos referimos con ámbito educativo. Por supuesto, se trata de una colectividad, de una comunidad científica dedicada a la investigación con un objetivo común. Sin embargo, hablamos además de comunidades educativas, de aulas y, por supuesto, de alumnos y alumnas.

Me atrevería a decir que la mayor aportación de esta propuesta es su propia puesta en marcha. Esta experiencia nos ha permitido plantar la semilla de la

interdisciplinariedad y las metodologías activas dentro de la Educación STEM en una comunidad educativa. Independientemente de que esta germine o no, habremos creado una situación socioafectiva positiva dentro de las disciplinas científicas para 101 alumnos y alumnas.

Esta propuesta se desarrolla además con la más absoluta esperanza de, como tantas otras han inspirado esta, remuevan el interés del profesorado por diseñar situaciones, actividades y proyectos a partir de un necesario enfoque interdisciplinar y utilizando metodologías activas. Tanto la innovación educativa como la investigación aplicada que encontramos en estas páginas apelan a la realidad que ya es la Educación STEM en las aulas. Solo tenemos que querer responder.

Hacemos además referencia a la posibilidad que nos brinda una muestra tan amplia y diversa como la empleada durante la presente investigación para abrir líneas futuras de trabajo. Teniendo en cuenta las características de la propuesta y las nociones sobre el sesgo que el género supone en las disciplinas STEM, se plantea la posibilidad de escribir un artículo académico en esta línea de investigación. De esta manera, el alcance de la propuesta y sus aportaciones tendrán la oportunidad de llegar más allá de las aulas del CEIP Pablo Picasso. Esta posible investigación podría partir de hipótesis como las siguientes.

- Hipótesis 1: Existen diferencias estadísticamente significativas en la actitud hacia la ciencia en la Educación STEM en función del género.
- Hipótesis 2: Existen diferencias estadísticamente significativas en el interés profesional en la Educación STEM en función del género.
- Hipótesis 3: Existen diferencias estadísticamente significativas en la autoeficacia en la Educación STEM en función del género.
- Hipótesis 4: Existen diferencias estadísticamente significativas en la utilidad de la ciencia en la Educación STEM.
- Hipótesis 5. El ABP desarrollado genera en los estudiantes interés por la Educación STEM.

5.2 Aportaciones y utilidad de la propuesta en el ámbito personal

Cien niños y niñas de entre diez y doce años. El mayor miedo de cualquier maestra de Educación Infantil, por lo menos, de esta maestra de Educación Infantil.

“Aportaciones personales de la propuesta”. No sabría por dónde empezar. Esta propuesta, llevada a cabo en mi centro de prácticas me ha devuelto las ganas, el interés y la absoluta vocación por una etapa y unas disciplinas que consideraba perdidas.

Para mí, como maestra, el valor de haber llevado a cabo esta propuesta no reside en la propuesta en sí misma o, siquiera en la investigación que ha ido de su mano, sino en las muchas otras que le seguirán. Infundir en una alumna de prácticas de 22 años el absoluto orgullo y la confianza que provoca ver que una propuesta ambiciosa como esta da sus frutos dentro del aula, siembra las certeras ganas de continuar haciéndolo. Perder el miedo a que las propuestas sean complejas, impliquen demasiado trabajo autónomo, la evaluación no sea clara... Perder el miedo a involucrarse, a seguir aprendiendo y a que las cosas no salgan siempre como esperamos. Este es el mayor aprendizaje que este trabajo me ha dado.

Cierro estas páginas y esta etapa con el más profundo agradecimiento hacia las maestras y maestros de los que he tenido la oportunidad de aprender durante estos años. Cabe hacer especial mención a aquellas sin las cuales no habría sido posible siquiera la idea de llevar a cabo una propuesta así, Olga Martín y Magdalena Custodio desde la propia Universidad Pontificia Comillas y las maestras y estudiantes del CEIP Pablo Picasso. Estas páginas son tanto más como tuyas.

6. Bibliografía

- Archer, L., Osborne, J., Dillon, J., DeWitt, J., Willis, B., Wong, B., & Orpwood-Russell, M. (2013). *What shapes children's science and career aspirations age 10-13? Interim Research Summary, SPIRES Project*. London: King's College London. <http://www.kcl.ac.uk/sspp/departments/education/research/spires/SPIRES-summary-spring-2013.pdf>
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. Macmillan Publishers.
- Barquero, B. (2021). STEM e interdisciplinariedad. *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, 93, 4-7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8029526>
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. (2nd ed.). Sense Publishers.
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 34, 22–30.
- Decreto 61/2022, de 13 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo de la etapa de Educación Primaria. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 169, de 18 de julio de 2022, páginas 15 a 169.
- Delors, J. (1996). La Educación encierra un tesoro. Santillana & Ediciones UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Domènech-Casal, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. UTE. *Revista de Ciències de l'Educació*, 154-168. DOI: <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>
- Domènech-Casal, J., Lope, S., y Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 16(2), 2203. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203
- Domínguez Chillón, G. (2013). *Proyectos de trabajo: una escuela diferente* (3.a ed.). La muralla.

- Equipo de la Unidad de Igualdad del MEFP (2022). *Radiografía de la brecha de género en la formación STEAM*. Recuperado de: <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:95061d7e-da6f-46ad-a828-53f5d604697c/libro-steam-1-2-22-web-.pdf>
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM): A primer*. Washington: Congressional Research Service. https://www.ccc.edu/departments/Documents/STEM_labor.pdf.
- Kilpatrick, W. E. (1918). *The Project Method: the use of the purposeful act in the educative process*. Teachers college, Columbia University.
- Larmer J., Mergendoller J., & Boss S. (2015). *Setting the standard for project based learning: a proven approach to rigorous classroom instruction*. ASCD.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se Modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). Boletín Oficial del Estado, 340, de 30 de diciembre de 2020, páginas 122868 a 122953.
- Martín, O. (2020). *Las actitudes hacia la ciencia en la Educación STEM en niños y niñas de 10 a 14 años. Diseño y validación de un instrumento de medida* [Tesis doctoral, Universidad Pontificia Comillas]. DSpace. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/52849/TD00435.pdf?sequence=1>
- Martín Carrasquilla, O., Santaolalla Pascual, E., & Muñoz San Roque, I. (2022). La brecha de género en la Educación STEM. *Revista De Educación*, 396. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2022-396-533>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2021). *Panorama de la educación Indicadores de la OCDE 2021*. Recuperado de: <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:3922aacd-04c0-45ac-b8d4-4aebb9b96ab5/panorama-2021-papel.pdf>
- Mohammadpour, E., Shekarchizadeh, A., & Kalantarrashidi, S. A. (2015) Multilevel Modeling of Science Achievement in the TIMSS Participating Countries. *The Journal of Educational Research*, 108(6), 449–464. <http://doi.org/10.1080/00220671.2014.917254>
- OCDE (2013). *PISA 2015. Draft science framework*. https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft_PISA_2015_Science_Framework_.pdf
- OCDE. (2015). The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence. <https://doi.org/10.1787/19963777>

- Pérez-Aranda, J., Molina-Gómez, J., Domínguez, L. & Rodríguez, M. (2015) “El Aprendizaje Basado En Problemas como herramienta de motivación: reflexiones de su aplicación a estudiantes de GADE.” *Revista de Formación E Innovación Educativa Universitaria.*, vol. 8, no. 4, pp. 189–207.
- Pérez-Torres, M., Couso, D & Márquez, C. (2021) “¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora.” *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, vol. 18, nº. 1, 2021, pp. 1–21.
https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1301.
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen en la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, 52, de 02 de marzo de 2022, páginas 24386 a 24504.
- Rocard, Y. (2007) *Science Education Now*. Report EU22-845, European Commission.
http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Torras, A., Lope, S. & Carrió, M. (2021) “El Aprendizaje Basado En Proyectos en el ámbito STEM: Conceptualización por parte del profesorado.” *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, vol. 20, no. 2, 2021, pp. 359–380,
- UNESCO (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. Ediciones UNESCO. Recuperado de:
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649.locale=es>
- Yakman, G. (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. Virginia Polytechnic and State University.
<https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>

7. Anexos

ANEXO 1. Cuaderno de observación para la primera sesión: “Ideas a flote”.
Elaboración propia.

Figura 1. Portada “Cuaderno de observación”. Incluye el equipo, sus miembros, roles asignados y clase en la que se realiza la experiencia.



Figura 2. Mapa del aula de 6ªA. Correspondiente al recorrido de cada equipo.

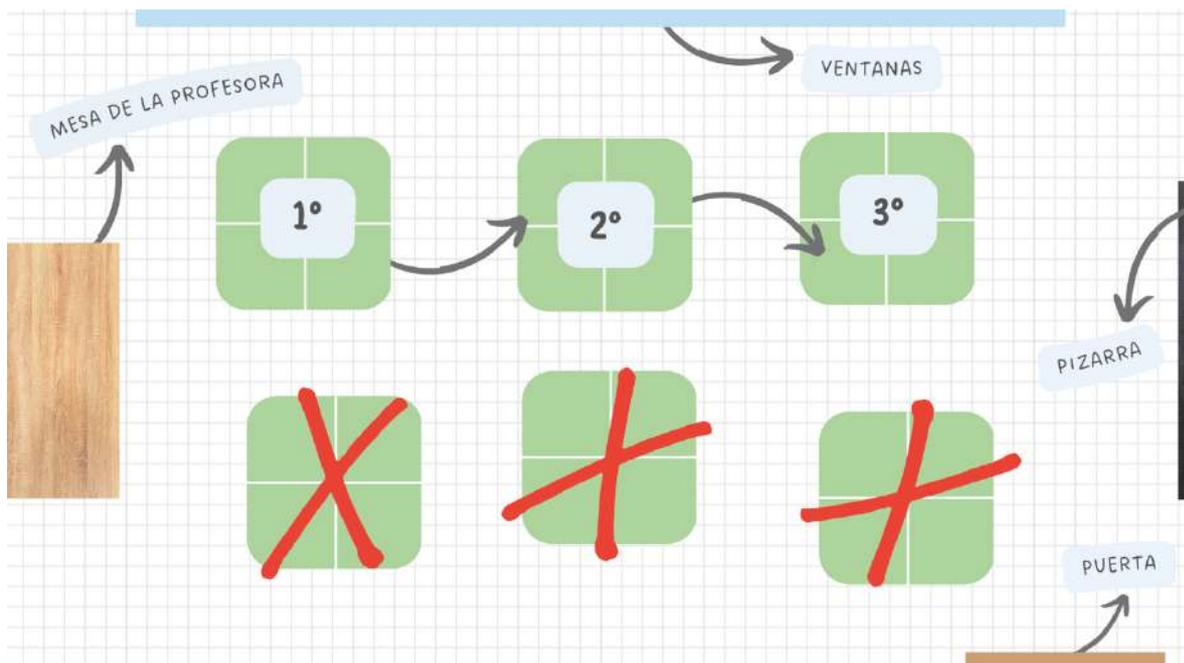


Figura 3. Primera página correspondiente al “Rincón de Hipatia de Alejandría.” Situación de aprendizaje y primera actividad.

EL RINCÓN DE HIPATIA DE ALEJANDRÍA

*¡De todos los colores, usos, tamaños y masas!
Lo único que tienen en común estos objetos es que son esféricos...
¿FLOTARÁN O SE HUNDIRÁN?*

1. ¡ANTES DE EMPEZAR!

*Paramos, pensamos y **ORDENAMOS** todas las esferas de **MENOR a MAYOR**... ¡No hay reglas ni básculas!
¿Qué se os ocurre que podéis hacer?*

Según su tamaño:

○ < ○ < ○ < ○ < ○ < ○

Según su masa :

○ < ○ < ○ < ○ < ○ < ○

Figura 4. Segunda página correspondiente al “Rincón de Hipatia de Alejandría.” Tabla de registro para la comparación de hipótesis y resultados.

2. TOCA REFLEXIONAR

*Después de habernos familiarizado con todas estas esferas, toca pensar... Si las metemos en agua, ¿**FLOTARÁN O SE HUNDIRÁN**? Reflexionad juntos y **marcad con una "X"** en la primera columna de la siguiente tabla:*

ESFERAS	CREEMOS QUE VA A...		HEMOS COMPROBADO QUE...	
	FLOTAR	HUNDIRSE	FLOTA	SE HUNDE
PELOTA DE PLAYA				
BOLA DE NAVIDAD				
CANICA				
PELOTA DE GOLF				
ESFERA ARCILLA				
PELOTA PIMPÓN				

3. ¡COMPROBAMOS!

*¡Esferas al agua! Meted de una en una las esferas en el agua :
¿Flotan? ¿Se hunden? Comprobamos si nuestras hipótesis eran correctas y **anotamos los resultados con una "X"** en la segunda columna de la tabla.*

Figura 5. Tercera página del “Rincón de Hipatia de Alejandría”. Preguntas que favorecen el establecimiento de conexiones y conclusiones.

4. RECAPITULAMOS... Una vez secas las manos, toca pensar. Leed las siguientes preguntas y reflexionad en equipo. Anotad (brevemente) vuestras ideas.

¿QUÉ ESFERAS CREÍAMOS QUE IBAN A FLOTAR? ¿POR QUÉ?

¿QUÉ ESFERAS CREÍAMOS QUE IBAN A HUNDIRSE? ¿POR QUÉ?

OBSERVA TODAS LAS ESFERAS QUE HAN FLOTADO ¿QUÉ TIENEN EN COMÚN? ¿Y LAS QUE SE HAN HUNDIDO?

¿SE OS OCURRE OTRA ESFERA QUE PUDIESE FLOTAR? ¿Y OTRA QUE SE HUNDIESE? ¿POR QUÉ?

Figura 6. Última página correspondiente al “Rincón de Hipatia de Alejandría”.

5. PARA TERMINAR ¿QUÉ RELACIÓN CREÉIS QUE PODRÍA TENER HIPATIA DE ALEJANDRÍA CON ESTE RINCÓN?

¿Os habéis fijado en el rincón de la científica que da nombre a este rincón? ¿Conocíais su historia? Leedla y reflexionad juntos.

RECUERDA **!** ES UNA PREGUNTA ABIERTA... ¡NO HAY RESPUESTAS INCORRECTAS!

Figura 7. Primera página correspondiente al “Rincón de Jane Goodall.” Situación de aprendizaje y primera actividad.

EL RINCÓN DE JANE GOODALL

Comprárlas, compartirlas, disfrutarlas... Seguro que hemos hecho todas estas cosas con las mandarinas pero, ¿alguna vez las habéis utilizado en nombre de la Ciencia?

Tenéis delante una mandarina con piel y otra sin piel, ¿cuántas veces las habréis visto? Sin embargo, ahora vamos a mirárlas con las gafas de científicos y científicas. **COMPARADLAS** y utilizad los símbolos "<" o ">" o "=" para reflejar vuestras conclusiones.

1. ¡ANTES DE EMPEZAR!

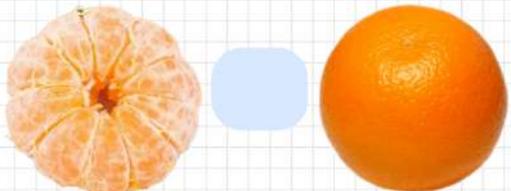
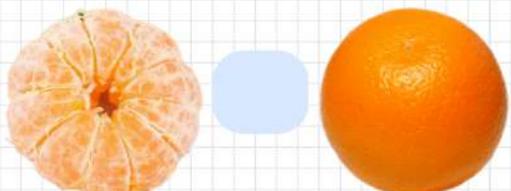
Según su masa :  **Según su tamaño :** 

Figura 8. Segunda página del “Rincón de Jane Goodall.” Tabla de registro de las hipótesis y resultados.

2. PENSAMOS JUNTOS

Antes de mojar nos las manos, vamos a darle una vuelta. Si sumergimos la mandarina **CON PIEL** en el agua ¿qué pasará? ¿**SE HUNDIRÁ?** ¿**FLOTARÁ?**
Reflexionad juntos y **marcad con una "X"** en la primera columna de la siguiente tabla:

Una vez hemos pensado... Metemos una mandarina en el agua: ¿Flota? ¿Se hunde? Comprobamos si nuestra hipótesis era correcta y **anotamos el resultados con una "X"** en la segunda columna de la tabla.

3. ¡COMPROBAMOS!

4. REPETIMOS

Misma operación:

1. Cogemos la mandarina **SIN PIEL**.
2. Debatimos ¿qué creemos que va a pasar si la metemos en agua?
3. Apuntamos en la primera columna de la tabla nuestra hipótesis con una "X".
4. Comprobamos. ¡Mandarina al agua!
5. Apuntamos en la segunda columna de la tabla el resultado.

MANDARINA	CREEMOS QUE VA A...		HEMOS COMPROBADO QUE...	
	FLOTAR	HUNDIRSE	FLOTA	SE HUNDE
CON PIEL				
SIN PIEL				

Figura 9. Tercera página del “Rincón de Jane Goodall”. Preguntas para el establecimiento de conexiones y conclusiones.

5. RECAPITULAMOS... Una vez secas las manos, toca pensar. **Leed las siguientes preguntas y reflexionad en equipo.** Anotad (brevemente) vuestras ideas.

¿QUÉ CREÍAIS QUE IBA A PASAR CON LA MANDARINA CON PIEL? ¿QUÉ HA PASADO?

¿QUÉ CREÍAIS QUE IBA A PASAR CON LA MANDARINA SIN PIEL? ¿QUÉ HA PASADO?

¿QUÉ HA CAMBIADO PARA QUE PRIMERO FLOTASE Y LUEGO SE HUNDIESE?

¿OS HABÉIS FIJADO QUE LA PIEL DE LA MANDARINA TIENE UNA ESPECIE DE AGUJERITOS? ¿QUÉ CREÉIS QUE SON? ¿QUÉ PUEDEN CONTENER?

Figura 10. Última página correspondiente al “Rincón de Hipatia de Alejandría”.

6. PARA TERMINAR

¿Os habéis fijado en el rincón de la científica que da nombre a este rincón?
¿Conocíais su historia? **Leedla y reflexionad juntos.**

¿QUÉ RELACIÓN CREÉIS QUE PODRÍA TENER JANE GOODALL CON ESTE RINCÓN?

RECUERDA

i ES UNA PREGUNTA ABIERTA... ¡NO HAY RESPUESTAS INCORRECTAS! **!**

Figura 11. Primera página correspondiente al “Rincón de Margarita Salas”. Situación de aprendizaje e invitación a la formulación de las primeras hipótesis.

EL RINCÓN DE MARGARITA SALAS

Unas botellas a la mar un tanto especiales... Ni mensajes de amor ni mapas del tesoro: agua, aceite y aire. ¿FLOTARÁN O SE HUNDIRÁN?

1. ¡ANTES DE EMPEZAR!

Paramos y observamos. ¿En qué se parecen estas botellas? ¿En qué se diferencian? ¿Qué contienen? Debate brevemente con tus compañeros y pasamos a...

2. PENSAMOS

Una vez nos hemos familiarizado con las tres botellas toca pensar... Si las sumergimos en el agua ¿Qué va a pasar? ¿FLOTARÁN? ¿SE HUNDIRÁN? Y, lo más importante, ¿por qué? **Marcad con una "X" en la tabla** de la página siguiente lo que creéis que va a pasar y utilizad este recuadro para escribir (brevemente) lo que habéis debatido.

Figura 12. Segunda página del “Rincón de Margarita Salas”. Tabla de registro para la comparación de hipótesis y resultados.

3. ¡COMPROBAMOS!

¡Ha llegado el momento! **Una a una**, id sumergiendo las botellas en el agua y **apuntad con una "X"** lo que ha sucedido en la segunda columna de la tabla.

BOTELLAS DE PLÁSTICO LLENAS DE...	CREEMOS QUE VA A...		HÉMOS COMPROBADO QUE...	
	FLOTAR	HUNDIRSE	FLOTA	SE HUNDE
AGUA				
ACEITE				
AIRE				

Figura 13. Tercera página del “Rincón de Margarita Salas”. Preguntas para el establecimiento de conexiones y conclusiones.

4. RECAPITULAMOS... Una vez secas las manos, toca pensar. **Leed las siguientes preguntas y reflexionad en equipo.** Anotad (brevemente) vuestras ideas.

¿QUÉ BOTELLAS CREÍAMOS QUE IBAN A FLOTAR? ¿POR QUÉ?

¿QUÉ BOTELLAS CREÍAMOS QUE IBAN A HUNDIRSE? ¿POR QUÉ?

SI TUVIÉSEMOS QUE AÑADIR UNA CUARTA BOTELLA QUE SE HUNDIESE ¿DE QUÉ LA LLENARÍAIS? ¿POR QUÉ?



Figura 14. Última página del “Rincón de Margarita Salas”.

5. PARA TERMINAR

¿Os habéis fijado en el rincón de la científica que da nombre a este rincón?
¿Conocíais su historia? **Leedla y reflexionad juntos.**

¿QUÉ RELACIÓN CREÍS QUE PODRÍA TENER MARGARITA SALAS CON ESTE RINCÓN?

RECUERDA

i ES UNA PREGUNTA ABIERTA... ¡NO HAY RESPUESTAS INCORRECTAS! **!**

ANEXO 2. Cuaderno de observación para la segunda sesión: “Inventoras como Hedy Lamarr”. Elaboración propia.

Figura 15. Portada del cuaderno de observación de la segunda sesión “Inventoras como Hedy Lamarr.”



Figura 16. Infografía para el repaso de lo abordado en la sesión 1.



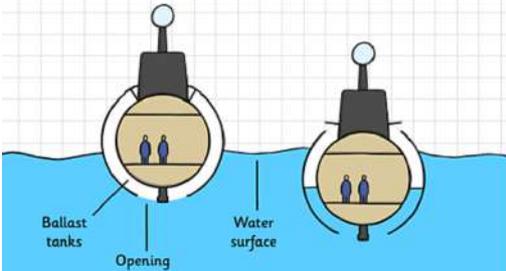
Figura 17. Tercera página del cuaderno de observación “Inventoras como Hedy Lamarr”.

2. PUESTA EN MARCHA

Una vez adquiridos y repasados nuestros nuevos conocimientos...
¿Qué se os ocurre que podríamos hacer con ellos? ¿Qué os gustaría poder hacer? Anotad brevemente algunas de vuestras ideas:

¿SABÍAS QUE...?

Los submarinos flotan gracias a unas cámaras o tanques **LLENOS DE AIRE**. Estos hacen que su **densidad sea menor que la del agua** que lo rodea y puedan emerger o mantenerse en la superficie.



Para sumergirse, estas cámaras o tanques se **LLENAN DE AGUA**, expulsando el aire que contienen. De esta manera, **la densidad del submarino aumenta hasta ser mayor que la del agua**. Es así como pueden llegar incluso hasta el fondo marino.

¿Podríamos hacer uno nosotros?

Figura 18. Invitación a la manipulación de los materiales y elaboración de las primeras hipótesis.

3. PRIMER PASO

Mirad bien los materiales que tenéis delante. Son todo lo que vamos a necesitar para construir nuestro propio submarino.
Debatid brevemente, **¿para qué creéis que puede servir cada uno de ellos?**

MATERIALES

- Una botella de plástico
- Un tubo transparente
- Un globo
- Una goma elástica
- Aire de los pulmones

Figura 19. Instrucciones para la construcción del producto final acompañadas de preguntas favorecedoras del establecimiento de conexiones.

4. MANOS A LA OBRA

Desenroscad el tapón de la botella e insertad el tubo de plástico transparente por el agujero del tapón.

¿Para qué creéis que vamos a utilizar este tubo?
Discutid brevemente y anotad vuestras ideas:

Coged la botella. Fijaos que, además del agujero del tapón, tiene otros. ¿Los veis? Mirad dónde están colocados. ¿Para qué se os ocurre que nos podrán servir?
¿Cuál puede ser su función?

Figura 20. Instrucciones para la construcción del producto final acompañadas de preguntas favorecedoras del establecimiento de conexiones.

4. MANOS A LA OBRA

Ahora que ya hemos utilizado la botella y el tubo transparente, nos quedan pocos materiales sobre los que reflexionar. Empezamos por el globo. **¿Qué función se os ocurre que podría tener en nuestro submarino?**

Coged el globo y enganchadlo utilizando una goma elástica al extremo del tubo que haya quedado dentro del tapón. De esta manera, cuando cerréis el tapón, el globo quedará dentro de la botella.

¡IMPORTANTE!
Aseguraos de que el globo está bien enganchado al tubo.
Es fundamental. Si necesitáis más gomas, ¡pedidlas!

Figura 21. Espacio para la reflexión conjunta: “¿cómo funciona el producto final?”.

4. MANOS A LA OBRA

Con cuidado de no desenganchar el globo, ponedle el tapón a la botella y enroscaadlo hasta que quede bien cerrado y... tenemos un submarino. Mirad bien el producto que habéis creado y reflexionad, **¿cómo podría funcionar?** Una vez tengáis la respuesta clara, contádsela a la maestra y utilizad el recipiente de agua para comprobarlo.

¡PISTA! A la hora de pensar cómo funciona nuestro submarino... ¡acordaos del AIRE de nuestros pulmones!

Figura 22. Plantilla para el diseño y personalización del producto final.

¿Habéis construido vuestro propio submarino!... ¿Y ahora qué?

5. AHORA... ¡ES VUESTRO!

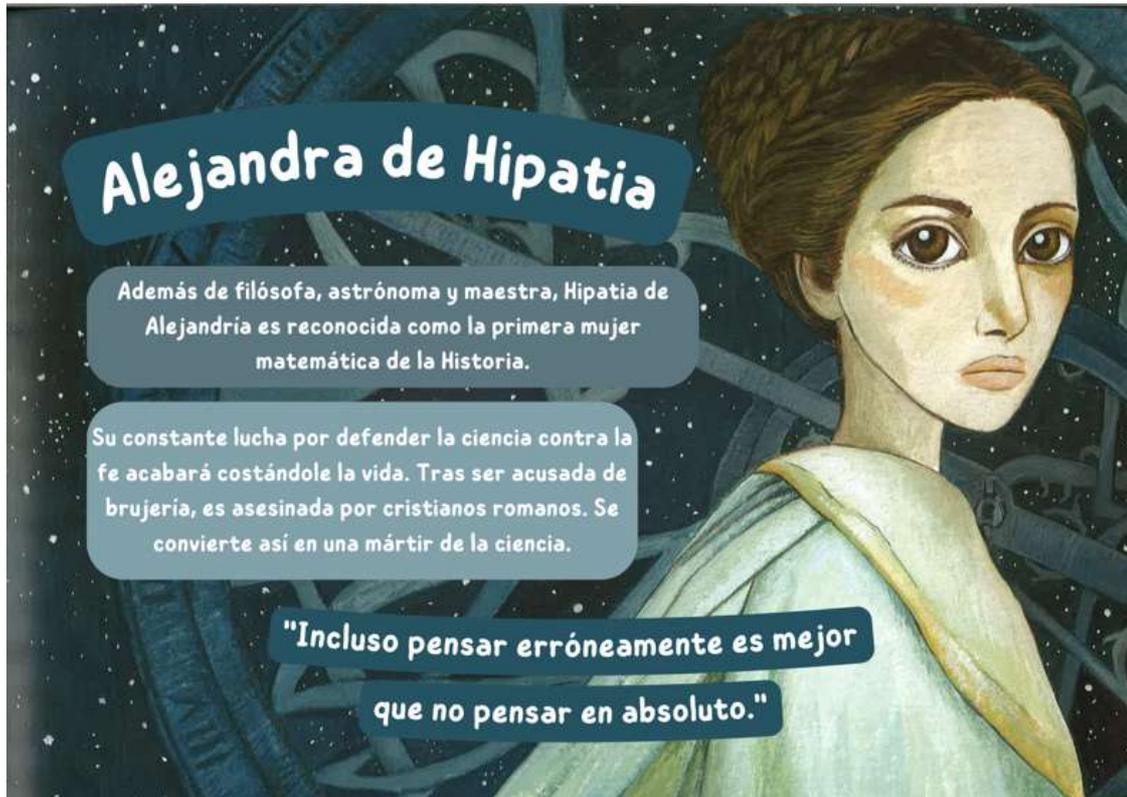
Cuál va a ser su nombre, su función, sus tripulantes... **Es todo decisión vuestra.** Desde una nave espía hasta un limpiafondos marino, las posibilidades son infinitas. Pensad juntos, rellenad los siguientes datos sobre vuestro proyecto y utilizad las pinturas y pinceles para darle forma.

NOMBRE

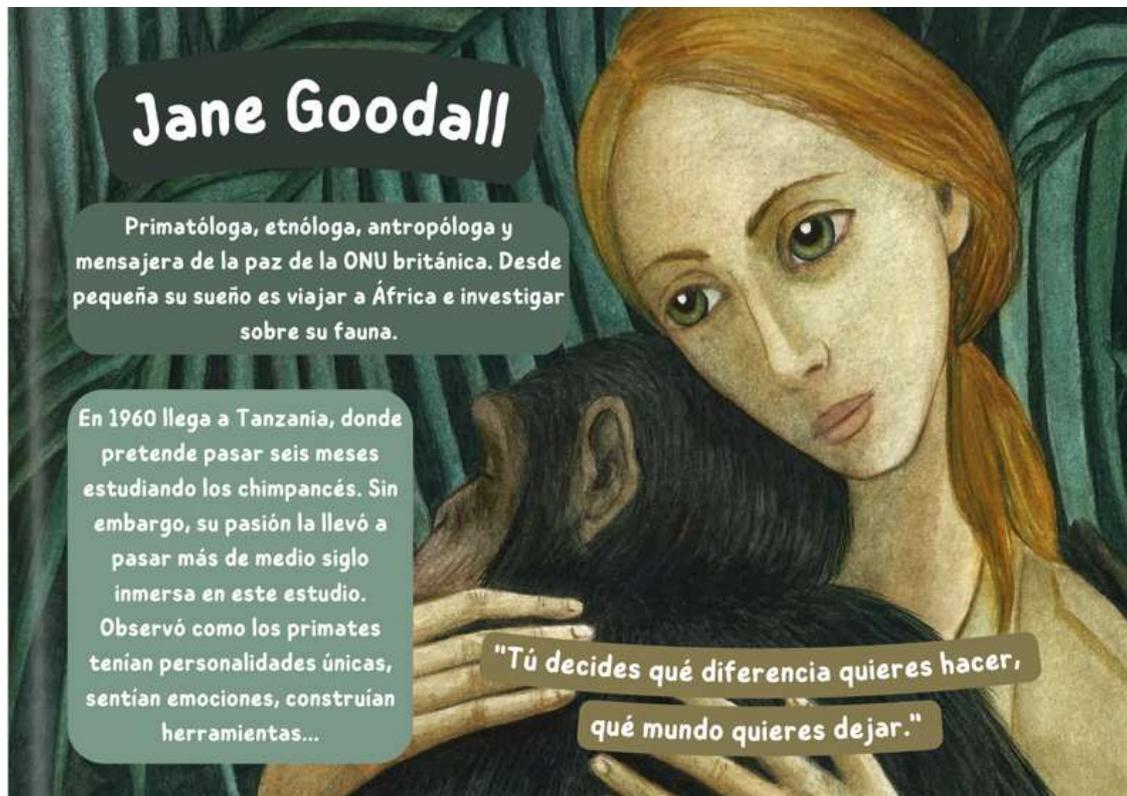
FUNCIÓN

DISEÑO

ANEXO 3. Posters de las figuras de la Ciencia empleados en ambas sesiones.



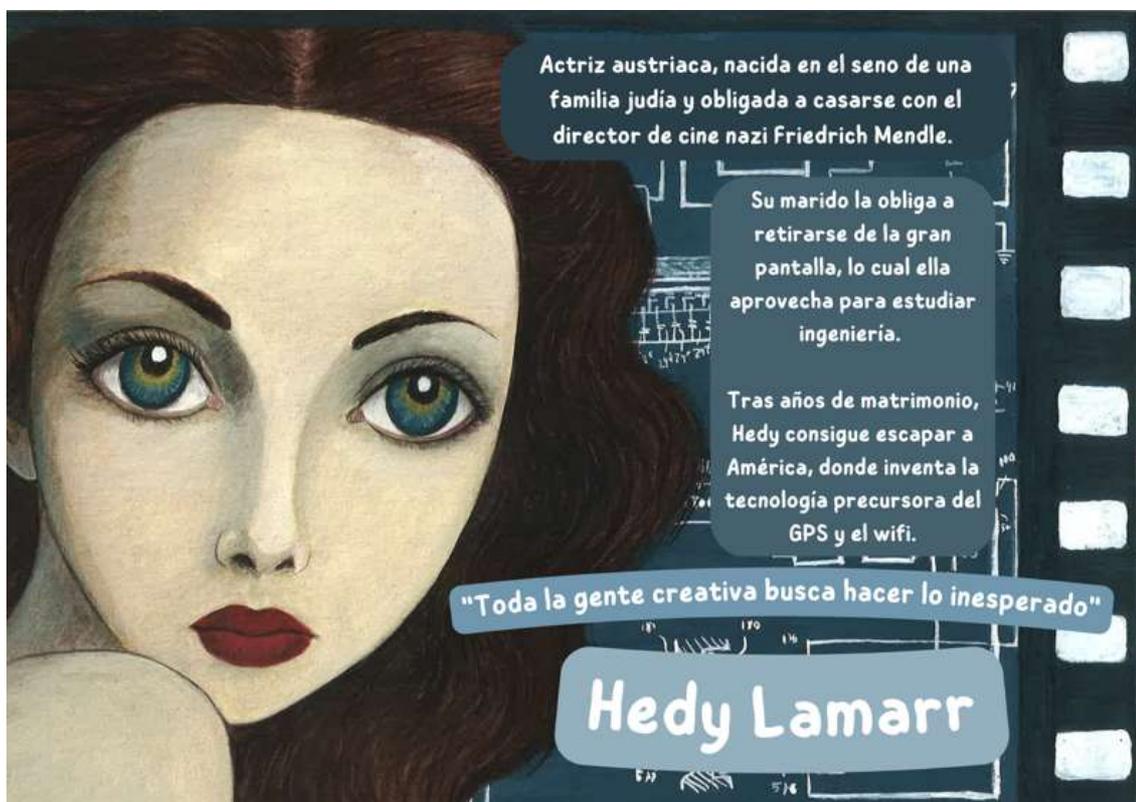
Fuente: Adaptación de las imágenes y textos de los libros *Mujeres* de Isabel Ruiz Ruiz.



Fuente: Adaptación de las imágenes y textos de los libros *Mujeres* de Isabel Ruiz Ruiz



Fuente: Adaptación de las imágenes y textos de los libros *Mujeres* de Isabel Ruiz Ruiz



Fuente: Adaptación de las imágenes y textos de los libros *Mujeres* de Isabel Ruiz Ruiz

ANEXO 4. Objetivos de la etapa de Educación Primaria.

OBJETIVOS DE ETAPA	
A.	Conocer y apreciar los valores y las normas de convivencia, aprender a obrar poniéndose en el lugar del otro, prepararse para el ejercicio activo de la ciudadanía y respetar los derechos humanos, así como su participación en una sociedad democrática.
B.	Desarrollar hábitos de trabajo individual y de equipo, de esfuerzo y de responsabilidad en el estudio, así como actitudes de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés y creatividad en el aprendizaje, y espíritu emprendedor.
C.	Adquirir habilidades para la resolución pacífica de conflictos y la prevención de la violencia, que les permitan desenvolverse con autonomía en el ámbito escolar y familiar, así como en los grupos sociales con los que se relacionan.
D.	Conocer, comprender y respetar las diferentes culturas y las diferencias entre las personas, la igualdad de derechos y oportunidades de hombres y mujeres, y la no discriminación de personas por motivos de etnia, orientación o identidad sexual, religión o creencias, discapacidad u otras condiciones.
E.	Conocer y utilizar de manera apropiada la lengua española y desarrollar hábitos de lectura.
F.	Adquirir en, al menos, la lengua inglesa, la competencia comunicativa básica que les permita expresar y comprender mensajes sencillos y desenvolverse en situaciones cotidianas en este idioma.
G.	Desarrollar las competencias matemáticas básicas e iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones, así como ser capaces de aplicarlos a las situaciones de su vida cotidiana.
H.	Conocer los aspectos fundamentales de las Ciencias de la Naturaleza, las Ciencias Sociales, la Geografía, la Historia y la Cultura.
I.	Desarrollar las competencias tecnológicas básicas e iniciarse en su utilización, para el aprendizaje, desarrollando un espíritu crítico ante su funcionamiento y los mensajes que reciben y elaboran.
J.	Utilizar diferentes representaciones y expresiones artísticas e iniciarse en la construcción de propuestas visuales y audiovisuales.
K.	Valorar la higiene y la salud, aceptar el propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias y utilizar la educación física, el deporte y la alimentación como medios para favorecer el desarrollo personal y social.
L.	Conocer y valorar los animales más próximos al ser humano y adoptar modos de comportamiento que favorezcan la empatía y su cuidado.
M.	Desarrollar sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con las demás personas, así como una actitud contraria a la violencia, a los prejuicios y estereotipos de cualquier tipo.
N.	Desarrollar hábitos cotidianos de movilidad activa autónoma saludable, fomentando la educación vial y actitudes de respeto que incidan en la prevención de los accidentes de tráfico.

Fuente: Decreto 61/2022, de 13 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo de la etapa de Educación Primaria.

ANEXO 5. Imágenes del desarrollo de la sesión 1: “Ideas a flote”.

Foto 1. Disposición de los materiales del “Rincón de Margarita Salas”.



Fotos 2 y 3. Estudiantes desarrollando las actividades del “Rincón de Margarita Salas”.

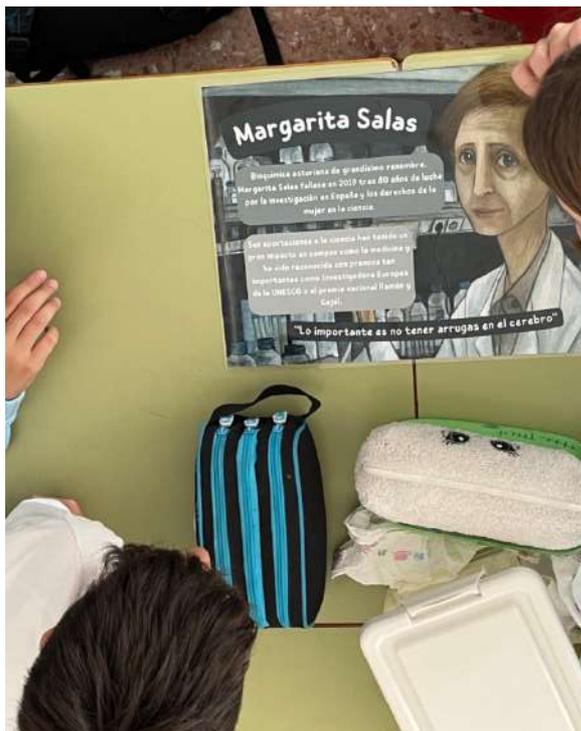


Foto 4. Disposición de los materiales del “Rincón de Hipatia de Alejandría”.



Fotos 5 y 6. Estudiantes desarrollando las actividades del “Rincón de Hipatia de Alejandría”.

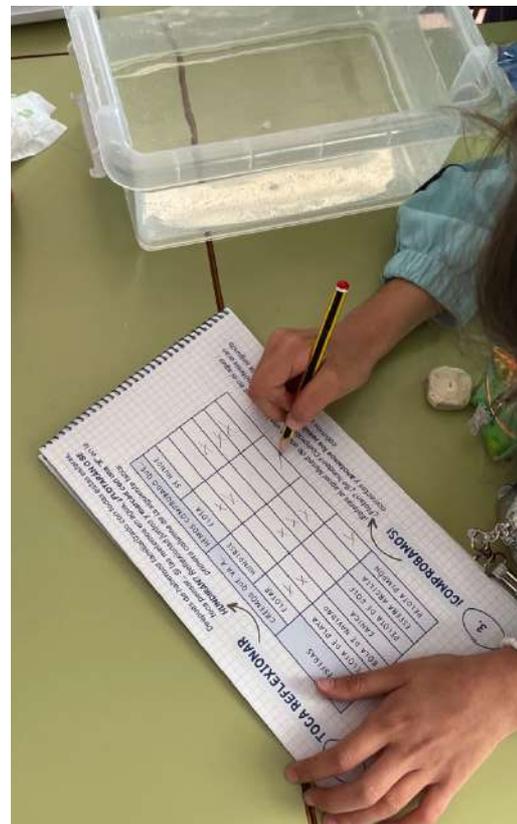


Foto 7. Disposición de los materiales del “Rincón de Jane Goodall”.



Fotos 8 y 9. Estudiantes desarrollando las actividades del “Rincón de Jane Goodall”.



ANEXO 6. Imágenes del desarrollo de la sesión 2: “Inventoras como Hedy Lamarr”.

Fotos 10. *Estudiantes empleando los materiales de la segunda sesión de la propuesta “Inventoras como Hedy Lamarr”.*



Fotos 11. *Ejemplo de producto final en el agua.*



Fotos 12, 13, 14 y 15. Ejemplos de productos finales.



ANEXO 7. Cuestionario escala ACESTEM (Martín, 2020) empleado en la recogida de datos cuantitativos.

Lee las siguientes afirmaciones, ¿estás de acuerdo?

Selecciona tu grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones, siendo el 1 "muy en desacuerdo" y el 5 "muy de acuerdo".

Me gusta mucho la Ciencia.

1 2 3 4 5

Muy desacuerdo Muy de acuerdo

Voy a seguir estudiando Ciencia en el futuro.

1 2 3 4 5

Muy desacuerdo Muy de acuerdo

Los conocimientos de Ciencia me ayudan a entender el mundo que nos rodea.

1 2 3 4 5

Muy desacuerdo Muy de acuerdo

No voy a entender la Ciencia aunque me esfuerce.

1 2 3 4 5

Muy desacuerdo Muy de acuerdo

Me gusta asistir a actividades relacionadas con la Ciencia en mi tiempo libre.

1 2 3 4 5

Muy desacuerdo Muy de acuerdo

Si entro en la Universidad mis estudios estarán relacionados con la Ciencia.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

La Ciencia es fácil para mí.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Disfruto aprendiendo Ciencia.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

No me gustaría tener un trabajo como científico o científica en el futuro.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Vivimos en un mundo mejor gracias a la Ciencia.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Creo que las asignatura relacionadas con la Ciencia son las más interesantes.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Me gustaría dedicarme a una profesión relacionada con la Ciencia.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

No voy a elegir una profesión relacionada con la Ciencia en el futuro.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Me gusta hacer actividades de Ciencia en el colegio.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Las asignaturas relacionadas con la Ciencia son las más difíciles de todas.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Me gustaría tener un trabajo como científico o científica en el futuro.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Los científicos y las científicas son muy respetados.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Las personas deberían entender la Ciencia porque les afecta en sus propias vidas.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

No me gusta la ciencia.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Los exámenes de las asignaturas relacionadas con la Ciencia son los que cuestan más aprobar aunque estudies.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Los conocimientos de Ciencia me ayudan a tomar mejores decisiones sobre mi propia salud.

	1	2	3	4	5	
Muy desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

