MARZO,
MES DE LAS
MATEMÁTICAS

Matemáticas y Sostenibilidad Primaria

Matemáticas para un mundo mejor

Autoría: Israel García Alonso, Clara Jiménez Gestal, José Luis Ríos Calle

PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

Con colaboración de:

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
FECYT FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
DÍA INTERNACIONAL DE LAS MATEMÁTICAS 14 DE MARZO
Diona
RED ESTRATÉGICA EN MATEMÁTICAS
Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas
Real Sociedad Matemática Española
SEIO
SEMA Sociedad Española de Matemática Aplicada
Universidad de La Laguna

MARZO,
MES DE LAS
MATEMÁTICAS

ÍNDICE

Introducción	3
Aspectos Curriculares	4
Presentación de las actividades	6
Desarrollo de las actividades	8
Recursos	17

Introducción

En el año 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adopta la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En el centro de dicha agenda se encuentran los Diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que recopilan los principales desafíos de desarrollo para la humanidad y buscan garantizar una vida sostenible, pacífica, próspera y justa en la tierra para todos, ahora y en el futuro.

Para lograr estos ODS debemos integrarlos en todos los ámbitos y es una lucha que debe fraguarse desde todos los ámbitos: gobierno, sector privado, sociedad civil y todo ser humano del planeta.

La Educación tiene una gran responsabilidad ante los ODS. No en vano, prepara la sociedad del futuro y desde esa perspectiva tiene la responsabilidad de construir una sociedad consciente con los retos que los ODS nos ponen en nuestro camino. Así, transformamos la educación en una Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS).

La EDS ofrece una educación que importa y que es relevante para todos los alumnos a la luz de los desafíos actuales. La EDS es facilitadora del desarrollo sostenible y la garantía de éxito de esta propuesta de la ONU.

España no puede estar de espaldas a este marco. Debemos entender que nuestra escuela debe incorporar todos estos retos y conseguir su inmersión en el aula de forma natural. Si bien es cierto que muchas actividades ya se enmarcan en la consecución de los ODS, en este trabajo se ofrece una propuesta de trabajo de uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el aula, a través de la indagación y el uso de la matemática y la estadística para explicar la realidad que nos rodea.

Se pretende, entre otras cosas, desarrollar los siguientes aspectos:

- Sensibilizar sobre aspectos relacionados con el ODS que se va a trabajar.
- Indagar acerca de cómo estamos enfrentando y desarrollando el trabajo del ODS en el entorno en el que nos encontramos.
- Hacer propuestas concretas que persigan acciones de concienciación o bien de modificación de conductas, fundamentados en el análisis realizado.

MARZO,
MES DE LAS
MATEMÁTICAS

Aspectos Curriculares

Sin pretender ser exhaustivos, describimos y justificamos a continuación, algunos de los estándares de contenidos y de procesos que estas actividades desarrollan. Cada docente puede realizar un análisis más concreto con el currículo de su región. Aquí mostramos los aspectos más destacados de los estándares para la Educación Matemática (NCTM, 2000).

Estándares de contenidos

Las actividades propuestas desarrollan aspectos relacionados con los siguientes contenidos:

Números y operaciones	Comprender los números, las formas de representarlos, las relaciones entre ellos y los conjuntos numéricos. Calcular con fluidez y hacer estimaciones razonables.
Álgebra	Usar modelos matemáticos para representar y comprender relaciones cuantitativas.
Geometría	Utilizar la visualización, el razonamiento matemático y la modelización geométrica para resolver problemas.
Medida	Aplicar técnicas, instrumentos y fórmulas apropiados para obtener medidas.
Análisis de Datos y Probabilidad	Formular preguntas que puedan abordarse con datos y recoger, organizar y presentar datos relevantes para responderlas. Seleccionar y utilizar métodos estadísticos apropiados para analizar datos. Desarrollar y evaluar inferencias y predicciones basados en datos.

MARZO,
MES DE LAS
MATEMÁTICAS

Estándares de procesos

El desarrollo de determinados procesos se garantiza en las siguientes actividades dada la forma en que se plantean las tareas, y con ello también se potencia el desarrollo competencial de la formación que aquí se promueve, pues requieren de los estudiantes que pongan en acción el conocimiento del contenido que poseen.

Resolución de problemas	Construir nuevos problemas a través de la resolución de problemas. Controlar el proceso de resolución de los problemas matemáticos y reflexionar sobre él.
Razonamiento y Demostración	Formular e investigar conjeturas matemáticas. Desarrollar y evaluar argumentos y demostraciones matemáticas.
Comunicación	Comunicar su pensamiento matemático con coherencia y claridad a los compañeros, profesores y otras personas. Usar el lenguaje de las matemáticas para expresar ideas matemáticas con precisión.
Conexiones	Reconocer y aplicar la matemáticas en contextos no matemáticos.
Representación	Crear y utilizar representaciones para organizar, registra y comunicar ideas matemáticas. Usar representaciones para modelizar e interpretar fenómenos físicos, sociales y matemáticos.

Presentación de las actividades

Las actividades que a continuación se proponen están dirigidas a Educación Primaria. Están organizadas en tres apartados: Sensibilización acerca de la necesidad del ODS-12, Profundización y análisis del problema y se cierra con una Propuesta para la Acción, con sugerencias de actividades para promover cambios en el entorno.

Entendemos que pueden llevarse a cabo en los distintos cursos con ligeras adaptaciones atendiendo al grado de profundidad que el docente considere adecuado a la clase. En el apartado de Sensibilización, por ejemplo, para los primeros cursos puede resultar suficiente plantear en la sesión 1 la estimación del papel que consumimos sin diferenciar el destino, mientras que en los cursos superiores podemos proponer que se calcule la fracción del consumo que se recicla. O en el apartado de profundización, la sesión 3 puede ser planteada para los cursos iniciales como un debate a partir de los datos proporcionados por el docente, adaptados al nivel de su clase.

Como actividad paralela se propone la elaboración de un diagrama de Voronoi sobre la distribución de los contenedores de reciclaje de nuestro barrio o ciudad. Esta actividad también puede desarrollarse con diferentes niveles de profundidad y utilizando distintas herramientas, de forma que el docente la pueda adaptar al grupo-clase y nivel con el que trabaje. Se plantea en la secuenciación como actividad final en las sesiones 6 y 7, dentro de la dinámica de la clase para los cursos superiores, o bien como actividad para realizar en una salida del centro o en un día de fin de semana.

MARZO,
MES DE LAS
MATEMÁTICAS

TABLA: ACTIVIDADES Y SESIONES PROPUESTAS

Actividad	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Recogida de información de casa	X						
Elaboración de un formulario de recogida de la información	X						
Puesta en común de los datos recogidos		X					
Gráfico sobre los datos recogidos		X					
Análisis del documento y extracción de datos			X				
Debate y discusión			X				
Análisis de datos sobre reciclaje en España, región, localidad				X			
Elaboración de infografía				X			
Dimensiones de los contenedores, cálculo de volúmenes					X		
Estimación de capacidad, estimación de necesidad de contenedores					X		
Representación de puntos en un mapa						X	
Trazado de líneas (mediatriz)						X	
Estimación de la cantidad de residuos							X
Cálculo de superficies, estimación de población.							X

Desarrollo de las actividades

Sensibilización

Sesión previa: contextualización

Uno de los recursos que utilizamos habitualmente y al que muchas veces no prestamos atención es el papel. Esta actividad busca que nos demos cuenta de que aparece en todos los ámbitos de nuestra vida y de la utilidad que tiene. Pero ¿cuánto papel gastamos? ¿podemos calcularlo?

Partiendo de las estimaciones iniciales se inicia un debate en el que se podemos plantear cuestiones como ¿cómo lo medimos? ¿en hojas? ¿en kilos? ¿en metros cuadrados? ¿en metros cúbicos? ¿en cuánto tiempo?

Podemos plantear preguntas acerca del proceso de fabricación del papel ¿de qué está hecho? ¿cómo? ¿siempre ha sido igual?

Después de discutir el tema en clase se puede mostrar uno de los vídeos sobre el proceso de fabricación [1], [2], [3] o la página de ASPAPEL [4]. También es interesante el episodio "Papel y cartón, ciclo de vida" de "El bosque protector" [5], que se puede ver en clase o recomendar para ver en casa en familia, ya que está en rtve.es/alacarta.

Se propone que observen en casa la cantidad de papel que se gasta.

Sesión 1

Para responder a la pregunta de "¿cuánto papel gastamos?" dando una estimación aproximada necesitamos recoger información lo más ajustada a la realidad. Vamos a utilizar las observaciones hechas en las casas para elaborar un formulario que nos sirva para ello. Podemos preguntarnos ¿qué información debe recoger?

Una cuestión que podemos tener en cuenta es el concepto de "gastar". Cuando se trata de papel, habrán observado en sus casas que puede tener muchos usos distintos y, aunque en algunos casos la idea de gastar está muy

clara en otros no tanto.

Tan importante como el tipo o la cantidad de papel es el destino final que le demos. Hay papeles de un solo uso, como puede ser el papel higiénico o las servilletas de papel, hay papel que se puede rehusar, como las cajas de cartón, hay papel que lo reciclamos, como el papel de escritura o los periódicos, y hay otro papel que lo almacenamos, como los libros. Esta reflexión llevará a la clase a elaborar una tabla como la que sigue, por ejemplo, en la que anotarán el consumo de papel en sus casas.

		Destino			
Tipo de Papel	**Cantidad**	**Reutilizado**	**Reciclaje**	**Desecho**	**Almacén**
Periódico					
Libros					
Cuadernos					
Pañuelos de papel					
Tickets					
Propaganda					

Los ítems de la tabla se acordarán en clase pero se podrán añadir en la observación de cada uno y se pondrán en común en la siguiente sesión.

Sesión 2

Ponemos en común las informaciones recogidas, podemos hacer varios equipos de trabajo que agrupen sus datos para poder compararlos en el equipo y entre los distintos equipos.

Aparecerán dudas y tendrán que hacer estimaciones acerca de cuánto pesa un periódico o cuántos rollos de papel higiénico se usan en una semana, por ejemplo. También se puede discutir sobre el tipo de papel más utilizado o si todo el papel que usan es necesario.

Contabilizamos cuánto papel reutilizamos, cuánto reciclamos y cuánto desechamos y lo representamos en un gráfico.

Para finalizar podemos mostrar el vídeo de reciclado el papel [6].

Profundización y análisis

Sesión 3

Es importante conocer el origen y el coste del papel que utilizamos. Para ello planteamos trabajar en dos equipos para buscar y elaborar la información que nos permita responder a las preguntas referentes a los procesos de fabricación y reciclaje.

En la Memoria de sostenibilidad de ASPAPEL [7] podemos encontrar datos concretos sobre los procesos de fabricación del papel.

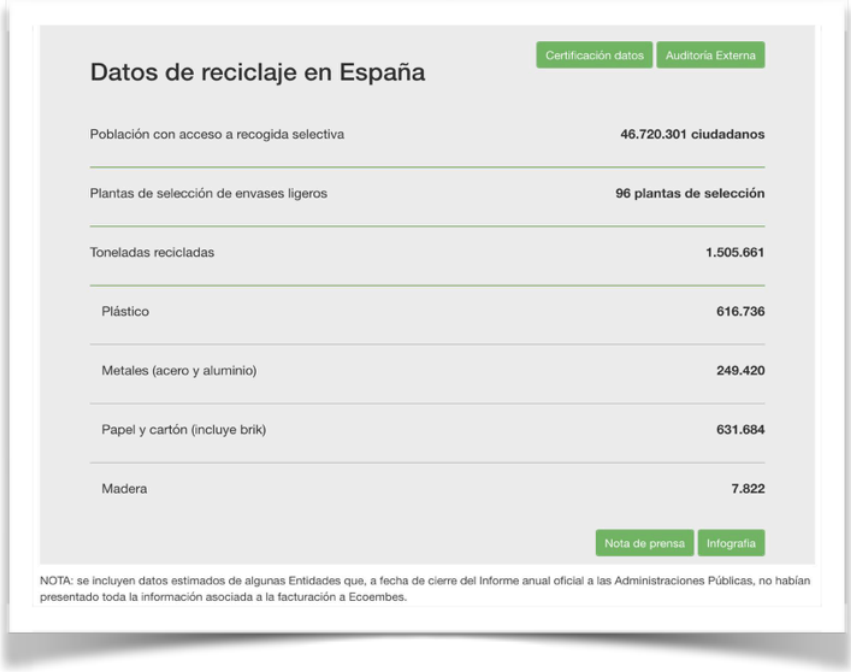
- ¿Cuáles son los recursos naturales que se consumen en la fabricación del papel?
- ¿Cuántos árboles hacen falta para fabricar el papel?
- ¿Cuánta agua se consume? ¿Qué cantidad de agua vuelve purificada a los ríos?
- ¿Qué productos químicos y contaminantes produce el proceso de fabricación del papel?
- En la página de Recytrans [8] y en la de twenergy [9] hay información sobre el proceso de reciclaje del papel.
- ¿Cuáles son los recursos naturales que se consumen en el reciclaje de papel?
- ¿Cuánta agua se consume? ¿Qué cantidad de agua vuelve purificada a los ríos?
- ¿Qué productos químicos y contaminantes produce el proceso de fabricación del papel?
- ¿Qué porcentaje del papel que utilizamos se recicla?

Cada equipo puede hacer un pequeño informe para tratar de convencer a la clase de que su opción es la más adecuada.

Sesión 4

En la página web de Ecoembes [10] podemos encontrar datos sobre el reciclaje especificados con distintos niveles de concreción: España-CCAA-Localidad.

Aquí presentamos los datos de España en el año 2019.



Datos de reciclaje en España

Certificación datos | Auditoría Externa

Población con acceso a recogida selectiva	46.720.301 ciudadanos
Plantas de selección de envases ligeros	96 plantas de selección
Toneladas recicladas	1.505.661
Plástico	616.736
Metales (acero y aluminio)	249.420
Papel y cartón (incluye brik)	631.684
Madera	7.822

Nota de prensa | Infografía

NOTA: se incluyen datos estimados de algunas Entidades que, a fecha de cierre del Informe anual oficial a las Administraciones Públicas, no habían presentado toda la información asociada a la facturación a Ecoembes.

Figura 1. Datos del año 2019 extraídos de la web Ecoembes.

Responde a las siguientes preguntas:

- Según estos datos, ¿cuántos kilos de basura por persona con acceso a la recogida selectiva se han reciclado en España?
- ¿Cuántos kilos de papel y cartón se ha reciclado por persona con acceso a la recogida selectiva? ¿se aproxima este dato a la estimación que hicimos en la *sesión 2*?

Vamos a concretar el estudio en nuestra Comunidad Autónoma y localidad. Distribuimos la clase en equipos de trabajo de forma que unos realizarán el análisis de los datos relacionados con la Comunidad Autónoma y otros acerca de la localidad.

El objetivo será que cada equipo trate de elaborar una infografía con los datos de reciclaje de papel locales que analice.

La infografía deberá dar respuesta a todas o alguna de las siguientes preguntas:

- ¿Qué porcentaje de papel y cartón depositan los ciudadanos el año 2019 frente al año anterior en tu Comunidad Autónoma /localidad?
- Elabora una gráfica de la evolución de los kg depositados en los contenedores azules desde el año 2015 hasta el actual en tu Comunidad Autónoma/localidad.
- ¿Cómo ha evolucionado la población con acceso a recogida selectiva en tu Comunidad Autónoma/localidad?
- Realiza un análisis de la evolución del número de contenedores azules desde el 2015 hasta la actualidad en tu Comunidad Autónoma/localidad.

Presenta la infografía elaborada al resto de la clase, destacando los resultados más importantes que has analizado. Podemos subir una fotografía de las producciones a Instagram con las etiquetas #MarzoMates #ReciclaMates y ver las publicaciones hechas desde otros colegios.

Sesión extra

En el equipo, mientras se realizan las presentaciones de las infografía, tomarán nota de la información que se ofrece sobre el análisis que no han realizado y elaborarán un informe comparativo que trate de responder a si nuestra Comunidad Autónoma / Localidad está promocionando decididamente el reciclaje de papel y cartón.

Proponemos a la clase que en los recorridos hacia el colegio o en sus paseos por el barrio se fijen en los contenedores de reciclaje que vean y que recuerden dónde están.

Sesión 5

La empresa Thesal [11] ofrece diferentes modelos de contenedores con distintas capacidades como los que se presentan a continuación. ¿Cómo son los que hemos visto en nuestro entorno?

Figura 2. Contenedor azul. Fuente: Thesal [11]

Con las dimensiones que nos facilita la página de la empresa podemos calcular el volumen de cada contenedor. (Nota para docentes: En las características aparece también el peso máximo de carga para cada contenedor, podemos eliminar esa información si la consideramos un distractor. Podemos calcular los volúmenes de los cuatro tipos de contenedores o solamente de los que hayan observado en su entorno.)

FICHA TÉCNICA

Dimensiones generales

a* ancho frontal: 1600 mm
b* altura hasta la boca: 1300 mm
c* anchura boca: 1002,6 x 170 mm
d* ancho lateral: 1200 mm
e* altura total: 1630 mm
Peso contenedor: 275 Kg.
Peso máx. carga: 1500 kg.
Peso máx. total: 1710 Kg.

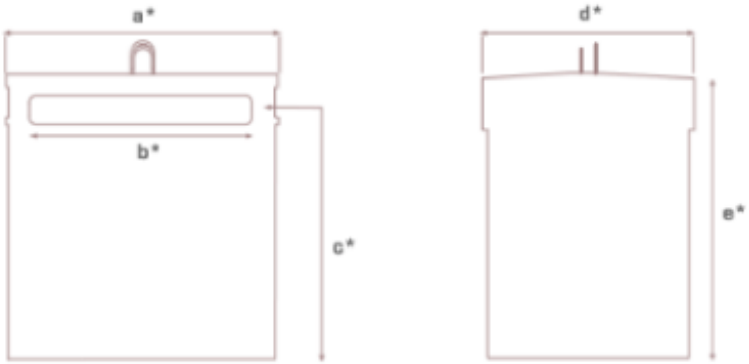


Figura 3. Contenedor Metálico. Fuente: Thesal [11]

FICHA TÉCNICA

Dimensiones generales

a* ancho fontal: 1745 mm
b* altura hasta la boca: 1420 mm
c* ancho boca: 220 Ø mm
d* ancho superior: 605 mm
e* altura total: 1665 mm
f* ancho lateral: 1275 mm
Peso contenedor: 100 Kg.
Peso máx. carga: 1000 kg.
Peso máx. total: 1100 Kg.

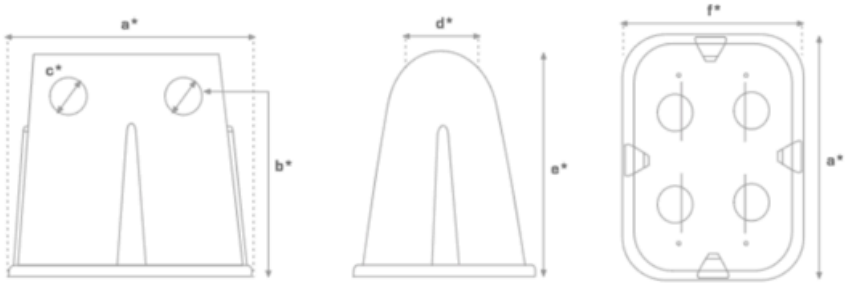


Figura 4. Contenedor Dúo 3500. Fuente: Thesal [11]

FICHA TÉCNICA

Dimensiones generales

a* ancho boca: 175 Ø mm
b* altura hasta la boca: 1500 mm
c* ancho superior: 1424 mm
d* altura total: 1810 mm
e* diámetro: 1705 mm
Peso contenedor: 123 Kg.
Peso máx. carga: 1000 kg.
Peso máx. total: 1123 Kg.

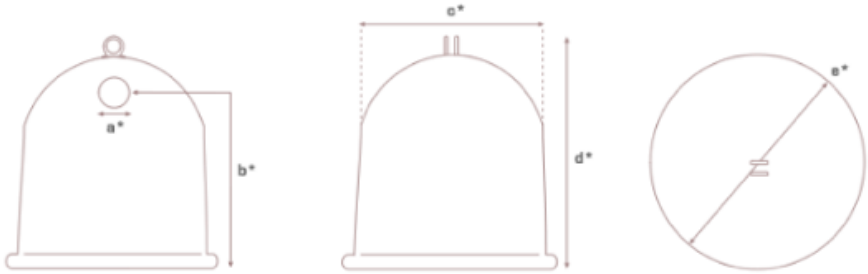


Figura 5. Contenedor Iglú. Fuente: Thesal [11]

Teniendo en cuenta los kg de basura por ciudadano que se depositan en los contenedores azules en tu Comunidad Autónoma/localidad, y sabiendo la capacidad de cada contenedor que hemos calculado, ¿cuál sería el contenedor más adecuado?

Realiza una estimación de los kilos de papel o cartón que puede recoger un contenedor. Para ello, pesaremos distintas cantidades de papel, de diversos tipos y mediremos el volumen que ocupan. ¿Se corresponden las estimaciones que hemos hecho con el peso máximo de carga de los contenedores? ¿caben todos los kilos que dicen las especificaciones?

Cada equipo realizará su estimación y dará los resultados, que pueden no ser iguales para todos los equipos. Deberán justificar su método de investigación y cómo han conseguido la estimación realizada.

Utilizando los datos anteriores, podemos estimar cuántos contenedores son necesarios en nuestra Comunidad Autónoma/localidad. ¿Hay suficientes con los que hemos observado?

Proponemos explorar el entorno anotando, ahora sí, los contenedores que encontramos porque en la próxima sesión los pondremos en un mapa.

Sesión 6

Usaremos un mapa, o varios si trabajamos en grupos, de nuestra localidad y reflejaremos en el mapa los contenedores que hemos encontrado. Podemos usar Google maps para proyectar una imagen real e ir colocando en ella los puntos en que están los contenedores.

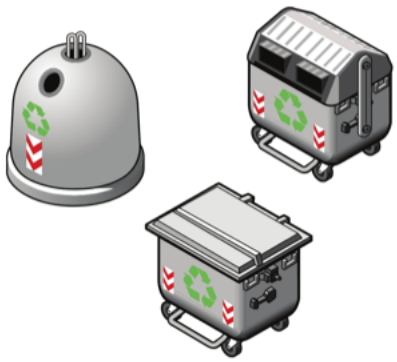
Dibujaremos en los mapas de los equipos líneas uniendo los contenedores y buscaremos la "zona de influencia" de cada contenedor. Para ello podemos dibujar los puntos que están a la misma distancia de dos contenedores (la mediatriz) y nos quedará el plano dividido en zonas próximas a cada contenedor.

Podemos explicar a la clase que el dibujo que nos ha quedado es un Diagrama de Voronoi.

Sesión 7

Partiendo del mapa que hemos dividido y ayudados por las imágenes de Google maps y por lo que conocemos de nuestra población, trataremos de estimar la cantidad de residuos que se depositan en cada zona.

Podemos comenzar calculando la superficie de cada zona y la superficie del municipio para, con los datos de población municipales, poder hacer una estimación inicial de la población.



Invitamos a reflexionar sobre las cuestiones ¿tiene sentido hacer la estimación así? ¿son todas las zonas iguales? En cada municipio habrá barrios diferentes ¿de qué dependerá la cantidad de personas?

Para una mejor aproximación nos fijaremos en el tipo de construcciones que hay en cada zona, si son casas unifamiliares, si son bloques de qué altura, cuántas viviendas tienen por piso,... Con esto conseguiremos una estimación del número de familias y con ellas el número de habitantes.

Usando el dato de Ecoembes [10] de la cantidad de papel reciclado en la población y el número de habitantes estimado en cada zona ¿Es suficiente con un contenedor? ¿en todas las zonas?

Podemos terminar la actividad marcando en el mapa las diferentes zonas según las conclusiones que hayamos sacado acerca de si la necesidad de contenedores está satisfecha o si se necesitan o sobran, y subiendo la imagen a las redes sociales con las etiquetas #marzomates #ReciclaMates

Propuestas para la acción

Tras el análisis realizado observamos que es necesario que desarrollemos acciones que promuevan y sensibilicen la ciudadanía.

OPCIÓN A. Noticia-Publicitaria.

Como tarea final se propone la elaboración en el equipo de trabajo de una noticia-publicitaria que ponga de manifiesto, por un lado la información que tenemos acerca del reciclaje de envases en nuestra Comunidad Autónoma/localidad y por otro lado anime a que los vecinos reciclen.

OPCIÓN B. Solicitud al Ayuntamiento

Como tarea final se propone a los estudiantes que elaboren un documento de solicitud de ampliación de la red de contenedores de reciclaje. En dicho documento deben recoger los datos analizados y las gráficas elaboradas, así como el presupuesto estimado que consideran que puede suponer la medida. En la elaboración de esta solicitud podría participar el Departamento de Lengua, con el objeto de orientar a los estudiantes en la redacción de este tipo de documentos administrativos. Se cerrará la actividad dando registro de entrada de dicha solicitud.

OPCIÓN C. Charlas - Talleres en el centro

Como tarea final, los estudiantes de la clase prepararán diversas charlas divulgativas a otras aulas o centros de la zona. El objetivo es sensibilizar a otros estudiantes de la localidad acerca de los datos estudiados sobre el reciclaje. A la vez se podrá organizar un pequeño taller en el que se trabaje la estimación, a partir del trabajo realizado por ellos para estimar los kilos que caben en un contenedor.

MARZO,
MES DE LAS
MATEMÁTICAS

Recursos

[1] "Así se hace el papel" (4:44 minutos) de DiscoveryMax.

[2] "Así se hacen los 83 millones de rollos de papel higiénico para el consumo global" (9:06 minutos) de DiscoveryMax.

[3] "Cómo se hace el Papel Higiénico" (9:55 minutos).

[4] La página de la Asociación Española de fabricantes de Pasta, Papel y Cartón tiene información interesante sobre la fabricación.

[5] El bosque protector. Papel y cartón, ciclo de vida. (24:06 minutos).

[6] Vídeo reciclado de papel (8:43 minutos)

[7] Memoria de sostenibilidad de ASPAPEL.

[8] Recytrans, empresa de gestión de residuos.

[9] Twenergy.

[10] Ecoembes.

[11] Contenedores.