



Universidad de Valladolid

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

ÁMBITO DE ESPECIALIZACIÓN: Especialidad de Tecnología e Informática

**DISEÑO DE ACTIVIDAD DE TECNOLOGÍA EN 3ºESO PARA
POTENCIAR EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS
BÁSICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Autora: Raquel Juárez Pérez

CURSO: 2020 / 2021

Tutores:

D. César Chamorro Camazón

D. Roberto Reinoso Tapia

Valladolid, 07 de julio de 2021

PALABRAS CLAVE

Indagación ingenieril, educación musical, construcción instrumentos musicales, taller de Tecnología, proceso ingenieril, desarrollo de competencias clave.

RESUMEN

La presente memoria recoge el Trabajo de Fin de Máster enfocado en aplicar la educación STEAM al alumnado español.

Además, debido a la práctica desaparición de la educación musical en Educación Secundaria Obligatoria en España, este trabajo reivindica la importancia de su enseñanza y propone su integración con otras materias como es la Tecnología, la Ciencia, la Ingeniería y las Matemáticas dentro de la educación STEAM. Para ello, se diseña y desarrolla una actividad taller para llevarla a la práctica en la asignatura de Tecnología de 3º de ESO que consiste en la fabricación de instrumentos musicales a partir de materiales plásticos para reutilizarlos. Con esta actividad, los alumnos no solo se implicarán directamente en los contenidos de la asignatura de Tecnología sino que los integrarán relacionándolos con distintas áreas del saber utilizando el proceso ingenieril para desarrollar diferentes competencias. Serán ellos mismos los que analizarán las dificultades que se vayan encontrando y propondrán las soluciones más adecuadas al problema planteado en el contexto de su vida diaria.

KEYWORDS

Engineering inquiry, music education, construction of musical instruments, technology workshop, engineering process, development of key competencies.

ABSTRACT

This report includes the Master's Final Project focused on applying STEAM education to Spanish students.

Furthermore, due to the practical disappearance of musical education in Compulsory Secondary Education in Spain, this work vindicates the importance of its teaching and proposes its integration with other subjects such as Technology, Science, Engineering and

Mathematics within education STEAM. To do this, a workshop activity is designed and developed for practicing in the Technology subject for 3rd year ESO students, which consists in the manufacture of musical instruments from plastic materials to be reused. With this activity, students will not only get directly involved in the contents of the Technology subject but will integrate them by relating them to different areas of knowledge using the engineering process to develop different competencies. They will be the ones who will analyze the difficulties found and they will propose the most appropriate solutions to the problem in the context of their daily life.

Agradecimientos:

a mis tutores, César y Roberto, y a Rosa Villamañán por estar siempre disponibles con
soluciones, ideas y motivación para mí.

a mis compañeros y amigos, por su infinito saco de paciencia y generosidad.

a mi marido, por apoyarme incondicionalmente de nuevo en otro de mis proyectos.

a mis padres, por todo y por tanto.

«Yo escucho y olvido, lo veo y lo recuerdo, lo hago y lo entiendo»
(Confucius)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
INTRODUCCIÓN	6
1.1. Justificación	6
1.2. Objetivos	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Legislación aplicable	9
2.2. Competencias clave y educación STEAM	10
2.2.1. Educación STEM y STEAM	11
2.2.2. Aspectos metodológicos de la educación STEAM	16
2.2.3. Competencias básicas	17
2.3. Aprendizaje por indagación	20
2.4. Música y tecnología	30
2.4.1. La ciencia de la música	30
2.4.2. Música y educación	33
2.5. Proceso ingenieril	35
3 - PROPUESTA DE ACTIVIDAD	40
3.1. Diseño de la actividad	40
3.1.1. Contextualización y contenidos	41
3.1.2. Objetivos	43
3.1.3. Temporalización	44
3.1.4. Competencias	47
3.1.5. Normas del Taller de Tecnología	52
3.1.6. Estrategia didáctica	53
3.2. Actividad propuesta	56
Opción 1 GUITARRA	56
Opción 2 FLAUTA DULCE	63
3.4. Evaluación	69
3.4.1. Valoraciones del profesor	71
3.4.2. Valoraciones de los alumnos	74

4. CONCLUSIONES	75
6. BIBLIOGRAFÍA	77
ANEXOS	83
ANEXO I: Ficha para el alumno, Op 1 Guitarra	84
ANEXO II: Ficha para el alumno, Op 2 flauta	85
ANEXO III: Construcción de instrumentos	86

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

La actividad docente actual va mucho más allá de un traspaso de información teórica a los alumnos. Como indica el político y economista francés Jacques Delors (1996) en su informe “La educación encierra un tesoro”, la educación se basa en cuatro pilares fundamentales que señalan el camino hacia la libertad, la paz y la justicia social. Estos pilares son los siguientes:

- Aprender a conocer: Es manejar los instrumentos del saber, descubrir y entender el mundo al que pertenecemos y adquirir el placer del conocimiento. Es importante que los docentes despierten el interés de los alumnos y les motive a indagar, crear y sembrar sus propios conocimientos.
- Aprender a hacer: Dar una utilidad a los conocimientos es tan importante como los conocimientos en sí. Los alumnos deben adquirir unas competencias básicas para saber comportarse socialmente, comunicarse efectivamente, resolver problemas, asumir riesgos, tener iniciativa propia o trabajar en equipo.
- Aprender a vivir juntos: Según J. Delors se aprende a vivir juntos fomentando el conocimiento de los demás, de su espiritualidad y de sus culturas. Es importante crear un contexto conjunto de igualdad con proyectos y objetivos comunes, donde se den las mismas oportunidades, herramientas y sea de obligado cumplimiento el respeto y la tolerancia.
- Aprender a ser: El objetivo de la educación es el desarrollo global del alumno. Se adquiere un pensamiento crítico y completamente autónomo a la par que el individuo cultiva el resto de aspectos como su mente, estética, cuerpo, etc. El fundamento de este cuarto pilar es que los alumnos respeten la diversidad de personalidad, a la vez que favorecen su creatividad sin represiones.

Por ello, el presente trabajo va a desarrollar una actividad dirigida a los alumnos de 3º de ESO para la materia de Tecnología y se va a ubicar en el Bloque 4, Materiales de Uso Técnico.

Actualmente en este curso es posible que mediante la elección de asignaturas optativas, los alumnos puedan cursar las asignaturas de Tecnología y Música el mismo curso, por lo que la actividad puede extenderse como se explicará en el apartado de líneas futuras para ser utilizado en la asignatura de Música.

La actividad propuesta tiene presente los beneficios que tiene la música en las personas y especialmente en aquellas cuyo desarrollo cognitivo y personal está formándose.

Los alumnos de esta etapa experimentan cambios físicos y emocionales importantes que no deben pasar desapercibidos por los docentes, especialmente estos segundos.

Los adolescentes pasan por una especie de confusión en cuanto a sentimientos y emociones. Deben aprender a gestionar sus cambios de humor y a entender qué es lo que están sintiendo, y una forma muy eficaz para ello es a través de la música, ya sea sencillamente escuchada o reproduciéndola.

Además, tan importante como la posibilidad de expresar sus emociones está la de crear en los alumnos un pensamiento crítico y divergente mediante el método ingenieril mediante el cual los alumnos deberán construir un instrumento musical con materiales reciclados siguiendo un modelo preexistente y valorando las variables que actúan y modifican su acabado.

1.2. Objetivos

El objetivo principal del presente trabajo es el de crear un pensamiento crítico y divergente en los alumnos mediante el método ingenieril, el cual les ayudará a desarrollar las competencias específicas del campo de la ciencia y la tecnología. La intención es la de que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje dándole pautas para que sea él mismo el que seleccione la información útil. De esta forma, será partícipe de la resolución de los problemas que vayan surgiendo en la construcción del prototipo musical.

Por ello, los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- Abordar la actividad siguiendo el método de indagación ingenieril, trabajando con creatividad y autonomía los problemas tecnológicos siempre de forma limpia y ordenada para estudiar el problema, seleccionar y recopilar la información necesaria, diseñar y planificar la construcción del prototipo de forma individual y posteriormente evaluar su idoneidad.
- Comprender y transmitir el potencial de la música para expresar las emociones, sentimientos y desarrollar habilidades como la memoria, las habilidades cognitivas y motrices y el pensamiento abstracto.
- Desarrollar las competencias básicas definidas en el currículo con especial atención a aquellas relacionadas con la ciencia y la tecnología.
- Propiciar un aprendizaje significativo haciendo protagonistas a los alumnos de su propio aprendizaje y acercando los conocimientos a su día a día.
- Acercar los contenidos didácticos a la realidad del alumno para fomentar el aprendizaje significativo.
- Concienciar a los alumnos del potencial de los materiales reciclados, su posible segunda vida y el impacto medioambiental que tienen, especialmente el uso del plástico.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Legislación aplicable

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.
- Decreto 24/2015, de 26 de marzo, por el que se derogan el Decreto 52/2007, de 17 de mayo, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.
- Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León

2.2. Competencias clave y educación STEAM

Según las orientaciones de la Unión Europea, es necesaria la integración de las competencias clave de forma indispensable para el alumnado para conseguir que alcancen un completo desarrollo social, profesional y personal. De esta forma se conseguirá una correcta adaptación de los individuos a las demandas de la sociedad.

Lo que pretende este proyecto es desarrollar las competencias clave de los alumnos marcadas por el Currículum, especialmente aquellas relacionadas con la Tecnología y las Matemáticas.

Las competencias han de ser trabajadas como elemento curricular, además de formar parte del recurso educativo. Según el Informe Deseco en 2003, se define competencia como la *“combinación de habilidades, prácticas, conocimientos motivación, valores éticos, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz”*

En base a su definición pues se va a desarrollar una actividad mediante la cual los alumnos puedan utilizar sus saberes, actitudes y emociones para adquirir unos conocimientos y así lograr una respuesta adecuada a la tarea planteada.

Antes de abordar qué capacidades deben fomentar, establecidas según la LOMCE y la Orden ECD/65/2015 de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre competencias, contenidos y criterios de evaluación, se va a describir en qué consiste la educación STEM y por qué forma parte del presente proyecto.

Uno de los propósitos de la actividad a desarrollar, es implementar un proceso de educación STEAM interdisciplinar que se centre en el aprendizaje significativo de los alumnos para desarrollar las competencias tecnológicas y matemáticas de los estudiantes, siempre buscando el aprendizaje holístico y la comprensión global que posibilite la aplicación real de lo aprendido.

2.2.1. Educación STEM y STEAM

Estados Unidos acuñó el término STEM en 1990 mediante la Fundación Nacional de la Ciencia (National Science Foundation) y su objetivo fue el de crear una voz política más fuerte que combinara las fuerzas de científicos, tecnólogos, ingenieros y matemáticos.

Según el Departamento de Educación de California en su publicación Professional Learning Support Division, se define STEM como “ un enfoque interdisciplinario y aplicado que se combina con el aprendizaje basado en problemas, integra cuatro disciplinas ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas a través de enfoques de enseñanza aprendizaje cohesivos y activos. Su objetivo principal era el de suscitar el interés de los alumnos por la rama científico tecnológica.

Los objetivos de este tipo de educación integrativa según Smith y Karr-Kidwell, 2000; Moore, Guzey y Brown, 2014; Moore y Smith, 2014 son:

- Perseguir un enfoque integral que fusione las disciplinas con el fin de dar sentido y relevancia, centrar y concretar concentrar y centrar los aprendizajes.
- Aprender a través de desafíos de diseño de ingeniería en los que el alumno participe en la remodelación.
- Particularizar los desafíos para que el alumno perciba una relación directa con los contextos, con su causa y efecto. Contar con la fusión del contexto como elemento motivador para enseñar algunos contenidos disciplinares integrados en la ingeniería del diseño.

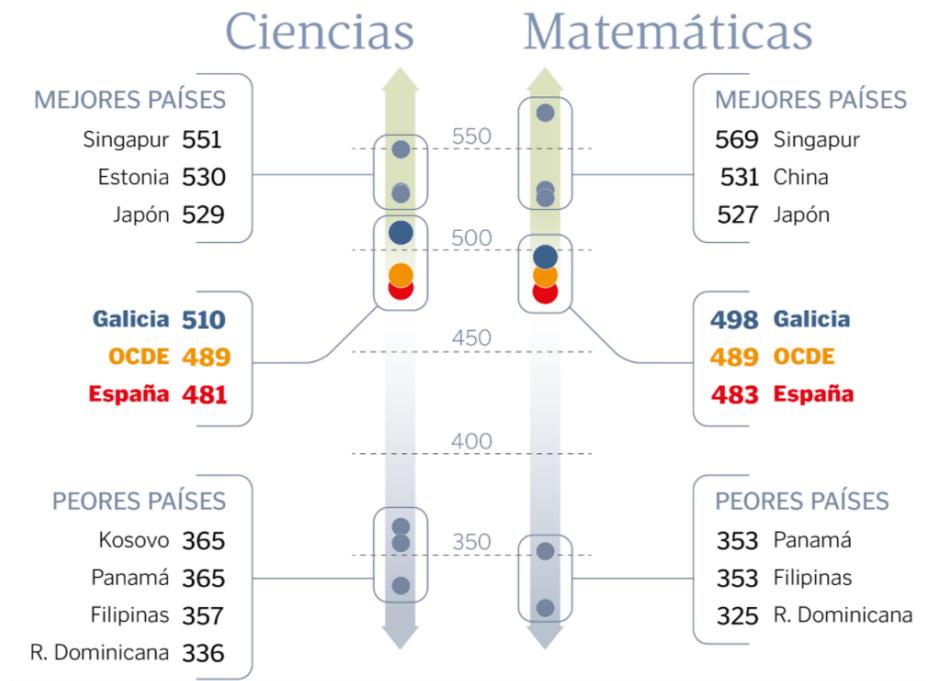


Figura 2.1: Informe PISA 2015 publicada en La Voz de Galicia

Más adelante, en 2006, Georgette Yakaman acuñó el término de STEAM añadiendo la A (Arts) con la intención de reforzar los valores creativos que resultaban indispensables para poder poner en práctica la educación STEM (Science, Technology, Engineering, and Maths), se introdujo el aprendizaje artístico dando término a la pedagogía STEAM.

Se plantea un paradigma educativo constructivista e interactivo basándose en el desarrollo de proyectos y en el trabajo colaborativo. Pretende asentar un aprendizaje constante a lo largo de la vida, es por tanto una educación realista y práctica.

Las ganas de saber y la búsqueda de la satisfacción personal asientan las claves de partida para el alumnado dejando al profesor el rol de cuestionar y guiar las búsquedas.



Figura 2.2: Educación STEAM

Las principales aportaciones de esta letra hacen referencia al desarrollo de la curiosidad, el desarrollo de competencias y habilidades relacionadas con la indagación y la búsqueda de diversas soluciones a un problema ingenieril o científico.

Desde su creación a finales de la primera década del siglo XXI, se ha convertido en uno de los más importantes objetivos de la educación en países como EEUU o los países integrantes de la Unión Europea.

Se señalan las razones de la importancia de la pedagogía STEAM:

- Promueve un pensamiento científico dirigido a la toma de decisiones de los estudiantes, aplicable tanto dentro como fuera del aula.
- Posibilita la adquisición de conocimientos científicos y tecnológicos desde una perspectiva integrada.
- Toma conciencia de las relaciones entre todas las áreas del saber, creando una mayor participación activa en los proyectos.
- Incluye el factor creativo para desarrollar las competencias de resolución de problemas, análisis y especialmente la innovación y el pensamiento creativo y crítico.

Partiendo de que la práctica es el punto de partida para la adquisición de conocimientos de la educación STEAM, la actividad que se va a desarrollar va a asentar sus bases precisamente en estos objetivos, los alumnos recibirán una situación problemática ingenieril para diseñar un instrumento musical. Para conseguirlo, deberán plantear el problema preciso y el proceso para resolverlo, buscar la información que requieran y sobre todo, probar, corregir y mejorar el producto creado.

Serán necesarios iniciativa, creatividad, ingenio y pensamiento crítico y divergente para desarrollar con éxito el proceso. Además, se contará con un valor añadido ya que en un punto de la construcción del prototipo deberán pedir ayuda a algún compañero, aunque el proyecto se les asignará individualmente. De esta forma se les enseñará la importancia de tomar uno mismo sus propios caminos para llegar a la idea que se tiene en mente y la necesidad muchas veces de colaboración.

Puede resultar chocante que la apuesta por la ciencia y el arte en conjunto reúnan más competencias comunes de las que se podrían esperar.

Ciencias y artes pretenden en su esencia dar respuesta a las mismas cuestiones en relación a lo que realmente importa para fomentar el desarrollo de la sociedad. Ambas necesitan de competencias que posibiliten un proceso de investigación en profundidad para dar soluciones a estas cuestiones.

El artista en la creación de nuevas técnicas personales, utilizando combinaciones de materiales artísticos de diferentes maneras y el científico en su investigación abren su mente con un mismo propósito y entienden el fracaso como parte de su proceso de creación.

La educación actual debe dejar de diferenciar a los alumnos entre “los buenos en ciencia y los buenos en artes”. Ambos deben adquirir competencias humanísticas, sociales y digitales para poder adaptarse correctamente a la sociedad actual del conocimiento y la información. Los artistas y los científicos no temen lo desconocido, poseen un pensamiento complementario y cuando colaboran juntos lo que se obtiene son resultados inesperados que aumentan exponencialmente el valor de las aportaciones. Por todo esto, es imprescindible juntar estas disciplinas en un entorno educativo y ese es uno de los objetivos prioritarios de este presente proyecto, unir más concretamente, música, tecnología, ingeniería, ciencia y matemáticas.

La creciente importancia de apostar por una educación basada en las habilidades STEAM es debida a múltiples factores. Para empezar, existe un aumento en la demanda de profesionales cualificados que dispongan de estas habilidades multidisciplinares. Actualmente a partir de la E.S.O se empieza a especializar las ramas de la ciencia y se hacen completamente independientes de otras disciplinas como las artísticas, lo que acaba

cerrando las mentes y focalizando los problemas desde una única perspectiva del conocimiento.

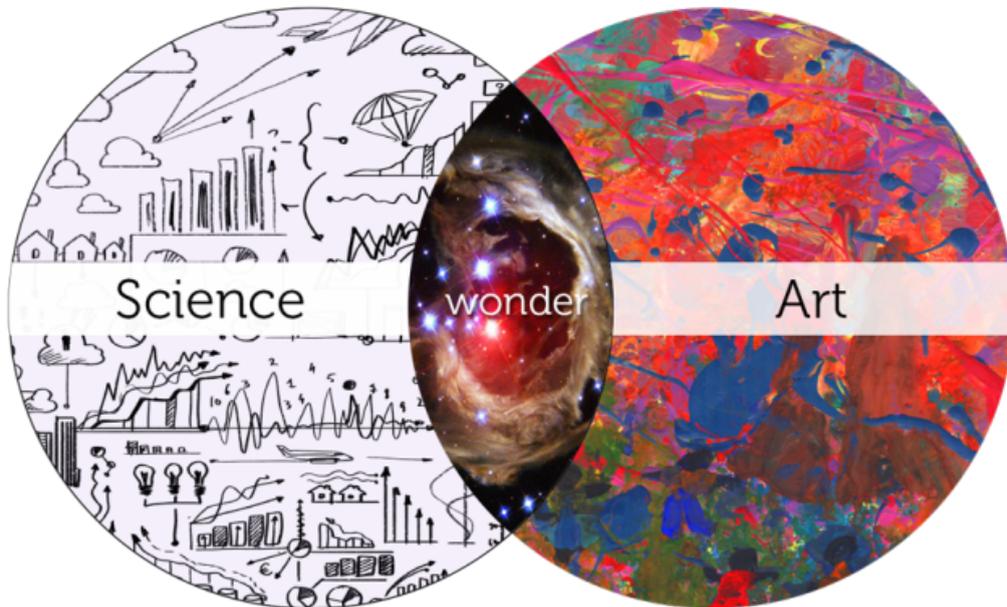


Figura 2.3. Ciencia y arte

A modo de resumen de lo anterior, las características principales de este tipo de aprendizaje son las siguientes:

- El aprendizaje es contextualizado con situaciones que se presentan en el mundo real y no solamente de forma hipotético-teórico.
- Tiene una finalidad en concreto que es la resolución de un problema que interesa al alumno y del que se siente partícipe.
- Su aprendizaje se basa en la adquisición de los pilares de saber, saber hacer y saber ser.
- Propone al estudiante como protagonista de su propio aprendizaje, dejando al profesor el rol de guía y facilitador.
- Valora el progreso y el proceso por encima de los resultados.
- Utiliza un aprendizaje cooperativo motivador.

Es necesario añadir que estas habilidades no se limitan a aquellas personas que desean seguir una carrera científico-tecnológica, sino que se componen de competencias aplicables en cualquier ámbito y que potencian y desarrollan habilidades tan imprescindibles como la innovación, la creatividad, la lógica o la capacidad para la resolución de problemas.

Estas son las características en las cuales se apoyarán los pilares de la actividad propuesta a los alumnos.

2.2.2. Aspectos metodológicos de la educación STEAM

Como se ha comentado, este tipo de educación se basa en el aprendizaje constructivista en el que el alumno transforma su conocimiento de una forma significativa. Es importante crear un entorno de aprendizaje en el que los estudiantes puedan sentirse implicados con los proyectos propuestos.

Las metodologías empleadas en la Educación STEAM son:

- ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos: Trata al alumnado como protagonista de su propio aprendizaje. Los alumnos, habitualmente en grupos colaborativos, han de plantear, diseñar, y construir una solución a un proyecto planteado en clase. El profesor plantea un desafío cercano a los alumnos que les resulte atractivo para que se involucren al máximo en realizar el proceso de resolución.
- Indagación ingenieril y científica: Parte de la necesidad de definir un problema. Se deben decidir entre múltiples soluciones la más adecuada a las necesidades que plantea el problema, para así ajustarse al máximo a una correcta definición. Requiere una amplia búsqueda de información por parte del alumno, el cual debe recabar y seleccionar todos los datos necesarios. Posteriormente se especifican los detalles y se definen las posibles soluciones. Por último, es necesario realizar un estudio de viabilidad para comprobar que se cuenta con la solución apropiada.
Esta estrategia didáctica será el adoptado por la actividad propuesta en el presente proyecto y por tanto se especificarán más adelante los pasos a seguir tanto por el profesor como por los alumnos.
- Aula invertida: Es una metodología de aprendizaje semipresencial o mixto que pretende combinarlas y utilizarlas en los momentos apropiados dentro del proceso

de aprendizaje. Plantea llevar parte de la enseñanza que habitualmente se imparte de forma oral por el profesor en clase, a casa de los alumnos para que ellos mismo realicen las búsquedas necesarias para las diferentes tareas asignadas, permitiendo de esta forma la adaptación a los diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado.

Esta metodología permite el desarrollo de procesos cognitivos mucho más complejos que favorecen un aprendizaje significativo de los estudiantes.

El profesor adquiere un papel de guía en el proceso educativo apoyando a los estudiantes con la resolución de los problemas que vayan surgiendo en las actividades.

2.2.3. Competencias básicas

Siguiendo la línea de las metodologías utilizadas en el aprendizaje significativo guiado por la educación STEAM, es necesario hablar de las competencias básicas.

Para comenzar vamos a definir las competencias clave especificadas el Sistema Educativo Español:

- **Competencia en comunicación lingüística:** Mediante esta competencia los alumnos son capaces de desarrollar habilidades para expresar sus propias ideas a través de la lengua, así como interactuar de manera oral o escrita con otras personas.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología:** Esta competencia hace referencia a la capacidad de aplicar el razonamiento científico-matemático con el fin de resolver cuestiones del día a día. Cuando se refiere a ciencia, se centra en la capacidad de utilizar las metodologías científicas para comprender y explicar la realidad que nos rodea.
Para finalizar la competencia tecnológica desarrolla la habilidad de cómo aplicar los conocimientos y métodos para obtener, buscar, procesar y comunicar la información,

transformarla en conocimiento para poder dar respuesta a los deseos y necesidades humanos.

- **Competencia digital:** Esta competencia desarrolla una actitud activa, crítica y realista hacia los medios tecnológicos y las tecnologías, reconociendo sus potenciales y debilidades y respetando los principios éticos en su uso.

Además, la competencia digital comprende el trabajo colaborativo y la participación, así como la motivación y la curiosidad por el aprendizaje y la mejora en el uso de las tecnologías.

Los puntos que son necesarios abordar para desarrollar la competencia digital son los siguientes:

- La información.
- La comunicación.
- La creación de contenidos.
- La seguridad.
- La resolución de problemas.

- **Aprender a aprender:** Aprender a aprender incluye conocimientos sobre los procesos mentales implicados en el aprendizaje (cómo se aprende). Además, esta competencia incorpora el conocimiento que posee el estudiante sobre su propio proceso de aprendizaje que se desarrolla en tres dimensiones:

- El conocimiento que tiene acerca de lo que sabe y desconoce, de lo que es capaz de aprender, de lo que le interesa, etc.
- El conocimiento de la disciplina en la que se localiza la tarea de aprendizaje y el conocimiento del contenido concreto y de las demandas de la tarea misma;
- El conocimiento sobre las distintas estrategias posibles para afrontar la tarea.

- **Competencias sociales y cívicas:**

La competencia social conlleva la capacidad de utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad. Se relaciona con el bienestar personal y colectivo y ante todo,

exige comprender y analizar de forma crítica los patrones de conducta y sus usos adaptándose a los diferentes contextos. Alude a la no discriminación y a conceptos básicos en relación al individuo, al grupo, a la organización del trabajo y la igualdad. Además, se requieren destrezas de comunicación de forma constructiva con los distintos entornos culturales y sociales, mostrar tolerancia negociar sabiendo inspirar confianza y sentir empatía.

Para finalizar con la competencia social, ésta se relaciona con actitudes y valores colaborativos, de honestidad e integridad, lo que implica un mayor bienestar social y personal.

La competencia cívica: En relación a esta competencia, las destrezas relacionadas son la habilidad para interactuar de forma eficaz en un entorno social y manifestar solidaridad e interés para resolver los problemas del contexto escolar y comunitario. Se basa en el conocimiento crítico de conceptos como la igualdad, la justicia, la democracia y los derechos humanos. Esta competencia incluye a su vez el conocimiento cultural de los acontecimientos más destacados y de las principales tendencias de la historia.

El principal valor es el respeto de los derechos humanos y a la voluntad de participar en las decisiones democráticas. También incluye mostrar comprensión y respeto de los valores compartidos necesarios para la cohesión comunitaria.

- **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor:** Entre las destrezas que involucra esta competencia se incluye la capacidad de identificar las oportunidades existentes para las actividades profesionales, personales y comerciales. Requiere destrezas tales como la capacidad de análisis, planificación, organización, gestión y toma de decisiones. Es necesario para ello, una adaptación al cambio y resolución de problemas, capacidad de liderazgo y delegación.

A su vez, requiere el desarrollo de valores como la predisposición a actuar creativamente, la autoestima y el autoconocimiento, el interés y esfuerzo y una gran motivación.

- **Conciencia y expresiones culturales:** Esta competencia hace referencia al hecho de conocer la herencia cultural que tenemos como sociedad. Los alumnos deben ser capaces de apreciar las diferentes formas de manifestación del arte y la cultura. Esos conocimientos les permitirán desarrollar habilidades de pensamiento, de percepción, de comunicación y una sensibilidad que les permita comprenderlas y apreciarlas. Además, desarrollar esta competencia supone que los alumnos adquieran unos valores de gran interés para ellos y para la sociedad como son:
 - Respeto por el arte y la cultura.
 - Valorar la importancia de la conservación del patrimonio.
 - Valorar la libertad de expresión.
 - Apreciar la diversidad cultural.
 - Reconocer que la creación de producciones artísticas de calidad requiere de esfuerzo, constancia y disciplina.

2.3. Aprendizaje por indagación

¿Qué es la indagación? La indagación es un estado mental guiado por la curiosidad y la investigación.

¿Qué es indagar? Indagar es la búsqueda de la verdad, el conocimiento o la información. Confucio afirmó “ Dímelo y lo olvidaré, muéstrame y lo recordaré, involúcrame y lo aprenderé”. Esta es la esencia del aprendizaje por indagación. Es importante puntualizar que no es un “método”, es un enfoque por el cual se insta a realizar una serie de preguntas relacionadas con su vida diaria, en cualquier momento y por cualquiera de las partes implicadas.

Antes de enfocar el aprendizaje por indagación, se va a comentar brevemente las metodologías precedentes relacionadas con este método pedagógico y el aprendizaje significativo, puntos fundamentales de los objetivos del presente proyecto.

Es posible afirmar que los orígenes del aprendizaje por indagación se encuentran en la filosofía socrática. Sócrates afirmaba que las personas ya nacían con todos los conocimientos adquiridos, y para él, aprender era simplemente recordar. Sócrates hacía reflexionar a sus discípulos sobre numerosas cuestiones mediante preguntas dirigidas, posteriormente conocido como mayéutica (hacer parir ideas), y su visión de aprendizaje sería asumida también por Platón.

Con este tipo de aprendizaje el alumno no solo adquiere el conocimiento, sino que lo crea utilizando su propia experiencia previa para construir el nuevo aprendizaje. Se engloba pues en lo denominado “aprendizaje como construcción del significado” relacionado con las teorías de aprendizaje constructivistas o cognitivistas.

A nivel educativo, el constructivismo entra en el Sistema Educativo con la L.O.G.S.E en 1990 por medio de la cual incluye la participación activa del alumnado, su predisposición y aportación activa al proceso de aprendizaje y en la que el profesor actúa como un guía y mediador entre el alumno y la cultura para poder construir significados adecuados en torno a los contenidos que configuraba el currículum escolar.

Han sido muchos los psicólogos que a partir de los años 60 han estudiado el funcionamiento del proceso de aprendizaje humano. A principios del siglo XX, Piaget sugiere que los individuos construyen nuevos conocimientos a través de procesos de asimilación y acomodación basados en sus propias experiencias.

Vigotsky posteriormente, 1979, también apoya el aprendizaje constructivista mediante el cual el niño adquiere conocimientos directamente relacionados con su contexto cultural y donde el aprendizaje debe preceder al desarrollo, puesto que los procesos mentales aparecen primero en un plano social y posteriormente son internalizados.

Vigotsky propone tres niveles de conocimiento:

- Un primer nivel de desarrollo efectivo que conforma la capacidad de resolver independientemente un problema.
- Un segundo nivel de desarrollo potencial en el que el sujeto es capaz de resolverlo con la ayuda de otras personas.
- Un tercer nivel de desarrollo próximo que representa la diferencia entre el desarrollo real del alumno y el desarrollo potencial.



Figura 2.4. Niveles del conocimiento de Vigotsky.

Otro importante representante de este tipo de aprendizaje es Ausubel, el cual define como aprendizaje significativo aquel en el que el alumno relaciona la nueva información con los conocimientos ya almacenados en su estructura cognitiva. Esto solo ocurre cuando concurren dos factores, que el alumno tenga una actitud favorable hacia el aprendizaje y que los nuevos contenidos sean potencialmente significativos.

Para Ausubel, el alumno necesita de una serie de “Inclusores” en la estructura cognitiva del alumno que permitan asimilar la nueva información con la ya existente. Las funciones de estos inclusores son la de aportar un puente cognitivo entre lo sabido y lo nuevo, además de aportar ideas de afianzamiento para poder ser relacionadas con el nuevo conocimiento.

Es interesante ver las dimensiones que Ausubel propone que se dan en el aula.



Figura 2.5. Dimensiones del aprendizaje, Ausubel.

Se puede ver cómo estas dos dimensiones independientes que son el tipo de aprendizaje (Memorístico o significativo) y el método de adquirirlo (por Recepción o por Descubrimiento).

El aprendizaje memorístico consiste puramente en asociaciones arbitrarias mientras que el aprendizaje significativo es aquel cuyo contenido está relacionado sustancialmente con conocimientos previos.

En cuanto a la metodología empleada, distingue entre aprendizaje por Recepción, acontecida cuando los conocimientos se presentan al alumno en su forma final y éste solo debe incorporarlos a su estructura cognitiva.

El conocimiento por Descubrimiento es por contra aquel en el que el contenido principal no se le muestra al alumno sino que éste debe descubrirlo independientemente para poder asimilarlo significativamente en su estructura cognitiva.

Ausbel asegura que el aprendizaje que debe darse en el aula es el Significativo por Recepción.

En cambio, Bruner propone un aprendizaje significativo por Descubrimiento. Esta teoría afirma que la actividad del alumno es una parte fundamental en la adquisición de los conocimientos y plantea como condición necesaria que el alumno tenga la experiencia personal de descubrirla.

Por ello, los profesores deben ser conscientes de los conocimientos y vivencias previas de los alumnos para enfocar de forma correcta los nuevos conocimientos, fomentando así el aprendizaje significativo del alumno y ayudando a su entendimiento. La actividad del docente no es exponer los contenidos de la unidad, debe dar a conocer a los alumnos la meta a alcanzar y debe actuar como guía para que los alumnos recorran el camino hacia los objetivos propuestos.

En resumen, el aprendizaje por descubrimiento se basa en que el profesor presente las herramientas necesarias al alumno para que éste pueda descubrir todo lo que desea aprender, de esta forma asegura un aprendizaje significativo además de incentivar hábitos de trabajo de rigor e investigación.

Para Bruner, se podían dar tres tipos de aprendizaje por acción y descubrimiento:

- Descubrimiento inductivo: Es aquel que reordena los datos recolectados para llegar a un nuevo concepto.
- Descubrimiento deductivo: El alumno combina las ideas generales para llegar a enunciados más específicos.
- Descubrimiento transductivo: Se comparan dos conceptos particulares y se estudian los elementos y aspectos similares.

Es necesario que existan unas condiciones específicas para que se produzca el aprendizaje por descubrimiento, el espectro de investigación debe estar limitado para que el alumno se centre en el objetivo y así evitar divagaciones y desviaciones de la meta propuesta. Los

objetivos y medios deben ser bien concretados por el docente y los alumnos deben contar con los conocimientos previos necesarios para que la búsqueda sea productiva.

Por último, el alumno tiene que estar familiarizado con el proceso de búsqueda y las herramientas que se van a utilizar en el proceso de descubrimiento.

La enseñanza por indagación hace protagonista al alumno sobre el profesor, se basa en problemas en lugar de en soluciones y promueve la colaboración entre los diferentes estudiantes creando una atmósfera de aprendizaje intelectual, físico y social.

Entre las razones por las que este tipo de aprendizaje debe fomentarse son:

- Actualmente el mundo en el que vivimos es cambiante, los estudiantes necesitan desarrollar su comprensión de la vida moderna, de las conexiones globales y de la tecnología.
- Se requieren trabajadores que trabajen de forma inteligente, es decir, que resuelvan problemas y piensen de forma crítica.
- Mejora el aprovechamiento de los alumnos además de su actitud, facilitando su comprensión y fomenta el descubrimiento matemático.
- Permite la participación activa de los estudiantes para que formen parte protagonista de la adquisición de su propio conocimiento.
- Ayuda a desarrollar el pensamiento crítico, facilitando las habilidades científicas tecnológicas para enlazar a los estudiantes con la comunidad local y mundial.

Se distinguen tres maneras de enseñanza por indagación:

- Indagación guiada. En este tipo el problema ya está definido por el docente, al igual que el contexto, el diseño y los puntos de partida para la reflexión. La indagación está dirigida por el profesor.
- Indagación semi guiada. Los profesores y los alumnos actúan como co-investigadores. El maestro proporciona solamente el tema a tratar y las herramientas que deben utilizar. El docente vela para que el problema que se desarrolla cumpla con las premisas dadas.
- Indagación abierta. La indagación es dirigida por los estudiantes.

A su vez, se puede hacer otra segunda clasificación de las indagaciones en función del proceso a seguir:

- Proceso indagatorio científico: Se parte de una situación problemática en el contexto científico. A continuación se formulan hipótesis y se realiza un diseño experimental que verifique o refute la hipótesis. El proceso finaliza con la interpretación de resultados y conclusiones para llegar a las leyes y teorías científicas.

- Proceso indagatorio ingenieril: Se define el problema para resolver una necesidad de forma precisa. Para ello, se observa, se analiza, busca información y reflexiona para resolverlo junto con sus restricciones.
Se buscan varias soluciones creativas y se escoge la más adecuada para efectuar el diseño.
Tras la construcción, debe probarse y si no es satisfactorio, se vuelve a empezar la búsqueda de soluciones.

Cuando los estudiantes aprenden a aprender desarrollarán las siguientes destrezas: el razonamiento, el pensamiento crítico y divergente, observación y la capacidad para refutar o justificar una hipótesis.

Una indagación eficaz no es solamente hacer preguntas simples. Es complejo porque los alumnos deben traducir la información en conocimiento útil y que puedan asimilar.

Se distinguen cinco etapas:

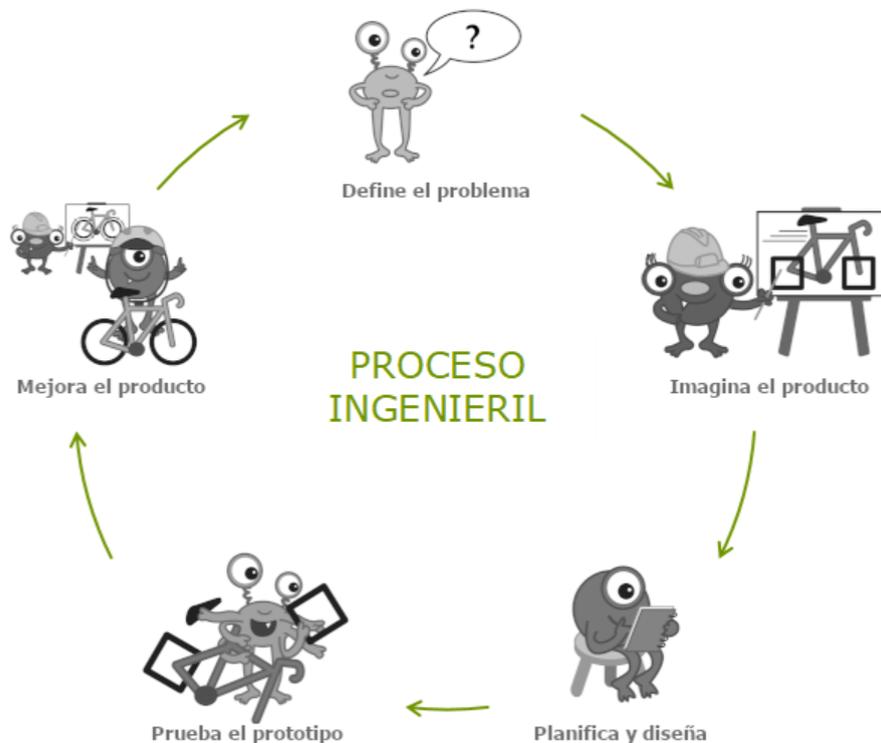


Figura 2.6. Etapas del proceso ingenieril

1. Definición del problema: Se deben estudiar bien todos los factores/variables que influyen en el problema, así como las necesidades que genera y las restricciones que tiene lugar en el contexto planteado. El objetivo final será el de satisfacer las necesidades, ya sean individuales o colectivas.
Una definición impropia o incorrecta del problema generará una pérdida de tiempo y por consecuencia puede conducir a soluciones incorrectas.
Es conveniente elaborar una lista con todas las limitaciones y requisitos que se plantean.
2. Recopilación de la información necesaria: En esta etapa se debe reflexionar sobre lo que se sabe y lo que no se sabe sobre el problema. Se identifica a su vez el tipo de conocimiento científico-tecnológico en el cual están basados los productos propuestos para resolver los problemas en cuestión.

En resumen, esta fase recopila y evalúa la información encontrada.

3. Búsqueda de soluciones creativas: Nos podemos ayudar de diferentes técnicas como:
 - Lluvia de ideas para proponer soluciones creativas al problema.
 - Búsqueda de soluciones creativas.
 - Listas de verificación.
 - Listas de características.

Se realiza una evaluación y selección de la solución que mejor se adapta a las necesidades planteadas. A continuación se planifica y diseña la solución elegida.

4. Prueba del prototipo: En este proceso se construye el prototipo o se obtiene el producto y se prueba teniendo en cuenta su utilidad. Es posible que no se obtengan los resultados esperados, ya sea por fallos en la construcción o por mal planteamiento del diseño o producción del producto, en este caso se volverá a la fase inicial de definición del problema.

Una vez se construya el prototipo o se obtenga el producto, se debe evaluar si satisface la necesidad planteada o si cumple con las limitaciones y requisitos establecidos. Se concretan los puntos débiles del diseño y fuertes del diseño.

5. Mejora del producto: Una vez se ha probado el prototipo u obtenido el producto, comienza el análisis para mejorar los puntos débiles del producto. Para ello se puede volver a la fase de diseño o a fases anteriores para volver a imaginar la solución, modificando el diseño actual o creando uno nuevo.

Esta fase desarrolla la capacidad de autocrítica, se potencia el intercambio de sugerencias y opiniones entre los diferentes grupos.

La actitud de los estudiantes cuando participan en el aprendizaje por indagación es aceptar la “invitación para aprender”, de tal forma que se involucren en la exploración aprovechando todas las oportunidades y el tiempo, clasifican la información obtenida y seleccionan aquella que sea relevante y por supuesto muestran su deseo por saber más.

La labor del docente en este tipo de aprendizaje es:

- Introducir el equipo necesario y herramientas necesarias en función del contenido.
- Guía a los estudiantes, modela, facilita y sugiere puntos interesantes de investigación.
- Motiva más razonamiento y experimentación por parte de los estudiantes.
- Se pone a disposición de los alumnos interactuando con ellos, sugiriendo vocabulario apropiado, hablando con ellos, haciéndoles preguntas, etc.

Aunque todas estas tareas son parte de la labor del profesor, el papel más importante de este es sin duda crear una atmósfera apropiada para que los estudiantes se encuentren motivados para participar en el proceso de indagación.

Durante el proceso, no se debe meter prisa a los alumnos, es necesario planificar tiempo suficiente para que puedan razonar, pensar y desarrollar las ideas sobre conceptos en los que están involucrados. El tiempo es fundamental para que las ideas pasen a formar parte del pensamiento de forma significativa.

En este proceso de aprendizaje cada alumno desarrolla el pensamiento crítico, estimula la creatividad y es capaz de incrementar su aprendizaje significativo relacionando con los conceptos relacionados con las materias trabajadas.. Es más, esta metodología ayuda a conservar el recuerdo de lo aprendido y es más probable que el alumnos conserve la información adquirida en el tiempo. La indagación organiza eficazmente lo aprendido capacitando al individuo para su posterior utilización relacionándolo con el contexto científico-tecnológico en el que vive.

2.4. Música y tecnología

2.4.1. La ciencia de la música

Desde Pitágoras en el siglo VI a.c. ha sido considerada como ciencia, fundamentada en las matemáticas y en las relaciones entre los sonidos. Por ello, el número es el fundamento de la música así como de todos los fenómenos físicos, lo que categoriza la música como ciencia y metafísica.

Pitágoras fue el primero en demostrar que la música estaba enraizada en las matemáticas, pero ya los mesopotámicos relacionaron la física y la música.

La RAE ofrece la siguiente definición a la música: Arte de combinar los sonidos de la voz humana o de los instrumentos, o de unos y otros a la vez, de suerte que produzcan deleite, conmoviendo la sensibilidad, ya sea alegre, ya tristemente.

La música es una vibración que se propaga en un medio elástico, los sonidos son ondas, y las ondas se propagan.

Según explica el investigador y doctor en física Gerardo García Naumis, la mecánica del sonido consiste en la propagación de éste por el espacio y tiempo, lo percibimos por el oído y se transmite al cerebro a nivel de impulsos nerviosos. La música contiene claves, información estudiadas desde áreas como la neurobiología, respecto a cómo se procesa la información en el cerebro.

Esta teoría concuerda con la definición de Albert Einstein de compositor: “Un compositor es meramente un organizador del espacio-tiempo”

Para el doctor Enrique Cabrero Mendoza, el arte y la ciencia son dos lenguajes que se inspiran el uno al otro, logrando traducir conceptos como la simetría en modelos matemáticos o creando la visualización de las ondas sonoras y electromagnéticas.

Camille Saint-Saens, gran compositor francés del s.XIX afirmó “no hay nada más difícil que hablar sobre la música...”

Los conceptos que influyen en la producción del sonido son el tono, la duración, la intensidad y el timbre. A continuación se explican brevemente.

El tono puede ser agudo o alto o grave. Esto es debido a la frecuencia que es el resultado de la vibración que realiza un cuerpo, es decir el número de veces que dicho cuerpo vibra por cada segundo y se mide en ciclos por segundo o hertzios.

Cuanto mayor sea el número de vibraciones los sonidos serán más agudos. Llevado este concepto al presente proyecto, cuanto más corta sea la cuerda, mayor frecuencia de vibración y por ende, sonido más agudo.

La duración corresponde al tiempo que se prolongan sin discontinuidad las vibraciones una vez son producidas por una fuerza externa. Su medida es en segundos.

La intensidad puede ser intensa o débil y es la energía que se ejerce sobre un cuerpo sonoro para producir la vibración del sonido. Cuanto mayor es la masa y amplitud los sonidos son más fuertes o intensos. Es decir, un cuerpo más grande producirá sonidos más fuertes que otro de menor tamaño. Es por esto que en una orquesta de cuerda, el número de violines es mayor que el de cellos, y éste a su vez mayor que el de contrabajos.

El timbre es otro parámetro que modifica el sonido. Permite reconocer la naturaleza del instrumento, permite diferenciar dos sonidos con la misma altura, intensidad y duración. Este parámetro depende de la calidad y naturaleza del cuerpo que vibra, la forma de producir el sonido y su composición molecular, también influye la complejidad del movimiento vibratorio (técnicas como el vibrato, pizzicato...)

La escala diatónica o natural, formada por siete sonidos se repite a lo largo del pentagrama y cualquier oyente puede apreciar que todos los does son la misma nota, es aquí donde subyace el fundamento de la naturaleza cíclica de la música y la percepción que tenemos de ella.

La diferencia entre estos does, es la longitud de onda y se rige por la proporción aritmética más sencilla y repetitiva, como cortar una cuerda en dos, en tres, en cuatro...

Las funciones características de la música de las que dependen los instrumentos musicales son la tonalidad y la dinámica. La percepción tonal es dependiente de la altura y el timbre de cada instrumento mientras que la dinámica envuelve el nivel absoluto de intensidad producido y su rango.

Los instrumentos musicales generan frecuencias perceptibles al oído humano y es esto lo que más caracteriza a los instrumentos, su altura es determinada por la frecuencia fundamental y su rango. El timbre de un instrumento es su espectro acústico inmediato mientras que la intensidad es lo que determina el aspecto dinámico.

Las cuerdas sonoras son cuerpos no rígidos cuya longitud es muchas veces mayor al resto de sus dimensiones. La intensidad del sonido producido por una cuerda es muy baja, y por ello, los instrumentos requieren en su mayoría de una caja de resonancia que hace la función de amplificador. En nuestro caso, la botella de plástico será la caja de resonancia.

En cuanto al taller de construcción de instrumentos, la variable que los alumnos más van a tener en cuenta es la frecuencia, pues con ella podrán variar el tono producido y la percepción del instrumento cambiará drásticamente.

El primer prototipo que se va a proponer para su diseño y construcción en clase es un banjo de una cuerda, un instrumento de cuerda percutida cuyas cuerdas generan vibraciones transversales, en las cuales las partículas de la cuerda vibran en un plano perpendicular a la horizontal de la cuerda.

Estas ondas siguen las leyes de Mersenne, un físico-matemático francés que en 1636 estudió y publicó las vibraciones de las cuerdas, las cuales son la base de la acústica musical.

En 1708 Brook Taylor desarrolló la teoría de las cuerdas vibrantes basándose en los estudios de Mersenne y observaciones y experimentos anteriores. Fue el primero en expresar matemáticamente el movimiento de una cuerda en base a principios mecánicos.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{\tau}{\pi r^2 d}}$$

Donde f es la frecuencia (Hz), T es el período (s), L es la longitud de la cuerda (m), τ es la tensión, d es la densidad de la cuerda y r es su radio.

Conforme a esta expresión, la frecuencia del sonido emitido por una cuerda es:

- Inversamente proporcional a su longitud
- Inversamente proporcional a su diámetro
- Inversamente proporcional a la raíz cuadrada de su densidad
- Directamente proporcional a la raíz cuadrada de la tensión a la que está sometida.

Por tanto, las variables que los alumnos tendrán que tener en cuenta para la construcción del instrumento musical serán la longitud del mástil (tubo de plástico), su diámetro y densidad y por supuesto la tensión de las cuerdas mediante los nudos que realicen.

Otro factor controlable es el material de la caja de resonancia, en función de su densidad y tipo de material, se tendrá mayor o menor resonancia y por su puesto el timbre del instrumento también será modificado. El tamaño del recipiente utilizado como caja de resonancia también modificará la sonoridad, dando mayor (más volumen) o menor (menor volumen) intensidad al sonido.

2.4.2. Música y educación

Como indica Jonathan Bolduc, investigador de la Universidad de Montreal, las actividades pedagógicas que incluyen la música favorecen el desarrollo de la conciencia fonológica y la memoria en general, después de un análisis propone en 2000 las ventajas de integrar la música en el aula para que los alumnos pudieran comprender mejor los principios de las matemáticas y el lenguaje. Observó que los estudiantes que desde jóvenes habían escuchado música y especialmente los que aprenden música presentaban un mayor desarrollo del lóbulo izquierdo.

Para J. Bolduc, la música mejora el pensamiento abstracto además de desarrollar capacidades motrices como por ejemplo la coordinación de gestos, la orientación espacial o la tonicidad.

No se puede dejar de lado la importancia que tiene la música para ayudar a los estudiantes a desarrollar su capacidad de expresar sus emociones para ayudarles a crecer emocionalmente y reducir el estrés.

El ser humano necesita procesos de aprendizaje que estimulen sus procesos cognitivos y capacidades para garantizar su desarrollo, para ello, es esencial el desempeño de actividades cuyas bases están en el sistema nervioso central, cerebelo y en el cerebro . Realizar actividades cargadas de valores y emociones positivas estimulan el aprendizaje y crean conexiones neuronales mucho más duraderas en el tiempo, por lo que los conocimientos aprendidos serán pues, significativos.

Con esta actividad se quiere además concienciar a los alumnos de las múltiples utilidades que les ofrece la música en la vida.

Actualmente solamente en segundo de la E.S.O. se imparte la asignatura de música como obligatoria. El resto de cursos, a excepción de 1º ESO que no se da esa posibilidad, es una asignatura optativa, en muchas ocasiones incompatible con ramas específicas de la rama científico-tecnológica. Se puede comparar la educación musical que se imparte en países Europeos como Finlandia, Alemania o Países Bajos, los cuales tienen puntuaciones muy superiores según el informe Pisa en especialidades de ciencias. Estos países ofrecen muchas más facilidades para acercar la educación musical a los alumnos, ya sea mediante asignaturas musicales obligatorias a lo largo de toda la escolarización obligatoria, aplicaciones de escuelas musicales públicas para los alumnos, ayudas económicas destinadas a este área.. etc.

Por lo tanto, en lugar de intentar inventar la rueda, podríamos simplemente copiar el modelo educativo de otros países cuyos recursos son similares a los españoles y para ello, se introduce la presente actividad músico-tecnocientífica como complemento a asignaturas que pudieran cursar algunos alumnos en el mismo curso de 3º de ESO.

2.5. Proceso ingenieril

Los pilares de esta metodología de trabajo son la indagación y el pensamiento y aprendizaje creativo. Se fundamenta en la detección de un problema o necesidad a la que se quiere realizar una mejora, obtener una solución o nuevo diseño.

Su objetivo es satisfacer una necesidad, buscar una aceptación diversa que surge de identificar un problema y de seguir una serie de pasos muy definidos en los que el alumno recopila toda la información necesaria, busca posibles soluciones, las prueba y evalúa y las selecciona.

Las funciones del ingeniero son principalmente y de forma genérica proporcionar soluciones ante problemas para aumentar la calidad de vida de la sociedad. Sin embargo, el científico pretende conocer cómo funciona la naturaleza. El científico parte de una hipótesis y, generalmente, mediante la experimentación, análisis de resultados y puede llegar a la obtención de leyes y teorías científicas.

El proceso ingenieril es el fundamento de un aprendizaje creativo y divergente y se basa en la detección de necesidades, el diseño de productos, su implantación y evaluación.

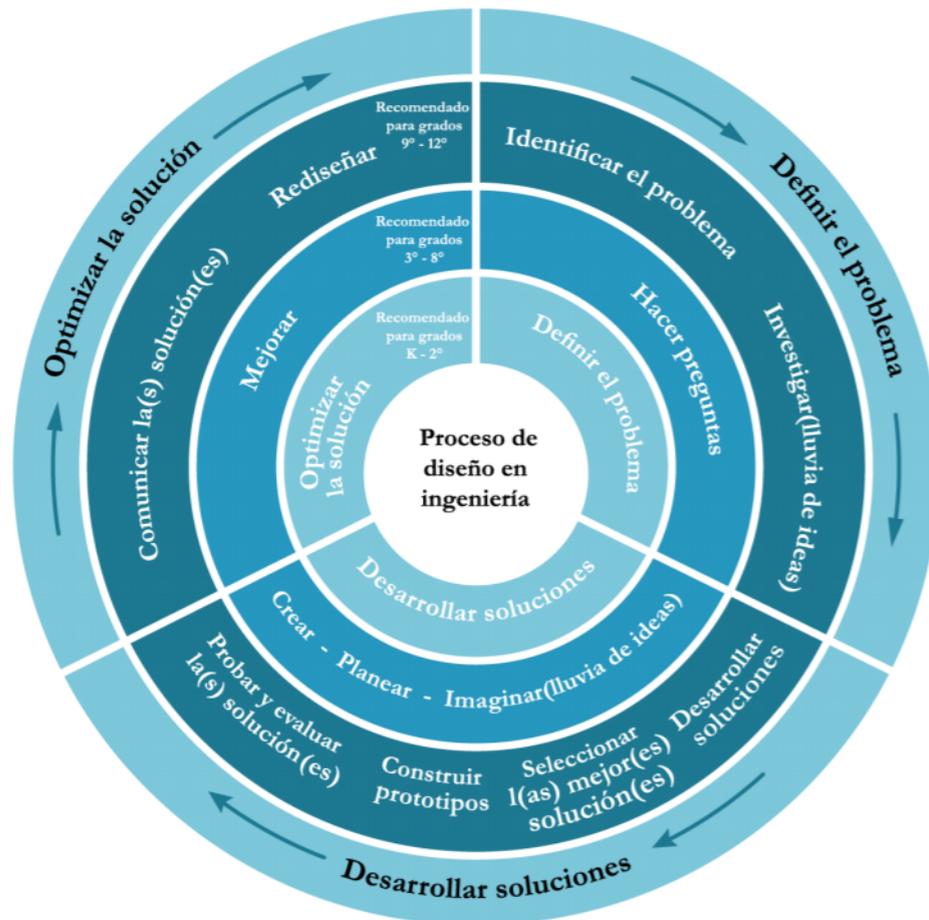


Figura 2.7. Modelos cíclicos del proceso de Diseño Ingenieril de Botero (2018)

Los ingenieros están capacitados para pensar en términos objetivos y analíticos aunque pueden afrontar un problema desde muchos ángulos y seguir diversos caminos que crea convenientes para llegar a la solución, sin embargo, se ha estructurado unas posibles fases que comprenden el método ingenieril las cuales incluyen:

1: Identificación del problema.

Según K. Pearson, *“Un problema definido de manera adecuada es un problema parcialmente resuelto. Plantear correctamente el problema es un paso importante hacia su solución”*

Esta fase comprende una buena definición del problema que evitará que se desperdicie tiempo en la búsqueda de una solución incorrecta o poco apropiada. Las necesidades que se satisfagan deberán estar diferenciadas y bien definidas.

Además, se realizará un completo estudio de mercado para no caer en productos ya diseñados o poco interesantes para la sociedad.

2: Recopilación de la información necesaria.

Una vez resuelta la fase 1, el ingeniero debe comenzar a reunir los datos necesarios para la resolución del problema. Dependiendo del tipo de problema, esta información puede constar de mapas, libros de texto, catálogos, técnicas, formulación científica, artículos, etc.

En esta fase el ingeniero se acerca al problema analizándolo, lo mide, lo estudia en profundidad. Es conveniente que se realice una búsqueda en el registro de patentes ya que muchos diseños bien definidos no llegan a ser construidos.

3: Búsqueda de soluciones

Una vez analizado en profundidad el problema y obtenido información sobre el mismo, el ingeniero puede comenzar a identificar posibles soluciones. Hay una gran variedad de técnicas o métodos que se pueden utilizar para ayudar al ingeniero a generar nuevas soluciones creativas, como las que se van a ver brevemente a continuación.

- Lluvia de ideas: Es una de las técnicas más utilizadas para la resolución de problemas especialmente en grupos de trabajo. Consiste en la generación de ideas espontáneas sin restricciones. Las ideas propuestas no se pueden criticar ni evaluar durante las sesiones de lluvia de ideas. Todas las ideas quedan registradas y posteriormente son analizadas por el mismo grupo u otros individuos de grupos diferentes. Cuanto más heterogéneo sea el grupo, mayor riqueza en las ideas generadas.

- Listado de características: Es una de las técnicas más simples para generar nuevas ideas de forma individual. El ingeniero aísla y ordena en una lista todas las características y atributos de una idea, diseño u objeto. Posteriormente se realiza una segunda lista sobre las diversas formas en las que esta idea previa se puede cambiar. Se analizan todas sin excepción, por irreales que puedan parecer y posteriormente se evalúan sacando a la luz posibles diseños para la solución objetivo.

- Técnica de relación forzada: Como indica su nombre, este método de generación de ideas consiste en forzar una relación entre dos o mas ideas o productos que habitualmente son independientes el uno del otro.
Se deja un elemento constante en la tabla, que puede ser el objeto a mejorar, y posteriormente, se centra la atención en algún elemento escogido aleatoriamente y se realiza una relación artificial entre el elemento constante y el elegido, dando lugar a una lista de flujo libre de asociaciones con posibilidades de ideas innovadoras y originales.
- Análisis morfológico: Es una técnica operacional para la generación de ideas que consiste en realizar una lista con todas las posibles soluciones teóricas. En primer lugar, se define la necesidad en términos de dimensiones o parámetros y a continuación se realiza un modelo que facilite la concepción de cada posible solución.

4: Diseños preliminares

En esta fase el ingeniero empieza a construir los primeros diseños, es el grueso del proceso de diseño es donde se descartan ideas poco viables. Son necesarios en esta fase la realización de bocetos, planos preliminares, materiales, y especificaciones relativas al producto en cuestión.

Estos primeros diseños pueden ir evolucionando mediante síntesis o análisis ya que o bien se puede producir la combinación de hechos o leyes en una idea más general o bien se puede producir una división del todo en partes para posibilitar un estudio mucho más minucioso.

Esta fase es fundamental realizar un cuidadoso estudio y crítica de las posibles soluciones, además, es posible que surjan nuevas necesidades de investigación que requieran la vuelta a fases anteriores para completar la investigación para concretar la eficacia y validez de las soluciones propuestas.

5: Evaluación y selección de la solución óptima

Conforme avanza el proceso ingenieril, el diseño evoluciona y el ingeniero necesita evaluar continuamente las soluciones propuestas. En esta fase, se descartan las soluciones que parecen menos prometedoras y se decanta por la óptima. Para ello, es necesario realizar una serie de técnicas de comprobación de viabilidad de factores como la seguridad, el costo, la aceptación en el mercado, la fiabilidad, etc. Dependiendo del tipo de necesidad y de soluciones propuestas serán necesarias unas comprobaciones diferentes.

Si se trata de un diseño, es conveniente la realización de un prototipo a escala real en esta fase, así como encuestas al público objetivo para comprobar su aceptación por el usuario. Hay que tener en cuenta que no hay dos personas iguales y que los resultados de este último método de evaluación pueden variar mucho dependiendo de la muestra, por lo que deben ser identificados minuciosamente.

6: Preparación de informes, planos y especificaciones

Una vez se ha finalizado la etapa de evaluación del diseño final, debe ser presentado a las personas cuyo fin es aprobarlo, apoyarlo y ponerlo en práctica. Para ello, el ingeniero deberá aportar toda la documentación técnica necesaria para informar sobre las características del prototipo mediante planos, informes y especificaciones.

7: Puesta en práctica del diseño

En esta fase final del proceso del proceso ingenieril es cuando se construye el producto diseñado, la ejecución y puesta en práctica de todo lo estudiado anteriormente. El ingeniero se encarga de planificar y organizar la producción y por supuesto de supervisar el proyecto.

Es la fase final del proceso de diseño y para el ingeniero puede representar la etapa más satisfactoria de todas.

3 - PROPUESTA DE ACTIVIDAD

3.1. Diseño de la actividad

La actividad se encuentra dentro del contexto curricular de la ESO, por ello, a continuación se van a describir brevemente los elementos que componen el currículo y determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje:

- Objetivos: logros que el alumnado debe alcanzar al finalizar el proceso educativo, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin.
- Contenidos: conjunto de conocimientos que se integran en asignaturas. Habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza dentro de la etapa educativa y así como a la adquisición de competencias. Los contenidos, se clasifican en materias, ámbitos, áreas y módulos en función de las enseñanzas, las etapas educativas o los programas en que participe el alumnado.
- Criterios de evaluación: referente específico para evaluar el aprendizaje del alumnado. Describen aquello que se quiere valorar y que el alumnado debe lograr, tanto en conocimientos como en competencias; responden a lo que se pretende conseguir en cada asignatura.
- Estándares de aprendizaje evaluables: concretan lo que el alumnado debe saber, comprender y saber hacer en cada asignatura. Son especificaciones de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje, y que deben ser observables, medibles y evaluables y permitir graduar el

rendimiento o logro alcanzado. Su diseño debe contribuir y facilitar el diseño de pruebas estandarizadas y comparables.

- Metodología didáctica: conjunto de estrategias, procedimientos y acciones organizadas y planificadas por el profesorado para posibilitar el aprendizaje del alumnado, de manera consciente y reflexiva, con la finalidad de lograr los objetivos planteados.
- Competencias: conjunto de conceptos, destrezas y valores que el alumnado pone en marcha al aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa. Capacidades, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos

3.1.1. Contextualización y contenidos

Lo primero que se debe hacer es contextualizar la actividad que se va a desarrollar. El taller “Crea tu propio instrumento musical” está pensado para impartirse en el curso de 3º de ESO en la asignatura de Tecnología. Más concretamente, está programado para impartirse durante el Bloque 4 titulado “Materiales de uso técnico”.

Según la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León, los contenidos del Bloque 3 “Materiales de uso técnico” de la asignatura de Tecnología de 3º ESO son los siguientes:

- Introducción a los plásticos: clasificación. Obtención. Propiedades características. Aplicaciones industriales y en viviendas.
- Técnicas básicas e industriales para el trabajo con plásticos. Herramientas y uso seguro de las mismas.
- Materiales de construcción: pétreos, cerámicos. Propiedades características.

Tabla 3.1. Bloques didácticos de la asignatura Tecnología de 3ºESO

Bloque	Denominación UD	Nº de UD
Bloque 1	Proceso de resolución de problemas tecnológicos	Ud.1
Bloque 2	Expresión y comunicación técnica	Ud.7, Ud.8
Bloque 3	Materiales de uso técnico	Ud.1, Ud.2, Ud.3
Bloque 4	Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas	Ud. 4, Ud.5
Bloque 5	Técnicas de la información y comunicación	Ud.6, Ud.8 y Ud.9

Los contenidos de este curso son los siguientes:

- Materiales elásticos y materiales plásticos.
- Origen de los plásticos.
- Propiedades físicas y mecánicas de los plásticos.
- Plásticos termoestables.
- Plásticos termoplásticos.
- Los plásticos y el medio ambiente: tratamientos.
- Operaciones básicas con plásticos: medida y trazado, taladrado, limado y lijado.
- Técnicas de trabajo manuales: cortado y aserrado.
- La cortadora de porexpán.
- Técnicas de trabajo manuales: plegado y doblado.
- Técnicas de trabajo manuales: pegado.
- Técnicas de trabajo manuales: atornillado.
- Técnicas de trabajo manuales: operaciones de acabado.
- Procedimientos industriales de conformación de plásticos.

Se ha elegido este curso con la intención de poder compaginar la asignatura con la materia de Música y poder realizar una continuación en esa asignatura. El número estimado de sesiones es de cuatro, a desarrollar en el primer trimestre.

En cuanto a los bloques didácticos que establece la LOMCE, se pueden ver en la Tabla 3.1 con su denominación y una correspondencia con las unidades didácticas señaladas anteriormente.

3.1.2. Objetivos

Los objetivos de la actividad se centra sobre todo en desarrollar en los alumnos un pensamiento divergente y una actitud crítica de ligada a la indagación ingenieril que les capacite para a partir de un modelo existente, examinarlo desde la ingeniería inversa para reunir la información y/o ayuda necesaria para su resolución y reproducción.

Objetivos de la actividad:

- Fomentar la adquisición de las competencias clave del Sistema Educativo Español, especialmente aquellas que tienen una relación directa con las ciencias y la tecnología.
- Introducir a los alumnos al proceso ingenieril.
- Concienciar a los alumnos sobre el impacto ambiental de los plásticos.
- Afianzar los conocimientos del Bloque 3 referidos a los plásticos y sus técnicas de trabajo.
- Dar a los alumnos herramientas personales para que puedan expresar sus emociones, como posibilita un instrumento musical.
- Crear una reflexión crítica sobre el trabajo realizado mediante autoevaluación.
- Fomentar el aprendizaje significativo mediante la acción por descubrimiento.
- Hacer que los alumnos disfruten con actividades que se salgan de su rutina.

3.1.3. Temporalización

La asignatura de tecnología en 3º de la ESO se compone de 74 horas lectivas anuales, repartidas en dos sesiones semanales y 37 semanas.

1ª Evaluación:

U0: Tecnología y el proceso tecnológico

U1: Expresión y comunicación gráfica

U2: Materiales plásticos y textiles.

U3: Tecnología de la Información y la Comunicación

2ª Evaluación

U4: Materiales de construcción.

U5: Máquinas y mecanismos

U3: Tecnología de la Información y la Comunicación

3ª Evaluación:

U6: La corriente eléctrica

U7: Introducción a la electrónica

U3: Tecnología de la Información y la Comunicación

No es un error que la U3 se encuentre repetida, es decir, el bloque TIC es repartido equitativamente en cada una de las evaluaciones y el resto conforme aparece en la tabla anterior. También intentarán hacer proyectos, siempre que el tiempo lo permita.

Tabla 3.2. Temporalización de la actividad

NOVIEMBRE 2021				
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15 Primera Sesión	16	17	18 Segunda Sesión	19
22 Tercera Sesión	23	24	25 Cuarta Sesión	26
29	30			

Primera sesión: En la primera toma de contacto con la actividad, el profesor explicará a los alumnos los objetivos, las normas de seguridad y la estrategia didáctica empleada en la actividad taller. Además, se recordarán en el aula conceptos básicos musicales ya estudiados en asignaturas previas y se especificarán los parámetros que modifican las cualidades del sonido.

Se les hablará de la importancia del reciclado de plásticos y se reservarán los últimos 20 minutos de clase para que los alumnos comiencen su diario de la actividad con la elección de su instrumento, recogerán información pensando en los posibles materiales que puedan reciclar de sus casas, planificarán el proceso de construcción teniendo en cuenta las dificultades a las que se puedan enfrentar y realizarán los primeros bocetos.

La tarea complementaria para los alumnos será traer en la próxima sesión los materiales que vayan a necesitar en la construcción de sus instrumentos y la información recogida sobre los factores que influyen en el sonido del instrumento según lo construyan.

Segunda sesión: Aunque cada estudiante ha planificado la construcción del instrumento y han traído los materiales necesarios, el profesor contará con materiales a mayores para la realización de ambos instrumentos.

Además, el instituto proveerá de las herramientas necesarias para su elaboración. Sin embargo, como es difícil contar con una sierra para cada alumno, éstos se turnarán a la hora de utilizar las herramientas con los compañeros, ayudándoles si es necesario.

Todos los alumnos que vayan a utilizar la sierra contarán con guantes anticorte.

Durante esta sesión comienza la construcción del prototipo.

Tercera sesión: La tercera sesión se dedicará a la continuación y finalización de la construcción y/o rediseño del producto. El profesor seguirá de cerca el proceso de cada alumno y le orientará en la toma de decisiones y en la propuesta de alternativas factibles.

Cuarta sesión: En la última sesión los primeros 10 minutos se reservarán a terminar los instrumentos si aún no han sido finalizados, los alumnos expondrán sus diseños a la clase analizando los puntos fuertes y los débiles de los mismos. Entre todos se efectuará una discusión sobre las variables utilizadas, así como cómo influyen en el sonido del instrumento. Finalmente se propondrán mejoras para posibles futuras modificaciones.

Los últimos 10 minutos serán destinados a la realización de una ficha para evaluar la actividad por parte de los alumnos que deberán entregar al profesor.

3.1.4. Competencias

Hay que tener en cuenta las relaciones entre todos los elementos del currículo para poder desarrollar una serie de procesos y metodologías que permitan que los alumnos vayan adquiriendo un cierto grado de desarrollo en esas competencias clave. No hay que forzar la integración por igual de todas las competencias en todas las materias y bloques de contenidos, sino afrontar la tarea con una visión global de la etapa de educación donde se realice.

Centrando el proceso de integración de competencias en la materia de Tecnología y en concreto en la actividad propuesta cabe destacar que el perfil competencial que se obtiene para esta asignatura es claramente científico-tecnológico, las siguientes competencias destacando sobre el resto:

- Competencia Lingüística
- Competencia Matemática y Competencias básicas en ciencia y tecnología.
- Competencia Digital
- Competencia Aprender a Aprender
- Competencia Social y Cívica
- Competencia Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor

Es imprescindible que los alumnos sean los protagonistas del proceso de enseñanza y aprendizaje. Los docentes deben conocer su entorno, el punto en el que se encuentran en la adquisición de competencias para darles el papel activo y la autonomía necesaria para que se desarrollen de forma integral. Cuando hablamos de competencias los alumnos deben ser capaces de entender qué es lo que aprenden, para qué lo aprenden y cómo pueden utilizarlo en su contexto.

- Comunicación lingüística CCL.

La competencia en comunicación lingüística tiene un carácter transversal que implica a todas las materias. En concreto en el área de tecnología se desarrolla de forma específica con la adquisición del vocabulario técnico, que ha de ser utilizado tanto en los procesos de búsqueda y análisis, como a la hora de comunicar la información, ya sea de manera oral o escrita. Una vez terminada la construcción del prototipo los alumnos deberán redactar informes o documentos técnicos, y su lectura, contribuyen al conocimiento de los diferentes tipos de textos y de sus estructuras.

- Utilizar y adquirir correctamente el vocabulario tecnológico.
- Utilizar la terminología adecuada para elaborar informes técnicos.

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología CMCT.

De manera general, y también evidente, podemos considerar que estas competencias se integran en STEAM ya que son inherentes a ella.

De manera más concreta podemos decir que el uso de las herramientas **matemáticas** en el área de Tecnología, de manera contextualizada, contribuye notablemente a desarrollar la competencia matemática, ya que proporciona situaciones de aplicabilidad diversas, como son la realización de cálculos o la medición de magnitudes.

En cuanto a la competencia en ciencia y tecnología está integrada y se desarrolla mediante el conocimiento y la comprensión, tanto de conceptos, objetos y procesos, como de sistemas y entornos tecnológicos. Y también de una forma más práctica en el desarrollo de destrezas técnicas y habilidades para manipular materiales y herramientas con precisión y seguridad.

Realizar análisis de gráficos, aplicar técnicas de medición, escalas y cálculos de magnitudes físicas.

- Competencia digital CD.

La competencia digital en relación con la adquisición de conocimientos mediante la actividad propuesta incorpora:

- Técnicas y estrategias de acceso a la información para realizar una búsqueda e investigación del problema o necesidad adecuadas. Los alumnos deben realizar un estudio de las variables que influyen en la construcción de un instrumento musical.
- Herramientas tecnológicas: Los alumnos reflexionarán sobre las herramientas que necesitan para llevar a cabo su proyecto.
- Manejo de distintos soportes: oral, escrito, audiovisual, multimedia y digital.

En relación con las destrezas se requiere acceder, buscar y seleccionar críticamente la información. Interpretar y comunicar información así como la eficacia técnica.

Las actitudes que se pretende desarrollar son la autonomía, la responsabilidad crítica y la actitud reflexiva.

Como elemento transversal, la competencia digital es determinante para la motivación de los alumnos, porque mejoran los aprendizajes y facilitan las adaptaciones a sus diferentes ritmos, promueven un aprendizaje cooperativo y posibilitan el trabajo en grupo y favorecen el desarrollo de habilidades de búsqueda y selección de la información. Favorecen asimismo la enseñanza individualizada.

- Utilizar correctamente símbolos y gráficos específicos, así como la información verbal.
- Representar la información con soltura manejando las tecnologías de la información y la comunicación así como simular procesos tecnológicos.
- Familiarizarse con herramientas de proceso almacenamiento y búsqueda de la información.

- Aprender a aprender CPAA.

En cuanto a la habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje se requieren los siguientes conocimientos:

- Conocimiento de las capacidades personales.
- Estrategias para desarrollar las capacidades personales.
- Atención, concentración y memoria.
- Motivación.
- Comprensión y expresión lingüísticas.

Para ello se busca desarrollar las destrezas para estudiar y observar, resolver problemas, planificar proyectos, tener pensamiento crítico y divergente. Recoger, seleccionar y tratar distintas fuentes de información y ser capaz de autoevaluarse.

Las actitudes que determinan esta competencia son confianza en uno mismo, reconocimiento ajustado de la competencia personal, actitud positiva ante la toma de decisiones, perseverancia en el aprendizaje y valoración del esfuerzo y la motivación.

Esta competencia está especialmente presente a lo largo de los contenidos desarrollados en Tecnología especialmente en metodologías que utilicen el trabajo en grupo aunque también es ponderable en el desarrollo individual.

Asegurar que los alumnos aprenden a aprender, también pasa por facilitarles herramientas que les permitan reflexionar sobre aquello que les funciona bien y lo que no; de esta manera consolidan formas de actuar con éxito. También mediante la metacognición, los alumnos son conscientes de lo que saben y, por tanto, pueden profundizar en ese conocimiento y aplicarlo a situaciones nuevas tanto de aprendizaje como de la vida real.

Conocer las estrategias de resolución de problemas relacionados con la tecnología, desarrollar la autonomía necesaria para el análisis, la selección y la búsqueda de información que se requieren para el desarrollo de un proyecto.

- Competencias sociales y cívicas CSC.

Comunicarse de forma efectiva, mostrar tolerancia, expresar y comprender los diferentes puntos de vista en actividades grupales.

Gestionar el estrés y la frustración y expresarlos de forma constructiva y distinguir la esfera profesional de la personal

Manifestar el sentido de la responsabilidad y mostrar responsabilidad y respeto hacia el resto de compañeros.

La participación constructiva incluye también actividades cívicas, apoyo a la diversidad, a la cohesión del grupo y al desarrollo sostenible.

- Analizar y considerar las consecuencias medioambientales de la actividad tecnológica.
- Resolver técnicamente los problemas con el fin de satisfacer necesidades.
- Desarrollar la toma de decisiones con fundamento técnico.
- Entender la necesidad de tener una actitud de respeto y tolerancia para la gestión de conflictos y la toma de decisiones.
- Conocer la relación histórica entre el cambio socioeconómico y el desarrollo tecnológico.

- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor SIE.

Los alumnos deberán valorar de forma reflexiva las distintas alternativas a problemas tecnológicos propuestos. Además, tendrán que elaborar ideas para analizarlas desde distintos puntos de vista y planificar y ejecutar un proyecto tecnológico.

Se evaluará correctamente el progreso de un problema tecnológico y el objetivo alcanzado, de forma perseverante, autónoma y autocrítica.

A través de esta vía se ofrecen muchas oportunidades en la asignatura de Tecnología para el desarrollo de cualidades personales, como la iniciativa, el espíritu de superación, la perseverancia frente a las dificultades, la autonomía y la autocrítica, contribuyendo al aumento de la confianza en uno mismo y a la mejora de su autoestima.

Desarrollar actitudes autónomas y creativas para encontrar soluciones a problemas tecnológicos, estudiando todos los posibles caminos y consecuencias.

Utilizar el espíritu de superación, el pensamiento crítico y la perseverancia para superar las dificultades que se encuentran ante un problema tecnológico.

3.1.5. Normas del Taller de Tecnología

Puesto que la actividad taller se va a realizar en el aula de Tecnología equipada con las herramientas necesarias para la elaboración de este tipo de proyectos, los alumnos deberán tener siempre presentes las normas de higiene y seguridad del espacio de trabajo.

Normas básicas del Aula Taller:

- Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio. Los materiales, siempre que no se estén utilizando, deben estar en su lugar correspondiente.
- Se deben cuidar los materiales como si fueran propios (que de hecho, lo son).
- Se debe utilizar cada herramienta con su función específica.
- Cualquier lesión o accidente debe ser comunicada inmediatamente al profesor.
- Se prohíbe comer o beber en el taller
- No se pueden llevar collares, pulseras o colgantes durante la actividad, el pelo debe estar recogido y las mangas ajustadas al cuerpo.
- No se pueden utilizar máquinas-herramientas tales como taladros eléctricos o sierras eléctricas sin la previa autorización del profesor.
- Previa indicación del profesor, se deben recoger las herramientas y materiales, desechar los desperdicios a la papelera, limpiar y barrer todo lo que se haya ensañado.

3.1.6. Estrategia didáctica

La estrategia didáctica utilizada principalmente aplicable a la actividad es la indagación ingenieril.

Se realizará una adaptación del proceso adecuado a 3º de la ESO. Los pasos que los alumnos deberán seguir siguiendo el método ingenieril son las siguientes:

Pasos a seguir:

1. Definir el problema de forma precisa: Se parte de una situación problemática que genera una necesidad en el contexto de la vida diaria de los estudiantes y sean capaces de resolver, en este caso, la construcción de un instrumento musical.

El profesor ofrecerá dos opciones a los alumnos, un instrumento de cuerda y otro de viento. El profesor también guiará al alumno para analizar los requisitos y las necesidades del problema, acotará las variables con las que los alumnos podrán jugar a la hora de construir su instrumento y caminará en el proceso de construcción y diseño del prototipo.

La actividad será planteada para que cada alumno realice individualmente su diseño del instrumento eligiendo libremente entre cuerda o viento. Sin embargo, a lo largo del proceso encontrará dificultades que le obligarán a solicitar ayuda de una fuente externa como puede ser un compañero o el profesor.

Parte de la riqueza de esta actividad reside en este tipo de imprevistos a través de los cuales el alumno aplicará el proceso ingenieril para analizar el nuevo problema al que se enfrenta, presentar las posibles soluciones y elegir la óptima y saberla evaluar. De esta forma aumentará su autoestima, incrementará la adquisición de la competencia básica Aprender a Aprender y desarrollará un método de pensamiento científico tecnológico aplicable a múltiples situaciones de su día a día.

Antes de comenzar con el diseño del instrumento el profesor repasará conceptos musicales básicos de música que los alumnos han estudiado ya previamente en la asignatura de música: el tono, el timbre, la intensidad y la duración. Estos conceptos serán los parámetros variables a la hora de la construcción de los instrumentos musicales.

2. Imaginar el instrumento: Los alumnos buscan información relacionada con los factores que influyen a la hora de construir un instrumento musical que se han repasado previamente, ya sea de cuerda percutida o viento. La construcción de ambos instrumentos tiene la misma complejidad por lo que los alumnos deberán escoger el instrumento a fabricar en función de sus gustos personales.

El docente motivará a los alumnos en la búsqueda de las respuestas a los problemas que vayan surgiendo en el planteamiento del diseño y guiará a los estudiantes en la resolución de problemas, siempre dejando que intenten hallar la solución ellos en primer lugar. Toda la información debe quedar registrada en una ficha de trabajo que será recogida al finalizar la actividad taller, debe recoger la posible forma de abordar el proyecto, bocetos, ideas, un diario de clase, impresiones y dificultades encontradas, en definitiva, todo lo que ha pasado por su cabeza o manos durante la actividad taller.

El alumno debe imaginar su instrumento y elegir el tipo de sonido que prefiere, si grave o agudo, sonido fuerte o débil, timbre brillante o mate... y elegir los materiales adecuados junto con las medidas óptimas para su realización.

3. Planificación y diseño: Una vez se ordenan las ideas y los datos necesarios para la construcción del instrumento, se ordenan los pasos a seguir, se reúne todo el material necesario y se prevé la ayuda necesaria. El alumno realiza bocetos del instrumento especificando los materiales de cada parte y detallando las consecuencias en el sonido de sus elecciones.
Cada elección debe estar justificada, además, se debe priorizar la utilización de materiales reutilizados, especialmente plásticos.

La actividad está programada para realizarse en su totalidad en las horas de clase de Tecnología especificadas en el cronograma, con la excepción de la búsqueda de materiales en los propios domicilios.

4. Construcción y prueba del instrumento: En esta fase los alumnos construyen su instrumento. Pueden encontrar dificultades añadidas no planificadas en el proceso y deben buscar el camino para encontrar la solución. Estas dificultades pueden producirse por una mala planificación o por una mala ejecución del proceso, es importante identificar la causa raíz. El profesor les guiará en la búsqueda de soluciones. En todo momento los alumnos deben llevar los EPIS adecuados para las actividades necesarias en la construcción de sus instrumentos.

Los estudiantes seguirán las fichas de la actividad en las que se especifican los pasos básicos en la construcción de cada instrumento. En dichas fichas se especifican las operaciones pero ni las medidas ni los materiales, son los alumnos los encargados de estudiar las mejores opciones.

5. Mejora del producto: Una vez que los prototipos han sido construidos por los alumnos, se plantean posibles mejoras que incluyan ideas creativas para conseguir nuevos objetivos. El profesor potenciará el intercambio de ideas y sugerencias incentivando el pensamiento científico e ingenieril. Los alumnos presentarán al resto de la clase sus construcciones y todos en conjunto valorarán el trabajo realizado.

3.2. Actividad propuesta

Como se ha comentado anteriormente, el alumno va a poder elegir entre dos instrumentos en función de sus gustos personales, uno de cuerda (guitarra) y uno de viento (flauta dulce).

Opción 1 GUITARRA

La mayor complejidad en la construcción de la guitarra es el planteamiento de los materiales utilizados y su tamaño, ya que se podría incluso derivar en la construcción de un ukelele en lugar de una guitarra si así lo desea el alumno.

Materiales necesarios:

- Botella de plástico
- Cordel
- Tubo de plástico
- Bridas (opcional)



Figura 3.1 Materiales necesarios en la construcción de la guitarra

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

1: Hacer una hendidura transversal en un extremo del tubo de plástico. Esta ranura se puede realizar con una sierra o bien con un escalón como se muestra en la siguiente imagen. La funcionalidad será sujetar la cuerda para que no se desplace cuando se la tensione.



Figura 3.2. Realización de la ranura del tubo

2: Introducir el tubo de plástico dentro de la botella hasta el fondo, hasta que el extremo del tubo toque la base de la botella. La ranura debe quedar en el extremo opuesto a la botella.



Figura 3.3. Introducción del tubo en la botella

3: Se corta un trozo de cuerda que pueda dar tres vueltas al tubo en longitudinal y se pasa por la ranura del extremo opuesto a la botella. Se aprovechan las irregularidades de la base de la botella para fijar la cuerda.



Figura 3.4. Realización nudo de bolina (1)

4: Se realiza el nudo de bolina para sujetar el extremo de la cuerda y se pueda dar tensión a la cuerda, de esta forma se podrá producir la correcta vibración de la cuerda.



Figura 3.5. Proceso de realización del nudo de bolina

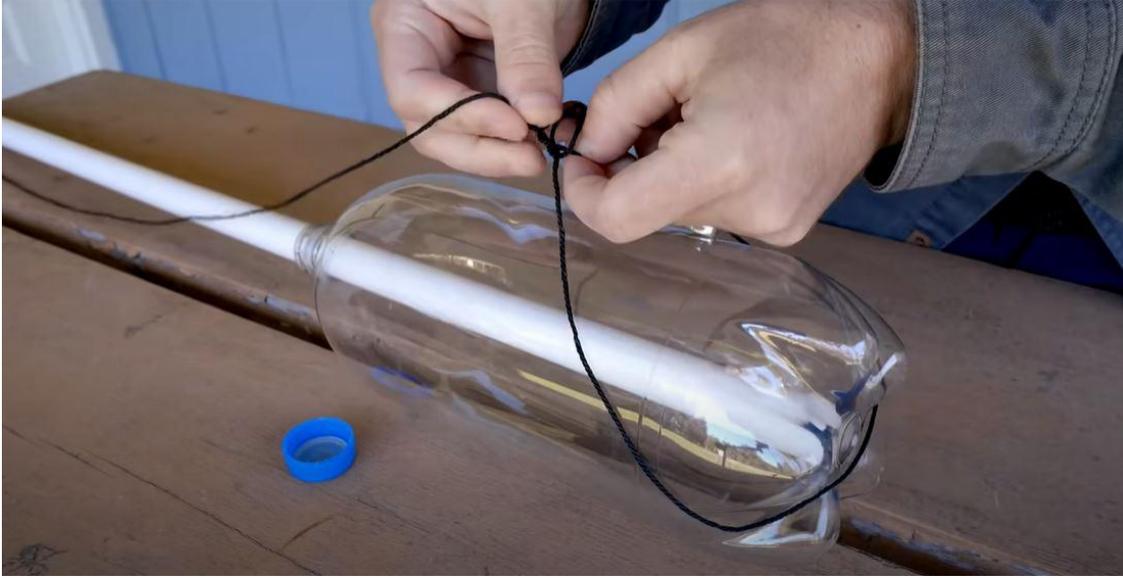


Figura 3.6. Proceso de realización del nudo de bolina (2)

5: Se pasa el extremo libre de la cuerda por la ranura del tubo de plástico.

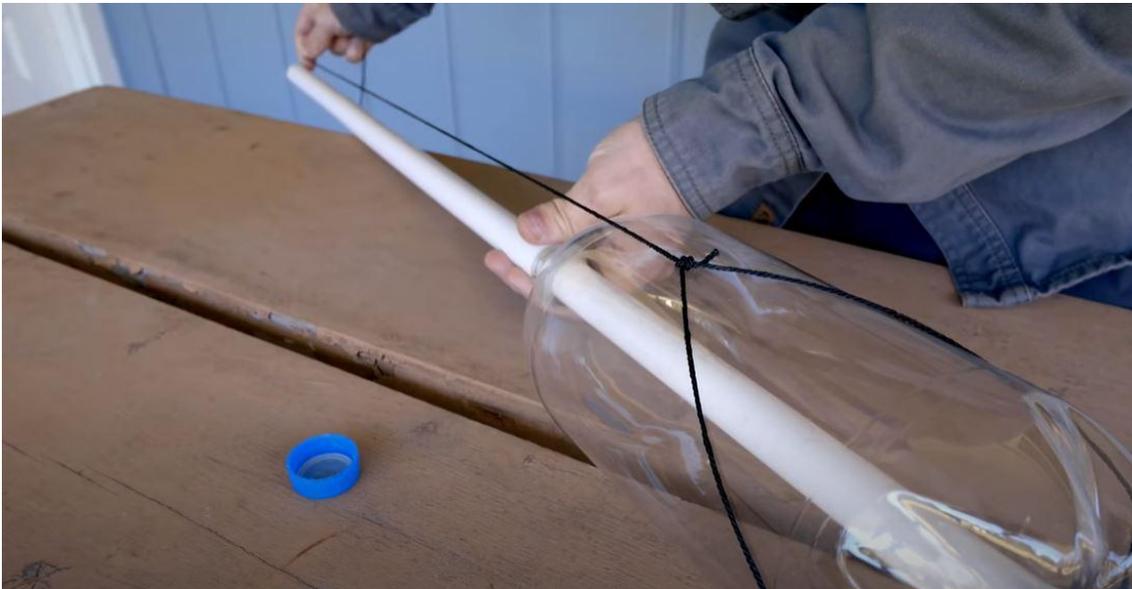


Figura 3.7. Tensión en cuerda sobre ranura

6: Se realiza el mismo paso con el extremo libre de la cuerda, se pasa por la base de la botella aprovechando las irregularidades para mejorar su sujeción.



Figura 3.8. Segunda vuelta a la botella del cordel

7: Se tensiona bien la cuerda. Es muy importante este paso, si no está completamente tensa, no se producirá la vibración con la frecuencia adecuada y el sonido no se percibirá.



Figura 3.9. Realización del nudo de agarre en línea tensa (1)

8: Se realiza el segundo tipo de nudo, el nudo de agarre en línea tensa. Este nudo tiene algo más de complejidad pero permitirá tener una correcta tensión pasado el tiempo.

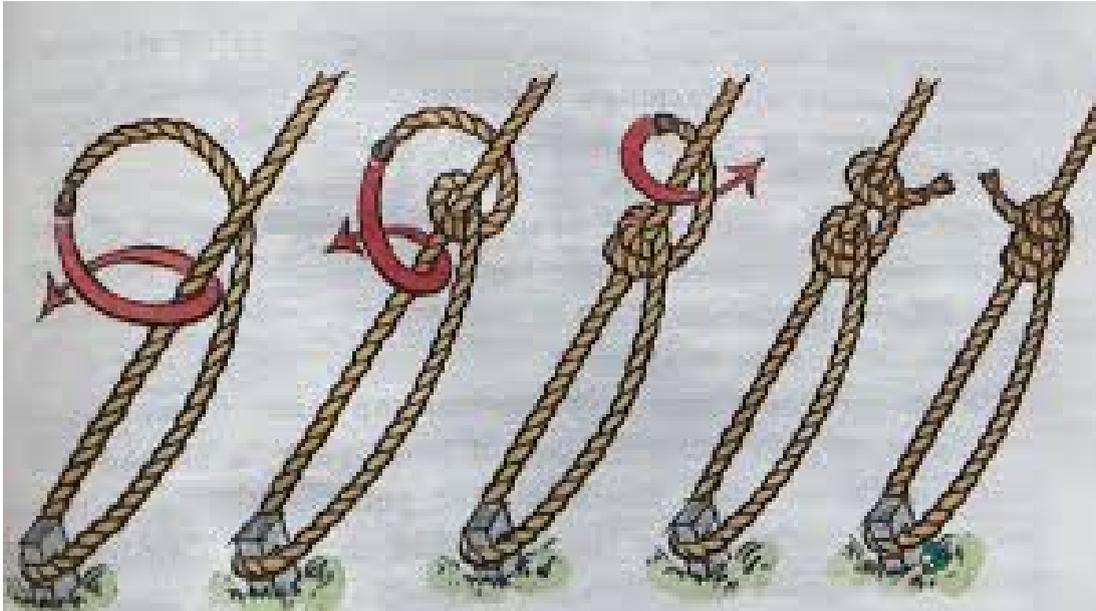


Figura 3.10. Proceso de realización del nudo de agarre en línea tensa

Es muy importante tensar todo lo posible la cuerda antes de realizar el segundo nudo, ya que de este dependerá el sonido del instrumento. La cuerda necesita estar tensa para que se produzca correctamente su vibración y por consiguiente, el sonido.



Figura 3.11. Realización del nudo de agarre en línea atensa (2)

9: Se pone el tapón de la botella por detrás del primer nudo para dar espacio a la cuerda, de esta forma cuando la cuerda sea estimulada tendrá espacio suficiente para vibrar y evitará chocar contra la botella.

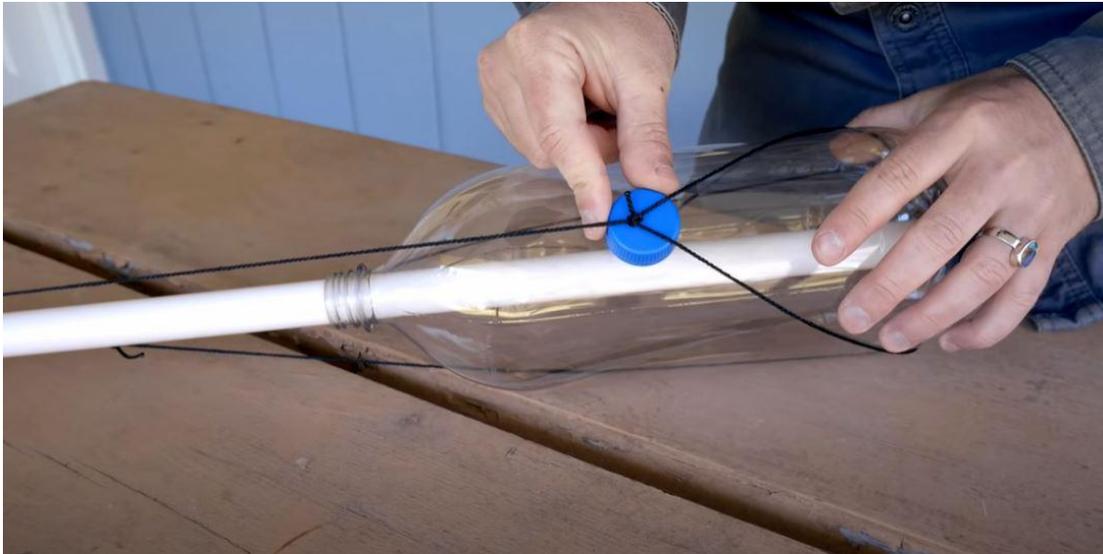


Figura 3.12. Colocación del tapón de la botella

10: Este paso es opcional. Como la guitarra es un instrumento temperado, se pueden marcar las notas para que sea más sencilla su interpretación.



Figura 3.13. Colocación de bridas

Opción 2 FLAUTA DULCE

Materiales:

- Tubo de plástico de 30 cm de longitud
- Destornillador
- Sierra
- Rotulador
- Regla
- Corcho (tapón de botella de cristal)
- Cutter
- Guantes anticortes

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

La mayor dificultad en la fabricación de este instrumento reside en el manejo de las herramientas necesarias para su construcción. Las operaciones deben estar supervisadas en todo momento por el profesor y los alumnos deberán conocer de antemano las medidas y los EPIs de seguridad necesarios para cada operación.

1: Cada alumno inmoviliza el tubo de plástico antes de comenzar la operación de corte. A continuación, se corta con el tubo de plástico con la sierra de mano con la medida previamente marcada y estudiada.

La longitud de la flauta debe ser entre extremos de 30mm.



Figura 3.14 Corte de tubo con sierra

2: Se marcan las distancias a las que deben situarse los orificios de la flauta, para conocer esta información es necesaria realizar una búsqueda previa.

Las medidas son las siguientes: midiendo desde el extremo inferior al agujero son 165 mm, 143 mm, 122 mm, 93 mm, 75 mm y 48mm con una pequeña desviación lógica para que el dedo meñique pueda tapar el último orificio.



Figura 3.15. Marcado de agujeros

3: Con un martillo y una punta se hace el orificio cuidando la profundidad del agujero para no perforar el otro extremo del tubo. También puede utilizarse un taladro con la broca más fina para iniciar los orificios, la medida perfecta son 2 mm.

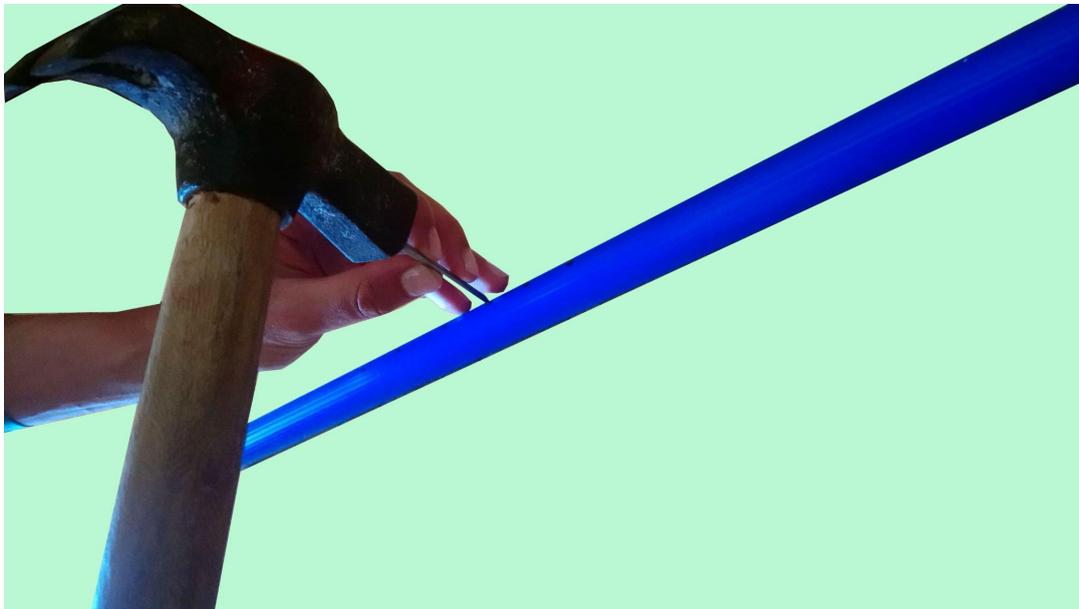


Figura 3.16. Realización de los agujeros

4: Con un destornillador y un tornillo de 4 o 5 mm de diámetro se amplían los agujeros. Posteriormente se utiliza un tornillo de 7 mm para los agujeros 1 y 3 y los tres últimos agujeros se ampliarán con un tornillo de 8mm. También es posible continuar utilizando el taladro con las respectivas brocas para agrandar los agujeros poniendo especial cuidado en no traspasar el otro extremo de la flauta.

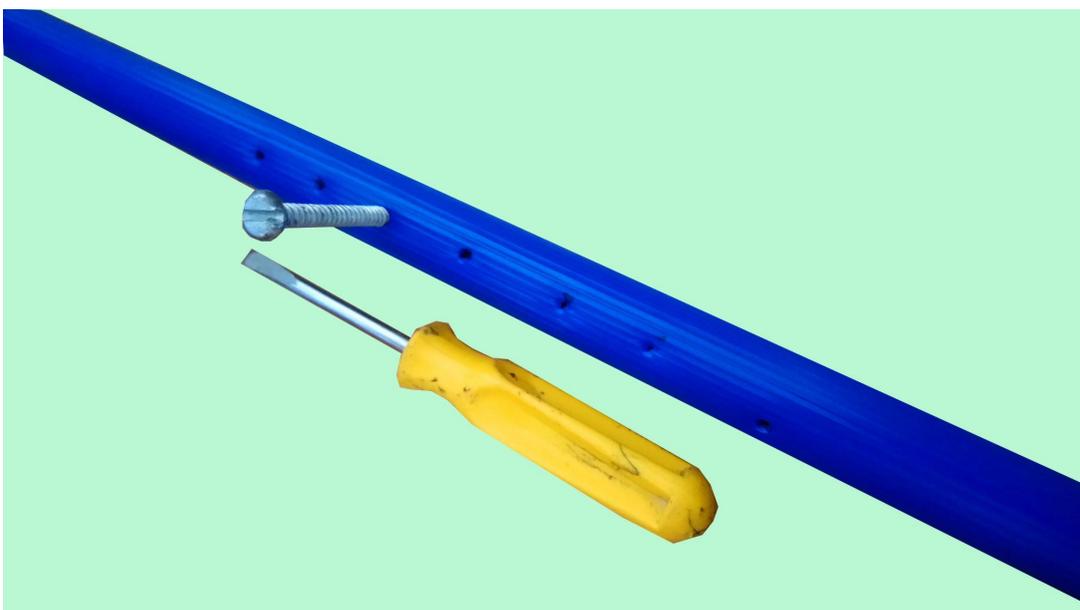


Figura 3.17. Agrandamiento de los agujeros

5: Se dibuja un rectángulo en la parte superior de la flauta (por donde va a entrar el aire), las medidas serán de 30 mm de largo y 8mm de ancho. Se corta con unos alicates o un cutter el rectángulo en el extremo superior donde va a ir colocada la boquilla.

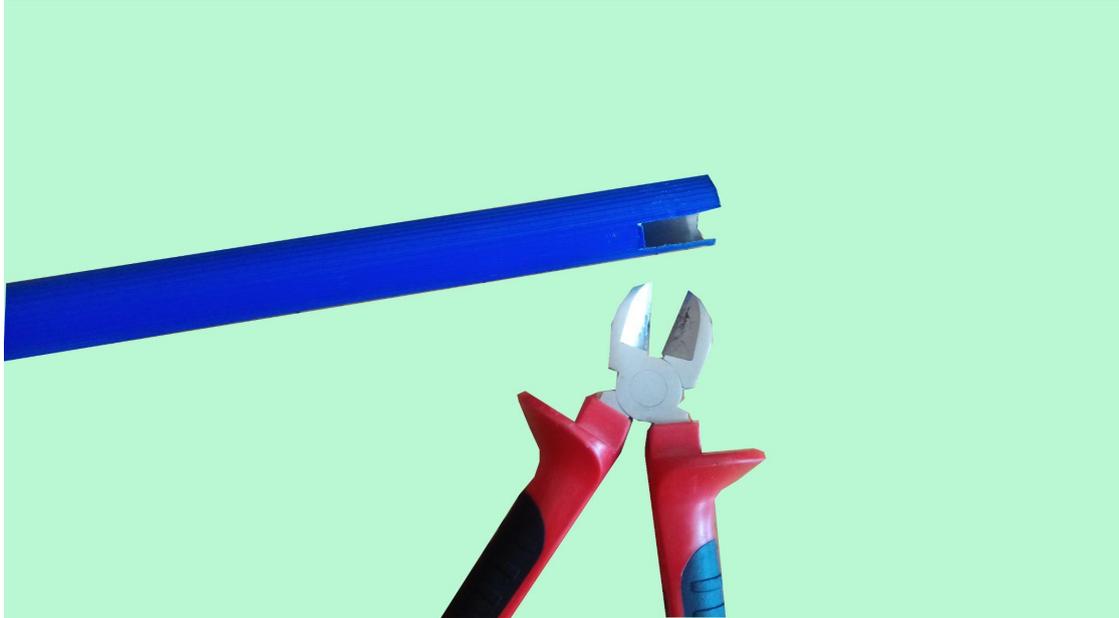


Figura 3.18. Corte del orificio del aire

6: Se corta otro trozo de medida algo menor que el rectángulo anterior y se le corta longitudinalmente para que pueda abrirse y superponerse en la zona de la boquilla. El objetivo será limitar la cantidad de aire que entra en la flauta.



Figura 3.19 Corte de la boquilla

7: Se corta con el cutter un corcho de botella de cristal perimetralmente hasta que entre por el tubo. Posteriormente se le hace un corte en ángulo para que entre el aire justo para producir el sonido.



Figura 3.20. Corte de la lengüeta con corcho

8: Se realiza el montaje de las tres piezas como aparece en la siguiente imagen. Debe quedar un espacio para desalojar el aire de 5 milímetros pero dependiendo de las características del diseño esta medida puede variar. Por ello, los alumnos deberán jugar con las distancias flauta-corcho-boquilla para conseguir el sonido deseado.



Figura 3.21. Flauta terminada

3.4. Evaluación

Los criterios de evaluación referidos al Bloque 4 de la asignatura de 3º ESO de Tecnología son los siguientes según el DECRETO 52/2007, de 17 de mayo.

- Conocer las propiedades básicas de los plásticos como materiales técnicos, su clasificación, sus aplicaciones más importantes, identificarlos en objetos de uso habitual y usar sus técnicas básicas de conformación y unión de forma correcta y con seguridad.
- Conocer las propiedades básicas de los materiales de construcción, sus aplicaciones más importantes, su clasificación, sus técnicas de trabajo y uso e identificarlos en construcciones ya acabadas.

Más concretamente, y siguiendo estos dos aspectos a evaluar del Decreto 52/2007, se va a valorar que el alumno sea capaz de:

- Describir las aplicaciones y propiedades de los plásticos.
- Relacionar de forma razonada las propiedades de los materiales plásticos con sus aplicaciones en fabricaciones tecnológicas.
- Demostrar concienciación ante la escasez de recursos y así valorar la importancia de la reutilización de materiales y su reutilización.
- Seleccionar el material adecuado para la construcción del objeto a construir, utilizando criterios técnicos y científicos.
- Construir objetos tecnológicos siguiendo un plan de trabajo previo y utilizando de forma adecuada las técnicas de unión, acabado y conformación.
- Identificar los riesgos potenciales derivados de la utilización de herramientas necesarias en la construcción de objetos.
- Aprovechar materiales reciclados en la planificación y construcción del diseño.

La evaluación a realizar será de tipo formativo con una finalidad reguladora del propio proceso de aprendizaje, anteponiendo la valoración de los procedimientos por encima de los resultados.

Black y Williams, 1998, la definen de la siguiente manera: «La evaluación formativa se refiere a todas aquellas actividades que llevan a cabo los profesores y alumnos cuando se evalúan ellos mismos, y que dan información que puede ser utilizada para revisar y modificar las actividades de enseñanza y de aprendizaje con las que están comprometidos»

La evaluación se abordará desde una perspectiva cognitivista en comunión con la planificación de la actividad y los objetivos del presente proyecto.

Se va a centrar en la comprensión del funcionamiento cognitivo del alumno ante la tarea propuesta. Se pretende pues llegar a entender por qué el estudiante no entiende un concepto o no es capaz de realizar una tarea determinada.

3.4.1. Valoraciones del profesor

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DOCENTE

El profesor evaluará a lo largo de todo el proceso que dure la actividad a los alumnos en función de la siguiente rúbrica, la cual cuenta con los conceptos a trabajar durante la UD, los procedimientos y actitudes de los estudiantes durante las sesiones.

No solamente se valorarán las actitudes y destrezas adquiridas, se valorarán aspectos muchos más conceptuales para los cuales se requiere una atenta observación del profesor durante todo el proceso.

Tabla 3.3 Rúbrica de evaluación docente

Concepto	Deficiente (1)	Correcto (2)	Excelente (3)
Proceso ingenieril	No sigue todos los pasos del método	Siguen los pasos correctos pero tienen dificultades en las conclusiones	Siguen los pasos correctos y justifican claramente el diseño obtenido
Búsqueda y síntesis de información	Busca y/o analiza la información sin ningún criterio	Recogen información de forma precisa pero no realizan un análisis correcto	Recogen la información precisa, es clasificada y analizada correctamente.
Comprensión de los parámetros condicionantes	No analiza los parámetros marcados ni los escoge con criterio	Analiza los parámetros marcados pero no establece un orden de prioridades	Analiza, entiende y escoge los parámetros que mejor se adaptan a las necesidades de su diseño
Habilidades manuales y resolutivas	Tiene dificultades para construir su prototipo o queda incompleto	Resuelve el diseño correctamente a pesar de las dificultades en el proceso	Resuelve sin problemas los pasos constructivos de su diseño
Pensamiento crítico y divergente: búsqueda y exploración de soluciones	No analiza las posibles soluciones de su diseño en función de los parámetros marcados	Analiza los parámetros pero no los relaciona con los productos terminados	Busca la mejor solución a su necesidad de producto analizando todos los parámetros

Disposición al trabajo en equipo y colaborativo	Sigue al pie de la letra las instrucciones y se niega a realizar trabajo colaborativo	Sigue las instrucciones de la actividad pero propone la realización en grupo de ciertos pasos constructivos	Comprende la necesidad de realizar trabajo colaborativo desde la fase inicial del método y lo propone
Nivel de implicación	Participa escasamente y de forma pasiva en el proceso	Participa en el aula pero no realiza investigaciones propias	Participa de forma total y realiza búsquedas que cree convenientes de ampliación
Nivel de responsabilidad	No muestra curiosidad y no propicia su propio aprendizaje	Observa y demuestra curiosidad por su propio aprendizaje	Es consciente de su propio aprendizaje, se siente curioso y recompensado por ello
Instrumento final obtenido	El diseño no corresponde a la idea preconcebida	El diseño se corresponde en la mayoría de los parámetros con la idea inicial	El diseño corresponde a la idea propuesta por el alumno y expone ideas de mejora
Materiales utilizados	Utiliza algún material reciclado estudiado en la UD	Utiliza materiales reciclados propuestos para la UD	Utiliza todos los materiales reciclados propuestos en la UD y conoce las propiedades y características de cada uno
Responsabilidad medioambiental	No comprende o valora la utilidad de utilizar materiales reciclados	Comprende y valora la utilidad de los materiales reciclados	Comprende, valora y conoce los posibles segundos usos de los materiales vistos en la UD

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA ACTIVIDAD DESARROLLADA

El profesor evaluará la consecución de los objetivos planteados en la actividad desarrollada, su grado de realización e implicación y su viabilidad.

Se pretende mejorar la actividad en vista a próximos cursos y grupos, sacar conclusiones oportunas con el fin de detectar aspectos positivos a reforzar y negativos para mejorar de la propuesta.

La siguiente tabla es elaborada por el profesor y por tanto, flexible de modificaciones que se crean oportunas en función del grupo de alumnos y contexto aplicables.

Tabla 3.4. Rúbrica de evaluación de la actividad

Indicador	0%	50%	100%
La documentación e instrucciones dadas a los alumnos han sido claras y suficientes para realizar la actividad sin dudas			
El tiempo previsto y la distribución de las sesiones se ha cumplido y ha sido suficiente para el desarrollo completo de la actividad			
No han surgido imprevistos y/o situaciones no programadas en la actividad			
Los alumnos han recurrido a sus compañeros para obtener ayuda para la realización de la actividad			
Los alumnos han logrado terminar la actividad en el momento programado habiendo realizado todo el proceso			
Los objetivos de la actividad son adecuados y alcanzables por alumnos del curso de 3º de ESO			

3.4.2. Valoraciones de los alumnos

Resulta muy útil tanto para el profesor como para el propio alumno realizar una reflexión sobre la actividad realizada. Por ello, se propone la siguiente ficha para que los últimos 10 minutos de la cuarta sesión se dediquen a realizar una valoración de la actividad, de pensar en lo que han aprendido y qué podría mejorarse.

Tabla 3.5. Autoevaluación del alumno

AUTOEVALUACIÓN DEL ALUMNO				
1:Mejorable; 2:Buena; 3:Muy buena; 4:Excelente	1	2	3	4
Me ha gustado la actividad en su conjunto				
Creo que la actividad me ha sido útil				
Me ha gustado tener que participar con mis compañeros				
Soy consciente de la importancia del reciclado y lo práctico				
El tiempo ha sido adecuado y suficiente para la actividad				
He encontrado la actividad de una dificultad asequible				
Me he sentido seguro al utilizar las herramientas del taller				
Valoro el desafío personal que ha supuesto el proyecto				
Me he sorprendido de mis propias habilidades durante la actividad				
Creo que mi proyecto ha estado al nivel del de mis compañeros				
Me gustaría que se hicieran más actividades como ésta				
Considero útil continuar esta actividad en el aula de música				
Observaciones y comentarios personales.....				

4. CONCLUSIONES

La actividad desarrollada forma parte de la educación STEAM permitiendo efectuar una enseñanza integrada de diferentes áreas, así como fomentar el aprendizaje significativo del alumno, acercando los contenidos al contexto de su vida diaria y relacionarlos con los conocimientos previos del estudiante, lo que facilita su asimilación.

La estrategia didáctica utilizada hace que el alumno sea protagonista de su propio aprendizaje y sea capaz de hacer frente a los problemas que vayan surgiendo en el transcurso de la actividad gracias a saber buscar información relevante que combinada con el desarrollo de un pensamiento crítico y divergente permita la obtención de soluciones creativas.

Mediante la adaptación de actividades musicales en materias como es la Tecnología y las científicas se fomenta la concienciación del alumno de la importancia de esta disciplina y descubre el potencial que ofrece para expresar las emociones y desarrollar habilidades cognitivas y motrices. Además, reactiva conocimientos aprendidos anteriormente y da opciones para continuar descubriendo esta materia.

Los alumnos abordarán la unidad didáctica de los materiales desde una visión de su contexto personal poniendo especial atención a la reutilización de materiales. Ellos mismos serán los encargados de llevar esta labor en marcha reutilizando de sus propias casas objetos que piensen que pueden servir en la construcción de su producto.

Es importante destacar que esta propuesta de actividad taller no ha sido implementada en un aula, por lo que se ha quedado en un diseño del difícilmente puede sacar todas las sustanciales conclusiones que se obtendrían con una puesta en práctica. Por ello, como líneas futuras se propone llevar este proyecto al aula para poder trabajar una investigación cualitativa que permita modificaciones posteriores. Es por esto que las rúbricas de evaluación de la actividad y la autoevaluación de los alumnos son fundamentales para mejorar de la actividad, pudiendo dar oportunidades de ampliación, revisión y modificaciones del proyecto siempre con el objetivo principal en mente, el crecimiento intelectual y personal del alumno.

Otra opción que se propone es complementar la actividad con otras materias, en especial con la asignatura de música y ciencias.

Cada vez las horas de música obligatorias en la educación secundaria se reducen más, es por ello necesario el refuerzo de esta disciplina tan importante con otras asignaturas como propone este trabajo para el desarrollo personal. El siguiente trimestre los alumnos podrían utilizar los instrumentos contruidos para llevarlos al aula de música y continuar con la explosión creativa.

Aunque esta actividad se ha propuesto para tercero de E.S.O., puede ser adaptada a otros niveles modificando bien las premisas de búsqueda o directamente cambiando los instrumentos a desarrollar, hay una amplia variedad de instrumentos contruidos a partir de materiales reciclados, pudiendo abarcar desde la educación primaria hasta instrumentos programados con arduino como el theremin que pueden ser trabajados en cursos universitarios.

6. BIBLIOGRAFÍA

Alejandra Baro Cáliz, (2007) “Metologías activas y aprendizaje por descubrimiento”
https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_40/ALEJANDRA_BARO_1.pdf [Fecha de consulta: 16 de junio de 2021]

Ana Cristina Deiana, Dolly Lucía Granados y María Fabiana Sardella (2018) “El método ingenieril” <http://www.fi.unsj.edu.ar/asignaturas/introing/MetodoIngenieril.pdf> [Fecha de consulta: 12 de junio de 2021]

Ana Fernández (2018) blog Hop´Toys “La importancia de la música en el aprendizaje”
<https://www.bloghoptoys.es/importancia-de-musica-el-aprendizaje/> [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2021]

AreaTecnología.com “Competencias Basicas Tecnología”
<https://www.areatecnologia.com/Competencias-tecnologia.htm> [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021]

AulaPlaneta “ Educación STEAM: La integración como clave del éxito”
<https://www.aulaplaneta.com/2018/01/15/recursos-tic/educacion-steam-la-integracion-clave-del-exito/> [Fecha de consulta: 12 de junio del 2021]

Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (2009). “Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo”

Ben Cusick (2020) "How To Make A Bottle Guitar"

https://www.youtube.com/watch?v=S8UT1iEj_p4&list=WL&index=31&t=41s [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2021]

Carolina González (2017) "Instrumentos musicales con materiales reciclados"

<https://www.youtube.com/watch?v=pT5nVJdtpE&t=138s> [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021]

Curso de Acústica en Bachillerato creado por GA. (2003) "Aplicaciones al estudio de instrumentos musicales <http://www.ehu.es/acustica/bachillerato/somues/somues.html>

[Fecha de consulta: 24 de mayo de 2021]

Decreto 24/2015, de 26 de marzo, por el que se deroga el Decreto 52/2007, de 17 de mayo, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

Ecured (2018) "Aprendizaje por indagación"

https://www.ecured.cu/Aprendizaje_por_indagaci%C3%B3n [Fecha de consulta: 16 de junio de 2021]

Equipo pedagógico de Campuseducacion (2017) "Las competencias Clave de la LOMCE"

<https://www.campuseducacion.com/blog/recursos/competencias-clave-de-la-lomce/> [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021]

Fabiola Romero Trenas (2009) "Aprendizaje significativo y constructivismo"

<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd4981.pdf> [Fecha de consulta: 05 de mayo del 2021]

Figura 2.1 (Informe PISA 2015)

<https://www.lavozdegalicia.es/noticia/educacion/2019/12/02/galicia-primera-ciencias-mejora-matematicas/00031575307467703533120.htm> [Fecha de consulta: 10 de abril de 2021]

Figura 2.1. Informe Pisa

<https://www.lavozdegalicia.es/noticia/educacion/2019/12/02/galicia-primera-ciencias-mejora-matematicas/00031575307467703533120.htm> [Fecha de consulta 22 de junio de 2021]

Figura 2.2: Educación STEAM

<https://www.anahuac.mx/generacion-anahuac/la-importancia-de-las-steam-en-la-educacion>
[Fecha de consulta 20 de mayo de 2021]

Figura 2.3. Arte y ciencia

<https://evemuseografia.com/2018/02/02/arte-y-ciencia-similitudes-y-diferencias/> [Fecha de consulta 17 de abril de 2021]

Figura 2.4. Niveles del conocimiento de Vigotsky

<https://elcaminodeladocencia.wordpress.com/2016/07/23/la-teoria-socio-historica-vigotsky/> [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2021]

Figura 2.5. Dimensiones del aprendizaje, Ausubel

<https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/9864/TFM%20Metodolog%C3%ADa%20de%20Aprendizaje%20por;%20Descubrimiento%20basada%20en%20debates.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2021]

Figura 2.6. Etapas del proceso ingenieril

<http://www.webciencia.es/index.php/articulos/212-explicacion-del-proceso-ingenieril>
[Fecha de consulta 14 de mayo del 2021]

Figura 2.7. Modelos cíclicos del proceso de Diseño Ingenieril de Botero (2018)

<http://www.fi.unsj.edu.ar/asignaturas/introing/MethodoIngenieril.pdf> [Fecha de consulta 12 de mayo de 2021]

Figura 5.1. Saxófono. Canal de Youtube EcoVida

<https://www.youtube.com/watch?v=pT5nVJdtpE&t=138s> [Fecha de consulta 15 de marzo de 2021]

Francisco Javier Ruiz Mata (2010) “Análisis Didáctico del sonido y de la tímbrica de la guitarra” <https://feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7245.pdf> [Fecha de consulta: 16 de junio de 2021]

Herminia Rey Moreno y Helmer Muñoz Hernández (2019) “ Proceso interdisciplinar STEM para el desarrollo de competencias matemáticas y científicas”

http://rdigitales.uptc.edu.co/memorias/index.php/5_cong_pedag/5_ped_cong/paper/view/File/3172/3434 [Fecha de consulta: 21 de mayo del 2021]

Informe Deseco (2003)

<https://www.campuseducacion.com/blog/recursos/competencias-clave-de-la-lomce/> [Fecha de consulta: 13 de junio de 2021]

Jacques Delors (1996) “Los cuatro pilares de la educación”

<https://virgulablog.es/programacion-didactica/elementos-de-la-programacion-didactica/metodologia/los-4-pilares-de-la-educacion-jacques-delors/> [Fecha de consulta: 13 de junio del 2021]

John Maeda (julio de 2015) “Artists and Scientists: More Alike Than Different, Scientific American”

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.

Montserrat Muñoz (2016) “ La ciencia de la música”

<http://www.cienciamx.com/index.php/ciencia/arte/12086-la-ciencia-de-la-musica> [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2021]

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León

Patricia Escalante Arauz (2010) “Aprendizaje por indagación” Biblioteca virtual Educrea <https://educrea.cl/aprendizaje-por-indagacion/> [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, ISSN: 0120-6230 (2004) <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43003113> [Fecha de consulta: 16 de junio de 2021]

Santiago Moll (2018) “Evaluación formativa”

<https://justificaturespuesta.com/evaluacion-formativa-finalidad/#:~:text=La%20evaluaci%C3%B3n%20formativa%20es%20una,los%20progresos%20de%20los%20estudiantes> [Fecha de consulta: 09 de abril de 2021]

Tecnopatafísica, el blog de ciencias para todos (2021)

<https://tecnopatafisica.com/aulataller/normas> [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2021]

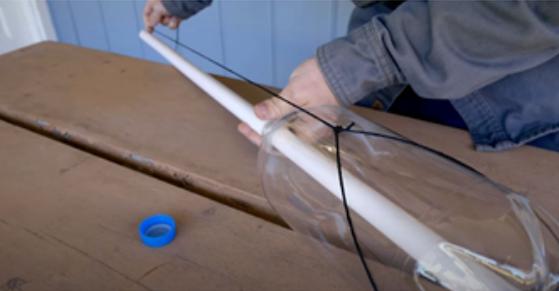
WebCiencia.es “Explicación del proceso ingenieril”

<http://www.webciencia.es/index.php/articulos/212-explicacion-del-proceso-ingenieril>

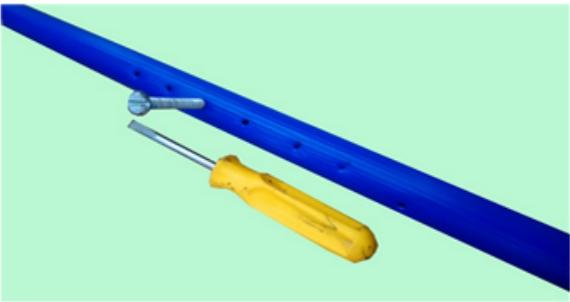
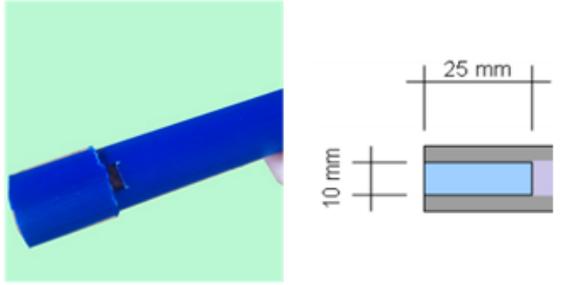
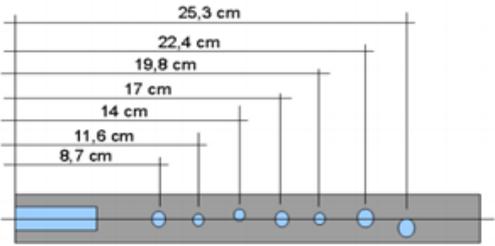
[Fecha de consulta 21 de junio de 2021]

ANEXOS

ANEXO I: Ficha para el alumno, Op 1 Guitarra

Fecha:	Curso:
Actividad: Construye tu guitarra	
Normas: <ul style="list-style-type: none">- Se deben respetar las medidas de higiene y seguridad del taller- Puedes modificar todos los parámetros que desees para modificar el sonido- Cada uno construirá su propio instrumento musical- Las dificultades que surjan deben ser resueltas buscando los recursos materiales o personales necesarios	
Pistas:	
	
	
	

ANEXO II: Ficha para el alumno, Op 2 flauta

Fecha:	Curso:
Actividad: Construye tu flauta	
<p>Normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se deben respetar las medidas de higiene y seguridad del taller - Deben seguirse las medidas establecidas en el documento guía - Cada uno construirá su propio instrumento musical - Las dificultades que surjan deben ser resueltas buscando los recursos materiales o personales necesarios 	
<p>Pistas:</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 25%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 25%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  </div> </div>	

ANEXO III: Construcción de instrumentos

Prueba de sonido flauta dulce v1: <https://youtu.be/6pTFwjEzH4I>



Prueba de sonido flauta dulce v2: <https://youtu.be/ViTHb4Bbozg>



Prueba de sonido guitarra: <https://youtu.be/mNTTk2g5im4>

